 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

AUTOMATIZACIÓN DEL DOSIFICADO DE TOALLAS FEMENINAS SOBRE UNA BANDA TRANSPORTADORA

Jorge Enrique Rodríguez León

Ingeniería mecatrónica

Asesor: Santiago Gómez Arango

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

OCTUBRE 19 DE 2018

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

La empresa Empaques y servicios superiores S.A.S (Superpack S.A.S) es una empresa de manufactura en general, donde gran parte de los procesos realizados dentro de la maquila son manuales causando lesiones, uno de ellos es el empaque y embolsado por grupos de unidades de toallas femeninas, cada una de estas toallas lleva pegado un pañito en presentación de sachet, para automatizar la primera etapa de este proceso se diseña un mecanismo (biela-manivela) que dispensa las toallas una a una, esta automatización se realizó debido a que es el proceso de mayor demanda y tuvo como resultado un aumento en la producción y disminución de lesiones en los operarios por movimientos repetitivos.

Palabras clave: Maquila, sachet, automatización, mecanismo, biela-manivela.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

A la empresa SUPERPACK S.A.S por darme su apoyo incondicional durante todo el proceso de prácticas profesionales.

Al ingeniero Edgardo Lizarazo (jefe de operaciones) por permitirme pertenecer a su equipo de trabajo y brindarme el apoyo y conocimiento apropiado referente a la producción, manejo y desarrollo de todos los procesos de manufactura en todas las líneas de aplicación.

Al ingeniero Carlos Andrés Gómez (jefe de mantenimiento) por facilitarme las todas las herramientas y materiales necesarios para la construcción del prototipo de la máquina.

Al ingeniero Santiago Gómez Arango por guiarme de manera acertada en la realización de este informe.

Y finalmente agradezco a mi familia y mi novia por su apoyo total y motivación en los momentos de mayor frustración, por influir a ganar confianza y dar sugerencias a la hora de tomar decisiones definitivas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

S.A.S: sociedades por acciones simplificadas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. MARCO TEÓRICO	10
3. METODOLOGÍA	15
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO.....	31
REFERENCIAS	33
APÉNDICE.....	35

TABLA DE IMÁGENES

<i>Figura 1. Mecanismo biela-manivela con sus componentes.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2. Sistema biela-manivela.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 3. Sistema excéntrica-biela.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4. Transmisión del movimiento de la banda a la rueda. Elaboración propia</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5. Entradas. Elaboración propia.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 6. Producto terminado. Elaboración Propia</i>	<i>15</i>
<i>Figura 7. Flujo de proceso. Elaboración propia</i>	<i>16</i>
<i>Figura 8. Flujo de operaciones. Elaboración Propia.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 9. Posición correcta para la goma. Elaboración Propia</i>	<i>19</i>
<i>Figura 10. Área de trabajo. Elaboración propia</i>	<i>19</i>
<i>Figura 11. Diseño mecanismo Biela-Manivela. Elaboración propia</i>	<i>23</i>
<i>Figura 12. Diseño terminado de prototipo. Elaboración propia.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 13. Proceso de corte laser. Elaboración propia</i>	<i>24</i>
<i>Figura 14. Ensamble prototipo. Elaboración propia.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 15. Ensamble Mecanismo Biela-Manivela. Elaboración propia</i>	<i>25</i>
<i>Figura 16. Prototipo 1. Elaboración propia</i>	<i>26</i>
<i>Figura 17. Prototipo 2. Elaboración propia</i>	<i>26</i>
<i>Figura 18. Posición correcta de las toallas. Elaboración Propia.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 19. Producto final. Elaboración propia.....</i>	<i>30</i>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1</i>	18
<i>Tabla 2</i>	20
<i>Tabla 3</i>	20
<i>Tabla 4</i>	21
<i>Tabla 5</i>	21
<i>Tabla 6</i>	21
<i>Tabla 7</i>	22
<i>Tabla 8</i>	22
<i>Tabla 9</i>	27
<i>Tabla 10</i>	28
<i>Tabla 11</i>	29

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del departamento de operaciones decide crear el área de automatización para así mejorar sus procesos de manufactura y por lo tanto optimizar la producción general en la empresa.

Se trabajó en la automatización de la primera etapa del engomado del sachet en las toallas femeninas, ya que la dosificación de las toallas la realizaba un operario de forma manual, se diseñó un mecanismo que emplea la banda transportadora para transmitir el movimiento a una torre dispensadora sin necesidad de alimentación eléctrica externa, uso de la banda transportadora como medio de transmisión de movimiento. La implementación tuvo un retraso debido a que la construcción del prototipo debió realizarse externamente.

Objetivo general

- Automatizar el proceso de dosificado de toallas femeninas.

Objetivos específicos

- Levantamiento de información del proceso inicial.
- Diseñar e implementar un mecanismo que dosifique las toallas de manera organizada a la banda transportadora.
- Mejorar los tiempos de producción.

Descripción del trabajo de grado

Este trabajo de grado se divide en 5 partes. En el capítulo 1 se presenta la introducción donde se identifica que el problema es que actualmente el proceso se realiza de forma manual, se soluciona diseñando un mecanismo que lo haga de forma automática y se analiza claves y limitaciones de la automatización.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En el capítulo 2 se habla acerca de algunos trabajos que se han realizado con un mecanismo biela-manivela, además, se dejan claros conceptos como maquila, manufactura, sachet, diseño mecánico, automatización industrial, principio U.S.A, mecanismo biela-manivela, transmisión de movimiento por fricción, banda transportadora, sensor infrarrojo, caja de alimentación, entre otros.

En el capítulo 3 se aborda el principio U.S.A, este principio es muy utilizado en el proceso de automatización industrial, donde primero se hace una recolección de información identificando cuales son las entradas y salidas del proceso, luego se hace una análisis detallado de este, describiendo una a una sus operaciones, identificando el flujo de operaciones, especificaciones técnicas, área de trabajo y un resumen de la producción realizada del año anterior, también se muestra todos los pasos del diseño y construcción de los prototipos con el mecanismo biela- manivela

En el capítulo 4 se muestra todos los resultados de las pruebas realizadas a los prototipos, indicando la velocidad de salida medida en unidades por minuto y se hace una comparación con el proceso manual, se escoge el prototipo que mejor arroja resultados, se identifica fortalezas y se mejoran las debilidades.

En el capítulo 5 se concluye que se cumplió los objetivos trazados, se recomienda realizar un segundo mecanismo para mejorar la producción y se recomienda seguir con la siguiente etapa a automatizar.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

Estado del arte

Es así como en (Salinas, Victor.2000) se presenta un desarrollo de un mecanismo con que combina el movimiento cinemático y dinámico, más conocido como mecanismo biela-manivela, este mecanismo lo utilizan para el prensado de mosaicos de mármol y granito para en forma de baldosa.

En (Muñoz, José. 2001), se desarrolla un mecanismo simple que sirva para cortar y coser la suela de los zapatos, este sistema tiene un mecanismo de 4 barras utilizando un movimiento cinemático y dinámico armónicamente que va pegado a la cuchilla de corte y así se logra hendir las suelas.

En (Suarez, Andrés. 2016). Se implementa una pinza con un sistema de 4 barras accionado por unos actuadores neumáticos, esta pinza tiene como objetivo destapar los recipientes contenedores de materia prima usados en la celda de manufactura que permite la fabricación de 19 productos diferentes con la mezcla de la materia prima.

En (Esparza, Carlos. & Núñez, Rafael. 2014). se plantea la implementación de un sistema de control de posición proporcional derivativo aplicado a cada uno de los ejes de una mesa vibratoria para generar réplicas del desplazamiento de un sismo de norte a sur y este a oeste. En este caso, la mesa vibratoria se fundamenta en el mecanismo biela-manivela, que desarrolla un desplazamiento lineal en sus dos ejes desde una rotación angular de dos motores de inducción trifásicos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Maquila:

La maquila se plantea como un proceso realizado por un tercero para un producto propio de una marca. (Cámara de comercio de Bogotá. 2017)).

Manufactura:

La manufactura se define como el sistema de transformar materias primas en un producto determinado. (Kalpakjian, S., & Schmid, S.R. 2002, pág. 1).

Diseño mecánico:

El diseño mecánico consiste en el desarrollo de una maquina partiendo de una necesidad o problema y enfocado en una determinada función. (Diseño mecánico, fluencia y esfuerzo - Blog ingeniería. 2018)

Automatización industrial

Se conoce como automatización industrial a la reducción de la participación de operadores utilizando herramientas tecnológicas integrando la mecánica, electrónica, el control entre otras. (Gómez, Carlos. 2005, pág. 3).

Principio USA “Entender, simplificar y Automatizar”

Este principio básicamente da unas pautas de manera muy organizada para realizar una automatización de manera correcta, se trata de identificar todos los detalles del proceso, luego analizar que se puede eliminar utilizando la tecnología adecuada. (Gómez, Carlos 2005, pág. 7).

Mecanismo biela – manivela

El mecanismo biela-manivela básicamente transforma el movimiento circular en movimiento rectilíneo. Como se observa en la Figura 1.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

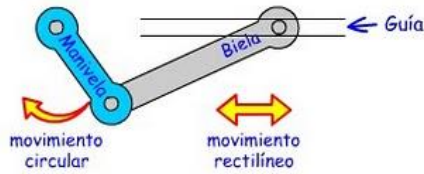


Figura 1. Mecanismo biela-manivela con sus componentes

Fuente: <https://elblogdelprofesordetecnologia.blogspot.com/2012/11/biela-manivela.html>

Descripción

El sistema biela-manivela emplea, básicamente, una manivela, un soporte y una biela cuya cabeza se conecta con el eje excéntrico de la manivela (empuñadura). Ver Figura 2



Figura 2. Sistema biela-manivela

Fuente: <https://elblogdelprofesordetecnologia.blogspot.com/2012/11/biela-manivela.html>

Para el sistema excéntrica-biela se sustituye la manivela por una excéntrica, conectando la biela al eje excéntrico y siendo el resto del mecanismo semejante al anterior. Como se muestra en la Figura 3. (Shigley, J. E. Uicker, J.J, 2001).



Figura 3. Sistema excéntrica-biela

Fuente: <https://elblogdelprofesordetecnologia.blogspot.com/2012/11/biela-manivela.html>

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Transmisión de movimiento por fricción

Se conoce como transmisión por rueda de fricción al mecanismo de transmisión formado por dos o más ruedas que están en contacto con cierta presión, tal que, cuando una de ellas gira, la que está en contacto con esta gira también por efecto del rozamiento. ("Mecapedia-Transmisión por rueda de fricción", 2012). Ver Figura 4.



Figura 4. Transmisión del movimiento de la banda a la rueda. Elaboración propia

Banda transportadora:

Esta es movida por un motor reductor y variador de velocidad, esta banda esta durante la mayor parte del proceso, esta banda cuenta con unas ruedas o rodachinas en su parte inferior para una mejor movilidad.

Sensores fotoeléctricos:

Son los encargados de detectar la toalla y activar el cabezal.

Cabezales:

Dispositivos encargados de arrojar la goma en la toalla, controlados por electroválvulas.

Caja de alimentación:

Convierte la corriente alterna en corriente continua.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Panel:

Es el encargado del control de la cantidad de goma, número de lanzamientos de goma por lectura, tiempo de retardo con el que se va a lanzar la goma luego de la lectura del sensor.

Paros de emergencia:

Se encargan de parar la operación en caso de algún inconveniente.

Estantes o canastas:

Están ubicadas uno a cada lado de la banda transportadora, su función es almacenar los sachet para engomar.

Tanque de goma:

Se encarga de almacenar la goma en forma de pasta, para luego calentarla y distribuirla hacia los cabezales.

Mesa de trabajo:

Está ubicada al final de la banda transportadora, en esta mesa se hacen los procesos de agrupado, embolsado y sellado.

Selladora de pedal:

Se encarga de sellar las bolsas ya listas.

Sachet:

Bolsa pequeña cerrada herméticamente que contiene un pañito húmedo.

Slowrap:

Pestaña final de empaque individual de las toallas femeninas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

El trabajo presenta como principio fundamental en la automatización el principio entender, simplificar y automatizar (USA, por sus siglas en inglés).

La etapa 1 se determinó como el surtido o alimentación de las toallas a la banda transportadora, por lo tanto, se diseñó un dispensador tipo magazín que expulsa las toallas por medio de un mecanismo biela-manivela, aprovechando el movimiento de la banda transportadora. A continuación, se presenta el desarrollo del proyecto:

Recolección de información:

Se debe recopilar la información en el siguiente orden:

Entradas: Insumos tales como se muestran en la Figura 5:



Figura 5. Entradas. Elaboración propia

Salidas: Producto Terminado (toalla al derecho y sachet ubicado de acuerdo a especificaciones) y embolsado óptimo como se visualiza en la Figura 6.



Figura 6. Producto terminado. Elaboración Propia

Descripción del proceso

Este proceso en general consiste en el pegado o engomado de un pañito (sachet) con un producto base (toalla). Antes de intervenir el proceso, el dispensado, la recolección y embolsado se realizaba de forma manual.

El proceso generalmente lo realizan 8 personas (ver Figura 7) repartidas en diferentes subprocesos dependiendo de la referencia que se esté manejando, sin embargo, el orden de los subprocesos siempre es el mismo.

Layout

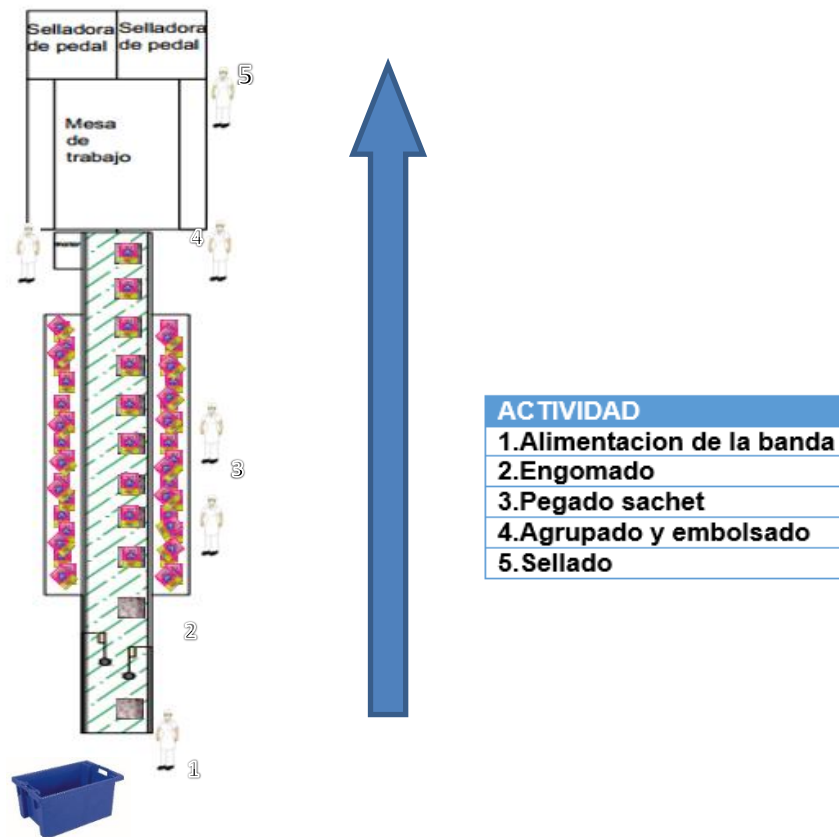


Figura 7. Flujo de proceso. Elaboración propia

Flujo de Operaciones:

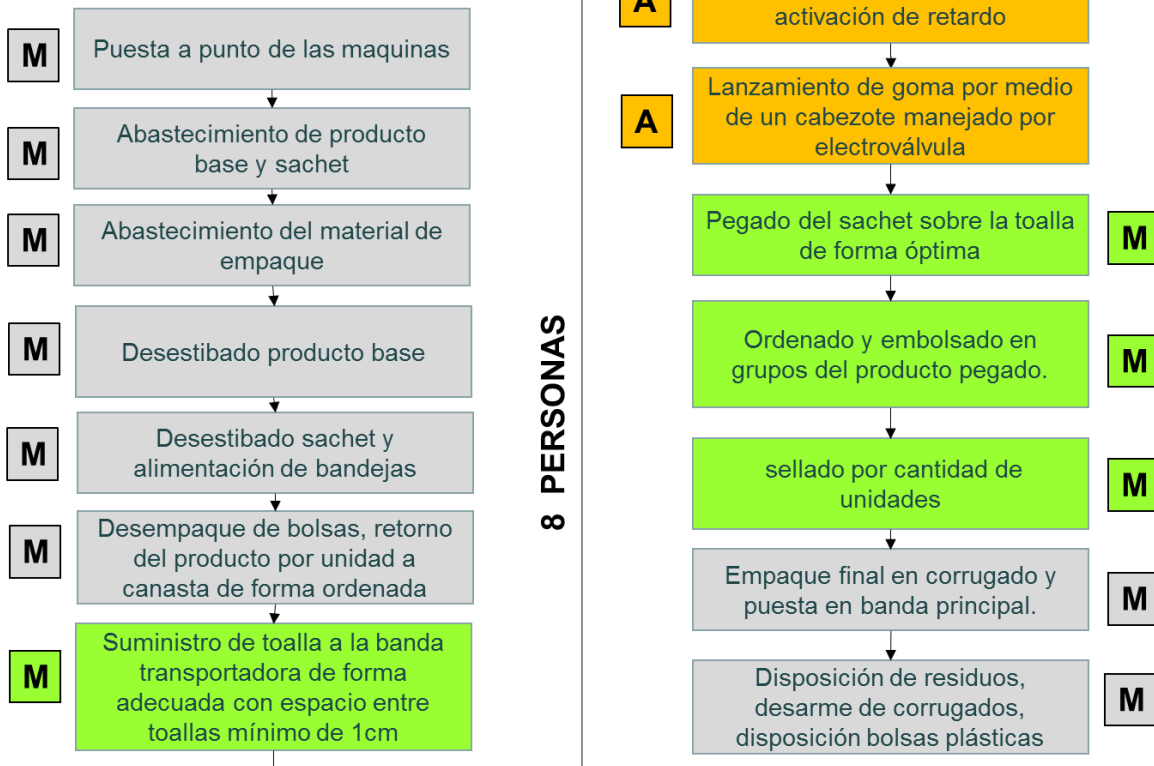


Figura 8. Flujo de operaciones. Elaboración Propia

Descripción de operaciones:

En la Figura 8 se puede observar el orden y descripción de las operaciones que intervienen en el proceso, las operaciones que tienen la letra M quiere decir que se hace de forma manual y las que tienen la letra A de forma automática.

Máquinas y mecanismos que intervienen en el proceso

- Banda transportadora
- Sensores fotoeléctricos
- Cabezales
- Caja de alimentación
- Panel
- Paros de emergencia

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Estantes o canastas
- Tanque de goma
- Mesa de trabajo
- Selladora de pedal

Parámetros de alimentación

La alimentación de las maquinas se distribuye así:

- Banda (moto-reductor, variador): 220V trifásico.
- Tanque de goma: 220V trifásico.
- Panel de control: 110V.
- Adicionalmente también hay un sistema neumático que ayuda en el momento de la expulsión de la goma, abastecido por un compresor.

Especificaciones para el proceso:

- Presión del tanque donde se deposita la goma: 20 psi
- Temperatura tanque donde se deposita la goma: 140 °C.
- Temperatura manguera donde fluye la goma: 145 °C.
- Temperatura cabezal que expulsa la goma: 150 °C.
- Frecuencia variador de la banda transportadora: 59 Hz.
- Peso por aplicación de goma: 0,5 +/- 0,1gr.

Características de los productos

En la Tabla 1, se muestra las características principales de los productos que intervienen en el proceso.

Tabla 1

Características del producto base (toalla) y sachet

COLOR EMPAQUE (TOALLA)	TAMAÑO EMPAQUE (cm)	TAMAÑO TOALLA (cm)	ESPESOR (cm)	PESO (gr)
Negra	11,5 x 8,5	8 x 7	0,7	6,8
Blanca – rosada	11,5 x 8,5	8 x 7	0,7	6,6
Verde	11,5 x 8,5	8 x 7,3	0,7	6,7
Blanca	11,5 x 9	7 x 7	1	6,6
Sachet (pañito)	8 x 5,9	N.A.	N.A.	5,7

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Posición para el engomado + sachet: En la figura 9 observamos la posición correcta del engomado del sachet.



Figura 9. Posición correcta para la goma. Elaboración Propia

Área de trabajo

El área de trabajo tiene una medida de 6.6m x 2.65m con una altura máxima de 2.5m, se encuentra ubicada en una zona especial llamada área blanca, en esta zona se realizan los procesos que requieren medidas de higiene especiales (ver Figura 10).

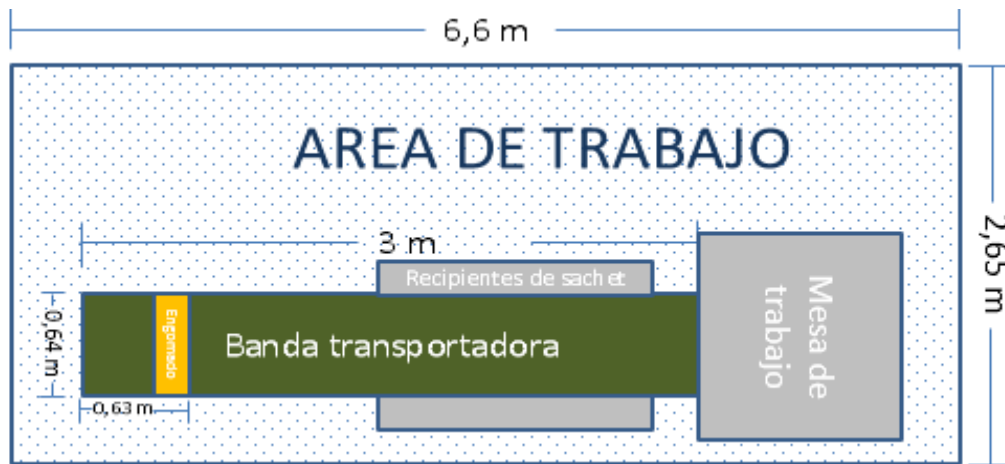


Figura 10. Área de trabajo. Elaboración propia

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Producción histórica 2016:

Se debe hacer un análisis exhaustivo de la producción por referencias del proceso actual para clasificar las referencias según su producción, es un parámetro muy importante para la elaboración del mecanismo.

En la Tabla 2, se muestra las referencias trabajadas en el año 2016

Tabla 2
Producción histórica 2016

REFERENCIA	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	TOTAL
41487	395.760	511.200	611.040	664.800	308.640	723.120	368.880	855.840	887.040	714.960	1.196.400	-	7.237.680
41568	-	-	-	-	-	14.400	-	-	-	-	-	-	14.400
41578	193.680	181.440	148.560	159.600	136.320	176.400	100.080	117.840	270.960	92.400	162.480	142.320	1.882.080
41594	-	-	-	-	-	328.896	882.432	1.286.880	1.027.056	1.687.440	961.680	877.728	7.052.112
42665	-	130.560	111.936	417.408	9.600	427.008	-	-	309.504	45.504	79.104	187.776	1.718.400
42956	1.120.800	1.458.000	1.138.320	809.280	903.600	444.480	1.476.000	1.153.680	1.641.840	548.880	1.653.600	542.880	12.891.360
42997	199.872	138.816	89.568	-	61.632	63.360	131.040	-	279.936	77.184	110.016	86.400	1.237.824
46598	-	32.340	58.080	-	-	28.380	-	36.960	38.940	26.400	42.240	-	263.340
48166	21.600	80.100	-	-	-	-	45.900	-	-	-	-	-	147.600
48167	-	-	-	-	-	-	-	-	103.200	6.900	19.500	32.400	162.000
48171	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.031.280	1.031.280
TOTAL:	1.931.712	2.532.456	2.157.504	2.051.088	1.419.792	2.206.044	3.004.332	3.451.200	4.558.476	3.199.668	4.225.020	2.900.784	33.638.076

Análisis del proceso unidades/ (hora x persona)

En la Tabla 3, se muestra un análisis de producción de persona por unidades en un tiempo determinado. El análisis se obtuvo únicamente con el funcionamiento de un cabezal.

Tabla 3
Proceso unidades/ (hora x persona)

PROCESO ENGOMADO + SACHET					
	Actividad	Unidades/Hora/Persona	N° de Personas	Uds/hora	Máximo uds/hora
1	Desestibar, Desempacar y Abastecer Toallas <i>(fuera del área blanca)</i>	6.480	1	6.480	6.480
2	Surtir Unidades de Toallas	6.120	1	6.120	6.732
3	Dosificado de goma	6.804	1	6.804	6.804
4	Pegado de Sachet en Toalla	2.040	2	4.080	4.284
5	Agrupado y embolsado por unidades de Toalla+Sachet	3.060	2	6.120	6.426

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

6	Sellado por unidades de toalla+sachet	3.060	1	3.060	3.213
7	Empaque y Cruzado de Corrugado <i>(fuera del área blanca)</i>	6.120	1	6.120	6.426
	Rendimiento Teórico			4.883	4.968
	Rendimiento Promedio Real			5.076	6.048

Cabe resaltar que se tienen los datos del 2016 ya que la etapa de prácticas se realizó de abril a septiembre de 2017, por tanto, no había datos consolidados del año en curso.

Análisis proceso manual por referencias

22 DE AGOSTO: REFERENCIA 48810

Tabla 4

Proceso manual ref.48810

HORA	6--7	7--8	8--9	9--10	10--11	11--12	12--13	13--14	14--15	15--16	16--17	17--18	18--19	19--20	20--21	21--22	RR=RENDIMIENTO REAL
BANDA 1	REF: 48810 RE:2,2 CT:99 UT:23760								PARO								C/H=CAJAS POR HORA PROMEDIO
	RR:2,01 C/H:12,38 U/H:2970																U/H= UNIDADES POR HORA PROMEDIO
																	RE= RENDIMIENTO ESPERADO
BANDA 2	REF: 48810 RE:2,2 CT: 112 UT: 26880								PARO				REF:48810 RE:2,2 CT:89 UT:21360				CT: NUMERO DE CAJAS TOTAL
	RR:2,31 C/H:14 U/H:3360												RR:2,26 C/H: 17,8 U/H: 4272				UT: NUMERO DE UNIDADES TOTAL

23 DE AGOSTO: REFERENCIA 48810

Tabla 5

Proceso manual ref.48810

HORA	6--7	7--8	8--9	9--10	10--11	11--12	12--13	13--14	14--15	15--16	16--17	17--18	18--19	19--20	20--21	21--22	RR=RENDIMIENTO REAL
BANDA 1	REF:48810 RE:2,2 CT:29 UT:6960			PARO													C/H=CAJAS POR HORA PROMEDIO
	RR:2,05 C/H:14,5 U/H:3480																U/H= UNIDADES POR HORA PROMEDIO
																	RE= RENDIMIENTO ESPERADO
BANDA 2	REF:48810 RE:2,2 CT:76 UT:18240						PARO										CT: NUMERO DE CAJAS TOTAL
	RR:2,34 C/H:15,2 U/H:3648																UT: NUMERO DE UNIDADES TOTAL

24 DE AGOSTO: REFERENCIA 48810

Tabla 6

Proceso manual ref.48810

HORA	6--7	7--8	8--9	9--10	10--11	11--12	12--13	13--14	14--15	15--16	16--17	17--18	18--19	19--20	20--21	21--22	RR=RENDIMIENTO REAL	
BANDA 1	REF: 48810 RE:2,2 CT:31 UT:7440			PARO						REF: 48810 RE:2,2 CT:78 UT:18720						PARO		C/H=CAJAS POR HORA PROMEDIO
	RR:2,6 C/H:10 U/H:2480									RR:2,9 C/H:20 U/H:4680								U/H= UNIDADES POR HORA PROMEDIO
																	RE= RENDIMIENTO ESPERADO	
BANDA 2	REF: 48810 RE:2,2 CT:120 UT:28800												PARO				CT: NUMERO DE CAJAS TOTAL	
	RR:2,4 C/H:15 U/H:3600																UT: NUMERO DE UNIDADES TOTAL	

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO												Código	FDE 089
													Versión	03
													Fecha	2015-01-22

25 DE AGOSTO: REFERENCIA 42665

Tabla 7

Proceso manual ref.42665

HORA	6--7	7--8	8--9	9--10	10--11	11--12	12--13	13--14	14--15	15--16	16--17	17--18	18--19	19--20	20--21	21--22	RR=RENDIMIENTO REAL
BANDA 1	PARO	REF: 42665 RE:2,4 CT:109 UT:20928										PARO	C/H=CAJAS POR HORA PROMEDIO				
		RR:1,8 C/H:11 U/H:2092,8											U/H= UNIDADES POR HORA PROMEDIO				
BANDA 2	REF: 42665 RE:2,4 CT:126 UT:24192										PARO	RE= RENDIMIENTO ESPERADO					
	RR:2,5 C/H:16 U/H:3024											CT: NUMERO DE CAJAS TOTAL					
	UT: NUMERO DE UNIDADES TOTAL																

26 DE AGOSTO: REFERENCIA 42991

Tabla 8

Proceso manual ref.42991

HORA	6--7	7--8	8--9	9--10	10--11	11--12	12--13	13--14	14--15	15--16	16--17	17--18	18--19	19--20	20--21	21--22	RR=RENDIMIENTO REAL
BANDA 1	REF: 42991 RE:3,1 CT:323 UT:46512																C/H=CAJAS POR HORA PROMEDIO
	RR:3,3 C/H:23 U/H:3322,3																U/H= UNIDADES POR HORA PROMEDIO
BANDA 2	PARO																RE= RENDIMIENTO ESPERADO
	PARO																CT: NUMERO DE CAJAS TOTAL
	UT: NUMERO DE UNIDADES TOTAL																

De las Tablas 4 a 8 se puede concluir que en la mayoría de casos el rendimiento real supera al rendimiento esperado y en realidad es lo que se busca, esto depende básicamente de la eficiencia con que cada operaria realice su labor y en este caso el ritmo que marca la persona que surte toallas a la banda.

En el caso que el rendimiento real no supera el esperado generalmente es porque ocurre algún inconveniente extra que afecta el tiempo de producción, ya sea porque algún insumo se haya acabado (por varias causas), alguna máquina o mecanismo falle, algún operario se ausente por causas justificadas ya sea todo el turno o parte de él.

También se observa que en ocasiones hubo paros planificados o simplemente no se realizó ningún trabajo en alguna de las bandas, esto se debe a que simplemente las bandas no se programan ya sea por falta de algún insumo, baja capacidad de producción, mantenimiento a alguna de las máquinas que intervienen directamente en el proceso.

Diseño y construcción del prototipo

Con el fin de aprovechar el movimiento de la banda transportadora se diseña un mecanismo biela-manivela que copia el movimiento rotacional de la banda por medio de la manivela pegada a una rueda y lo transforma en movimiento lineal a través de la biela que va

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

conectada a un empujador que es el encargado de expulsar del magazine las toallas a la banda.

Al final se escogió este mecanismo por su practicidad economía y fácil ensamble

Diseño mecanismo biela-manivela

Para el diseño de este mecanismo se emplea un método netamente geométrico, teniendo en cuenta todas las distancias de centro a centro, además sabiendo que por cada revolución que realiza la rueda tendremos dos movimientos rectilíneos de la manivela, esto es muy importante tenerlo en cuenta para obtener un perfecto sincronismo y para que las medidas del mecanismo sean las correctas. En la Figura 11 se muestra el diseño del mecanismo en AutoCAD.

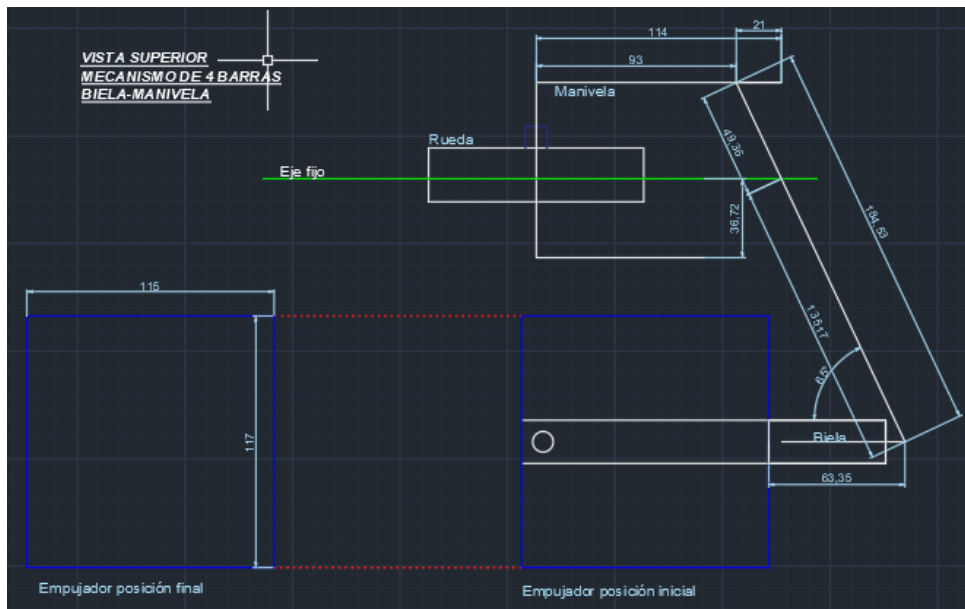


Figura 11. Diseño mecanismo Biela-Manivela. Elaboración propia

Para la construcción del prototipo se definió que el material de construcción iba a ser mdf, el prototipo se diseñó en un software de diseño mecánico llamada *nx nastram*, el prototipo se diseñó tipo ensamblaje o lego para facilitar el armado y corte de cada una de las piezas, luego de que el diseño se terminó completamente (ver Figura 12), cada una de las piezas se cortaron por medio de una máquina laser (ver Figura 13), por último se llevó a cabo el

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ensamble pegando las piezas con colbón madera (ver Figura 14), adicionalmente para el mecanismo biela – manivela (ver Figura 15) se compraron unas rótulas y se mandó a fabricar un tensor para calibrar la distancia y sostener estas rotulas, en el Apéndice A podemos observar una bitácora donde se describe el diseño, fabricación y producto final del mecanismo.

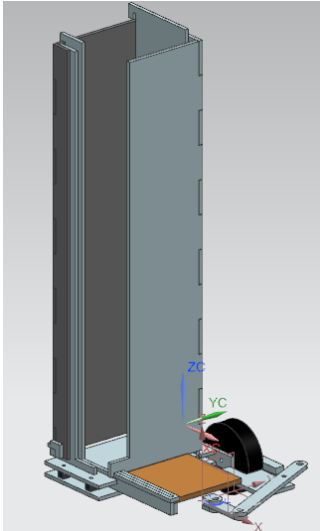


Figura 12. Diseño terminado de prototipo. Elaboración propia

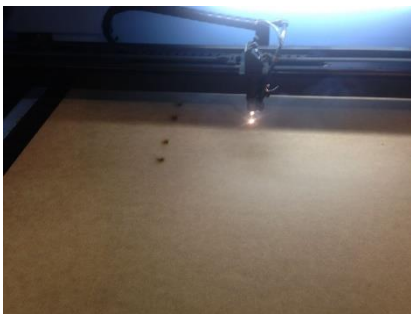


Figura 13. Proceso de corte laser. Elaboración propia

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

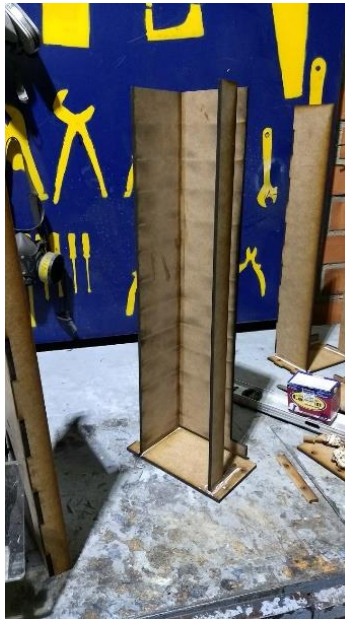


Figura 14. Ensamble prototipo. Elaboración propia



Figura 15. Ensamble Mecanismo Biela-Manivela. Elaboración propia

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Prototipo 1:

En la Figura 16 se muestra el primer prototipo construido.

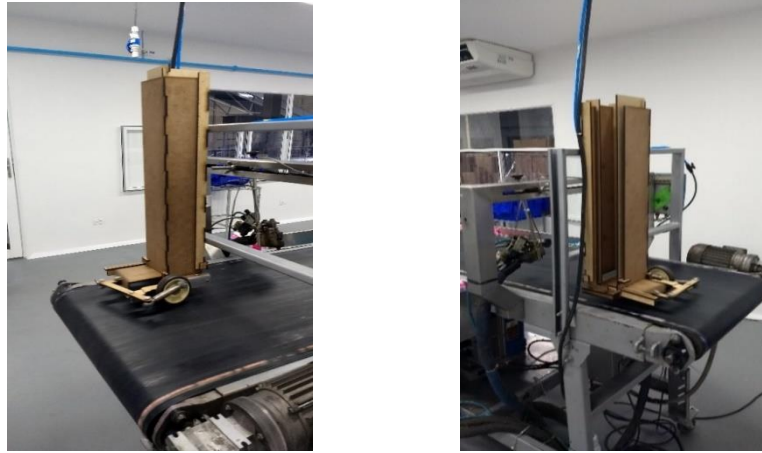


Figura 16. Prototipo 1. Elaboración propia

En el prototipo 1 se pudo observar que la velocidad de expulsión de las toallas no superaba la del proceso manual y se presentó atasco en el momento de expulsión de las toallas.

Prototipo 2

En la Figura 17 se muestra el segundo prototipo construido.



Figura 17. Prototipo 2. Elaboración propia

En el prototipo 2 se pudo corregir la velocidad de expulsión de las toallas disminuyendo el diámetro de la rueda que actúa como manivela.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ya con el prototipo totalmente ensamblado se procede a realizar las pruebas pertinentes para verificar si este es óptimo para la automatización, estas pruebas arrojaron los siguientes resultados:

La Tabla 9 muestra un comparativo de diseño y construcción de los 2 prototipos, además de los datos del proceso manual.

Tabla 9
Comparación prototipos y proceso manual

	Diámetro rueda (in)	Velocidad (unidades por minuto)	Distancia entre toallas (cm)	Tiempo de construcción (días)	Distancia entre Rueda y rotula (mm)	Capacidad de toallas (unidades)
Prototipo 1	4	78	30	15	28	58
Prototipo 2	3	105	20	7	21	58
Manual	-	86	30	-	-	-

La velocidad de expulsión de las toallas del prototipo 1 es de 78 unidades por minuto y la del proceso manual que es de 86 toallas por minuto, por tanto, el mecanismo no mejora el proceso.

Se reduce el diámetro de la rueda de 4 pulgadas a 3 pulgadas y la distancia del eje de la rueda a la rótula de 28 mm a 21 mm para aumentar la velocidad de expulsión, este cambio se implementa en un segundo prototipo para así hacer pruebas comparativas.

El segundo prototipo arroja una velocidad de 105 toallas por minuto mejorando notablemente y así determinando una velocidad óptima.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Resultados máquina dispensadora (prototipo 2)

A continuación, en la Tabla 10, se presentan los resultados de una prueba donde se evaluó la expulsión de las toallas de diferentes referencias por unidades.

Referencia: 48810

Tabla 10
Resultados Pruebas ref. 48810

REF:48810	PRUEBA N°	UNIDADES	ATASCAMIENTOS	EFFECTIVIDAD
	1	60	4	93%
	2	60	1	98%
	3	60	2	97%
	4	60	2	97%
	5	60	3	95%
	6	60	2	97%
	7	60	0	100%
	8	60	0	100%
	9	60	0	100%
	10	60	0	100%
	11	60	2	97%
	12	60	0	100%
	13	60	0	100%
	14	60	1	98%
	15	60	2	97%
	16	60	0	100%
	17	60	0	100%
	18	60	0	100%
	19	60	0	100%
	20	60	3	95%
	21	60	4	93%
	22	60	2	97%
	23	60	1	98%
	24	60	3	95%

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

25	60	0	100%	
26	60	0	100%	
27	60	5	92%	
28	60	0	100%	
29	60	0	100%	
30	60	5	92%	
31	60	0	100%	
32	60	1	98%	
33	60	0	100%	
TOTAL:		1980	43	98%

Referencia: 42665

Tabla 11
Resultados pruebas ref. 42665

REF:42665	PRUEBA N°	UNIDADES	ATASCAMIENTOS	EFFECTIVIDAD
	1	60	2	97%
	2	60	1	98%
	3	60	0	100%
	4	60	3	95%
	5	60	2	97%
	6	60	0	100%
	7	60	2	97%
TOTAL:		420	10	98%

En las Tablas 10 y 11 se evidencia una toma de tiempos para verificar la efectividad del prototipo, solo se trabajó con estas dos referencias debido a la similitud del material del slow-wrap donde solo varia el color, pero en textura y tamaño es el mismo a las todas las referencias que se trabajan en este proceso.

Para corregir los atascamientos por slow-wrap, en el momento surtir la toalla en el magazín de la máquina hay que ponerla de forma que el slow-wrap quede mirando hacia abajo en la Figura 18 se muestra.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

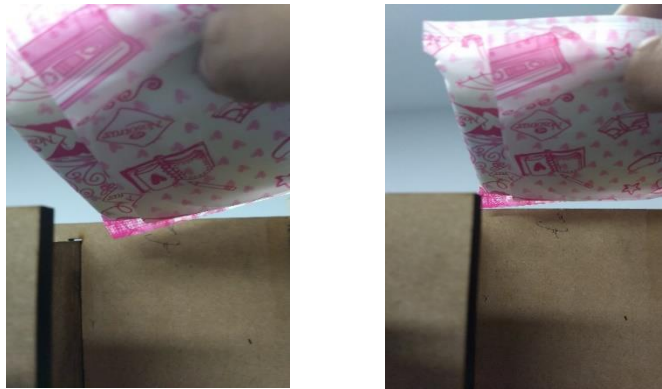


Figura 18. Posición correcta de las toallas. Elaboración Propia

Producto Final

En la Figura 19 se muestra el prototipo final ya elaborado y en perfecto funcionamiento. Este prototipo se elaboró en acero inoxidable de espesor 5mm, la rueda que funciona como manivela está hecha en nylon.

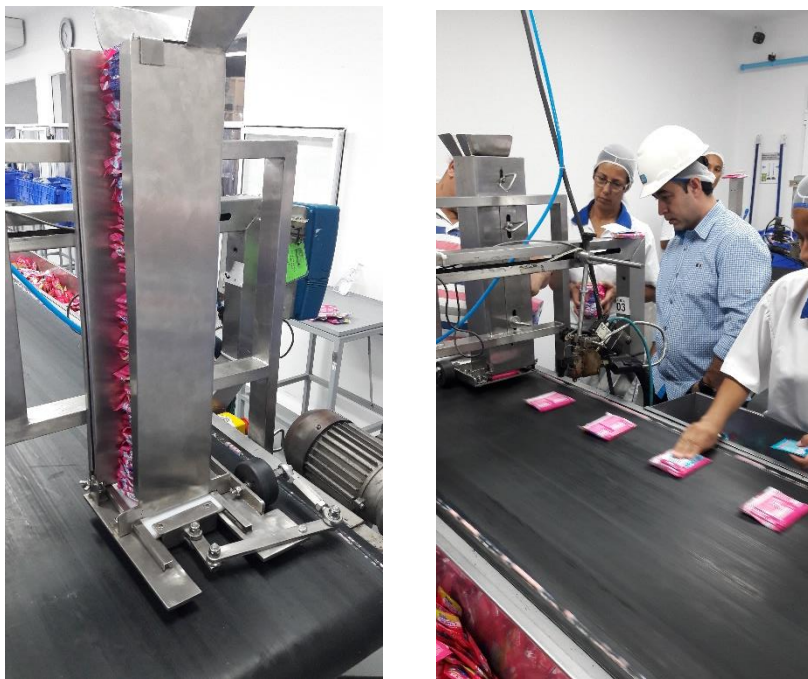


Figura 19. Producto final. Elaboración propia

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

Conclusiones

Con la implementación de este sistema netamente mecánico permite realizar el proceso sin fuentes externas de energía y utilizando la fuerza de fricción existente sobre la banda para copiar el movimiento rotacional a la rueda y transformarlo en movimiento lineal a través del mecanismo biela-manivela.

Reducir el diámetro de la rueda de contacto de 4 a 3 pulgadas evidencia una mejora en tiempos de producción en 23 unidades.

El diseño realizado en el programa de modelado permitió entregar un prototipo pero se tuvo que hacer unas correcciones en el eje fijo del mecanismo biela-manivela y añadir otras partes como los soportes de la guía de este mecanismo.

Recomendaciones

Revisar el ajuste del mecanismo biela manivela 1 vez por semana, debido al movimiento constante de la biela, este puede ocasionar desajuste del mecanismo y por lo tanto atasco en el momento de la expulsión de las toallas.

Revisar el diámetro de la rueda que funciona como manivela cada seis meses, debido a la fricción y al material (nylon) se va a presentar un desgaste y reducción del diámetro, por lo que conlleva al mal funcionamiento del mecanismo biela-manivela porque al reducir el diámetro de la rueda cambian todas las posiciones de los eslabones y el mecanismo ya no funcionará.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Trabajo a futuro

Se propone diseñar la rueda que funciona como manivela en un material termoplástico así disminuye el desgaste debido a la fricción.

Se recomienda realizar un segundo prototipo para así aprovechar el espacio de la banda transportadora (dos en una sola banda)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

Salinas, V. (2000) Diseño del mecanismo de prensado para la fabricación de mosaico (tesis de maestría). Escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica, Ciudad de México, México

Muñoz, R. Y., & Luis, J. (2001). Diseño del mecanismo de hendir para máquina cosedora de suelas de calzado.

Suarez, A. (2016). Diseño E Implementación De Una Pinza Automatizada Para La Apertura De Recipientes Contenedores En La Celda Has 200 (tesis de pregrado). Universidad distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

Cámara de comercio de Bogotá. (2017). Ccborgco. Recuperado de <http://www.ccb.org.co/Sala-de-prensa/Noticias-sector-Agricola-y-Agroindustrial/Noticias-2017/Maquilar-o-producir>.

Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2002). Manufactura, ingeniería y tecnología. Pearson Educación.

Diseño mecánico, fluencia y esfuerzo - Blog ingeniería. (2018). Recuperado de <https://blogingenieria.com/general/mecanico-fluencia-esfuerzo/>

Gómez, C. T. (2005). Introducción a la automatización autómatas programables. Universidad de Huelva. Recuperado de: <http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos>, 2, 202009-10.

MECANISMO BIELA-MANIVELA. (2018) Recuperado de <https://elblogdelprofesordetecnologia.blogspot.com/2012/11/biela-manivela.html>.

Mecapedia-Transmisión por rueda de fricción. (2012) Recuperado de http://www.mecapedia.uji.es/transmision_por_rueda_de_friccion.htm

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

(Esparza, C. H., & Núñez, R. A. (2014). Controlador Adaptativo PD por Modelo de Referencia para una Mesa Vibratoria Biaxial Basada en el Mecanismo Biela-Manivela. Información tecnológica, 25(2), 189-202.)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

APÉNDICE

- APENDICE A. Bitácora de fabricación

BITACORA PROTOTIPO - DISPENSADOR TOALLAS			
NOMBRE: JORGE ENRIQUE RODRIGUEZ LEON			
FECHA	ACTIVIDAD	OBSERVACIONES	INSUMOS O SERVICIOS
13-mar-2017	Observación	Se hace ingreso a la planta familia Girardota para visualizar posibles procesos a automatizar y conocer todo el funcionamiento de la maquila,	
21-mar-2017	Observación	Se identifica el primer proceso a automatizar (Engomadora + sachet), y se empieza a hacer el respectivo análisis y recolección de la información.	
19-abr-2017	Visita Rionegro	Se realiza visita a la planta de Rionegro familia, para conocer el proceso de elaboración de toallas femeninas, adicionalmente el empaque individual de cada una de estas(slowrap)	
8-may-2017	Observación	Se realizan últimos detalles de la recolección de la información; medidas de la banda transportadora, datos de producción (número de unidades por hora, entre otros).	
30-may-2017	Diseño prototipo	Inicio del diseño prototipo dispensador toallas en un programa de modelado mecánico llamado nx nastram.	
31-may-2017	Diseño prototipo	Diseño dispensador toallas.	
1-jun-2017	Compra mdf	Compra de una lámina de mdf 2.44x1.83m.	
1-jun-2017	Diseño prototipo	Diseño dispensador toallas.	
2-jun-2017	Corte laser	Corte de las piezas que hasta el momento se encuentran modeladas (ver figura 13.), en mdf con láser.	
5-jun-2017	Asesoría	Búsqueda de una asesoría debido a unas dudas que surgen para la construcción del mecanismo biela-manivela.	
5-jun-2017	Diseño prototipo	Diseño dispensador toallas.	

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5-jun-2017	Compra accesorios	Compra de los primeros accesorios para la construcción del mecanismo biela-manivela como son rueda o biela y algunos tornillos.	Rueda o biela de plástico con recubrimiento de caucho, tornillos convencionales.
6-jun-2017	Asesoría	Búsqueda una asesoría debido a unas dudas que surgen para la construcción del prototipo.	
7-jun-2017	Construcción prototipo	Inicio de la construcción del prototipo, pegado de las partes de mdf previamente cortadas.	Pegante para madera, lima plana.
8-jun-2017	Compra accesorios	Compra de unos terminales con rotula y tornillería especial para el prototipo.	terminales de rotula de diámetro 3/8 pulgada rosca a paso uno, tornillos 3/8 pulgada rosca fina y paso uno, tornillos 6mm rosca fina, tuercas de seguridad y tuercas convencionales
12-jun-2017	Cotización proveedores	Búsqueda y visita a posibles proveedores para el corte de mdf.	
12-jun-2017	Mecanizado de piezas	Fabricación de algunas piezas en acero 1020(tensor de terminal de rotula, eje biela, refuerzo soporte eje biela), en taller de metalmecánica.	
14-jun-2017	Asesoría	Búsqueda una asesoría debido a unas dudas que surgen para la construcción del prototipo.	
15-jun-2017	Construcción prototipo	Construcción del prototipo (ver figura 14), pegado de las partes de mdf previamente cortadas.	
21-jun-2017	Visita Girardota	Visita a la planta familia Girardota para revisar procesos donde se va a implementar el prototipo.	
25-jun-2017	Construcción prototipo	Construcción del prototipo, se presentaron algunos problemas para ajustar el eje principal del mecanismo biela-manivela (ver figura 15).	pegante para madera, lima plana
30-jun-2017	traslado prototipo	Se traslada prototipo de la bodega 10 hacia Girardota.	
4-jul-2017	Construcción prototipo	Construcción del prototipo, se diseñan piezas adicionales para ajustes generales y se empiezan pruebas sobre la banda.	pegante para madera, lima plana
5-jul-2017	Construcción prototipo	Construcción del prototipo, se diseñan piezas adicionales para ajustes generales y se empiezan pruebas sobre la banda.	pegante para madera, lima plana
6-jul-2017	Construcción prototipo	Se realizan pruebas de estabilidad del prototipo, se utilizan muestras reales y las pruebas salen satisfactorias	


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

7-jul-2017	Construcción prototipo	Se realizan otras pruebas y se hacen ajustes de mejora	
12-jul-2017	Construcción prototipo	Se construye base y soporte para acoplar prototipo a la banda transportadora por parte del coordinador de mantenimiento	
13-jul-2017	Construcción prototipo	Se instala la base en la banda	
17-jul-2017	Construcción prototipo	Se realizan pruebas y se evidencia atascamiento de las toallas	
18-jul-2017	Pruebas prototipo	Se corrige el atascamiento de las toallas, evidenciando que las toallas de muestra solo se pueden utilizar una sola vez, ya que a medida que se utilizan se van deformando e interfieren en el éxito de las pruebas.	
19-jul-2017	Pruebas prototipo	Se quiere aumentar la velocidad de expulsión de las toallas y como no se puede cambiar la velocidad de la banda, se propone disminuir el diámetro de la rueda o biela.	
17-jul-2017	Pruebas prototipo	Se realizan pruebas y se evidencia atascamiento de las toallas	
24-jul-2017	Pruebas prototipo	Se realiza estudio y análisis de diámetro correcto para mejorar la velocidad	
25-jul-2017	Pruebas prototipo	Se compra una rueda biela de 3 pulgadas de diámetro y se define la distancia del centro de esta al inicio de la manivela de 18 mm	Rueda 3 pulgadas, dos terminales a rotula de 3/8 de pulgada
28-jul-2017	Construcción prototipo	Se manda a mecanizar algunas piezas necesarias para la construcción del segundo prototipo	Refuerzo de aluminio para soporte del eje de la rueda, eje de la rueda, orificio de la rueda a 21mm del centro.
31-jul-2017	Construcción prototipo	Se comienza el armado de un segundo prototipo con el diámetro de la rueda más pequeña	
2-ago-2017	Construcción prototipo	Se compra tornillería y tensor para los terminales a rotula	
4-ago-2017	Construcción prototipo	Se toman medidas exactas para la construcción del mecanismo biela-manivela	vernier digital
8-ago-2017	Construcción prototipo	En el momento del diseño del mecanismo se presenta un problema con el eje principal	
9-ago-2017	Construcción prototipo	Soluciona el problema de diseño y se manda a cortar las piezas para el inicio del ensamble	
10-ago-2017	Pruebas prototipo	Inicio de pruebas con el segundo prototipo	
14-ago-2017	Pruebas prototipo	Inicio de pruebas con el segundo prototipo en el área blanca (nueva área de trabajo)	
18-ago-2017	Pruebas prototipo	Las pruebas arrojan un resultado positivo y el mecanismo funciona correctamente	

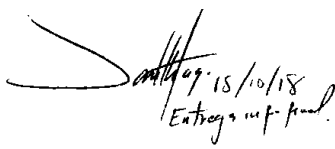
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

22-ago-2017	Pruebas prototipo	En el momento de las pruebas se evidencia un atascamiento de las toallas	
25-ago-2017	Pruebas prototipo	Se concluye que el atascamiento es por la entrada poco uniforme del empujador, también por la posición inestable de la tapa que regula el tamaño de salida para la expulsión de las toallas	
28-ago-2017	Pruebas prototipo	Se evalúan posibles soluciones para corregir el empujador y la tapa	
29-ago-2017	Pruebas prototipo	Se modifica una esquina del empujador para evitar choque al momento de entrar, se realiza una corrección en la tapa para que quede graduable y a la vez fija, las modificaciones hechas arrojan resultados positivos	
30-ago-2017	Pruebas prototipo	Se modifica uno de los ejes extremos de la biela o acoplador de forma que quede escualizable para mirar si mejora el movimiento de entrada del empujador	
31-ago-2017	Pruebas prototipo	Se realizan pruebas ya con el mecanismo biela-manivela modificado, este arroja resultados positivos y disminuye notoriamente el número de atascamientos de las toallas	
1-sep-2017	Pruebas prototipo	Se aprueba el prototipo 2 y se manda a mecanizar en acero inoxidable	

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



FIRMA ESTUDIANTES _____



FIRMA ASESOR _____

FECHA ENTREGA: 19-10-2018

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO___ ACEPTADO___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES___

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____