



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO LLENADO DE CUBAS EN MAQUINAS**

**EXPRIMIDORAS**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**PRESENTADO POR:**

**21421091 EDUARDO MAURICIO DÍAZ VARGAS**

**ASESOR: MARTA REYES**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**ENERO 2019**

## DEDICATORIA

**A Dios:** Por proveerme la vida necesaria para culminar esta meta, así como también por ayudarme a crecer como persona, a siempre tener las virtudes necesarias para ser una persona de bien, por proveerme siempre lo necesario y a lograr tener una filosofía de vida realista.

**A Mamá:** Por estar siempre a mi lado apoyándome en todas mis metas a lograr. Por tener la valentía, el coraje, la fuerza, el amor, el tiempo, la sabiduría, la sensibilidad, el temperamento, la mano rívida, y las destrezas que desarrollo en el camino para poder educarme como madre soltera y forjar en mí los valores y la personalidad necesaria para ser un hombre de bien. Porque sin su apoyo incondicional no podría estar redactando este informe de tesis. Por todo el esfuerzo y los desvelos y buscar siempre la manera de sacarme adelante con los recursos a su disposición. Por todo esto y mil cosas más, este logro es nuestro, es dedicado a usted de todo corazón. Gracias mama.

**A mi Abuela:** Por cuidarme desde que nací, por levantarse todos los días durante cada paso de mi formación profesional a la hora que fuera necesaria para prepararme la comida y ver que no me enfermara y despedirme con amor en las mañanas y por las tardes recibirme con el cariño que solo una abuela que se siente una madre lo hace. Por regañarme y corregirme cuando era necesario y lo ameritaba. Por demostrarme su amor a través de sus cuidados y sus preocupaciones. Porque a pesar de su edad mayor todavía hace el esfuerzo de despedirme en las mañanas. Porque está aquí conmigo para verme dar este paso importante que sé que en los actos de graduación sentirá ese logro como suyo, porque así lo es. Gracias abuela.

**A mi Familia:** A cada uno de los integrantes de mi familia que aportaron cosas valiosas durante este proceso de formación profesional, cada consejo vale.

**A mis Amigos:** Por haber aportado intelectualmente en este proceso de formación profesional y apoyarme moralmente y motivándome a siempre seguir superándome.

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Gildan es una empresa con múltiples plantas que se dedican a la industria textil. En la planta de Hontex que se realizan las funciones de tejido, teñido y corte en ese orden lógico. Se lleva a cabo una amplia cantidad de procesos para producir la tela en crudo, teñirla y darle la forma para entregarla como producto final a diferentes clientes. En el proceso de teñido después de haber obtenido la tela en crudo por parte del departamento de tejido, se introduce la tela por una plegadora para relajarla y luego esta tela se envía a las máquinas de teñido para darles color a través de recetas realizadas de acuerdo al gusto del cliente. Luego esta tela colorida pasa a las exprimidoras para remover el exceso de agua y tratarla a la vez con suavizantes. A continuación, se manda esta tela a secadoras para lograr eliminar la humedad de la tela. Este proceso de teñido termina introduciendo la tela a las máquinas de compactado que es donde la tela se plancha a vapor para darle una apariencia firme y seca. Se observó en el proceso de exprimido que las cubas suavizantes llenadas manualmente con químicos a través de un operario para tratar la tela producían pérdidas por desperdicios químicos ya que al introducir los químicos a la cuba el proceso no garantiza el uso total de la materia prima y se determinó que es un proceso no seguro para el recurso humano. Se llegó a la conclusión de que había que eliminar ese proceso manual y automatizarlo para eliminar las pérdidas monetarias.

## **ABSTRACT**

Gildan is a company with multiple plants that are dedicated to the textile industry. At the Hontex plant, we perform the functions of weaving, dyeing and cutting in that logical order. It carries out a wide number of processes to produce the raw fabric, dye it and give shape to deliver it as a final product to different customers. In the process of dyeing after having obtained the raw fabric from the weaving department, the fabric is introduced by a folding machine to relax it and then this fabric is sent to the dyeing machines to give them color through recipes made according to the customer's taste. Then this colorful cloth goes to the squeezer to remove the excess of water and treat it with softeners at the same time. Next, this fabric is sent to dryers to eliminate moisture from the fabric. This dyeing process ends up introducing the fabric to the compaction machines where the fabric is steam ironed to give it a firm and dry appearance. It was observed in the squeezing process that the softening vats filled manually with chemicals through an operator to treat the fabric produced losses due to chemical waste since when introducing the chemicals into the vat the process does not guarantee the total use of the raw material and It was determined that it is an unsafe process for human resources. It was concluded that this manual process had to be eliminated and automated to eliminate monetary losses.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	2
<b>2.1. ANTECEDENTES</b> .....	2
<b>2.2. DEFINICIÓN DE PROBLEMA</b> .....	2
<b>2.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN</b> .....	3
<b>2.4. OBJETIVOS</b> .....	3
<b>2.4.1. OBJETIVOS GENERALES</b> .....	3
<b>2.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS</b> .....	3
<b>2.5. JUSTIFICACIÓN</b> .....	4
<b>III. MARCO TEÓRICO</b> .....	5
<b>3.1. INDUSTRIA TEXTIL EN CENTROAMÉRICA</b> .....	5
<b>3.1.1. IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA TEXTIL EN CENTROAMÉRICA</b> .....	5
<b>3.2. GILDAN</b> .....	7
<b>3.2.1. GILDAN HONTEX</b> .....	7
<b>3.3. PROCESOS DE REALIZACIÓN</b> .....	9
<b>3.3.1. ACABADO</b> .....	9
<b>3.3.2. PROCESO DE EXPRIMIDO</b> .....	9
<b>3.3.2.1. PLATO GIRATORIO</b> .....	9
<b>3.3.2.2. CABEZA GIRATORIA</b> .....	9
<b>3.3.2.3. ZONA DE SUAVIZANTES</b> .....	10
<b>3.3.2.4. PLEGADOR</b> .....	10
<b>3.4. PROCESO DE LLENADO ACTUAL DE CUBAS</b> .....	11
<b>3.5. AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE LLENADO DE CUBAS</b> .....	11
<b>3.5.1. SISTEMAS DE CONTROL</b> .....	12

3.5.2.	SISTEMAS DE CONTROL A LAZO ABIERTO.....	12
3.5.3.	SISTEMAS DE CONTROL A LAZO CERRADO.....	13
3.5.4.	SISTEMAS AUTOMATICOS.....	14
3.6.	EQUIPO Y MATERIALES.....	14
3.7.	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	16
3.7.1.	HARDWARE DE UN PLC.....	16
3.8.	TIPOS DE PLC.....	18
3.8.1.	CLASIFICACIÓN POR CONSTRUCCIÓN.....	18
3.8.2.	CLASIFICACIÓN POR NUMERO DE ENTRADA Y SALIDA.....	20
3.9.	SOFTWARE DEL PLC.....	21
3.9.1.	LENGUAJES Y SISTEMAS DE PROGRAMACION.....	21
3.9.1.1.	CONTACTOS.....	21
3.9.1.2.	PUERTAS LOGICAS.....	22
3.9.1.3.	FUNCIONAL.....	23
3.9.1.4.	FLUJO.....	24
3.9.1.5.	GRAFSET.....	24
<b>IV.</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>26</b>
4.1.	VARIABLES.....	26
4.1.1.	INDEPENDIENTES.....	26
4.1.2.	DEPENDIENTES.....	27
4.2.	ENFOQUE.....	27
4.3.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	28
<b>V.</b>	<b>ANALISIS Y RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
5.1.	RECETAS.....	30
5.1.1.	RECETA 1.....	30
5.1.2.	RECETA 2.....	32
5.1.3.	RECETA 3.....	34

5.1.4. RECETA 4.....	36
5.1.5. RECETA 5.....	38
5.1.6. TIEMPO DE ELABORACIÓN DE RECETAS.....	39
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>41</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>42</b>
7.1. PARA LA EMPRESA.....	42
7.2. PARA LA UNIVERSIDAD.....	42
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>43</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>IMPORTACIÓN CONFECCIONES DE EE.UU. DESDE CENTROAMÉRICA 1992-2002 .....</b>	<b>7</b>
<b>GILDAN .....</b>	<b>8</b>
<b>MAPA DE PROCESOS TEXTILES .....</b>	<b>9</b>
<b>PROCESO DE EXPRIMIDO .....</b>	<b>11</b>
<b>DIAGRAMA EN BLOQUES DE UN SISTEMA DE CONTROL A LAZO ABIERTO .....</b>	<b>13</b>
<b>DIAGRAMA EN BLOQUES DE UN SISTEMA DE CONTROL A LAZO CERRADO.....</b>	<b>14</b>
<b>HARDWARE DE UN PLC .....</b>	<b>18</b>
<b>PLC COMPACTO MITSUBISHI MELSEC FX3U .....</b>	<b>20</b>
<b>ARREGLO DE MÓDULOS PLC.....</b>	<b>21</b>
<b>DIAGRAMA DE CONTACTOS .....</b>	<b>21</b>
<b>DIAGRAMA DE PUERTAS LÓGICAS .....</b>	<b>22</b>
<b>DIAGRAMA FUNCIONAL .....</b>	<b>23</b>
<b>DIAGRAMA DE FLUJO .....</b>	<b>24</b>
<b>DIAGRAMA GRAFCET .....</b>	<b>25</b>
<b>DIFERENCIA DE TIEMPO POR RECETA .....</b>	<b>39</b>
<b>TIEMPO GANADO .....</b>	<b>39</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>EMPRESAS DEL SECTOR TEXTIL Y EMPLEO, CENTROAMERICA .....</b>	<b>6</b>
<b>EQUIPO Y MATERIALES .....</b>	<b>14</b>
<b>DATOS DE MITSUBISHI COMPACTO MELSEC FX3U.....</b>	<b>18</b>
<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EN LA PLANTA GILDAN HONTEX.....</b>	<b>27</b>
<b>TOMA DE TIEMPOS EN MÉTODO MANUAL .....</b>	<b>29</b>
<b>TOMA DE TIEMPOS EN MÉTODO AUTOMÁTICO .....</b>	<b>30</b>
<b>TOMA DE TIEMPOS EN MÉTODO MANUAL .....</b>	<b>31</b>
<b>TOMA DE TIEMPOS EN MÉTODO AUTOMÁTICO .....</b>	<b>32</b>
<b>TOMA DE TIEMPOS EN MÉTODO MANUAL .....</b>	<b>33</b>
<b>TOMA DE TIEMPOS EN MÉTODO AUTOMÁTICO .....</b>	<b>34</b>
<b>TOMA DE TIEMPOS EN MÉTODO MANUAL .....</b>	<b>35</b>
<b>TOMA DE TIEMPOS EN MÉTODO AUTOMÁTICO .....</b>	<b>36</b>
<b>TOMA DE TIEMPOS EN MÉTODO MANUAL .....</b>	<b>37</b>
<b>TOMA DE TIEMPOS EN MÉTODO AUTOMÁTICO .....</b>	<b>38</b>

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>MEDIA ARITMÉTICA.....</b>	<b>28</b>
------------------------------	-----------

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>BASCULA UTILIZADA EN MÉTODO MANUAL .....</b>	<b>44</b>
<b>BASCULA UTILIZADA EN MÉTODO MANUAL.....</b>	<b>45</b>
<b>SEGURIDAD Y TRANSPORTE .....</b>	<b>46</b>
<b>SEGURIDAD Y TRANSPORTE .....</b>	<b>47</b>
<b>CUBA .....</b>	<b>48</b>
<b>CUBA .....</b>	<b>49</b>

## GLOSARIO

1. Automatización: Aplicación de máquinas o de procedimientos automáticos en la realización de un proceso o en una industria.
2. Cuba: Recipiente para líquidos, grande, de madera, de forma cilíndrica y ligeramente abombado en el centro; está formado por una serie de listones arqueados unidos por aros de metal o madera y cerrado en sus extremos por una base redonda de tablas.
3. Medidor de flujo magnético: Es un dispositivo electrónico de uso universal, de muy baja mantención y alta precisión que se basa en la Ley de Faraday para medir caudal.
4. Sistema: Conjunto ordenado de normas y procedimientos que regulan el funcionamiento de un grupo o colectividad.
5. PLC: es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos
6. Producción: Fabricación o elaboración de un producto mediante el trabajo.
7. Cuantitativo: De la cantidad o relacionado con ella
8. Isla de Válvulas: sistema por el cual se recogen varios flujos de gases o líquidos en un solo colector.
9. Sensor: Dispositivo que capta magnitudes físicas (variaciones de luz, temperatura, sonido, etc.) u otras alteraciones de su entorno.
10. Electroválvula: Válvula que, por medio de un electroimán, regula el caudal de un líquido.



## I. INTRODUCCIÓN

“Una de las razones principales para el uso de sistemas automatizados fue y sigue siendo la necesidad de producir a costos cada vez menores para ser competitivos” (Ebel, Idler, Prede, Sholz, 2008, p. 17).

La industria textil es uno de los fuertes pilares de la economía de del país, cabe destacar su importancia y el fuerte impacto en la generación de miles de empleos.

A continuación, se verá a profundidad en este documento el proyecto a llevarse a cabo que trata de la implementación de un sistema automatizado en la planta Hontex de Gildan Textiles.

El proyecto a realizar cuyo nombre “ AUTOMATIZACION DEL PROCESO LLENADO DE CUBAS EN MAQUINAS EXPRIMIDORAS “. Tiene como fin agilizar el proceso de llenado de estas cubas el cual eliminara el proceso actual que consiste en un llenado manual arcaico.

Los químicos almacenados en los 6 tanques de reserva o maxi cubos serán trasladados hacia una cuba principal de 500 litros. Estos maxi cubos se acoplarán a través de tubería de acero inoxidable a una isla de válvulas que contara con 7 válvulas de asiento inclinado las cuales controlarán el paso de agua y químicos y con una válvula manual de cierre rápido para el paso de aire que ingresara al sistema. El acople de la isla de válvulas hacia la cuba principal contara con un medidor de flujo magnético que controlara el volumen de químicos que se ingrese a la cuba principal. Esta cuba se encargará de mezclar los químicos según la receta requerida para el lote a través de una hélice giratoria. La cuba contara con celdas de carga cuya función será determinar que la dosis en la cuba sea la correcta para luego ser enviada hacia la cuba de instrumentación de cada exprimidora. Este proceso antes mencionado cuenta con una bomba de 5 hp que enviará la dosis a través de tubería de acero inoxidable hacia las cubas en las exprimidoras. Se pretende incorporar en el proceso de envió hacia las cubas en las exprimidoras el uso de 13 válvulas 3 vías, estas serán colocadas a 8 metros arriba de cada cuba respectivamente que permitirá que la receta o dosis llegue a la cuba correcta cayendo por gravedad. Luego de cada envió, el sistema automatizado contara con un proceso de limpieza y drenaje que constara de primeramente enviar agua a presión por el recorrido de la dosis, luego repetir este paso enviando aire a presión y no agua. Se utilizará un PLC para llevar a cabo el proceso de manera automática.

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. ANTECEDENTES**

Gildan es una industria textil con procesos auditados por GQS (Gildan Quality System). Este se encarga de verificar cada proceso y asegurarse que dichos procesos se realicen siguiendo los parámetros establecidos por la empresa. También se encargan de mejorar y optimizar procesos que generan tiempos muertos, pérdidas monetarias e inseguridad.

La planta Hontex de Gildan se encarga de tejer, teñir y cortar la tela. En el área de teñido en el proceso de exprimido cuyo fin es remover el exceso de agua de la tela se requiere también después de exprimir tratar la tela con químicos que le proveen propiedades suavizantes. Estos químicos son mezclados a través de una cuba que es llenada manualmente por un operario que traslada dichos químicos desde los tanques de reserva o maxi cubos hasta cada cuba destino. Durante el proceso de llenado manual de las cubas, se observó que la materia prima que en este caso son los químicos, se derramaba en ocasiones produciendo así pérdidas monetarias de gran cantidad para la empresa, se observó también que el derrame de estos químicos es inseguro para los operarios dentro de la planta ya que algunos de estos son mortales. De aquí surge la necesidad de automatizar este proceso con un llenado de cubas en las exprimidoras, para eliminar esta falla en el proceso y eliminar las pérdidas monetarias que se dan por derrames, así como también para eliminar la inseguridad que genera para los operarios de la planta.

### **2.2. DEFINICIÓN DE PROBLEMA**

En la industria textil se manejan numerosos procesos para las telas como ser: teñido, exprimido, secado, acabado y compactado, entre otros. Siendo el proceso de exprimido el que se encarga de remover el exceso de agua y añadir tratamiento químico a la tela.

El principal problema que se encontró en la planta de Gildan Hontex, fue el hecho de que el sistema de llenado de las cubas en las exprimidoras donde se mezclan los químicos para el tratamiento de la tela es un proceso manual. El proceso actual para el llenado de las cubas consiste en que un operador desde el lugar de almacenamiento de los químicos, utiliza una receta que contiene la dosis en gramos de cada químico que se va utilizar en la cuba, a través de válvulas manuales pone un recipiente sobre una báscula y procede a llenar hasta la dosis indicada, para luego transportarla en una plataforma móvil a su lugar de destino (la cuba). El proceso presenta un mal uso de materia prima. Cabe mencionar que algunos de estos químicos son mortales y la interacción con ellos pone en riesgo la salud de los operadores, se identifica este proceso de llenado manual como deficiente y peligroso.

### **2.3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

Después de frecuentes visitas de rutina a la planta y haber tenido en cuenta las necesidades tanto de la planta como de producción, y teniendo en cuenta el alcance y la solución del problema, surgieron las siguientes preguntas de investigación:

¿Cómo se adaptará el personal de la planta a un sistema totalmente automatizado?

¿Qué mejoras tendrá el proceso dado que migraría de un sistema manual a un sistema automatizado?

¿Cuál es el diseño más eficiente de automatización para este proceso?

### **2.4. OBJETIVOS**

"Los objetivos de investigación son metas que se traza el investigador en relación con los aspectos que desea indagar y conocer. Estos expresan un resultado o producto de la labor investigativa." (Ramírez 1996, p. 61).

Dejando claro el concepto de objetivo, procedemos a elaborarlos de manera amplia y específica.

#### **2.4.1. OBJETIVOS GENERALES**

Automatizar el procedimiento para transportar químicos directamente hacia las cubas de las exprimidoras así eliminar un proceso manual deficiente e inseguro.

#### **2.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Definir la importancia de automatizar el proceso de llenado de cubas.
- Determinar las mejoras que tendrá el proceso tras migrar de un proceso manual a un automático.
- Diseñar un modelo óptimo para automatizar el proceso de llenado de cubas.

## **2.5. JUSTIFICACIÓN**

El desperdicio de materia prima como ser en este caso los químicos a utilizar para tratar la tela, pueden resultar fatal en una planta de producción textil ya que esto se refleja directamente en pérdidas monetarias grandes para la empresa. Por lo antes mencionado es de vital importancia la implementación de un sistema automático que brinde un proceso eficiente para tener el mayor control posible sobre la aplicación. Es prioritario la integración de un sistema automatizado el cual brinda la optimización de mi proceso de interés.

Debido a la importancia que representa para la empresa el buen manejo y utilidad de materia prima, así como también la seguridad de sus empleados, la automatización de este proceso se vuelve una necesidad.

En una industria textil tan importante donde todos los días las producciones son millonarias, los procedimientos ineficaces pueden representar pérdidas monetarias significativas, por lo que el control y seguridad de los procesos es de carácter obligatorio.



### **III. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. INDUSTRIA TEXTIL EN CENTROAMÉRICA**

El término industria textil se refería en un principio al tejido de telas a partir de fibras, pero en la actualidad abarca una amplia gama de procesos, como el punto, el tufting o anudado de alfombras, el enfurtido, etc. Incluye también el hilado a partir de fibras sintéticas o naturales y el acabado y la tinción de tejidos. (Ivester y Neefus, 2012, p. 89.2)

La industria textil juega un papel fundamental en la economía del país, ya que es una plataforma que desarrolla exportaciones, con una vasta experiencia de aproximadamente 4 décadas, es aquí que la inversión por parte del sector privado y la explotación sobre los tratados de libre comercio que Honduras maneja con diferentes países generan oportunidades para diferentes sectores.

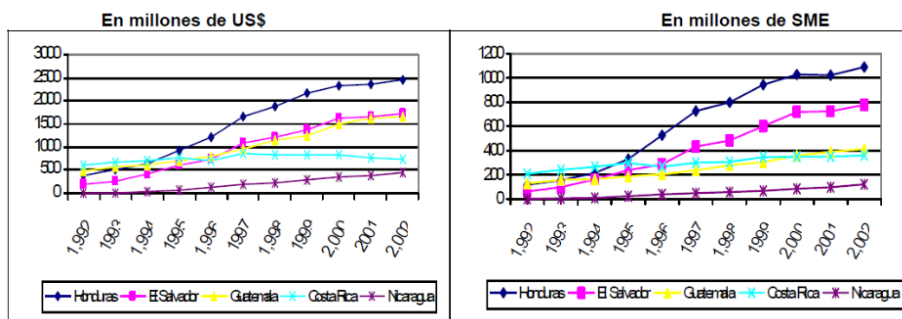
El rubro textil ha sido tomado como ejemplo para las diferentes áreas industriales que precisan lograr el éxito en mercados inexplorados.

Condo, Zúñiga, Figueroa, Obando, Morales (2003) aseveran:

El sector textil de Centroamérica ha experimentado un auge impresionante durante los últimos 10 años. Actualmente este sector representa una de las actividades económicas más importantes para la región, trayendo además fuertes connotaciones sociales, en particular por su masiva generación de empleo. (p. 5)

##### **3.1.1. IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA TEXTIL EN CENTROAMÉRICA**

La industria textil en Centroamérica refleja cifras exorbitantes. La cantidad textil exportada hacia los Estados Unidos en una década conformada entre los años 1992 hasta el 2002, fue de 5 veces mayor. Las cifras incrementaron de 500 millones a aproximadamente 2.8 millones de SME (Square Meter Equivalent) siendo en este ultimo año 2002 donde Centroamérica se convirtió en el mayor exportador en volumen y ocupó el segundo en cuanto a cifras monetarias hacia los Estados Unidos con un monto de aproximadamente 7 mil millones de Dólares.



**ILUSTRACIÓN 1. IMPORTACIÓN CONFECCIONES DE EE.UU. DESDE CENTROAMÉRICA 1992-2002**

Fuente: (Condo, Zúñiga, Figueroa, Obando, Morales, 2003)

Este dinamismo de la industria textil por parte de las aproximadamente 1,000 empresas orientadas gran parte de ellas al rubro de la confección ha generado cifras que superan los 380 mil empleos en todo Centroamérica.

**TABLA 1. EMPRESAS DEL SECTOR TEXTIL Y EMPLEO, CENTROAMÉRICA 2003**

<b>País</b>	<b>Confección</b>	<b>Textiles</b>	<b>Accesorios</b>	<b>Total por país</b>	<b>Empleo</b>
Costa Rica	48	2	5	55	19.728
El Salvador	179	15	66	260	87.030
Guatemala	231	35	147	413	140.346
Honduras	159	8	31	198	96.602
Nicaragua	35	1	1	37	39.539
<b>Total por actividad</b>	<b>652</b>	<b>61</b>	<b>250</b>	<b>963</b>	<b>383.245</b>

Fuente: (Directorio Regional - INCAE, 2003)

## 3.2. GILDAN



**ILUSTRACIÓN 2. GILDAN**

Fuente: (Gildan, 2018)

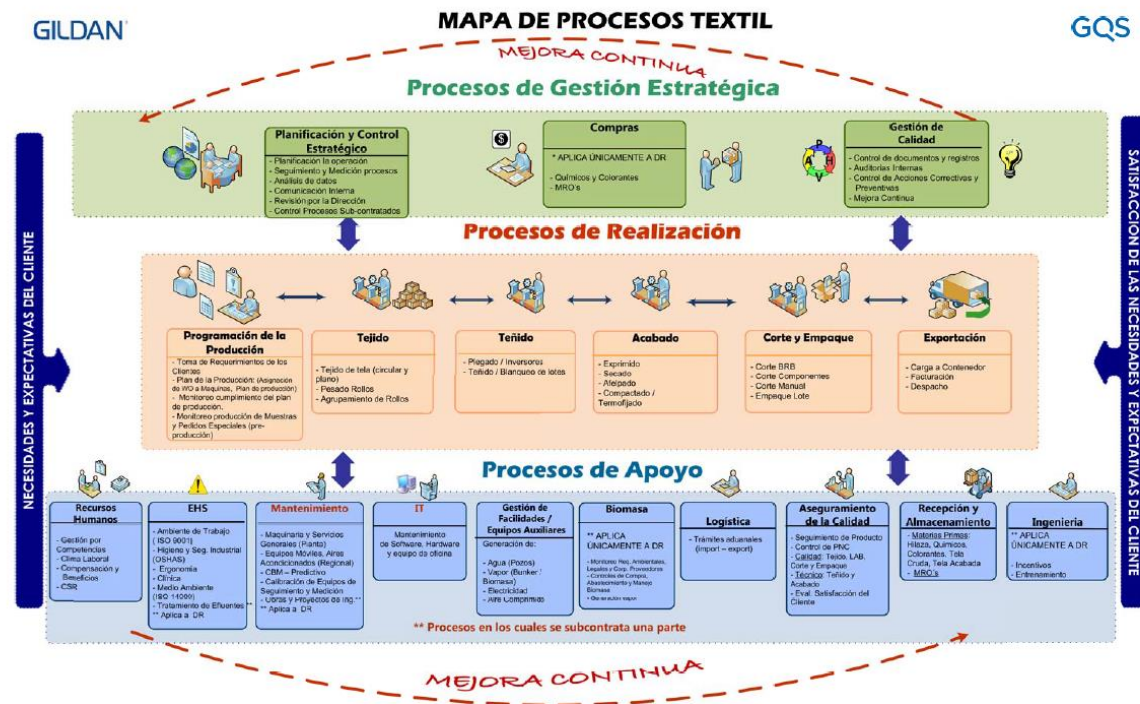
Es una industria textil fundada en 1984 cuya sede radica en Montreal, Canadá.

### 3.2.1. GILDAN HONTEX

Es una de las plantas textiles que Gildan tiene a disposición ubicada en Quebrada Seca, Aldea Rio Nance, Cortes. La planta de Hontex cuenta con procesos textiles específicos que son los siguientes:

- Procesos de gestión estratégica
  - Planificación y control estratégico
  - Compras
  - Gestión de calidad
  
- Procesos de realización
  - Programación de la Producción
  - Tejido
  - Teñido
  - Acabado
  - Corte y empaque
  - Exportación

- Procesos de Apoyo
  - Recursos Humanos
  - EHS
  - Mantenimiento
  - IT
  - Equipos Auxiliares
  - Biomasa
  - Logística
  - Aseguramiento de la Calidad
  - Recepcion y Almacenamiento
  - Ingeniería



**ILUSTRACIÓN 3. MAPA DE PROCESOS TEXTILES**

Fuente: (Gildan, 2018)

### **3.3. PROCESOS DE REALIZACIÓN**

En los procesos de realización es donde la materia prima juega un rol clave, ya que es aquí donde se da la forma y color previo a la entrega al cliente. En estos procesos se requiere de una efectividad óptima puesto que es aquí donde en el factor tiempo es fundamental para una producción eficaz.

#### **3.3.1. ACABADO**

En el área de acabado contamos con los procesos de exprimido, secado y compactado.

Al principio, los tejidos se acababan por cepillado o tundido de la superficie, relleno o apresto de la tela, o tratamiento en calandria de rodillos para darle aspecto lustroso. Ahora los géneros se pre-encogen, se mercerizan (los hilos y tejidos de algodón se tratan con soluciones cáusticas para mejorar la resistencia y el brillo) y se someten a muy variados tratamientos de acabado para hacerlos inarrugables, mantener los pliegues y mejorar la resistencia al agua, el fuego y el enmohecimiento. (Ivester y Neefus, 2012, p. 89.2)

#### **3.3.2. PROCESO DE EXPRIMIDO**

El área de exprimido de Hontex Cuenta con 13 exprimidoras y un total de 14 cubas ya que la exprimidora numero 13 cuenta con 2 cubas. Estas máquinas utilizan sistemas mecánicos, neumáticos, eléctricos para ejecutar sus funciones. El proceso de exprimido tiene como objetivo remover el exceso de agua y agregar propiedades suavizantes a la tela. La secuencia de este proceso es la siguiente:

##### **3.3.2.1. PLATO GIRATORIO**

Al haber finalizado el proceso de teñido, la tela se transporta a la zona de exprimido en una plataforma móvil hasta un disco giratorio que es la parte inicial del proceso en curso

##### **3.3.2.2. CABEZA GIRATORIA**

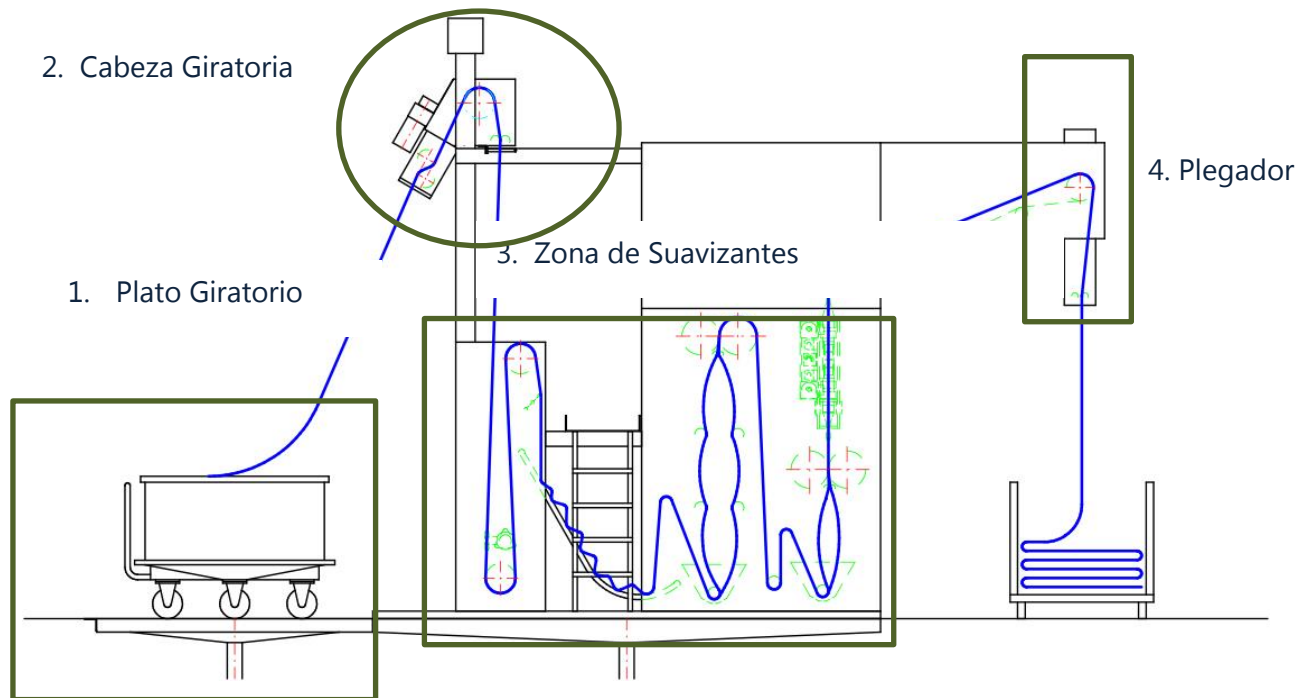
La tela luego pasa por esta zona de anti-torsión, evita que la materia prima se enrede o se atasque durante el proceso.

### 3.3.2.3. ZONA DE SUAVIZANTES

Esta zona cuenta con 2 recipientes que remojan la tela con químicos para agregarle propiedades suavizantes y cuenta con rodos exprimidores para remover el exceso de químicos agregados a la tela. Estos recipientes son alimentados por una cuba externa que almacena y mezcla los químicos según la receta prescrita por HORGATEX el departamento encargado de crear los diferentes teñidos (colores) de la tela y sus respectivos suavizantes. Es aquí donde se aplicará la mejora de proceso en este proyecto.

### 3.3.2.4. PLEGADOR

Después de tratar la tela con químicos suavizantes y exprimirla, pasa a ser plegada en una plataforma móvil para nuevamente ser transportada al siguiente proceso.



**ILUSTRACIÓN 4. PROCESO DE EXPRIMIDO**

Fuente: (Manual mecánico de exprimidora #9, 2018)

### **3.4. PROCESO DE LLENADO ACTUAL DE CUBAS**

Como mencionamos en el paso número 4 del proceso del exprimido. Los recipientes que contienen químicos suavizantes son alimentados por una cuba externa. Estas cubas a su vez son alimentadas por un operario. El operario primeramente se asegura de utilizar el equipo de protección necesario para realizar este proceso, si bien el equipo de protección cubre las partes corporales de mayor riesgo del operador, este no cubre todo su cuerpo. Luego el operario se traslada a la zona de almacenamiento de químicos integrada por maxi cubos con acoples de válvulas de cierre rápido. El operador procede a colocar una cubeta por químico en la báscula que está situada por debajo de las válvulas y empieza a introducir el químico según la receta dictada por Horgatex. Al completar la receta estas cubetas son colocadas en una plataforma móvil y son trasladadas hacia cada cuba a utilizar (cabe mencionar que la distancia entre la zona de almacenamiento de químicos y la última cuba es de aproximadamente 100 metros). Al llegar a la cuba de instrumentación el operario toma la cubeta sube a una pequeña escalera y deja caer por gravedad cada químico dentro de cada cubeta a la cuba.

### **3.5. AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE LLENADO DE CUBAS**

Para la ejecución de este proyecto se precisa de un sistema de control automático. El Proceso contara con 6 tanques de reserva o maxi cubos que contendrán los diferentes químicos para elaborar las recetas que necesite cada lote, serán trasladados hacia una cuba principal de 500 litros. Estos maxi cubos se acoplarán a través de tubería de acero inoxidable a una isla de válvulas que contara con 7 válvulas de asiento inclinado las cuales controlarán el paso de agua y químicos y con una válvula manual de cierre rápido para el paso de aire que ingresara al sistema. El acople de la isla de válvulas hacia la cuba principal contara con un medidor de flujo magnético que controlara el volumen de químicos que se ingrese a la cuba principal. Esta cuba se encargará de mezclar los químicos según la receta requerida para el lote a través de una hélice giratoria. La cuba contara con celdas de carga cuya función será determinar que la dosis en la cuba sea la correcta para luego ser enviada hacia la cuba de instrumentación de cada exprimidora. Este proceso antes mencionado cuenta con una bomba de 5 hp que enviará la dosis a través de tubería de acero inoxidable hacia las cubas en las exprimidoras. Se pretende incorporar en el proceso de envío hacia las cubas en las exprimidoras el uso de 13 válvulas 3 vías, estas serán colocadas a 8 metros arriba de cada cuba respectivamente que permitirá que la receta o dosis llegue a la cuba correcta cayendo por gravedad. Luego de cada envío, el sistema automatizado contara con un proceso de limpieza y drenaje que constara de primeramente enviar agua a presión por el recorrido de la dosis, luego repetir este paso enviando aire a presión y no agua. Se utilizará un PLC para llevar a cabo el proceso de manera automática.

### 3.5.1. SISTEMAS DE CONTROL

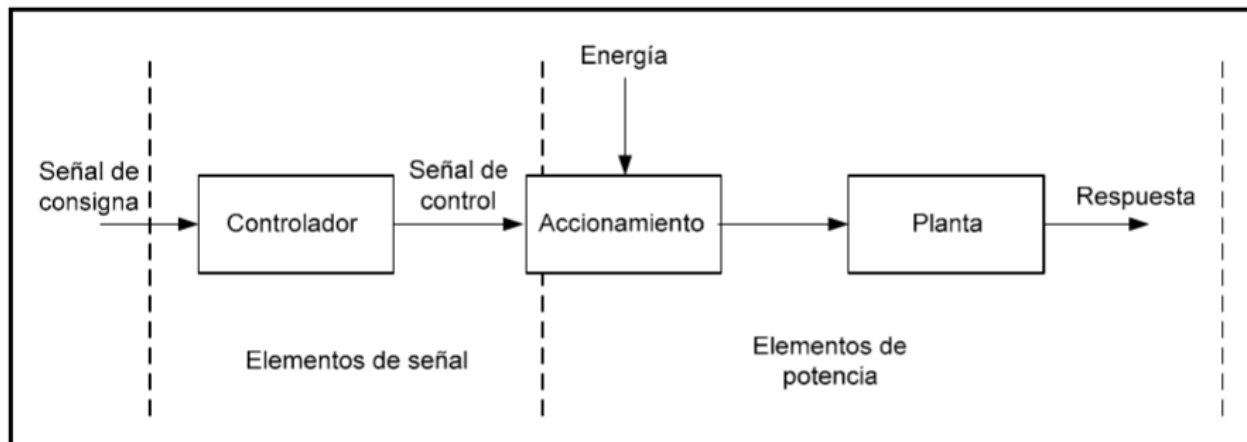
La producción a gran escala involucra tareas repetitivas, donde se debe mantener, además, un conjunto de magnitudes (por ejemplo, la presión, la temperatura, etc.) dentro de márgenes preestablecidos. La aplicación de los dispositivos electromecánicos y electrónicos en el área industrial permitió automatizar las tareas repetitivas, aumentando así los niveles de producción, y controlar las magnitudes físicas en forma más precisa. Automatizar y controlar, las principales funciones que desempeñan los sistemas de control.

Un sistema de control es un arreglo de componentes cuyo objetivo es comandar o regular la respuesta de una parte del proceso, conocida como planta, sin que el operador intervenga en forma directa sobre sus elementos de salida. (Daneri, 2008, p. 10).

### 3.5.2. SISTEMAS DE CONTROL A LAZO ABIERTO

Es aquel sistema en que solo actúa el proceso sobre la señal de entrada y da como resultado una señal de salida independiente a la señal de entrada, pero basada en la primera. Esto significa que no hay retroalimentación hacia el controlador para que éste pueda ajustar la acción de control. Es decir, la señal de salida no se convierte en señal de entrada para el controlador.

Se puede definir un sistema a lazo abierto como aquél en el cual la acción de control es independiente de la/las señales de salida. (Daneri, 2008, p. 10)



**ILUSTRACIÓN 5. DIAGRAMA EN BLOQUES DE UN SISTEMA DE CONTROL A LAZO ABIERTO.**

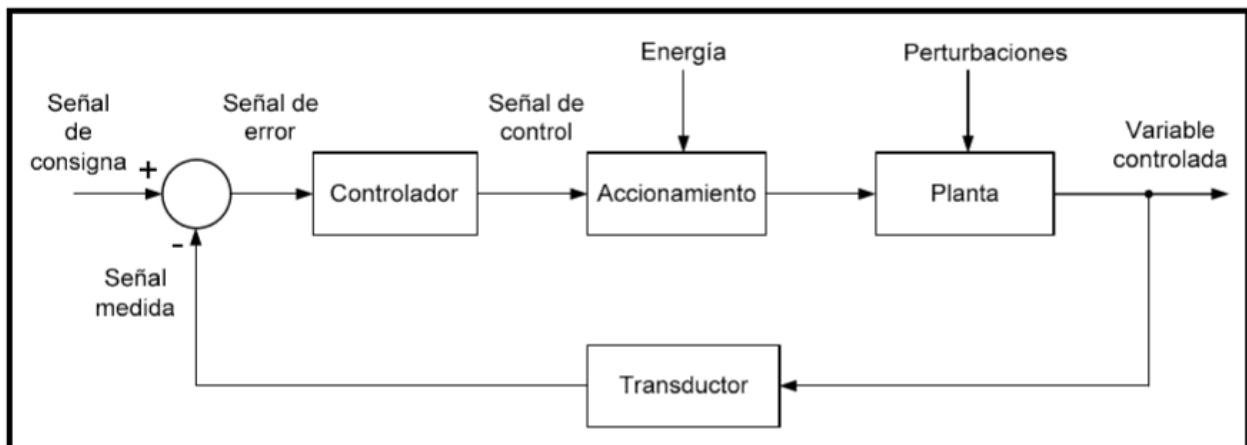
Fuente: (Daneri, 2008, p. 10).



### 3.5.3. SISTEMAS DE CONTROL A LAZO CERRADO

Lo habitual, sin embargo, es que el sistema de control se encargue de la toma de ciertas decisiones ante determinados comportamientos de la planta, hablándose entonces de sistemas de control automáticos. Para ello se requiere la existencia de sensores que detecten el comportamiento de dicha planta y brinden, mediante interfaces de adaptación, estas señales a las entradas del sistema de control quien se encargará de ejecutar las acciones correctivas. Este tipo de sistemas se denomina a lazo cerrado ya que su estructura denota claramente una cadena directa y un retorno o realimentación, formando lo que se denomina lazo de control. Podemos considerar entonces un sistema de control a lazo cerrado como aquel en el cual la acción de control es, en cierto modo, dependiente de la/las señales de salida.

Podemos considerar entonces un sistema de control a lazo cerrado como aquel en donde la acción de control es, en cierto modo, dependiente de la/las señales de salida. (Daneri, 2008, p. 10).



**ILUSTRACIÓN 6. DIAGRAMA EN BLOQUES DE UN SISTEMA DE CONTROL A LAZO CERRADO.**

Fuente: (Daneri, 2008, p. 10).

### 3.5.4. SISTEMAS AUTOMATICOS

La automatización es la acción por la que se transfieren o traspasan actividades realizadas por un operario, en un proceso productivo, a una máquina, que está gobernada por un equipo que puede ser cableado o electrónico programado. (Monzo, 2013, p. 13)

Un sistema automático es un sistema que realiza una labor de manera automática de acuerdo a los parámetros con los cuales ha sido diseñado. Los objetivos de un sistema automático son mejorar la eficiencia del proceso incrementando la velocidad de ejecución de las tareas, la calidad y la precisión, disminuyendo además los riesgos que se podrían tener si las mismas fuesen manuales.

### 3.6. EQUIPO Y MATERIALES

**TABLA 2. EQUIPO Y MATERIALES**

MAXI CUBO	6
MANIFOLD CON 14 AGUJEROS, DIAMETRO INTERNO DE 2 PULGADAS	1
SENSOR DE NIVEL DE PRESION	1
SENSOR INDUCTIVO SIMPLE	1
VALVULAS 3 VIAS	1

SENSORES DOBLES INDUCTIVOS	14
SENSORES MAGNETICOS	14
FLUJOMETRO	2
VALVULAS DE MANGUITO INCLINADO	1
ELECTROVALVULAS	16
BOMBA MOTOR HEAVYDUTY	16
VARIADOR 2.2 KW, 7.5	1
1 PANTALLA TACTIL	1
GABINETE ELECTRICO 50X50X91/2	1
PC	1
RID	1
FUENTE DE 220 A 24V	1

Fuente: (Propia, 2018)

### **3.7. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE**

El PLC es un dispositivo electrónico programable por el usuario cuyo fin es destinado a gobernar máquinas o procesos lógicos y secuenciales los cuales inicialmente surgen para implementar funciones lógicas.

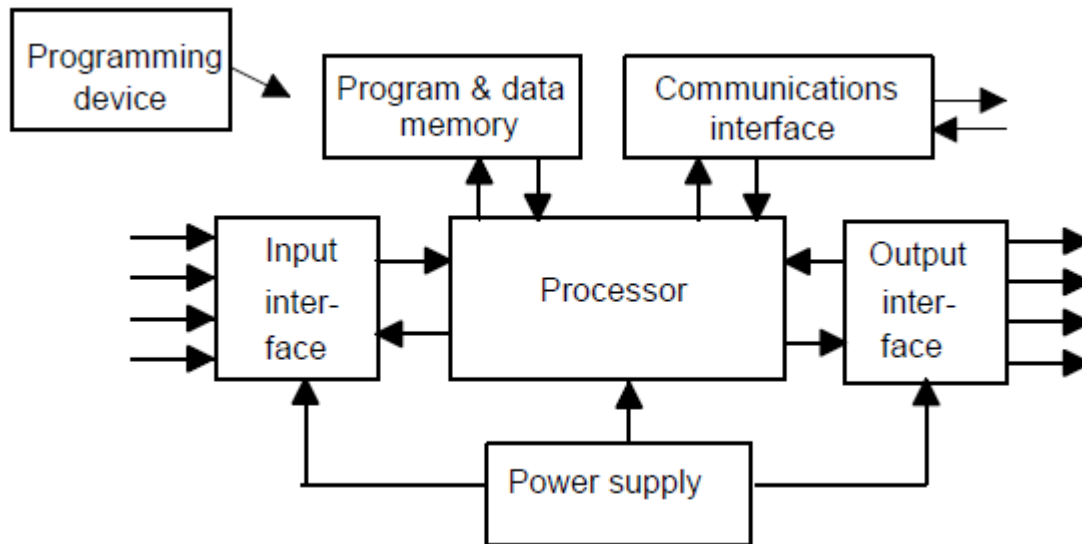
Es una forma especial basado en un controlador de microprocesadores que usa una memoria programable para almacenar instrucciones e implementar funciones como: lógica, secuencia, temporización, conteo y aritmética para controlar máquinas y procesos. (Bolton, 2006, p. 3)

Hoy los Controladores Lógicos Programables son diseñados usando lo último en diseño de microprocesadores y circuitería electrónica, esto proporciona una mayor confiabilidad en su operación, así como también en las aplicaciones industriales donde existen peligros ambientales: alta repetibilidad, elevadas temperaturas, ruido ambiente o eléctrico, suministro de potencia eléctrica no confiable, vibraciones mecánicas, entre otros.

El campo de aplicación de los PLC's es muy diverso e incluye diversos tipos de industrias (ej. automoción, aeroespacial, construcción, etc.), así como de maquinaria. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, amplios rangos de temperatura, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías copia de seguridad o en memorias no volátiles. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real duro donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, que de lo contrario no producirá el resultado deseado.

#### **3.7.1. HARDWARE DE UN PLC**

Normalmente, un sistema PLC tiene los componentes funcionales básicos tales como un procesador unidad, una memoria, fuente de alimentación, sección de interfaz de entrada / salida, Interfaz de comunicaciones y dispositivo de programación. (Bolton, 2006, p. 4).



**ILUSTRACIÓN 7. HARDWARE DE UN PLC**

Fuente: (Bolton, 2006).

- La unidad procesadora o unidad central de procesamiento (CPU) es la unidad que contiene el microprocesador y esto interpreta las señales de entrada y lleva a cabo las acciones de control, de acuerdo con el programa almacenado en su memoria, comunicando las decisiones como señales de acción a las salidas.
- La fuente de alimentación es necesaria para convertir la red principal eléctrica de corriente alterna a una baja tensión de corriente directa de (5 V) necesarios para el procesador y los circuitos en los módulos de interfaz de entrada y salida.
- El dispositivo de programación se utiliza para introducir el programa requerido en la memoria del procesador. El programa se desarrolla en el dispositivo y luego transfiere a la unidad de memoria del PLC.
- La unidad de memoria es donde se almacena el programa que se utilizará para las acciones de control que debe ejercer el microprocesador y los datos almacenados desde la entrada para procesamiento y para la salida para enviar.

- Las secciones de entrada y salida son donde el procesador recibe información de dispositivos externos y comunica información a dispositivos externos.
- La interfaz de comunicaciones se utiliza para recibir y transmitir datos en redes de comunicación desde o hacia otros PLC remotos

### **3.8. TIPOS DE PLC**

Existe 2 maneras de clasificar los PLC que son: por construcción y por número de puertos de entrada y salida.

#### **3.8.1. CLASIFICACIÓN POR CONSTRUCCIÓN**

Hay dos tipos comunes de diseño mecánico para sistemas PLC; una caja única (Compacta), y los tipos modulares / rack. (Bolton, 2006, p. 10).

- Los tipos compactos, Es decir, en un solo bloque se encuentran la CPU, la fuente de alimentación, la sección de entradas y salidas, y el puerto de comunicación, este tipo de PLC se utiliza cuando nuestro proceso a controlar no es demasiado complejo y no requerimos de un gran número de entradas y/o salidas o de algún módulo especial.

En la ilustración 6 se muestra un PLC compacto Mitsubishi MELSEC FX3U y se muestra en la tabla 1 detalles en este rango de gama Mitsubishi.



**ILUSTRACIÓN 8. PLC COMPACTO MITSUBISHI MELSEC FX3U**

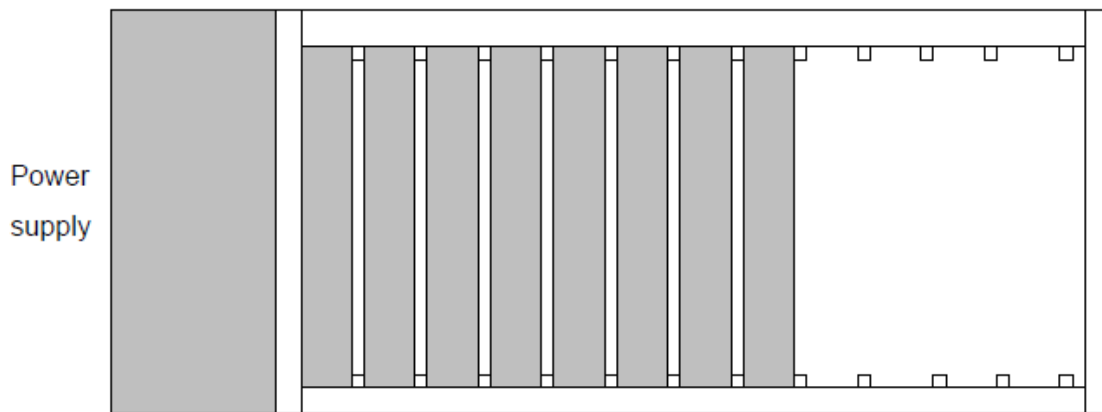
Fuente: (Bolton, 2006)

**TABLA 3. DATOS DE MITSUBISHI COMPACTO MELSEC FX3U**

Type	FX3U-16 MR	FX3U-32 MR	FX3U-48 MR	FX3U-64 MR	FX3U-80 MR
Power supply	100-240 V AC				
Inputs	8	16	24	32	40
Outputs	8	16	24	32	40
Digital outputs	Relay				
Program cycle period per logical instruction	0.065 $\mu$ s				
User memory	64k steps (standard), FLROM cassettes (optional)				
Dimensions in mm (W x H x D)	130 x 90 x 86	150 x 140 x 86	182 x 90 x 86	220 x 90 x 86	285 x 90 x 86

Fuente: (Bolton, 2006)

- Los tipos modulares se dividen en:  
 Estructura Americana: En la cual se separan los módulos de entrada/salida del resto del PLC.  
 Estructura Europea: Cada módulo realiza una función específica; es decir, un módulo es el CPU, otro la fuente de alimentación, etc.  
 En ambos casos, tenemos la posibilidad de fijar los distintos módulos (Estructura Modular) o el PLC (Estructura Compacta) en rieles normalizados.



**ILUSTRACIÓN 9. ARREGLO DE MÓDULOS PLC**

Fuente: (Bolton, 2006)

### **3.8.2. CLASIFICACIÓN POR NUMERO DE ENTRADA Y SALIDA**

La diferencia entre las siguientes categorías incluye: cantidad de E/S, tamaño de memoria, lenguaje de programación, funciones software, y otros factores. Una comprensión de los rangos del PLC y sus características le permitirá al usuario identificar adecuadamente el controlador que puede satisfacer los requerimientos de una aplicación en particular. (Ramírez, Despaine, Maikel, 2011, p. 14).

- PLC micro no menos de 20 y hasta 32 entradas y salidas
- PLC pequeño de 32 a 128 entradas y salidas
- PLC mediano de 128 a 1024 entradas y salidas
- PLC grande más de 1024 entradas y salidas



### **3.9. SOFTWARE DEL PLC**

El método que use para crear el automatismo no tiene ninguna importancia mientras después sea capaz de traducirlo a alguna forma inteligible para el autómeta.

El sistema operativo se encarga de ejecutar las funciones del PLC, tanto si son en tiempo real como si no. En programas sencillos se ejecutan todas las funciones dentro de un solo ciclo. En programas más complejos nos podemos encontrar que el tiempo de ejecución sea inaceptable. En estos casos a menudo se hace un fraccionamiento del programa en módulos (subrutinas) de manera que no todos los módulos se ejecutan en todos los ciclos. (Aragonès, Grau, Alañà, 1998, p. 45)

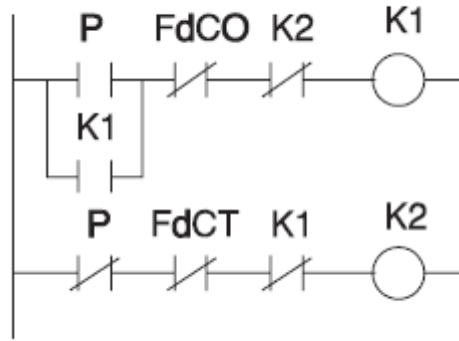
#### **3.9.1. LENGUAJES Y SISTEMAS DE PROGRAMACION**

Existen diversos métodos para introducir el automatismo al autómeta. A continuación describiremos los más comunes:

##### **3.9.1.1. CONTACTOS**

También conocido como diagrama de relés, es la forma más corriente de programar un autómeta. Se trata de hacer un esquema como si se tuviese que hacer un automatismo con relés y esto se entra gráficamente en el software del autómeta. (Aragonès, Grau, Alañà, 1998, p. 45)

Este lenguaje tiene la ventaja de que los técnicos de mantenimiento están acostumbrados a dibujar circuitos lógicos con relés. En la mayor parte de los autómetas el circuito se dibuja según el método americano en que los símbolos son diferentes y las líneas lógicas van horizontales con las salidas a la derecha.

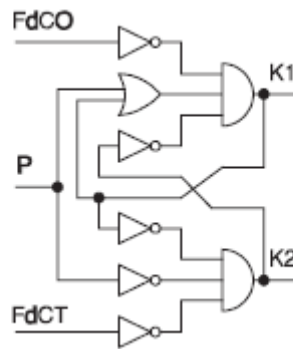


**ILUSTRACIÓN 10. DIAGRAMA DE CONTACTOS**

Fuente: (Aragonès, Grau, Alaà, 1998)

### 3.9.1.2. PUERTAS LÓGICAS

Consiste en hacer un esquema como si se tuviese que hacer un automatismo electrónico. Este método tiene la ventaja de ser sencillo para aquellos que han trabajado antes con puertas lógicas.



**ILUSTRACIÓN 11. DIAGRAMA DE PUERTAS LÓGICAS**

Fuente: (Aragonès, Grau, Alaà, 1998)

### 3.9.1.3. FUNCIONAL

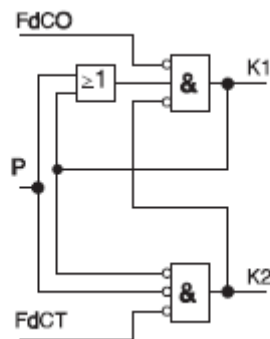
Consiste en hacer un circuito similar al de las puertas lógicas, pero con bloques funcionales. Los símbolos que se usan habitualmente en los bloques funcionales son:

& Función y (AND)

$\geq 1$  Función o (OR)

=1 Función o-exclusiva (EXOR)

= Función igual

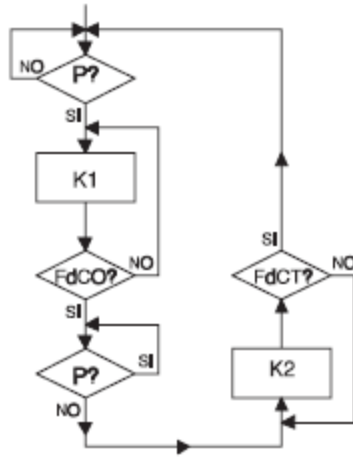


**ILUSTRACIÓN 12. DIAGRAMA FUNCIONAL**

Fuente: (Aragonès, Grau, Alañà, 1998)

### 3.9.1.4. FLUJO

Es un método parecido a los árboles de decisión que se usan también en algorítmica. Consta de cajas en forma de rombo y de rectángulo. Los rombos son preguntas con respuesta sí o no y los rectángulos son acciones.



**ILUSTRACIÓN 13. DIAGRAMA DE FLUJO**

Fuente: (Aragonès, Grau, Alañà, 1998)

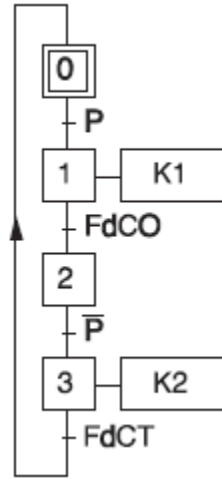
### 3.9.1.5. GRAFCET

El GRAFCET (Grphe de commande etape-transition, grafo de pedido con etapas y transiciones) es un método similar a los árboles de decisión en que puede haber etapas simultáneas (en paralelo). Antes de cada etapa hay una transición. (Aragonès, Grau, Alañà, 1998, p. 51)

En el GRAFCET las etapas se representan con cuadrados, que son en línea doble si se trata de etapas iniciales. Las acciones a realizar en cada etapa se representan con rectángulos que salen lateralmente de las etapas.

Las líneas simples son los caminos según los cuales evoluciona el automatismo y las dobles indican que los caminos se bifurcan para dar lugar a etapas en paralelo (simultáneas).

Una rayita horizontal que cruza la línea simple representa una transición. No se puede franquear la transición hasta que no se ha cumplido la condición que se especifica en él.



**ILUSTRACIÓN 14. DIAGRAMA GRAFCET**

Fuente: (Aragonès, Grau, Alaña, 1998)

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1. VARIABLES**

Se denominan variables a los constructos, propiedades o características que adquieren diversos valores. Es un símbolo o una representación, por lo tanto, una abstracción que adquiere un valor no constante. (Núñez, 2007, p. 116)

Las variables en la investigación, representan un concepto de vital importancia dentro de un proyecto. Las variables, son los conceptos que forman enunciados de un tipo particular denominado hipótesis. Determinaremos para este proyecto las variables independientes y dependientes

En los diseños experimentales, las variables independientes suelen ser cualitativas (distintos métodos, experiencias, condiciones, etc.) y la variable dependiente suele ser cuantitativa, aunque no necesariamente (medimos los resultados o el cambio mediante un test, una escala, un cuestionario que nos da unas puntuaciones, etc.). (Morales, 2012, p. 4)

#### **4.1.1. INDEPENDIENTES**

Las variables independientes son las que elegimos libremente, o manipulamos, para verificar su efecto en, o su relación con, las variables dependientes. (Morales, 2012, p. 4)

En los trabajos experimentales, la variable independiente es la que el experimentador manipula o hace variar para ver que paso en la variable dependiente.

Dado que la producción precisa de la variable tiempo para ver y analizar resultados, es esta misma variable la que consideraremos como independiente para generar una retroalimentación a través de resultados analizando y contrastando el proceso actual manual versus el proceso a implementar totalmente automático.

Se define como variable independiente del proyecto:

1. Medio como transporte.
2. Área de dosificado de químicos
3. Programación

### **4.1.2. DEPENDIENTES**

La variable independiente puede estar dividida en niveles o sub clasificaciones: si la variable independiente es el género, estará dividida en dos niveles (varones y mujeres); si la variable independiente es la carrera que se está estudiando, los niveles serán las diversas carreras que entren en la investigación; si la variable independiente es el método, los niveles serán las modalidades metodológicas que entren en la investigación (o con un método particular y sin ese método). (Morales, 2012, p. 4)

Es el elemento, fenómeno o situación que es explicado, condicionado, determinado o causado por la variable independiente. Si bien es cierto la materia prima en todo proceso textil es la tela, en este único proceso a mejorar de exprimido

Se define como variables dependientes del proyecto las siguientes:

1. Cantidad de materia prima
2. Tiempo
3. Seguridad

### **4.2. ENFOQUE**

Como se menciona al inicio del informe en la parte introductoria, la necesidad de producir a costos cada vez menores para ser competitivos es el objetivo principal de este proyecto. Partiendo de este objetivo le damos al proyecto un enfoque cuantitativo tomando al medio y definiéndolo como transporte como nuestra variable independiente dado que el proyecto manipula el medio en el que se transportara nuestra materia prima. Se contrastará la cantidad de químicos utilizados por lote en el proceso manual versus proceso automático, por lo tanto, se tomó como variable independiente. Se tomó también como variable independiente al tiempo, ya que contrastaremos los tiempos del proceso manual versus los tiempos del proceso automático.

### 4.3. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

El cronograma de actividades inicia a partir del miércoles 10 de octubre del 2018 y finaliza el miércoles 19 de diciembre del 2018 lo que equivale a 10 semanas. Se detallará a continuación semanalmente el orden cronológico las actividades realizadas.

**TABLA 4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EN LA PLATA GILDAN HONTEX**

	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10
Elaboracion de manual de procedimientos										
Elaboracion de Instructivos										
Mantenimientos preventivos con electricistas D&F										
Mantenimientos preventivos con mecanicos D&F										
Implementacion de medidores externos en cubas										
Capacitaciones										
Instalacion de eje en cuba exprimidora										
Mantenimientos correctivos en dpto. de Automatizacion										
Busqueda de proyecto a realizar										
Definicion de problema del proyecto										
Dimensiones y recursos del proyecto										
Toma de tiempos para resultados del proyecto										

Fuente: (Propia, 2018)



## V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Para generar resultados se debe recurrir a un análisis de la variable dependiente en estudio a través de la manipulación de la variable de independiente.

Para el análisis de nuestra variable independiente "tiempo" fue necesario la toma de tiempos en el lugar donde se lleva a cabo el proceso de llenado de cubas manualmente para luego contrastarlo con los tiempos tomados una vez el proceso se haya automatizado.

Para generar resultados a partir de la toma de datos cronometrando a los operarios realizando el proceso manualmente se recurrió a la ecuación de la media aritmética para determinar un promedio estimado del tiempo que el operario utiliza para realizar el procedimiento completo de llenado de cuba.

Se utilizará la media aritmética en este caso al igual que el anterior para los tiempos generados por el proceso una vez automatizado, se recurrió a los procesos que ya están automatizados dentro de la planta. Se tomó como referencia el proceso de llenado de cubas ya automatizado en el área de teñido puesto que se implementará el mismo método para este proyecto, tomando en cuenta que se utilizaría las mismas dimensiones de la bomba para impulsar el fluido, las mismas dimensiones de tuberías y las mismas pérdidas secundarias causadas por codos. Únicamente las pérdidas primarias por rozamiento ocasionadas entre los químicos y la pared de la tubería difieren puesto que en esta área los químicos a utilizar son para teñir la ropa y en el área a implementar el proyecto se adhieren propiedades suavizantes solamente.

A continuación, los datos utilizados para el análisis de los resultados:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

### ECUACIÓN 1. MEDIA ARITMÉTICA

Fuente: (Ross, 2005)

Donde:

$\bar{x}$ = Promedio

$X_i$ = Valores en la muestra

$n$ = Tamaño de la muestra

## 5.1. RECETAS

En la planta de Hontex de Gildan se preparan 5 diferentes recetas para agregar propiedades suavizantes a la tela y se utilizan 6 diferentes químicos que se vierten en las cubas para la preparación de dichas recetas:

- GILPERM HS M8
- GILTEX PENETRANT D
- GILSOFT 1E LIQ
- GILSTRETCH RSS
- GILSOFT OEW
- GILSOFT DERMA SQM

En los datos tomados a continuación se tomó 3 muestras de tiempo por día (5 días lo que equivale a una semana laboral) desde el principio del proceso (leer la receta a preparar) hasta el final del proceso (lavar los recipientes utilizados para su posterior uso).

### 5.1.1. RECETA 1

Contiene: 50L GILPERM HS M8, 50L GILTEX PENETRANT D Y 50L GILSOFT 1E LIQ 150L AGUA

**TABLA 5. TOMA DE TIEMPOS EN MÉTODO MANUAL**

	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5
TIEMPO 1	8:56	9:15	9:07	9:20	9:31
TIEMPO 2	10:25	9:51	8:20	9:37	9:09
TIEMPO 3	9:53	8:53	8:42	10:22	9:36

Fuente: (Propia, 2018)

Utilizando la ecuación de la media aritmética tenemos que el promedio de tiempo utilizado por el operador para la realización del proceso manual de llenado es:

$$\bar{x} = 9.38 \text{ Minutos}$$

**TABLA 6. TOMA DE TIEMPOS MÉTODO AUTOMÁTICO**

	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5
TIEMPO 1	5:58	6:14	6:44	6:26	6:02
TIEMPO 2	6:10	6:23	6:38	6:06	6:18
TIEMPO 3	6:22	6:34	6:30	6:42	6:38

Fuente: (Propia, 20018)

Utilizando la ecuación de la media aritmética tenemos que el promedio de tiempo utilizado por el operador para la realización del proceso manual de llenado es:

$$\bar{X} = 6.38 \text{ Minutos}$$

### 5.1.2. RECETA 2

Contiene: 50L GILSTRETCH RSS, 50L GILSOFT OEW Y 50L GILSOFT DERMA SQM 150L AGUA

**TABLA 7. TOMA DE TIEMPOS MÉTODO MANUAL**

	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5
TIEMPO 1	10:32	9:36	10:58	8:32	9:38
TIEMPO 2	8:33	10:52	9:51	10:26	8:15
TIEMPO 3	8:24	11:11	11:09	11:25	11:16

Fuente: (Propia, 2018)

Utilizando la ecuación de la media aritmética tenemos que el promedio de tiempo utilizado por el operador para la realización del proceso manual de llenado es:

$$\bar{X} = 10.04 \text{ Minutos}$$

**TABLA 8. TOMA DE TIEMPOS MÉTODO AUTOMÁTICO**

	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5
TIEMPO 1	6:14	6:22	6:26	6:23	6:42
TIEMPO 2	6:38	5:58	6:02	6:10	6:06
TIEMPO 3	6:34	6:30	6:38	6:18	6:44

Fuente: (Propia, 2018)

Utilizando la ecuación de la media aritmética tenemos que el promedio de tiempo utilizado por el operador para la realización del proceso manual de llenado es:

$$\bar{X} = 6.38 \text{ Minutos}$$

### 5.1.3. RECETA 3

Contiene: 50L GILPERM HS M8, 50L GILSTRETCH RSS Y 50L GILSOFT 1E LIQ 150L AGUA

**TABLA 9. TOMA DE TIEMPOS MÉTODO MANUAL**

	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5
TIEMPO 1	9:36	10:23	10:01	11:05	9:32
TIEMPO 2	8:51	9:52	9:43	10:21	11:10
TIEMPO 3	11:03	10:23	11:17	9:23	10:45

Fuente: (Propia, 2018)

Utilizando la ecuación de la media aritmética tenemos que el promedio de tiempo utilizado por el operador para la realización del proceso manual de llenado es:

$$\bar{X} = 9.62 \text{ Minutos}$$

**TABLA 10. TOMA DE TIEMPOS MÉTODO AUTOMÁTICO**

	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5
TIEMPO 1	6:18	6:06	6:02	6:38	6:14
TIEMPO 2	6:44	6:34	6:10	6:42	6:22
TIEMPO 3	6:30	6:38	5:58	6:23	6:26

Fuente: (Propia, 2018)

Utilizando la ecuación de la media aritmética tenemos que el promedio de tiempo utilizado por el operador para la realización del proceso manual de llenado es:

$$\bar{X} = 6.38 \text{ Minutos}$$

#### 5.1.4. RECETA 4

Contiene: 50L GILTEX PENETRANT D, 50L GILSOFT OEW Y 100L AGUA

**TABLA 11. TOMA DE TIEMPOS MÉTODO MANUAL**

	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5
TIEMPO 1	8:02	8:45	8:32	8:19	9:01
TIEMPO 2	9:09	8:21	9:15	8:14	9:22
TIEMPO 3	8:34	8:56	8:17	9:05	9:14

Fuente: (Propia, 2018)

Utilizando la ecuación de la media aritmética tenemos que el promedio de tiempo utilizado por el operador para la realización del proceso manual de llenado es:

$$\bar{X} = 8.74 \text{ Minutos}$$



**TABLA 12. TOMA DE TIEMPOS MÉTODO AUTOMÁTICO**

	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5
TIEMPO 1	5:57	5:53	5:21	5:41	5:33
TIEMPO 2	5:09	5:49	5:25	5:37	5:21
TIEMPO 3	5:13	5:17	5:45	5:29	5:13

Fuente: (Propia, 2018)

Utilizando la ecuación de la media aritmética tenemos que el promedio de tiempo utilizado por el operador para la realización del proceso manual de llenado es:

$$\bar{X} = 5.51 \text{ Minutos}$$

### 5.1.5. RECETA 5

Contiene: 50L GILSOFT DERMA SQM, 50L GILSOFT 1E LIQ Y 100L AGUA

**TABLA 13. TOMA DE TIEMPOS MÉTODO MANUAL**

	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5
TIEMPO 1	8:43	8:56	8:13	9:04	8:33
TIEMPO 2	9:03	9:10	8:38	8:47	9:15
TIEMPO 3	8:16	8:41	9:18	9:03	8:25

Fuente: (Propia, 2018)

Utilizando la ecuación de la media aritmética tenemos que el promedio de tiempo utilizado por el operador para la realización del proceso manual de llenado es:

$$\bar{X} = 8.80 \text{ Minutos}$$

**TABLA 14. TOMA DE TIEMPOS MÉTODO AUTOMÁTICO**

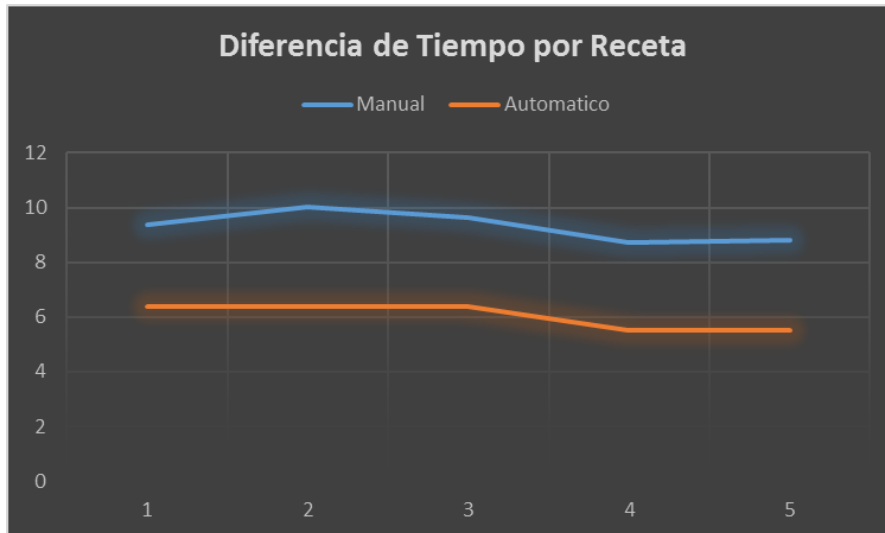
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5
TIEMPO 1	5:53	5:09	5:17	5:37	5:13
TIEMPO 2	5:57	5:49	5:21	5:25	5:17
TIEMPO 3	5:13	5:45	5:41	5:29	5:33

Fuente: (Propia, 2018)

Utilizando la ecuación de la media aritmética tenemos que el promedio de tiempo utilizado por el operador para la realización del proceso manual de llenado es:

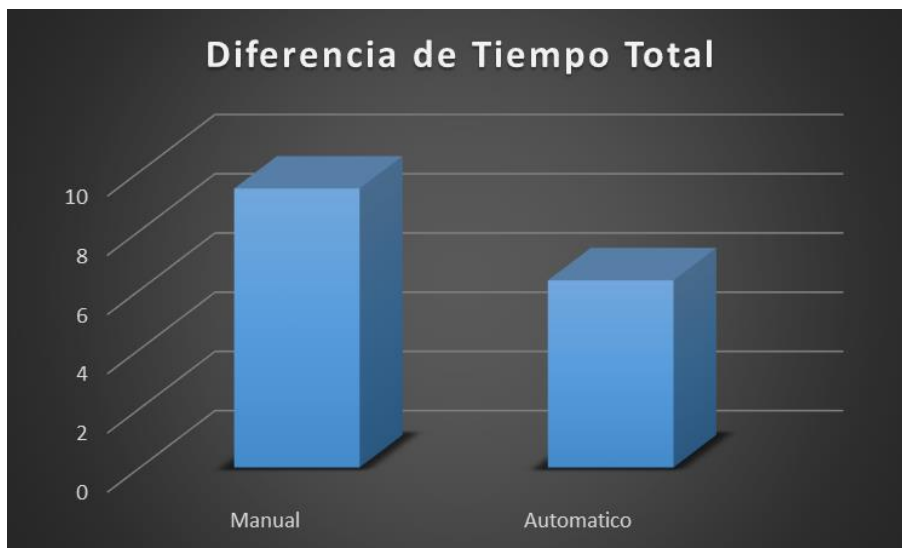
$$\bar{X} = 5.51 \text{ Minutos}$$

### 5.1.6. TIEMPO DE ELABORACIÓN DE RECETAS



**ILUSTRACIÓN 15. DIFERENCIA DE TIEMPO POR RECETA**

Fuente: (Propia, 2018)



**ILUSTRACIÓN 16. TIEMPO GANADO**

Fuente: (Propia, 2018)

Se estima entonces que la diferencia de tiempo entre los procesos manual y automático de elaboración de recetas es de una sencilla resta  $T_m - T_a = T_{ganado}$ , donde se concluye que  $T_{ganado} = 3.10$  Minutos.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. La automatización de este proceso es vital para cumplimiento de propósitos y objetivos de la planta cuyo lema es la "mejora continua". Siendo este proceso un ejemplo de este lema implementado tecnología vanguardista que erradico la falla en un proceso obsoleto y dio entrada a un proceso autónomo con el objetivo de incrementar la producción y la eficiencia volviendo este proceso un proceso de mejora para la planta.
2. Se determinó que la automatización del proceso tuvo mejoras en tiempos de envió, se incrementó la seguridad de los operadores de la planta y se redujo costos por desperdicio de materia prima, es decir se logró una producción eficiente.
3. A través de estudios de análisis previos a la ejecución del proyecto se logró diseñar un proceso totalmente autónomo implementado una estructura basada en procesos neumáticos, electromecánicos y de programación.

## **VII. RECOMENDACIONES**

### **7.1. PARA LA EMPRESA**

Gildan es una industria textil que compite con las diferentes potencias que se desenvuelven en el mismo rubro. Dado que el lema de la planta Hontex de Gildan es "mejora continua" no se precisa solamente utilizar tecnología vanguardista para la mejora de procesos, considero que es importante capacitar personal para que pueda hacer uso completo de esta tecnología, los eléctricos y mecánicos de la planta están capacitados para las tareas básicas de la rama de sus estudios, es común que se presenten problemas mayores de maquinaria fuera del entendimiento de los mecánicos y eléctricos y se debe acudir a contratistas para que solucionen el problema. Recomiendo implementar el concepto de personal "Electromecánico" para que el mecánico pueda expandir sus conocimientos en electricidad y viceversa.

Recomiendo como practicante que cumplió un periodo de estadía en la plata, que se le asignen más actividades orientadas a sus destrezas o estudios adquiridos a lo largo de la carrera universitaria.

### **7.2. PARA LA UNIVERSIDAD**

Recomiendo a Unitec que, como pionero en el uso de tecnología vanguardista utilizada como material didáctico, implemente en el campus y principalmente en la carrera de mecatrónica dicha tecnología invirtiendo en nuevo equipo y de gama alta dado que la tecnología evoluciona día con día y que además considero que se queda atrás en comparación con otras universidades del municipio.

Recomiendo que en las clases fuera del bloque de clases generales, sean mucho más prácticas, implementando más material didáctico, herramientas y equipo y que se orienten a casos de vida real. A un estudiante mecatrónica la realidad del país le ofrece trabajo comúnmente en el área de mantenimiento de las diferentes empresas. En mi caso recibí tareas como cambiar rodamientos de motores, lubricaciones, instalaciones de componentes mecánicos y eléctricos que realicé, algunas de ellas con ayuda de los técnicos de la planta. Estos procesos son conocidos por todo personal de la planta desde técnicos hasta gerentes.

Recomiendo a la universidad capacitar a los catedráticos para que se desempeñen cada vez mejor en sus rubros de enseñanza.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Ivester y Neefus. (2012). INDUSTRIA DE PRODUCTOS TEXTILES
2. Ebel, Idler, Prede, Scholz (2008). Introduction to Industrial Automation
3. Fidas Arias (1999). El proyecto de investigación - 3ra. Edición
4. Condo, Zúñiga, Figueroa, Obando, Morales (2003).Textiles en Centroamérica
5. Daneri (2008). PLC: automatización y control industrial
6. Raúl Solbes Monzo. Automatismos Industriales
7. W. bolton (2006). Programmable Logic Controllers
8. Maikel Ramírez Despaine, (2012). Controlador Lógico Programable Basado en Hardware Reconfigurable
9. Aragonès, Grau, Alañà, (1998). Automatismos Eléctricos Programables
10. Nuñez, (2007). Las variables: Estructura y Función en la Hipótesis
11. Wigodski, (2010).  
<http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/variables.html>
12. Las Variables de la investigación  
[http://biblio3.url.edu.gt/publiclg/biblio\\_sin\\_paredes/fac\\_politicas/2018/tecnico\\_trab/inici\\_pracinves/cont/06.pdf](http://biblio3.url.edu.gt/publiclg/biblio_sin_paredes/fac_politicas/2018/tecnico_trab/inici_pracinves/cont/06.pdf)
13. Sheldon M. Ross, (2005). Introducción a la Estadística

## IX. ANEXOS

### ANEXO 1. BASCULA UTILIZADA EN MÉTODO MANUAL



Fuente: (Propia, 2018)



## ANEXO 2. BASCULA UTILIZADA EN MÉTODO MANUAL



Fuente: (Propia, 2018)

### ANEXO 3. SEGURIDAD Y TRANSPORTE



Fuente: (Propia, 2018)



#### ANEXO 4. SEGURIDAD Y TRANSPORTE



Fuente: (Propia, 2018)

## ANEXO 5. CUBA



Fuente: (Propia, 2018)



**ANEXO 6. CUBA**



Fuente: (Propia, 2018)