



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
INGENIERÍA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN**

**PUESTA EN MARCHA Y REHABILITACIÓN  
DE LA MÁQUINA HILADORA "SAURER"**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN**

**PRESENTAN:**

**Pérez Cruz Erick Eduardo**

**Zárate Orozco Oscar Omar**

**DIRECTORES DE TESIS**

**M en C. Ivone Cecilia Torres Rodríguez.**

**M en C. Antonio Obregón Tenorio.**

**MÉXICO, D.F.**

**ABRIL 2014**



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTRICA**  
**UNIDAD PROFESIONAL "ADOLFO LÓPEZ MATEOS"**

**TEMA DE TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN  
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN TESIS COLECTIVA Y EXAMEN ORAL INDIVIDUAL  
DEBERA(N) DESARROLLAR C. ERICK EDUARDO PÉREZ CRUZ  
C. OSCAR OMAR ZÁRATE OROZCO

**"PUESTA EN MARCHA Y REHABILITACIÓN DE LA MAQUINA HILADORA "SAURER"**

REHABILITAR Y PONER EN MARCHA UNA MÁQUINA DE TEJIDO EN LA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
TEXTIL (ESIT), PARA FACILITAR SU USO EN EL TEJIDO DE MEZCLILLA

- ❖ ANTECEDENTES DEL HILO Y EL TELAR.
- ❖ MARCO TEÓRICO.
- ❖ DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA PUESTA EN MARCHA.
- ❖ ANÁLISIS DE COSTOS.
- ❖ RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

MÉXICO D. F., A 05 DE MARZO DE 2014.

**ASESORES**

  
M. EN C. IVONE CECILIA TORRES RODRÍGUEZ

  
M. EN C. ANTONIO OBREGÓN TENORIO

  
DRA BLANCA MARGARITA OCHOA GALVÁN  
JEFE DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE  
INGENIERÍA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN





## Dedicatoria

*Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.*

*Papá y mamá*



## **Agradecimientos**

### *A mis padres*

*A quienes confiaron en lo que era, confían en lo que soy y confiarán en lo que seré, a quienes me regalaron la vida, les agradezco todas las enseñanzas que me dieron, por su paciencia esfuerzo y trabajo, gracias papás*

### *A mi hermano.*

*A quien en las buenas y en las malas me apoyo, a quien siempre le confié mis más grandes miedos, a quien siempre creyó en mí y nunca me dejó solo, gracias hermano.*

### *Al Instituto Politécnico Nacional*

*Por haberme dado la oportunidad de cursar mis estudios en esta Institución tan prestigiada, una institución donde nacen los mejores investigadores, ingenieros, etc. gracias.*

### *A la ESIME*

*Por haberme brindado mis estudios de Ingeniería en Control y Automatización y por haberme forjado en lo que ahora soy, donde las aulas, laboratorios fueron mi segunda casa y donde todos los profesores fueron parte de mi enseñanza gracias.*

### *A nuestros sinodales.*

*La M. en C. Ivone Cecilia Torres Rodríguez y al M. en C. Antonio Obregón Tenorio por su valiosa intervención en el presente trabajo, así como sugerencias y aportaciones en el mismo.*

*Pérez Cruz Erick Eduardo*



## **Agradecimientos**

### *A mis padres...*

*Ofelia Orozco San Vicente gracias por todo el amor incondicional que me brindaste, por tu fortaleza que me motivo a continuar, por tu valiosa comprensión, por tu invaluable presencia en mi corazón y por tus sabios consejos.*

*Ignacio Zárate Franco por el apoyo incondicional durante mi infancia, por tus anécdotas que tienen un mensaje valioso y por tus consejos que me ayudaron a madurar.*

### *A mi hermana...*

*Karla Jessica Zarate por tu ánimo que me impulsa a seguir adelante y por tu apoyo incondicional.*

### *A mis amigos de ESIME...*

*Les agradezco a todos mis amigos, que me conocieron y me aceptaron con todas mis virtudes y defectos, que me acompañaron en felices y tristes momentos, que me permitieron compartirles un poco de mi persona... A Erick, Rocío, Saúl, Eduardo, Ulises, Alfonso, Daniel, Luis... y a todos aquellos que no alcance a mencionar.*

### *A mis profesores...*

*Por todo el enorme conocimiento que me compartieron, por todas las enseñanzas y experiencias que fueron formando poco a poco el espíritu de ingeniero que tengo en mi mente. Gracias infinitamente por su paciencia, su tiempo y por permitirme tomar lo mejor de cada uno de ustedes.*

### *Al Instituto Politécnico Nacional...*

*Por brindarme todo el apoyo para poder realizar mi sueño de estudiar Ingeniería en sus honorables instalaciones.*

### *A la ESIME...*

*Por brindarme todo el conocimiento de Ingeniería que tengo hasta ahora, por ser mi segundo hogar y por brindarme los más felices momentos de mi juventud que estarán en mi mente por siempre.*

### *A todos los integrantes del equipo del taller de tejido de la ESIT...*

*Al M en C. Martin Humberto Fernández de Lara por su valioso apoyo y aportación para la realización del presente trabajo. Al Ing. Joel por su ayuda y paciencia para apoyarnos en el trabajo*

### *A nuestros sinodales.*

*La M. en C. Ivone Cecilia Torres Rodríguez y al M. en C. Antonio Obregón Tenorio por su valiosa intervención en el presente trabajo, así como sugerencias y aportaciones en el mismo.*

OSCAR OMAR ZARATE OROZCO



## Índice de contenido

|   |      |
|---|------|
| Dedicatoria .....   | iii  |
| Agradecimientos.....  | iv   |
| Agradecimientos.....  | v    |
| Índice de contenido .....   | vi   |
| Índice de tablas .....  | viii |
| Índice de figuras.....  | ix   |
| Objetivo general .....  | xii  |
| Objetivos específicos .....   | xii  |
| Justificación.....  | xiii |
| Capítulo I.....   | 1    |
| 1.1 Antecedentes.....   | 2    |
| 1.1.1 Historia del hilo .....   | 2    |
| 1.1.2 Historia del hilo de coser.....   | 3    |
| 1.2 Historia del telar .....  | 4    |
| 1.3 Telar.....  | 8    |
| 1.3.1 Telares artesanales .....   | 11   |
| 1.3.2 Telares industriales.....   | 12   |
| 1.3.3 Telar de Jacquard.....  | 12   |
| 1.4 Evolución.....  | 13   |
| 1.5 Telares modernos .....  | 14   |
| Capítulo II.....  | 17   |
| 2.1 Análisis del telar .....  | 18   |
| 2.2 Descripción del telar.....  | 18   |
| 2.3 Partes fundamentales del telar.....   | 19   |
| 2.4 Descripción eléctrica del telar .....   | 22   |
| 2.5 Análisis de la problemática del telar.....                                    | 27   |
| 2.6 Propuestas para el sistema de atomizadores .....                              | 28   |
| 2.7 Generalidades sobre la tecnología de las fibras .....                         | 29   |
| 2.8 Hilatura por fusión .....   | 30   |
| 2.9 Estirado.....   | 30   |
| 2.10 Tipo de mezcla.....  | 33   |
| 2.10.1 Interior mezcla .....  | 33   |
| 2.10.2 Mezcla externa.....  | 34   |
| 2.11 Boquilla pulverizadora.....  | 34   |
| 2.12 Ángulo de aspersion .....  | 36   |
| 2.13 Diámetro de las gotas (granulometría).....                                   | 37   |
| 2.12 Impacto .....  | 37   |
| 2.12.1 Duración de la boquilla .....  | 38   |
| 2.13 Clasificación medida pulverización .....                                     | 38   |
| Capítulo III.....   | 39   |
| 3.1 Puesta en marcha del telar .....  | 40   |
| 3.1.1 Diagrama de control electromagnético del telar .....                        | 40   |
| 3.2 Diseño del sistema de control que se usará en el rociador para el telar ..... | 41   |
| 3.2.1 Programación del PIC16F877A .....   | 45   |
| 3.2.2 Dispositivos físicos para el diseño del control para el rociador .....      | 47   |



**Instituto Politécnico Nacional**  
**Escuela superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**



|  |    |
|--|----|
| 3.2.3 Diseño físico del rociador para el telar .....               | 51 |
| 3.2.4 Materiales .....   | 53 |
| Capítulo IV.....   | 55 |
| 4.1 Costo de materiales para el acondicionamiento eléctrico .....  | 56 |
| 4.2 Costo de materiales del software .....                         | 56 |
| 4.3 Costo de materiales para el diseño del atomizador .....        | 57 |
| 4.4 Costos totales del rociador.....                               | 59 |
| 4.5 Gastos totales de la implementación.....                       | 59 |
| Capítulo V.....  | 61 |
| 5.1 Proceso de armado del dispositivo de atomizadores .....        | 62 |
| 5.2 Colocación de los dispositivos eléctricos y electrónicos ..... | 64 |
| 5.3 Dispositivo Final.....   | 67 |
| 5.4 Conclusiones.....  | 67 |
| Referencias .....  | 69 |
| Glosario .....   | 70 |
| Anexo [1] .....  | 72 |



## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 2 1 Factores de conversión .....                                    | 34 |
| Tabla 2 2 Coberturas de los aspersores según el ángulo de aspersion ..... | 36 |
| Tabla 2 3 Diámetro medio de las gotas en relación al caudal mínimo .....  | 37 |
|   |    |
| Tabla 4.1 Materiales de acondicionamiento eléctrico .....                 | 56 |
| Tabla 4.2 Costos del software .....                                       | 56 |
| Tabla 4.3 Costos de materiales electrónicos .....                         | 57 |
| Tabla 4.4 Costos de materiales eléctricos .....                           | 57 |
| Tabla 4.5 Costo de los materiales físicos del rociador .....              | 58 |
| Tabla 4.6 Otros gastos .....  | 59 |
| Tabla 4.7 Gasto total del rociador .....                                  | 59 |
| Tabla 4.8 Gasto total de la implementación .....                          | 59 |





## Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1.1 Hilo comercial en la actualidad.....                           | 2  |
| Figura 1.2 Maquina hiladora de la revolución industrial .....             | 5  |
| Figura 1.3 Partes de la maquina hiladora de la Revolución Industrial..... | 6  |
| Figura 1.4 Selfactina fabricada por Platt Brothers Co. (1892) .....       | 8  |
| Figura 1.5 Telar de tejido .....  | 11 |
| Figura 1.6 Telar artesanal .....  | 11 |
| Figura 1.7 Telar industrial.....  | 12 |
| Figura 1.8 Telar de Jacquard .....  | 13 |
| Figura 1.9 Hiladora tipo core .....                                       | 14 |
| Figura 1.10 COM4@twin.....  | 15 |
| <br>  |    |
| Figura 2.1 Telar hilador tipo Jacquard.....                               | 18 |
| Figura 2.2 Vista trasera del telar .....                                  | 19 |
| Figura 2.3 Peine del telar .....  | 20 |
| Figura 2.4 Tren de estiro .....   | 21 |
| Figura 2.5 Carretes .....   | 21 |
| Figura 2.6 Motor del telar .....  | 23 |
| Figura 2.7 Transformador del telar hilador .....                          | 24 |
| Figura 2.8 Partes de un arrancador magnético .....                        | 24 |
| Figura 2.10 Cartuchos fusibles cilíndricos.....                           | 27 |
| Figura 2.11 Diagrama de un telar.....                                     | 28 |
| Figura 2 12 Diagrama del funcionamiento de una hilatura de anillos .....  | 30 |
| Figura 2.13 regiones cristalinas de las macromoléculas .....              | 31 |
| Figura 2 14 Funcionamiento de un atomizador bajo presión.....             | 32 |
| Figura 2 15 Funcionamiento de un atomizador por sifón .....               | 32 |
| Figura 2 16 Funcionamiento de un atomizador por gravedad .....            | 33 |
| Figura 2 17 Angulo de aspersión.....                                      | 36 |
| Figura 2 18 Clasificación medida pulverización.....                       | 38 |
| <br>  |    |
| Figura 3 1 Caja de control electromagnético.....                          | 40 |
| Figura 3 2 Diagrama de control electromagnético del telar .....           | 40 |
| Figura 3.3 Diagrama de fuerza del motor eléctrico del telar.....          | 41 |
| Figura 3 4 Diagrama de flujo del proceso requerido.....                   | 42 |
| Figura 3 5 Control por medio de un PIC16F877A .....                       | 42 |
| Figura 3.6 Etapa de potencia de la señal PIC16F877A.....                  | 43 |
| Figura 3.7 Circuito de control y de potencia simulado.....                | 43 |
| Figura 3.8 Diagrama unifilar de la bomba de agua.....                     | 44 |
| Figura 3.9 Instrucción de arranque de la bomba.....                       | 45 |
| Figura 3.10 Función de respuesta del PUERTO B del PIC .....               | 45 |
| Figura 3.11 Condición de encendido de la bomba.....                       | 46 |
| Figura 3.12 Condición de apagado de la bomba.....                         | 46 |
| Figura 3 13 Primera interrupción de apagado del PIC.....                  | 46 |
| Figura 3 14 Condición de paro de la bomba.....                            | 47 |
| Figura 3 15 microPIC .....  | 47 |
| Figura 3.16 Cristal oscilador.....  | 48 |



|   |    |
|---|----|
| Figura 3.17 Botones pulsadores.....                                   | 48 |
| Figura 3 18 Programador .....   | 49 |
| Figura 3.19 Programador de MicroChip. ....                            | 50 |
| Figura 3.20 Control del rociador. ....                                | 50 |
| Figura 3.21 Diseño y rociador en SolidWorks .....                     | 51 |
| Figura 3.22 Vista superior del diseño del rociador. ....              | 52 |
| Figura 3.23 Vista frontal del rociador.....                           | 52 |
| Figura 3.24 Tubería de CPVC.....                                      | 53 |
| Figura 3.25 Principio de funcionamiento de un pulverizador.....       | 54 |
|   |    |
| Figura 5.1 Armado inicial del atomizador .....                        | 62 |
| Figura 5.2 Conexiones realizadas en el dispositivo.....               | 63 |
| Figura 5.3 Pegado de Tubería CPVC.....                                | 63 |
| Figura 5.4 Colocación de las protecciones.....                        | 64 |
| Figura 5.5 Colocación del contacto y protección termo-magnético ..... | 65 |
| Figura 5.6 Botonera del rociador .....                                | 65 |
| Figura 5.7 Conexión de la tubería al depósito de agua. ....           | 66 |
| Figura 5.8 Rociador del telar. ....                                   | 66 |
| Figura 5.9 Vista de los rociadores con respecto al telar .....        | 67 |



## Resumen

La presente tesis muestra el proceso de rehabilitación eléctrica y puesta en marcha de una máquina tejedora de la ESIT, la cual se logró después de un proceso de análisis de la problemática en su sistema eléctrico que impedía el arranque de la máquina.

El trabajo que se realizó en la máquina tejedora “SAURER” y el constante tiempo de estancia en el laboratorio de tejido de la ESIT (donde se encuentra la máquina hiladora), mostraron una problemática adicional, la cual, consistía en la capacidad de humedecer constantemente los hilos de todas las maquinas hiladoras del laboratorio.

Después de platicar con los encargados de laboratorio de tejido y preguntar por qué se humedecía rústicamente (sólo con un atomizador de agua para cabello) los hilos de los telares y no con un sistema amplio de humedad, nos informaron que al no contar con un sistema de calderas, no podían llevar humedad constante a los hilos, por lo cual era mucho más fácil que los hilos se trozaran e interrumpieran las practicas del laboratorio.

Debido a esta causa, se decidió realizar una solución a esta problemática. La solución consistió en elaborar una máquina semi-automática de rocío, que pudiera solucionar esta problemática, con los recursos disponibles y sin necesidad de cambiar la estructura interna del laboratorio para no afectar su contante operación para prácticas escolares.

Se elaboró esta máquina semi-automática de rocío con el fin de que no interfiera con las clases para el alumnado, además de ser fácil de operar y que se pudiera mover dentro del laboratorio. Esto permitió un cuidado mayor de los hilos usados en las máquinas de tejido, además de un ahorro significativo de tiempo, al no tener que reparar hilos rotos debido a la falta de humedad, con esto se pueden realizar las prácticas escolares en el laboratorio de tejido de la ESIT.



### **Objetivo general**

Rehabilitar el sistema eléctrico y poner en marcha un telar de tejido, para facilitar su uso en la Escuela Superior de Ingeniería Textil (ESIT), mejorando su funcionamiento para el aprovechamiento en el laboratorio de la Escuela Superior de Textil, para el tejido de mezcilla con gran calidad.

Elaborar una mejora para el telar de tejido, con esto incrementar la vida útil de telar, además de mejorar la forma de trabajo, y utilización del mismo, así como hacer más dinámicas y sin interrupciones las practicas escolares que se realizan en el mismo.

### **Objetivos específicos**

Revisar la instalación y componentes eléctricos de la máquina hiladora “SAURER” (tableros, circuitos de fuerza, interruptores termomagnéticos y fusibles), con el fin de determinar cuál es la causa de sus fallas y de la razón para no arrancar de los motores.

Realizar un sistema automático de rocío que solucione la problemática de falta de humedad y por consecuencia rompimiento de los hilos, lo cual mejoraría la velocidad de trabajo en las prácticas escolares de la ESIT.



## Justificación

El proyecto se lleva a cabo para beneficiar a alumnos y profesores de la ESIT para facilitar el desarrollo de prácticas y trabajos escolares.

Este telar es de gran importancia para el laboratorio de la ESIT, por lo que al restaurar y mejorar los componentes de la máquina hiladora es importante ya que esta contará con nueva vigencia, con esto no se tendrá que invertir en un nuevo telar, además del ahorro en lo económico, también evitará cambios en los espacios del laboratorio de hilado de la ESIT.

Dentro de la industria un sistema de humedad en los hilos es indispensable para que los mismos no se rompan durante el proceso del tejido. Una interrupción en el proceso de producción causa costosas pérdidas, tanto de tiempo como dinero, por lo que diseñar un sistema que nos proteja contra esos fallos es indispensable.



## Introducción

El arte de hilar fibras para formar hilo es tan antiguo que sobrepasa las fechas históricas. La hilatura es un conjunto de conocimientos y pequeños avances tecnológicos por parte de millones de hombres a través de miles de años.

Durante este proceso de evolución en la forma de hilar es como se desarrollan las primeras máquinas tejedoras, que pasan de ser sencillos métodos de hilatura con apenas el uso de maderas y ojales para hilaturas sencillas, hasta pasar por los actuales y complejos telares que responden a una velocidad de tejido impresionante.

Para poder conocer, trabajar y operar estos telares tan complejos es necesario tener a gente capacitada y con los conocimientos necesarios para poder operarlos aprovechando todos sus beneficios.

Esta labor es parte de la que se realiza dentro de escuelas superiores como es el caso de la ESIT (Escuela Superior de Ingeniería Textil), en la cual se instruyen carreras de Ingeniería dentro del ramo textil, en las cuales se llevan a cabo prácticas de tejido.

Como parte del uso rutinario de las máquinas usadas en los distintos talleres de tejido, además de la antigüedad de los equipos y por las condiciones de operación (acceso de todo el alumnado, más pruebas de fallos, etc.) han ocasionado que algunas de estas máquinas hiladoras tengan dificultades para operar.

Como parte de una visita a los laboratorios de la ESIT surge la visualización de algunos de los problemas que se generan por estos aspectos se observó la máquina hiladora “SAURER”, la cual es de suma importancia para la ESIT, ya que representa una fuente fundamental de prácticas escolares, debido a su uso constante y como fuente de conocimiento de las distintas técnicas de tejido, por lo cual se procedió realizar una inspección de la máquina y conocer su operación y las necesidades de mejora que tenía.

El proyecto se llevó a cabo con la finalidad de brindar una solución de alta ingeniería a la máquina hiladora “SAURER” que tiene un uso constante dentro de los laboratorios de la ESIT, lo cual beneficiaría directamente a los estudiantes y al profesorado a tener prácticas de mejor calidad y sin interrupciones. El análisis de la problemática de la máquina se presentó durante el mantenimiento a su sistema eléctrico, debido a que sus motores no arrancaban y no se podía llevar a cabo por lo mismo el proceso de tejido, lo cual estaba ocasionando pérdidas de prácticas escolares y de tiempo del profesorado docente.

Por lo tanto el presente trabajo tiene el fin de llevar a cabo el mantenimiento correctivo y mejora de la máquina hiladora “SAURER”, con el fin de implementar ingeniería de alta calidad en el mantenimiento y mejora constante de la tecnología usada dentro de la ESIT y con esto mejorar la calidad de enseñanza en la misma. Además de implementar una mejora de un sistema de humedad, el cual resuelve no



solo los problemas de humedad dentro de la ESIT, sino que además puede ser usado de una manera más robusta dentro de la industria.

En el primer capítulo se presenta una breve explicación de la historia del hilado y de los telares, para poder comprender como es que se ha llegado a sistemas de tejido tan robusto y rápido en la actualidad. Además de mostrar una parte de los procesos que se llevan a cabo en los distintos tipos de telares actuales.

En el segundo capítulo se muestra el telar “SAURER” sobre el cual se realizó el mantenimiento correctivo a sus sistema eléctrico para su correcto funcionamiento, además de que se explica su funcionamiento con el fin de entender cuáles eran sus problemáticas y poder mejorarlo con una nueva implementación de ingeniería en control y automatización.

Una vez decidida la mejora sobre un nuevo sistema de humedad hacia los hilos a tejer, se realizó una investigación sobre la mejor forma de implementarlo en este telar y conseguir que su uso fuera automático, sencillo y adaptable a los distintos telares dentro del laboratorio de la ESIT.

En el tercer capítulo se observa el desarrollo del sistema semi-automático de rocío para la máquina de tejido “SAURER” desde el diseño de la programación con la cual se controlarían las boquillas de los atomizadores, optando por el microcontrolador PIC 16F877A, el cual nos proporciona las funciones de control necesarias para arrancar el sistema de rocío, pararlo y reiniciar el arranque dentro del tiempo necesario para poder humedecer de forma necesario el hilo de la máquina hiladora.

También se observa dentro de este capítulo, la planeación del diseño físico del dispositivo rociador para que se adecue a las necesidades y dimensiones no solo de la máquina de tejido “SAURER” sino también que fuera adaptable a las demás máquinas de tejido con que cuenta la ESIT.

En el capítulo cuarto se realiza un análisis de los costos de la implementación del dispositivo de rocío semi-automático, con la finalidad de conocer la relación costo – beneficio de la implementación del dispositivo, además de mostrar que el grado de inversión de esta implementación se encuentra muy por debajo, en comparación con llevar a cabo el reemplazo de la maquina o de una adecuación distinta.

En el capítulo cinco se muestran los resultados en el diseño del rociador automático con la implementación de control automático y del diseño previo del sistema, se dan a conocer imágenes del diseño finalizado y de su funcionamiento. Además se brindan las conclusiones del proyecto realizado así como sus posibles implementaciones y mejoras. Finalmente se muestran las referencias bibliográficas que ayudaron en el diseño del dispositivo de rocío automático, se tiene también un glosario para ayudar en el entendimiento de algunos términos de tejido mencionados y un anexo 1 con el programa diseñado para el control de rociador con el PIC 16F877A.



# Capítulo I

## **Antecedentes del hilo y del telar**

El arte de hilar desde tiempos antiguos se convirtió en una de las principales economías antiguas, las técnicas manuales a base de bastidores con bases de madera para hacer tejido plano y el uso de técnicas más eficientes como la rueca para dar mayor velocidad que cuando se hacía a mano la hicieron más rápida la forma de hilar; posteriormente el uso de nuevas tecnologías modernas de telares que sustituyen la mano del hombre.



## 1.1 Antecedentes

Para poder conocer la forma en cómo opera una máquina hiladora y la importancia que tiene un correcto mantenimiento y operación de la misma, es necesario conocer un poco de la historia del hilo y del arte de hilar y de esta manera abordar las técnicas modernas de hilado.

### 1.1.1 Historia del hilo

El arte de hilar fibras para formar hilo es tan antiguo que sobrepasa las fechas históricas. La hilatura es un conjunto de conocimientos y pequeños avances tecnológicos por parte de millones de hombres a través de miles de años. En Europa central en el fondo de los lagos Costanza y Ginebra se han encontrado algunos manojos de lino limpio, listo para ser convertido en tela. Es la primera vez que se encuentra una tela donde este pueblo de la edad de piedra había aprendido a hacerla entretejiendo gruesas fibras de hierba, porque se cree que los hombres primero aprendieron a tejer antes de aprender a hilar ya que había siempre fibras y hierba a mano y era sencillo tejerlas. Más tarde aprenderían a hilar sus hebras para hacer con ellas telas para sus prendas de vestir. Cuando se inventó el arte de hilar, la lana se convirtió en el material más útil para hacer vestidos para los que vivían en climas fríos; por el contrario en Egipto lo más usado fue el fresco lino [1]. Esto sirvió para llegar al uso de hilo actual Figura 1.1.



Figura 1.1 Hilo comercial en la actualidad

En la cultura china se desarrolló la seda como fibra y a partir de aquí pasó a otros países: India, Persia y Grecia (dónde se consideraría como un artículo de lujo) y a Roma. La cría de los gusanos de seda llegó a España en el siglo VIII, en Sicilia y Nápoles en el siglo XII y en Francia en el siglo XVII.

Según los historiadores, en el antiguo Egipto y en India se usaba el huso suspendido, que se hacía girar como un trompo en la mano del hilandero, y a dejarse caer, estiraba y torcía la fibra. El huso, era un palo de madera, fino y puntiagudo por ambos extremos. En uno de ellos tenía una muesca para sujetar el extremo de la



hilaza que se enrollaría sobre él. Se le hacía dar vueltas y vueltas. En el medio tenía una especie de disco o rueda, lo bastante pesado para girar con suavidad y de forma uniforme [1].

La primera ayuda mecánica para el hilado a mano fue el empleo de la rueca, donde una banda o correa se hacía pasar de la rueda al huso. De esta forma, al girar la rueda el huso se movía a mayor velocidad que cuando se hacía con la mano. El primer país en usar la rueca fue la India.

Más tarde en la Edad Media pasó a Europa y se sabe que en el s. XVI se empleaban dos tipos de ruecas: Jersey y Sajonia. A mediados del VIII el hilado era uno de los principales negocios de Inglaterra; un tejedor llamado Hargreaves ideó un torno de hilar que hiciera más de una hilaza a la vez, pero esta era muy gruesa y tosca. Más tarde Ricardo Arkwright patentó una máquina que podía hilar muchas hebras a un mismo tiempo y a su vez cada hebra era hermosa y fuerte. Pero la perfección no se adquirió hasta que Samuel Crompton patentó su mula de hilar [1].

### 1.1.2 Historia del hilo de coser

Hace más de 250 años el arte y los negocios se dieron la mano cuando Jean-Henri Dollfus, un joven artista de tan sólo 23 años, se embarcó en una aventura con otros dos jóvenes empresarios Jean-Jacques Schmalzer et Samuel Koechlin. Nutriéndose de las tendencias de la moda en la época de las telas pintadas y el talento de Jean-Henri, se convirtieron en las primeras personas que fabricaron planchas con dibujos de origen hindú pintados a mano en Europa. [2]

Durante muchos años, la industria sólo estuvo formada por el negocio de la impresión de telas y era manejada en forma conjunta por los dos hermanos, Jean-Henri y Jean Dollfus. Mucho antes de la que globalización se convirtiera en una palabra de moda, estos hombres ya tenían una visión internacional para su empresa y ello se hizo evidente al exportar sus telas a todo el mundo.

Casi al final del siglo XVIII, el sobrino de Jean-Henri Dollfus, Daniel Dollfus, tomó las riendas del negocio. En 1800 se casó con Anne-Marie Mieg y agregó el nombre de su esposa al suyo, como era habitual en aquella época. Ese mismo año le dio a la compañía un nuevo nombre: Dollfus-Mieg & Compagnie, o D.M.C. [2]

Luego, ya en 1818, Jean Dollfus Mieg ocupó el lugar de su padre, y el estilo de administración de la familia se volcó en la calidad, la comercialización y los servicios. Fue mientras cursaban sus estudios en Leeds, Inglaterra, que Dollfus hijo descubrió el invento del químico John Mercer "la mercerización" - el proceso por el cual se pasa el hilo de algodón por una llama modificando de este modo el algodón y confiriéndole resistencia, larga durabilidad y su aspecto sedoso. Fue así que la familia Dollfus desarrolló el primer hilo de algodón.



Fue en el Siglo XIX que DMC estableció fuertes lazos con la famosa bordadora Thérèse de Dillmont. La amistad entre esta talentosa mujer y Jean Dollfus-Mieg hizo que ella se mudara a Dornach, un poblado muy próximo a Mulhouse. Este fue el lugar en el que ella fundó su propia escuela de bordado, en estrecha vinculación con DMC.

Las dos guerras mundiales desaceleraron el ritmo de la producción y, de este modo, en 1961, la compañía se fusionó con Thiriez & Cartier Bresson. La nueva compañía conservó el nombre DMC, y Thiriez & Cartier Bresson aportaron el ahora famoso logotipo con la cabeza de un caballo [2].

En la actualidad, el grupo DMC sigue siendo una organización internacional que fabrica hilos para el consumo minorista y para el sector industrial así como también otros productos relacionados con la industria textil. El compromiso de la compañía en lo que se refiere a la calidad y la creatividad sigue siendo tan sólido como lo era en el siglo XVIII.

## 1.2 Historia del telar

Tiene sus orígenes en la rueca hiladora que es un instrumento para hilar manualmente fibras textiles. Esta herramienta consiste en un bastón, generalmente de caña, terminado por una cabeza donde se enrolla la rama de fibra que se quiere hilar, que incorpora una rueda, un pedal o manivela y una devanadera pequeña o soporte giratorio fijo en el cual se enrolla una manguera para facilitar su extensión y la utilización.

Los primeros síntomas de la Revolución Industrial y el nacimiento del régimen fabril (relativo a la fábrica), tienen sus orígenes en la máquina textil. El punto de partida tuvo lugar en Inglaterra, país que poseía ricos depósitos de carbón y de Hierro y que podía obtener enormes cantidades de materias primas procedentes de sus muchas colonias dispersadas en el mundo. [3]

Esta nación, en el siglo XVIII se había convertido en la potencia mercantil e industrial más importante del mundo. Sus posesiones se extendían por todo el globo por lo que las flotas inglesas recorrían todos los mares y sus comerciantes traficaban en todas las latitudes.

Dicha situación aumentó la demanda de muchos artículos, entre los que se contaban los tejidos de algodón y que por provenir en su mayor parte de la India, se les llamaba indianas. Debido a que la industria inglesa, basada en el simple trabajo manual de sus obreros, no alcanzaba a satisfacer las necesidades crecientes del mundo, y porque no podía competir con el bajo costo de la obra de los hindúes, los industriales de la región de Lancashire -vecina al pueblo de Liverpool- ofrecieron importantes premios a quienes lograsen crear nuevos procedimientos que fuesen más eficientes que la antigua rueca y el primitivo telar. A partir de estas ofertas surgieron las primeras máquinas para hilar, para tejer y para desmontar el algodón.

La primera máquina para hilar algodón fue lograda por James Hargreaves, carpintero-tejedor de Blackburn. Este dispositivo redujo enormemente el trabajo requerido para la producción de hilo, dando a un solo trabajador la capacidad de manejar ocho o más carretes a la vez [4]. Fue la primera innovación técnica importante en la industria textil y una de las que abrió las puertas a la Revolución industrial, siendo considerada por ello un símbolo de la época. Durante los años 1764-1767, inventó un torno o maquinaria simple, movida a mano y por medio de la cual una mujer podía hilar, al principio seis o siete, pero después hasta ocho hilos a la vez. El torno es quizás la más importante de las máquinas-herramientas. La idea básica consistía en una máquina hiladora con ocho carretes en un extremo, girados por una rueda más grande que la de las máquinas normales. Un grupo de ocho madejas eran fijadas a una viga que se balanceaba desde el lado de los carretes al de la rueda sobre un bastidor horizontal, y el operador podía balancearla de un lado a otro sobre el hilo para darle a éste el espesor apropiado. Una grapa en la columna de las dejas permitía al operador liberar todos los hilos a la vez, para recogerlos en carretes. La Spinning Jenny funcionaba manualmente, a diferencia de la similar Mule Jenny inventada unos años más tarde, que funcionaba con energía hidráulica y producía un hilo más caro para la sociedad era manual Figura 1.2 [4].

La transformación final del torneado en un instrumento metálico de alta precisión tuvo lugar en el siglo XVIII, gracias a Maudslay en Inglaterra, que permitió elaborar tornillos normalizados. Por otro lado, el pedal del torno dio a Watt el modelo para transformar el movimiento alternativo en rotativo en una máquina de vapor.

En la misma época, Richard Arkwright, barbero y confeccionador de pelucas de la ciudad de Preston, construyó en 1768 el "bastidor". Era una máquina hiladora movida por una rueda que era impulsada por una corriente de agua y que producía un hilo más resistente que la de Hargreaves. La tercera máquina para hilar algodón fue la de Samuel Crompton, un tejedor de Bolton [4].

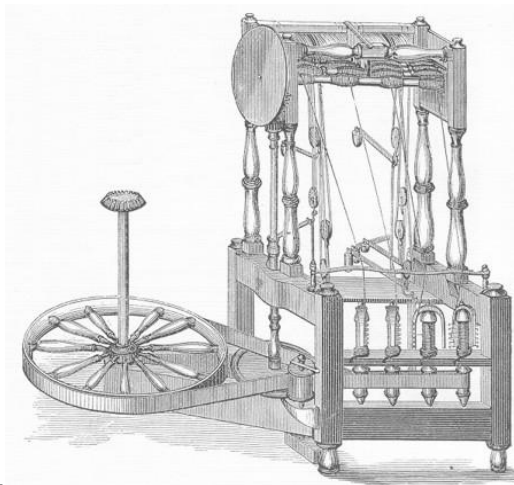


Figura 1.2 Máquina hiladora de la revolución industrial

El inventor de la primera máquina para tejer algodón fue el clérigo y poeta inglés Edmund Cartwright Figura 1.3, quien en 1784, diseñó un telar provisto de una lanzadera automática, movido por una energía proporcionada por caballos, ruedas hidráulicas o bien máquinas a vapor.

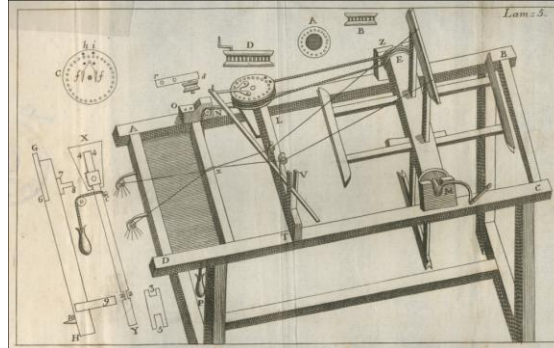


Figura 1.3 Partes de la maquina hiladora de la Revolución Industrial

El hilado propiamente dicho se efectúa mediante máquinas de hilar intermitentes (selfactinas) o de funcionamiento continuo (continuas). No obstante, antes de la aparición de las selfactinas, tuvieron lugar diversas innovaciones en el proceso de mecanización de la hilatura. Éste se estuvo realizando de forma manual, utilizando distintos tipos de ruecas, hasta el siglo XVIII, en que se concibió la primera máquina de hilar por Lewis Paul en 1736, la cual, si bien no dio resultados demasiado satisfactorios, constituyó el punto de partida de posteriores innovaciones (Figura 1.3). En 1736 un artesano de Leigh, Thomas Higgs, construyó una máquina en la que se podían hilar seis, ocho y veintiocho hilos, a la que bautizó con el nombre de su hija, llamándola spinning-jenny. Poco después, Arkwright, en 1769, inventó otra que estiraba la mecha mediante un par de cilindros, produciendo la torsión por medio de una aleta por cada uso, al mismo tiempo que enrollaba el hilo sobre las bobinas. Esta máquina se denominó water-frame por estar accionada por energía hidráulica y fue la primera en trabajar de forma continua [4].

Un año después, Hargreaves presentaba su spinning-mule, que se accionaba manualmente y tenía entre 80 y 100 usos sin aletas, trabajando de forma discontinua el hilado y el enrollado. La siguiente innovación la aportó Samuel Crompton (1753-1827) con su mule-jenny, en la que combinó las principales características de las máquinas de Arkwright y Hargreaves. Ésta, montaba los husos inclinados sobre un carro móvil y estiraba la mecha mediante un banco de estiraje de cilindros.

Mientras el carro se desplazaba hacia afuera, los husos giraban y la mecha iba adquiriendo torsión, deteniéndose su abastecimiento cuando el carro llegaba al final. Al volver a desplazarse éste hacia adentro el hilo se estiraba aún más hasta adquirir la torsión deseada, enrollándose como en la spinning Jenny.

En el País Valenciano las primeras máquinas de hilar se introdujeron en Alcoi en 1818. Tanto éstas como las que sucesivamente se fueron incorporando a las





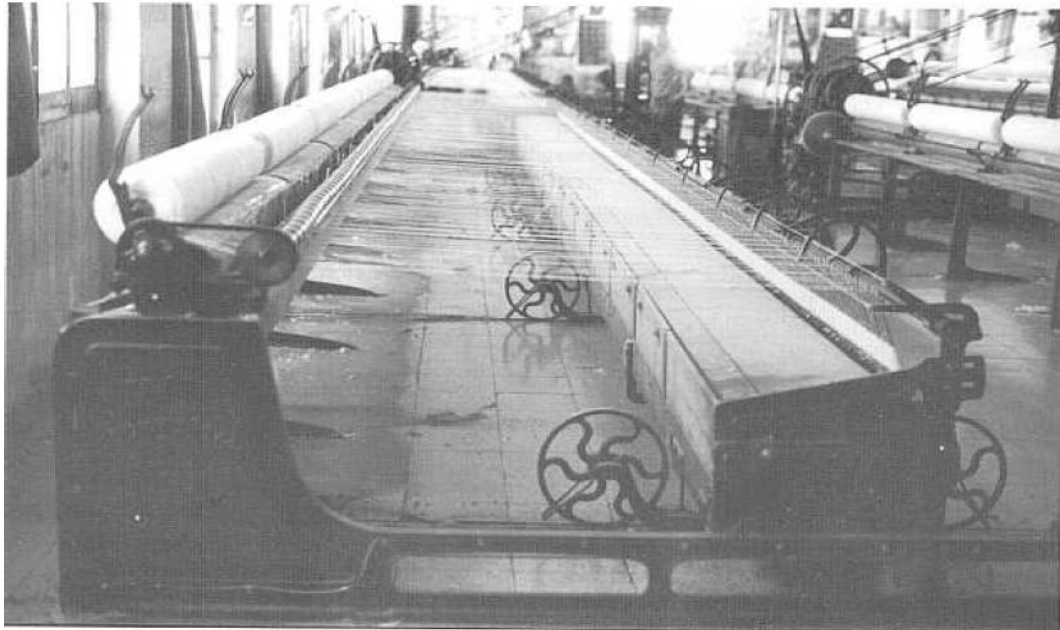
diversas hilaturas, hasta la introducción de las selfactinas, funcionaban de forma manual y eran del tipo mule-jenny. La selfactina fue inventada por Richard Roberts en 1834 y supuso una notable innovación en el campo de la hilatura al solucionar el problema del enrollado mediante la rotación del huso en la formación de la husada y automatizando todos los procesos. Aunque las diferencias son escasas, pronto se fabricaron diferentes tipos según la fibra a hilar: lana, algodón o lana cardada. En el País Valenciano se introducen a finales del siglo XIX y principios del XX, siendo los modelos más comunes las fabricadas por Asa Lees & Co. (Oldham), así como las de tipo Platt (Platt Brothers & Co., Oldham). Una selfactina tiene dos partes: la testera, que es fija y en la que se sitúa básicamente todo el mecanismo y el tren de estiraje, y el carro, móvil, donde están situados los husos. Las linternas los hacen girar y el plegador y la grúa guían los hilos. La selfactina se alimenta con mecha. Las utilizadas en la industria textil alcoyana, estudiadas por David Gutiérrez, no presentan diferencia alguna con el modelo conocido en toda la industria textil del sector lanero. Al principio de la evolución de su funcionamiento (salida del carro), el carro y el banco de mechas estaban juntos, uniéndose las mechas a los husos [4].

Sobre la mecha se realiza un estiraje a la vez que se da la torsión, desplazándose el carro del banco mientras los cilindros de estiraje actúan y los husos giran rápidamente. Al girar éstos enrollan el hilo, pero a causa de la escasa torsión de la mecha, el hilo saltaba por el extremo del huso, teniendo que ser sometido a una torsión suplementaria. El carro está fijo y los husos continúan girando un tiempo determinado. Es propiamente en esta fase cuando se fabrica el hilo. Después, se ha de plegar sobre la husada. Para ello, el primer paso, lo que se conoce como despuntado, consiste en desenrollar la cantidad de hilo enrollado sobre el huso, paso que realiza la selfactina al hacer girar los husos en sentido contrario al de las anteriores etapas. Finalmente, la operación llamada entrada del carro consiste en efectuar el plegado del hilo sobre la parte cónica del huso, con la ayuda del plegador. Un factor importante en la selfactina para lana cardada -la más común- en nuestra industria- es que la velocidad de los husos no es progresiva, como ocurre con las que se utilizan para el algodón, sino que se le comunica parcialmente con dos o tres impulsos. Algunas de las selfactinas más modernas todavía tienen los husos colocados en el banco fijo, siendo el carro el que lleva las bobinas de alimentación y el tren de estiraje. Eso sí, los mecanismos han sido automatizados de forma eléctrica o electrónica.

La selfactina es una máquina intermitente al tener dos fases: la de torsión-estiraje y la de plegado. Es por este motivo que se pensó en la posibilidad de idear una máquina que pudiera realizar ambas operaciones a la vez. Así nació la continua de anillos, la cual empezó a utilizarse en 1860 en Estados Unidos, y ha conseguido desplazar casi por completo la selfactina, sobre todo en su versión más moderna (open end)

En la continua de anillos los husos están fijos sobre una regla y sometidos a un movimiento de rotación. Cada huso tiene una bobina y un anillo con un cursor que guarda el hilo, sometido a un movimiento alternativo vertical. Al pasar la mecha por el tren de estiraje (de gran estiraje, más bien) se consigue hacer mucho más fina la

mecha. Luego, con la salida del tren hasta el cursor se le proporciona la torsión. Finalmente, el hilo se pliega en la bobina gracias al movimiento de rotación del huso y al movimiento alternativo del cursor. Como explica David Gutiérrez, la hilatura de la lana regenerada con continua de anillos era muy difícil por la falta de torsión de las mechas procedentes de las cardas. Es por ello que se necesitó la utilización de un tren de estiraje especial para dotar de una adecuada torsión a la mecha y obtener un hilo delgado y resistente (Figura 1.4). Aunque muchas de estas máquinas siguen en vigor, cada vez más van cediendo paso a las nuevas y más actuales formas de hilado [4].



**Figura 1.4 Selfactina fabricada por Platt Brothers Co. (1892)**

### 1.3 Telar

El telar es una máquina para tejer, construido con madera o metal, y que puede ser artesanal o industrial. Los telares artesanales se clasifican en tres grandes familias: bastidores, verticales y horizontales. Los telares industriales se clasifican según el tipo de tejido que producen; hay planos, circulares, triaxiales.

Es una máquina que realiza la operación del tisaje, básica dentro del proceso textil, mediante el entrelazado de los hilos de la urdimbre con los de la trama para formar el tejido. Desde el telar manual, prácticamente todos los telares han seguido realizando idénticos movimientos, aunque con las lógicas transformaciones encaminadas a aumentar las dimensiones de los dibujos, adquirir mayores velocidades y obtener una mayor producción.

El mecanismo del telar manual es, básicamente, el siguiente: los hilos de la urdimbre (en dos series: pares e impares) están plegados y enrollados sobre un cilindro que recibe el nombre de plegador, situado en la parte de atrás. A la salida



del plegador, el hilo se encuentra con la llamada cruz (dos varillas que se introducen en los hilos para ordenarlos). Los lizos (especie de mallas, una por cada hilo de urdimbre) se mueven alternativamente de manera vertical, a fin de posibilitar la calada (primer efecto del tejido) [4]. Más adelante se encuentra situado el batán, destinado a sostener el peine a una altura conveniente y animada por un movimiento de vaivén. Su función es la de agrupar los hilos en una densidad determinada, a la vez que permite el paso de la lanzadera, cuyo interior lleva una canilla que contiene el hilo de trama. Ésta pasa por dentro de la calada, dejando tras ella un trozo de hilo de trama que recibe el nombre de pasada. Una vez que ya ha pasado la lanzadera, el batán avanza, cambia la calada y el peine bate la pasada, comprimiéndola con la pasada anterior y formando el tejido. Finalmente, éste, ya formado, se va enrollando, conducido por una guía sobre el cilindro plegador.

La estructura de los telares fue prácticamente la misma durante siglos, y los telares que funcionaban en el País Valenciano en el siglo XVIII (zonas de l'Alcoià-ComtatVall d'Albaida, Horta-Serranos-Alto Palancia y Alt Maestrat-Els Ports) fueron por regla general de 16 palmos valencianos por 8 de alto, si bien los que tejían el lino eran más grandes. En estos telares manuales, el maestro tejedor, sentado en un banco, movía con los pies los pedales que variaban la posición de los lizos, mientras que apretaba con el batán la pasada en el momento que la lanzadera iba de un extremo al otro empujada por dos operarios (en Alcoi, llançaires), situados uno a cada lado, y hacía girar los plegadores de hilo y tejido a medida que ésta iba avanzando [5].

Para este lento y complejo proceso se necesitaba abundante mano de obra. En 1785 E. Cartwright inició la transformación del telar manual en mecánico, el cual, si bien seguía siendo de madera al principio, no necesitaba la energía del hombre para su funcionamiento. Éste sólo había de intervenir para cambiar la urdimbre, sacar el tejido, cambiar las canillas y controlar su funcionamiento. Fue el punto de arranque para su mejora y, además, impulsó avances técnicos en la hilatura a fin de que ésta pudiera abastecer la mayor demanda de hilo. Los telares mecánicos no llegaron a fabricarse de fundición hasta la segunda década del siglo XIX, en que se emplearon en la industria del algodón, no adaptándose a la lana hasta 1860.

XIX de hierro, articulándose el batán en la parte inferior. Situados en la parte de atrás tiene dos ejes principales: el árbol de cigüeñas, que posibilita el movimiento de vaivén del batán, y el árbol de excéntricos, que abre el batán y regula los mecanismos que posibilitan una evolución completa cada dos pasadas, haciendo subir y bajar los lizos. Con este sistema, tan parecido al del telar manual, sólo se podían tejer dibujos sencillos, por lo que fue necesario acoplar a los telares mecánicos los llamados mecanismos de maquinillas para poder tejer dibujos de hasta 36 hilos de evolución especial. Para dibujos de mayores dimensiones ya se hizo imprescindible la utilización de la máquina Jacquard (o sus derivados Verdol, Vincenzi, etc.).

Esta máquina, inventada por Jacquard en 1801, y que se acopló a los telares, constaba de unas tiras de cartón sobre las que se marcaban los puntos que llevan





las agujas a la urdimbre, quedando intactos los puntos en que se quiere dejar la trama a la vista. De esta forma se podían reproducir dibujos de hasta 1.400 hilos de evolución especial. A principios del siglo XIX en el País Valenciano había unos 1.300 telares de seda y poco más de 2.000 de lana (concentrados en su mayor parte en el eje Alcoi-Ontinyent), es decir, sobre 3.300/3.400 telares manuales. En 1860-1870 el número de telares mecánicos era de 362, frente a los 460 de lino, 666 de lana y 1.300 de seda. El telar manual seguía siendo ampliamente utilizado. Así, en Alcoi, a mediados del siglo XIX, llegamos a contabilizar 350 telares manuales, ubicados en el interior de la población, en las propias casas de los maestros tejedores, que los tenían en pisos altos y buhardillas mayoritariamente, siendo poseedores por lo general de un solo telar.

Únicamente conocemos la excepción de la casa del tejedor, en la calle San Miguel, donde se censaban seis telares. En 1863 entraron en Alcoi los dos primeros telares mecánicos, importados de Bélgica, no produciéndose su introducción masiva hasta finales de siglo, llegándose a contabilizar a principios del siglo XX más de 200. Los telares manuales habían descendido ya a 126. En total, en el País Valenciano habían, en 1904, 870 telares mecánicos de lana y estambre, de los que 460 se concentraban en la provincia de Alicante, especialmente en las comarcas de L'Alcoià y el Comtat, y también la Vall d'Albaida [5].

A lo largo del siglo se van introduciendo los diversos tipos de telares mecánicos, una de las máquinas más emblemáticas del textil. A partir de la década de los setenta empiezan a ser sustituidos por otros en los que la propulsión del hilo de la trama se realiza por métodos que han eliminado por completo la lanzadera, y en los que se obtienen rendimientos muy superiores a los convencionales, aunque en la zona de Alcoi todavía perviven algunos telares manuales que forman parte de la industria sumergida (drapaires que trabajan para otras empresas).

El telar mecánico presenta un serio problema cuando se trata de trabajar con una trama gruesa, ya que entonces la canilla de la lanzadera se acaba rápidamente, teniéndola que sustituir el tejedor, para lo que hay que parar el telar. Esto se soluciona con el telar automático, que cambia él solo la canilla (aunque también hay telares automáticos que cambian la lanzadera con una breve parada). Los telares sin lanzadera son más modernos y mucho menos ruidosos. En ellos se utilizan diversos métodos para el paso del hilo de trama a través de la calada sin tener que pasar por la lanzadera, con lo que se consiguen aberturas de caladas inferiores. Los procedimientos más utilizados son los que se sirven de pequeños proyectiles con una pinza (Sulzer), de bandas metálicas flexibles con pinzas (Ballbé, Dornier, Crompton & Knowles), de lanzas rígidas con pinzas (Iwer, Draper, Güsken, Jumberca, Roscher, SACM), de toberas con aire comprimido (Draper, Elitex) o de toberas con agua a presión (Elier, Prince). Con estos procedimientos se consigue mayor velocidad y, consiguientemente, una mayor producción.

Hay que señalar también tipos de telares según el producto para el que están destinados: 1. Telares para terciopelos: por trama (que tienen, además de la trama normal, otra cuyas bastas se cortan y forman el pelo) o por urdimbre (en los que una

segunda urdimbre se corta y forma el pelo). Telares para tapices y alfombras: para tejer las alfombras de nudos o bordar tapices, ya que éstos, más que en un telar, se confeccionan con bastidores; 3. Telares para género de punto: rectilíneos (las agujas están dispuestas en líneas rectas; hay que distinguir entre los telares para calcetería y tricotosas) y circulares -franceses e ingleses-, en los que las agujas van montadas sobre un cilindro (de manera vertical, horizontal o de ambas formas) y se mueven de forma circular, produciendo un tejido tubular de diámetros que varían entre los 12 a 35 cm. (prendas infantiles), 30 a 50 cm. (prendas interiores) y hasta 75 cm. (toda clase de prendas). Se observa una muestra en la Figura 1.5 [5].



Figura 1.5 Telar de tejido

### 1.3.1 Telares artesanales

Los bastidores son todos aquellos marcos de madera cuadrados, rectangulares, triangulares y hexagonales, con medida menor a 50 x 70 cm, para hacer tejidos planos -no elásticos. Los bastidores circulares y el llamado erróneamente "Maya" -en realidad "de malla"- son para hacer tejido de punto -elástico [6]. Los verticales son rectángulos de madera, que se sostienen verticalmente sobre una base y que a veces tienen una tabla, a manera de asiento, adicionada a sus vigas verticales. Se utilizan principalmente para fabricar tapices, tapetes y cojines en tejido anudado.



Figura 1.6 Telar artesanal

### 1.3.2 Telares industriales

Los telares industriales planos tejen telas con base en los tres ligamentos básicos: tafetán, sarga y raso (Figura 1.7). Los Jacquard y de maquinilla tejen telas con diseños intrincados y se sirven de un cartón picado con el diseño a tejer. Los circulares tejen tejido de punto, por urdimbre y por trama. Los triaxiales tejen una combinación de tres urdimbres, como el tejido manual de las mecedoras. Los Raschel tejen encajes y gasas, entrelazando los hilos de una manera diferente a plano o de punto [6].



Figura 1.7 Telar industrial

### 1.3.3 Telar de Jacquard

El telar de Jacquard es un telar mecánico inventado por Joseph Marie Jacquard en 1801. El artilugio utilizaba tarjetas perforadas para conseguir tejer patrones en la tela, permitiendo que hasta los usuarios más inexpertos pudieran elaborar complejos diseños. La invención se basaba en los instrumentos que anteriormente diseñaron Basile Bouchon (1725), Jean Falcon (1728) y Jacques Vaucanson (1740), todos ellos de nacionalidad francesa.

Aunque siempre se ha denominado telar de Jacquard, el telar en sí es la máquina inferior que intersecciona los hilos para producir la tela, mientras que lo que verdaderamente inventó Jacquard es la máquina que produce el movimiento independiente de los hilos de urdimbre para conseguir el dibujo solicitado a través de las armaduras o ligamentos insertados en las diferentes zonas del tejido.

Cada tarjeta perforada correspondía a una línea del diseño, y su colocación junto con otras tarjetas determinaba el patrón (ligamento/armadura) con el que el telar tejería. Cada agujero de la tarjeta correspondía con un gancho "Bolos", que tenía dos posiciones, pudiendo estar arriba o abajo. De esta manera, dependiendo de qué

posición tuviera, el arnés (montura) que lleva y guía la urdimbre haría que la trama se desplazara hacia arriba o hacia abajo. De esta manera, la secuencia de subidas y bajadas del hilo termina por crear un patrón (ligamento/armura) sobre el tejido. Los ganchos o pestañas podían ser conectados a través del arnés con un determinado número de hilos, permitiendo que el patrón (camino) se repitiera más de una vez [6].

Un telar con 400 ganchos podía tener conectados hasta cuatro hilos por gancho, produciendo así una tela con una anchura de 1600 hilos, y con un patrón compuesto por la combinación de las repeticiones de cuatro bandas, como se muestra en la Figura 1.8.



Figura 1.8 Telar de Jacquard

## 1.4 Evolución

Las primeras máquinas desarrolladas a partir de su invento, denominadas Vincenzi, utilizaban propio cartón perforado para el movimiento directo de las agujas que hacían subir y bajar los hilos, lo cual implicaba una movilidad limitada en el tiempo. Más tarde apareció el tipo “Verdol”, en el que el cartón pasaba a ser papel continuo con un mecanismo transversal que duplicaba la velocidad de la máquina. Actualmente el papel perforado ha sido sustituido por señales electrónicas que hacen reaccionar unos electroimanes que activan o desactivan el movimiento de las arcadas de la montura que mueve los hilos triplicando la velocidad de las máquinas anteriores.

En el apartado de velocidades, como ejemplo sobre telares mecánico-electrónicos podremos observar que mientras un telar años 1960 Vincenzi giraba a unas 70 rpm, las Verdol de los años 80 giraban a 200 y actualmente las electrónicas pueden girar a más de 600 rpm [7].



## 1.5 Telares modernos

### 1. Sistemas para hilados diversificados

Las máquinas de hilar por anillos y las máquinas tipo ComforSpin, de Rieter, asientan normas para hilados de la más alta calidad y rentabilidad. Combinando estas características sobresalientes con sistemas innovadores tales como COM4@core, COM4@twin, COM4@light y VARIOspin, se asegura para el futuro la posibilidad de una producción diversificada de hilados.

### 2. COM4@core

Este es el sistema para hilados con alma (core) de Rieter – adaptable a máquinas de hilar a anillos así como a máquinas ComforSpin – que permite producir hilados con alma, tanto elásticos como no elásticos.

En el campo de los hilados elásticos la aplicación clásica de estos hilos está en los ramos de corsetería, ropa de baño y medias, así como ropa deportiva. Cada vez más también se encuentran en la ropa exterior para damas y caballeros, así como ropa de recreo.

Con las posibilidades de hoy día, producir hilados muy finos, se puede aún extender aún más la paleta. En el campo no elástico, los hilados con alma se emplean ante todo para hilos de coser, tejidos caseros e industriales. Se emplean de preferencia poliéster, poliamidas o materias especiales, tales como Kevlar o fibras de plata. Figura 1.9.



Figura 1.9 Hiladora tipo core

### 3. COM4@twin

El principio de producir con dos mechas en el triángulo de hilatura un hilo retorcido no es nuevo y se ha tratado de realizarlo a menudo. Rieter ahora ha desarrollado las partes tecnológicas necesarias especialmente para las máquinas Comfor Spin. Todo está perfectamente coordinado.

Hilos torcidos durante la hilatura son económicamente interesantes puesto que se puede prescindir de la máquina de retorcer. Los hilos tienen una resistencia alta, poca vellosidad y son brillantes. Los hilados COM4@twin se emplean mayormente para camisas y ropa interior de alta calidad [7]. En la Figura 1.10 se muestra el sistema para la producción de hilados en una máquina Rieter de alta velocidad y calidad.



Figura 1.10 COM4@twin

#### 4. VARIOspin

El sistema VARIOspin de Rieter permite la producción de hilados con efectos slub (gata), multi-título, multi-torsión y multi-efectos. Gracias a la opción de poder integrar el dispositivo para hilos de fantasía directamente en la máquina, estos hilos de moda pueden ser producidos de modo rentable en las máquinas de hilar por anillos y en las máquinas ComforSpin.

El sistema de datos VARIOspin, ha instalado en una calculadora usual, permite la programación “offline” (fuera de línea, o sea no conectado online), así como la simulación de las más diversas características del hilado. Esto representa una ayuda valiosa para los clientes, para tomar decisiones [7].

#### 5. Carda C 6

Entre las muestras de Rieter se incluirán: la carda C 60 con desarrollos adicionales; la nueva peinadora de alto rendimiento E 76; la nueva máquina de hilatura compacta K45, que puede hilar hasta 6 hilados diferentes, tales como por ejemplo COM4@vario, COM4@twin, COM4@core, COM4@light, equipada con el sistema de vigilancia de los husos individuales ISM y el sistema de transporte de las bobinas de mecha SERVOrail; la máquina de hilar a rotores R 40 con AEROpiecing®; un modelo de la máquina de hilar a rotores BT 923, y el sistema de registro de datos SPIDERweb [7].



## 6. Innovaciones para la hilatura de fibras corta

El concepto que muestra nuevos caminos para el futuro de la carda C 60 permite la fabricación económica óptima de hilados con el mínimo de espacio ocupado y el más bajo consumo de energía por kg de cinta.

Las características sobresalientes de esta máquina son la alta producción de hasta 240 kg/h y la nunca igualada flexibilidad en el campo de aplicación, o sea para todos los tipos de algodón, fibras químicas, micro fibras o fibras regeneradas [7].

## 7. Manuar RSB-D 49

El manuar auto regulador RSB-D 40 ofrece un aumento de rendimiento de hasta 1.100 m/min y al mismo tiempo el mejoramiento de la calidad de la cinta y del hilado, así como funciones comprobadas para facilitar la operación y el ajuste de la máquina. El nuevo manuar SB 20 trabaja con una velocidad de hasta 1.000 m/min y es el único manuar de doble cabeza para tamaños de botes de 1000 mm.

El nuevo manuar de una cabeza SB-D 11 permite velocidades de entrega de hasta 1100 m/min con excelente calidad de la cinta. La máquina de preparación para el peinado de alto rendimiento OMEGAlap E 35 está adaptada a la producción de la nueva generación de peñadoras E 66/E 76.

Rieter presentó además innovaciones en la hilatura a anillos y la hilatura compacta. Hilados de fantasía, hilados hilar/retorcer, así como hilados a anillos con alma pueden producirse en las nuevas hiladoras a anillos G 35 y para hilatura compacta K 45, disponibles con una longitud de hasta 1.632 husos. Es difícil que el hilar a anillos se vuelva aún más flexible, puesto que con Rieter se puede hasta combinar la producción de hilos de fantasía y con alma.

Con la máquina de hilar a rotores R 40 se consigue ahora una mayor productividad con consumo de energía reducido, con 500 cajas de hilatura y velocidades de entrega hasta 270 m/min con 240 cajas de hilatura se alcanzan hasta 350 m/min. La nueva tecnología AEROpiecing®, integrada en el robot de la R 40, posibilita la producción de hilados a rotores ComfoRo® con empalmes invisibles.

Con base a este conocimiento sobre los telares, se procedió a analizar a fondo el telar "SAURER" del laboratorio de tejido, desde sus componentes hasta su forma de operar, como se muestra y describe en el capítulo dos.



# Capítulo II

## Marco teórico

Como parte del análisis de las mejoras realizables al laboratorio de la Escuela Superior de ingeniería Textil, se encontró un telar tipo Jacquard tejedor de tela ubicado en el laboratorio de tejido, el cual se encuentra en condiciones no favorables del sistema eléctrico y es de suma importancia para las prácticas escolares del laboratorio. Por lo cual se decidió hacer que funcionara y mejorar con ingeniería en control su estado actual.



## 2.1 Análisis del telar

El telar es una máquina tejedora de hilo la cual se encontró en malas condiciones eléctricas y no arrancaba, además de contar con fusibles sobre puestos con un puente de cobre Figura 2.1.

La máquina al arrancarla emite un sonido que proviene de la caja control, se le hicieron pruebas a los contactos y funcionaban correctamente.

A partir de observar las condiciones de telar, las funciones que realizaba y no realizaba se llevó a cabo una descripción para poder brindar propuestas que ayudarán a poner en marcha.



Figura 2.1 Telar hilador tipo Jacquard

## 2.2 Descripción del telar

Para poder llegar a una propuesta para la rehabilitación y puesta en marcha del telar fue necesario hacer un análisis a partir de la descripción de las partes que la componen, para realizarla se tomaron fotografías de las partes de la máquina hiladora y se observó el estado en que se encontraban.

### 1. Descripción técnica

Tipo de telar: Automático

País: Suiza

Mecanismo de intersección de trama: Pinzas

Formación de calada: Maquinilla  
Mecanismo de picada: Espada  
Tipo de urdimbre: Eléctrico  
Tipo de trama: Eléctrico  
Ancho de peine: 1.66 m

El telar tiene una longitud de 2.35 m de ancho por 3.25 m de largo y una altura de 2.80 , consta de la parte superior de un control por tarjetas perforada donde se realiza el dibujo de la parte a tejer, en la parte trasera se encuentra el julio donde se pone un rollo de hilo urdido para poder pasar el hilo a través de los ojales, en la parte delantera se encuentran los botones de paro y arranque, de la pinzas de inserción de la trama y el plegador donde la tela se va enrollando para pasarlo a el área de acabados Figura 2.2.



Figura 2.2 Vista trasera del telar

## 2.3 Partes fundamentales del telar

- Peine

Una peinadora tiene al menos 6 cabezas de peinado u 8. Figura 2.3  
La mitad de las cabezas, salen para unirse en una cinta y la otra mitad.  
Tomando una cabeza (son todas iguales y trabajan al mismo tiempo) tienen:  
-Cilindros de alimentación de napa o manta  
-Cilindro introductor (apenas una porción de unos 40 a 50 mm) por ciclo  
-Peine circular o curvilíneo con 12-14 barretas de peine o segmentos.



Figura 2.3 Peine del telar

### Funcionamiento:

Los cilindros introductores entran una porción de rollo o manta (40-50 mm). Pasa el peine circular, peinando las cabezas de las fibras. Las x cortitas o cruzadas, las retira.

Entonces, baja el peine rectilíneo en ese momento, los cilindros extractores o arrancadores, han girado hacia atrás, para que el ciclo de peinado anterior se junta al actual-Entonces, cambian extrayendo el material peinado.

Como el peine rectilíneo ha descendido, al retirar el material, se peinan las "colas de las fibras". Ahora, este material empalmado, para por el condensador transformándose en una "cinta" que se juntará a otras 2 o 3, para formar un agrupamiento de 3-4 cintas. Este grupo de cintas se estira aprox.3-4 veces y se enrolla en un tacho. El material sale de la peinadora para ir a algún "manuar".

Mientras, el desperdicio que quedó en los peines de cilindro, son retirados por el cepillo y por aspiración, forman una "manta" de Blousse. Sale por la parte trasera de la máquina. Una peinadora trabaja a unos 260-280 ciclos por minuto actualmente [2].

- **Tren de estiro**

El tren de estiro mostrado en la Figura 2.4 consiste en una serie de rodillos colocados sucesivamente de forma que el primero y el último existe un aumento de velocidad, en una relación igual a la que se requiera que estiren los hilos.

Para facilitar esta operación la mayor parte de rodillos van calefactados y además entre los primeros y el primer trío de rodillos existen unas placas eléctricas con la misma finalidad, facilitar la operación de estirado de los hilos.

Entre el primer trío de rodillos y el segundo, igualmente calefactados, se sitúa una segunda placa calefactora eléctrica, cuya misión consiste en fijar la relajación de los hilos, relajación que se consigue disminuyendo la velocidad del segundo trío de rodillos con respecto al primero, en el valor deseado. Figura 2.4 [3].

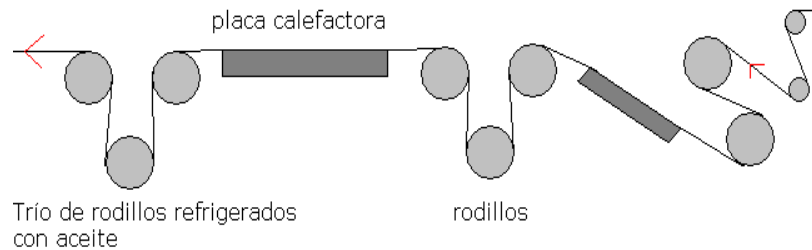


Figura 2.4 Tren de estiro

- **Cabezal de recogida**

Soporta el plegador donde se arrollan los hilos en paralelo hasta su completo llenado. En este tipo de proceso, el último trío de rodillos debe tener una temperatura aproximada de 40 °C. Dado que previamente los hilos pasan por una placa calefactora cuya temperatura llega a los 120 °C, por efecto de la transmisión de calor de la placa al hilo, no se consigue en el último trío este valor, sino temperaturas superiores, motivo por el cual se necesita disipar el calor aportado mediante el sistema de refrigeración del aceite que calefacciona a dichos rodillos.

- **Carrete**

Cilindro generalmente con el eje hueco en el que se enrollan hilos. Un carrete en una máquina urdidora es la parte final del proceso donde se unen todos los hilos una vez tensados hasta formar un rollo de hilo uniformemente lleno sin bordes como se observa en la Figura 2.5, ya que si se llega a tener algún borde el hilo no podrá servir para los procesos siguientes.



Figura 2.5 Carretes

- **La Mechera**

La mechera consta de:

Un tren de estiraje compuesto por tres cilindros inferiores (el del medio, con una placa y un manguito inferior) y un brazo pendular arriba, que tiene un cilindro de presión de entrada, una "jaula" al medio y un cilindro de presión a la salida [2].





La cinta del manual, ingresa al tren de estiraje y pasa con diferencia de velocidad entre entrada y salida, de aprox. 10-16 veces. (Estiraje). El par de manguitos al medio, sirve para controlar las fibras, en ese estiraje principal o fina, para que no se produzcan grandes movimientos de fibras, descontrolados.

A la salida del tren de estiraje, esa cintita, recibe una pequeña torsión, por medio del giro de una aleta. El material, entra al centro de la aleta y pasando por un canal hueco en uno de los laterales, termina arrollándose sobre un tubo plástico.

Mientras, todas las aletas de la máquina, van montadas en un "carro" que lentamente sube y baja, para que las espiras, se arrollen una al lado de la otra.

A ser todos movimientos rígidos y el arrollamiento ser creciente (de menor diámetro a mayor) es necesario un sistema de variador, que disminuya lentamente el giro de los tubos, porque si no, al ser diámetro creciente, se incrementaría enormemente la tensión, hasta cortarse.

Al llegar al diámetro máximo de material arrollado, se para la máquina, debiendo sacarse todas las bobinas, retroceder el mecanismo de tensión y comenzar con una nueva tanda de tubos vacío [2].

## 2.4 Descripción eléctrica del telar

El sistema eléctrico está compuesto por:

- **Motor jaula de ardilla**

Un rotor de jaula de ardilla es la parte que rota usada comúnmente en un motor de inducción de corriente alterna". En su forma instalada, es un cilindro montado en un eje. Internamente contiene barras conductoras longitudinales de aluminio o de cobre con surcos y conectados juntos en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos que forman la jaula. El nombre se deriva de la semejanza entre esta jaula de anillos y barras y la rueda de un hámster (ruedas probablemente similares existen para las ardillas domésticas).

Los devanados inductores en el estator de un motor de inducción instan al campo magnético a rotar alrededor del rotor. El movimiento relativo entre este campo y la rotación del rotor induce corriente eléctrica, un flujo en las barras conductoras. Alternadamente estas corrientes que fluyen longitudinalmente en los conductores reaccionan con el campo magnético del motor produciendo una fuerza que actúa tangente al rotor, dando por resultado un esfuerzo de torsión para dar vuelta al eje. En efecto, el rotor se lleva alrededor el campo magnético, pero en un índice levemente más lento de la rotación. La diferencia en velocidad se llama "deslizamiento" y aumenta con la carga [8].

El motor se encuentra en la parte debajo del tren de estiro y los hilos en relajación, el motor mueve un brazo de la espada que realiza la trama como se muestra en la Figura 2.6



Figura 2.6 Motor del telar

- **Transformador**

Se denomina transformador a un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal (esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida. Las máquinas reales presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño y tamaño, entre otros factores.

El transformador es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, basándose en el fenómeno de la inducción electromagnética.

Está constituido por dos o más bobinas de material conductor, devanadas sobre un núcleo cerrado de material ferromagnético, pero aisladas entre sí eléctricamente. La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo.

El núcleo, generalmente, es fabricado bien sea de hierro o de láminas apiladas de acero eléctrico, aleación apropiada para optimizar el flujo magnético. Las bobinas o devanados se denominan primarios y secundarios según correspondan a la entrada o salida del sistema en cuestión, respectivamente.

También existen transformadores con más devanados; en este caso, puede existir un devanado "terciario", de menor tensión que el secundario

El transformador se encuentra en la parte del tablero eléctrico de la máquina ubicado a lado derecho en la parte baja de la máquina como se muestra en la Figura 2.7.



Figura 2.7 Transformador del telar hilador

- **Arrancadores Magnéticos**

Su función principal es controlar un motor eléctrico en arranque como en parada del motor así como su protección del mismo como del operador de la maquinaria, sus partes principales son contactos (M) de fuerza, contacto auxiliar (M) de retención, bobina del arrancador como se muestran la figura 2.8 [8].

- **Las protecciones térmicas (bimetálicas)**

Las protecciones se adhieren al arrancador magnético estas no vienen con el arrancador se tienen que adquirir aparte. Es decir el arrancador es un interruptor que por medio de su bobina cierra los contactos (M). Cuando la energía circula por la bobina eléctrica posee un núcleo de hierro que este se magnetiza y en los contactos (M) también tiene un núcleo de hierro logrando la atracción por medio de electromagnetismo y cerrando uniendo los contactos (M) para así dejar pasar la energía eléctrica por sus contactos (M) logrando la activación del motor eléctrico.

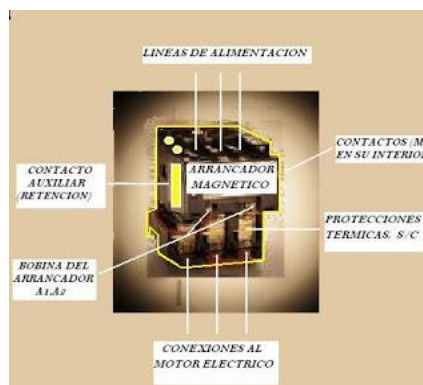


Figura 2.8 Partes de un arrancador magnético

Es por eso de una gran aplicación porque podemos tener una bobina del arrancador de 24 Vac y con este pequeño voltaje aplicado en la bobina podemos controlar motores eléctricos de gran capacidad en HP Caballos de Potencia (Horse Power).

Es por eso que es el circuito de control, relacionándolo con la bobina del arrancador y el circuito de fuerza las líneas de alto voltaje que se le aplican al motor eléctrico, logran hacer funcionar el motor eléctrico controlando su operación y funcionamiento del mismo como seguridad del operador.

- **Protecciones de Sobrecarga**

Se utilizan para proteger al motor de una sobrecarga, esta sobrecarga puede ser por forzar el motor a trabajos que no son de su potencia, una caída de tensión, un falso contacto en las terminales del motor, una mala operación de la maquinaria, etc. Se utilizan las protecciones para proteger al motor eléctrico y personal de operación Figura 2.9.



Figura 2.9 Protección de Sobrecarga

- **Funcionamiento**

Cuando existe una sobrecarga en el motor eléctrico se eleva la temperatura entre las terminales del motor (cableado), logrando así la dilatación de las protecciones de sobrecarga abriendo o cerrando el contacto de sobrecarga de la protección, deshabilitando al motor eléctrico. Estas protecciones son bimetálicas y actúan por el calor y magnetismo.

Estas protecciones de sobrecarga se adhieren al contactor ya que este activa al motor eléctrico y el contacto NC. De las protecciones térmicas se conecta en serie a la bobina del contactor para lograr el funcionamiento y lograr desactivar al motor en dado caso de que exista una sobrecarga.

- **Botón Pulsador**

Un botón o pulsador es un dispositivo utilizado para activar alguna función. Los botones son de diversa forma y tamaño y se encuentran en todo tipo de





dispositivos, aunque principalmente en aparatos eléctricos o electrónicos. Los botones son por lo general activados al ser pulsados, normalmente con un dedo. Corriente mientras es accionado. Cuando ya no se actúa sobre él vuelve a su posición de reposo.

Puede ser el contacto normalmente cerrado en reposo NC (normalmente cerrado), o con el contacto normalmente abierto NA (normalmente abierto).

- **Descripción**

Consta del botón pulsador; una lámina conductora que establece contacto con los dos terminales al oprimir el botón, y un muelle que hace recobrar a la lámina su posición primitiva al cesar la presión sobre el botón pulsador.

- **Funcionamiento**

El botón de un dispositivo electrónico funciona por lo general como un interruptor eléctrico, es decir en su interior tiene dos contactos, al ser pulsado uno, se activará la función inversa de la que en ese momento este realizando, si es un dispositivo NA (normalmente abierto) será cerrado, si es un dispositivo NC (normalmente cerrado) será abierto.

- **Colores**

Los botones utilizan a menudo un código de colores para asociarlos con su función de manera que el operador no vaya a pulsar el botón equivocado por error. Los colores comúnmente utilizados son: el color rojo para detener la máquina o proceso, y el verde para arrancar la máquina o proceso.

- **Fusibles**

El fusible es un elemento de protección contra las sobrecargas que dependiendo del tipo de curva que éste posea protegerá contra sobrecargas y cortocircuitos o solamente contra cortocircuitos. El principio del fusible está basado en que al ser construido mediante una aleación metálica al circular una corriente elevada o sobrecarga que exceda el valor predeterminado del fusible se funde interrumpiendo el circuito protegiéndolo aguas abajo del mismo.

Antiguamente se construían con hilos de plomo (u otros materiales) al aire para después ir alojados en el interior de unos portafusibles, en este tipo de fusibles al fundirse el plomo como consecuencia de un cortocircuito el plomo fundido saltaba y provocaba otras averías, también se realizaban con otros hilos o hilos de plomo de mayor intensidad para evitar que saltasen y de nuevo provocaban averías más graves como puede ser un incendio.

Actualmente los hilos o pletinas de los fusibles están contruidos con cobre o aleación de plata (o por ejemplo Cu, Mn<sub>12</sub>, Ni) encerrados en un cartucho cilíndrico

cerámico relleno de arena de cuarzo (aunque pueden constituir varios hilos o pletinas en paralelo), se construyen así porque al fundir el hilo del fusible se crea un arco que es absorbido por la arena de cuarzo y además evita la dispersión del hilo fundido al exterior, a este tipo de fusibles se les llama cartuchos fusibles. Figura 2.10. [6]



Figura 2.9 Cartuchos fusibles cilíndricos

Existen muchos tipos de fusibles sus características variarán en función de qué protejan; cables, motores, semiconductores, etc.

## 2.5 Análisis de la problemática del telar

Para poder realizar el estudio del telar es necesario analizar un poco como es que funciona el proceso de hilado de la máquina. La Figura 2.11 muestra las partes principales para el funcionamiento de un telar de una manera gráfica y práctica.

En este telar el proceso de hilar era inconstante debido a una falla en el proceso de urdido, este era causado por un desperfecto en la alimentación de los arrancadores que controlaban las espadas, debido a que se encontraba (el arrancador) con un cortocircuito, lo que ocasionaba que existieran estos fallos (no arranca el motor y se escuchaba un ligero zumbido) en el sistema que lo alimenta.

Al contar con un mal mantenimiento realizado por el área de mantenimiento de Ingeniería Textil, contaba con algunos ajustes que realizarle entre los cuales se encuentran:

- Fallas en fusibles constantemente (debido a que muchos de ellos eran solo un alambre dentro de un porta fusible).
- Áreas muy sucias tales como el tablero eléctrico (ya que se contaba con esta área llena de polvo y un poco de aceite).
- Cables eléctricos en mal estado (se encontraba desalineado y cruzado entre los distintos elementos).
- Push botón dañados (debido a la falta de algunos de ellos en el tablero eléctrico y la renovación de algunos de ellos).

El hilo ubicado en la Escuela Superior de Ingeniería Textil se encuentra en condiciones no favorables para una operación adecuada, ya que por el tiempo que

se tiene de almacenamiento cuenta con resequead y polvo haciendo que la propiedad de resistencia sea menor cuando es estirado por el tren de estiro y el julio, manualmente se humedece el hilo con un atomizador manual, el hilo al adquirir humedad recupera las características como resistencia. En la figura 2.11 se observa donde se llevan a cabo los estiramientos de hilos que puede romperse.

Adicional a este inconveniente la maquina cuenta con un tiempo prolongado de uso y de antigüedad por lo cual decidimos como parte de un proyecto integral de renovación, colocar un sistema de atomizadores que humedezcan el hilo de esta manera conserva al máximo sus propiedades y beneficiar que el proceso del hilado se lleve a cabo de manera efectiva [2].

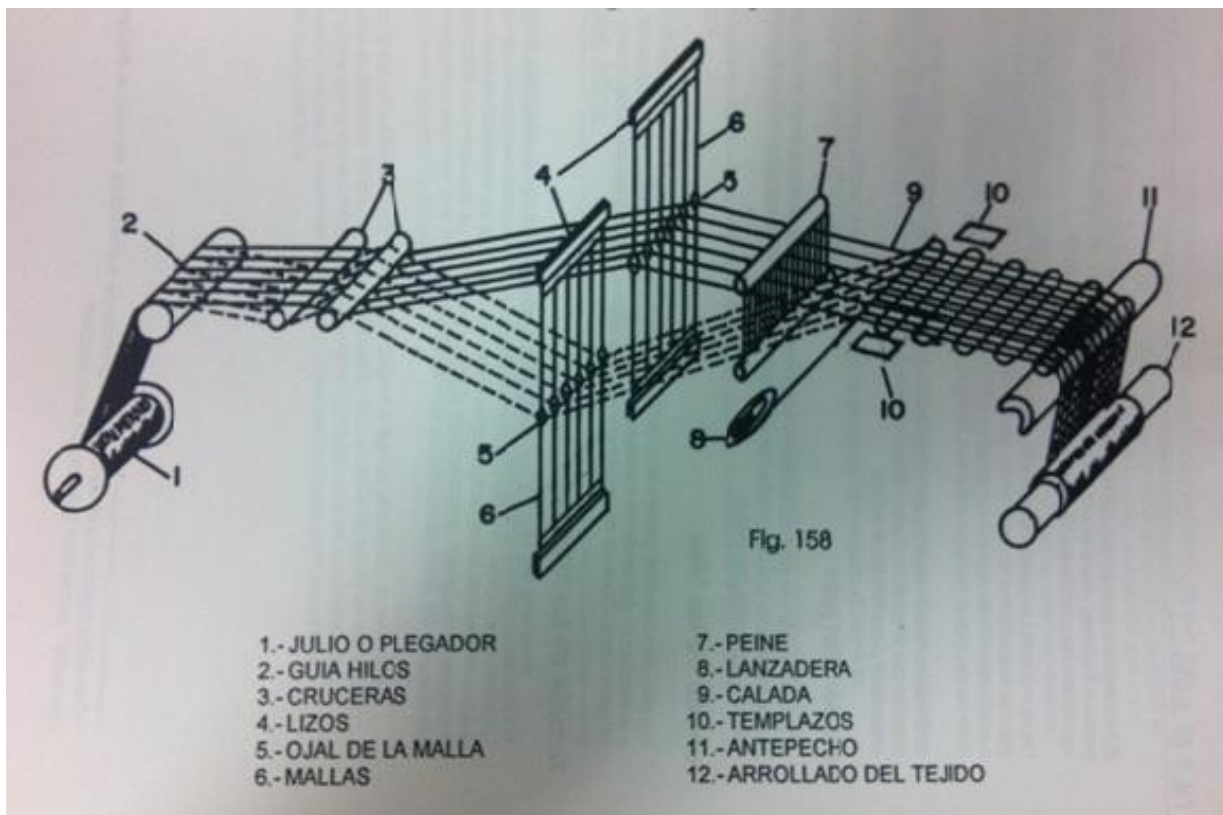


Figura 2.10 Diagrama de un telar.

La falta de humedad afecta directamente a la enseñanza escolar ya que al romperse un hilo se tiene que parar el proceso de tejido, el cual es afectado hasta uno o dos meses en lo que personal de servicio social pasa el tiempo requerido acomodando los hilos rotos.

## 2.6 Propuestas para el sistema de atomizadores

En el transcurso de la reparación de la maquina hiladora se percibió que los hilos de la máquina hiladora (y en general de todas las máquinas dentro del laboratorio de Ingeniería Textil) cuentan con cierta sensibilidad al romperse por el estiramiento que ejerce sobre ellos el telar. Durante el desarrollo del proyecto de



rehabilitación también se pudo observar que el proceso de la creación de hilo de algodón era sumamente cuidado, al momento de colocar el hilo en el carrete y que contaba con un sistema a de calderas que le suministraban vapor de agua.

Al preguntar a los ingenieros textiles el motivo por el cual ese proceso en particular contaba con este sistema de calderas nos comentaron que el hilo con un grado de humedad, es más resistente a los procesos de hilado. Motivo por el cual se decidió investigar sobre el procesos que ayudarán a humedecer el hilo sin que el agua que fuera suministrada a los mismos fuera demasiada que se filtrara al piso, ya que no se cuenta con un sistema de recolección apropiado para recabarla o en algunos casos se cuenta con motores abajo del hilo que se pretende humedecer.

Para realizar nuestra propuesta de implementación llevamos a cabo el análisis de distintos métodos de atomizadores, además de analizar por qué se necesita humedecer el hilo al igual que el volumen de agua que es necesario para el proceso, para saber cuál es el que mejor se adapta a las necesidades de la máquina y del laboratorio textil. Entre los métodos que más se ajustan a las necesidades y condiciones del laboratorio están los siguientes:

## **2.7 Generalidades sobre la tecnología de las fibras**

Para que una sustancia se pueda utilizar en la fabricación de fibras sintéticas, debe satisfacer los siguientes requisitos:

Debe estar constituida, ya sea por macromoléculas naturales con estructuras de cadena, o por macromoléculas producidas sintéticamente. Debe poder transformarse en líquido viscoso o en pasta fundida hilable. A la pregunta de cómo se pueden producir las fibras sintéticas responde fundamentalmente el gusano de seda. El gusano de seda acumula en sus glándulas un líquido que expulsa a través de finos orificios. Los corros de líquido que salen por los orificios se endurecen en el aire, transformándose en hilos de seda.

Este proceso es el modelo para cualquier producción de fibras sintéticas. Las sustancias que se deben transformar en fibras sintéticas deben llevarse al estado líquido viscoso. Este líquido salea presión por finos orificios; los chorros de líquido se deben endurecer.

El paso de las materias primas sólidas al estado líquido se puede lograr, ya sea mediante su disolución en un solvente apropiado, o por fusión. En el primer caso se trata de una solución hilable, y en el último, de un fundido hilable. El endurecimiento de los corros de líquido que salen de las espreas depende de la composición del mismo; tal endurecimiento se puede realizar al aire frío o caliente, por evaporación del solvente (proceso de hilado en seco). En el proceso de hilado húmedo el solvente se extrae de la masa de hilado mediante un baño de precipitación en donde el polímero se coagula, con formación de dobleces. A

continuación veremos las clases de hilaturas que se pueden aplicar a las fibras manufacturadas. En la Figura 2.12 se muestra un ejemplo.

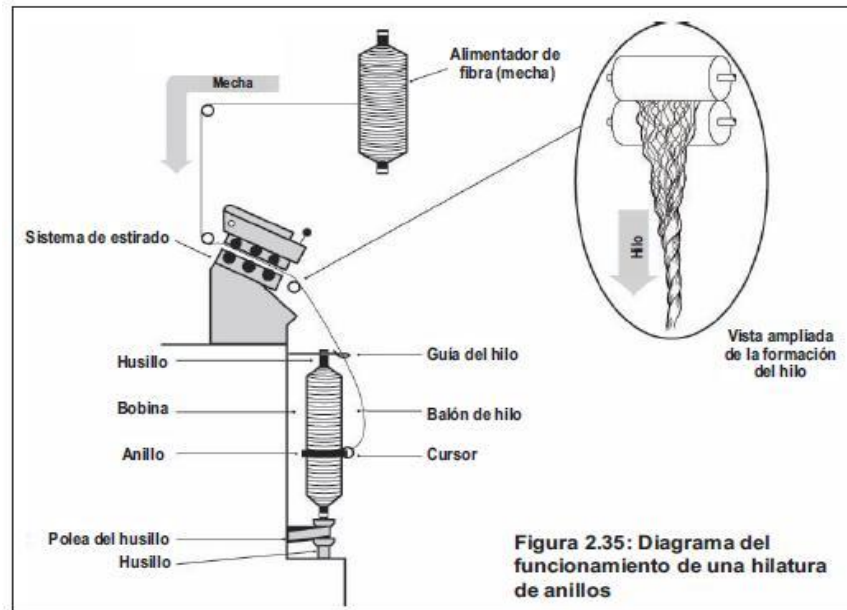


Figura 2 11 Diagrama del funcionamiento de una hilatura de anillos

## 2.8 Hilatura por fusión

En el proceso de hilado por fusión el nombre indica ya que el material se licua por fusión. Las denominaciones de proceso de hilado en seco y de hilado húmedo, se refieren sólo al tipo de endurecimiento de los chorros de líquido que salen de las espreas, no al proceso de obtención del líquido. En el proceso de hilado por fusión, la masa fundida, líquida y viscosa, se prensa a través de los orificios de la esprea y se solidifica durante el enfriamiento en la cámara de hilado. La gran ventaja de este proceso consiste en el hecho de que no hay necesidad de usar solventes caros, y en que después de la solidificación del hilo no es preciso someterlo a otros procesos para eliminar los restos del solvente en los filamentos. Todo esto representa una sensible economía de costos. Para el tratamiento, después del proceso por fusión, sólo son apropiadas las materias primas fundibles que, además, sean resistentes al calor y no se descompongan a la temperatura de fusión. Cuando se desea producir monofilamentos se utilizan espreas con sólo un orificio; para producir multifilamentos se usan espreas con muchos orificios (hasta mil). Los orificios de las espreas pueden tener formas diferentes, para producir filamentos de diversos cortes transversales [3].

## 2.9 Estirado

Los filamentos solidificados no se prestan aún para el tratamiento textil. Los tejidos hechos con ellos no se podrían usar. Las fibras, a pesar de tener una enorme flexibilidad, no poseen resistencia, puesto que las macromoléculas, en su mayoría,



están desordenadas en los filamentos y no rectificadas Figura 3.1. Se dice que el filamento se encuentra en estado amorfo (no ordenado y no cristalino). Así, es sumamente flexible, blando, débil, hinchable y fácilmente teñible, pero no posee la resistencia necesaria. Al pasar por la abertura de la hilera, la solución o la masa fundida recibe cierta ordenación de las macromoléculas. En el hilo se forman regiones con polímeros rectificadas, parcialmente paralelos y próximos; estas zonas se denominan regiones cristalinas Figura 2.13. En las regiones cristalinas las macromoléculas paralelas forman un gran número de puentes de hidrogeno.

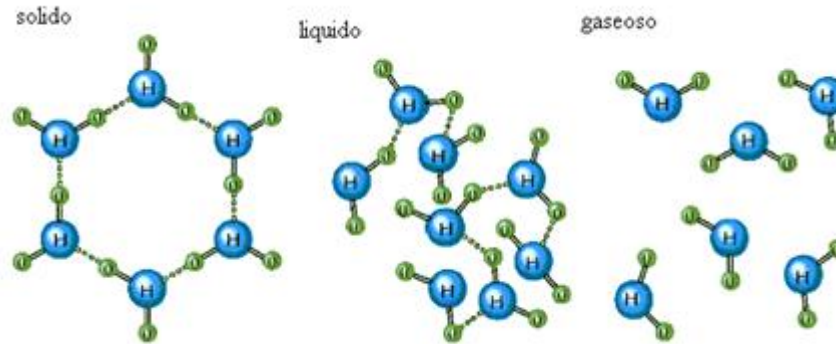


Figura 2.12 regiones cristalinas de las macromoléculas

Estos hacen que las macromoléculas sean menos móviles entre sí; por ende, al aumentar el número de regiones cristalinas el filamento pierde flexibilidad; pero, como compensación, aumentan su resistencia y su elasticidad. Después de salir de las hileras, los chorros de líquido se solidifican en filamentos [3].

En esta parte del proceso los filamentos tienen todavía una baja resistencia, puesto que el número de regiones cristalinas es relativamente pequeño. Mediante el estiramiento de los filamentos (estiramiento en sentido longitudinal), un gran número de macromoléculas queda en posición paralela a la dirección del hilo; se orientan sus cadenas moleculares aumentándose sus regiones cristalinas véase figura 3.2 y, por ende, la rigidez y la resistencia del filamento. Mediante el grado de estiramiento se puede calcular con precisión la resistencia, la elasticidad o la flexibilidad que debe tener un filamento químico. Por ejemplo, en virtud de un estiramiento correcto es posible alcanzar un grado elevado de resistencia.

El proceso de estiramiento se puede realizar estando el filamento frío, o caliente (estirado en frío y caliente respectivamente). En el estiramiento, debido a la imposición violenta de un nuevo agrupamiento, se crean tensiones entre las cadenas de moléculas. Con esto concluye el proceso de la producción de fibras sintéticas. Los puentes de hidrógeno que enlazan a las diversas cadenas de moléculas provocan determinadas tensiones que le dan al filamento cierta estabilidad dimensional.

Esta estabilidad también se puede controlar, por ejemplo, mediante la fijación térmica.

- **Ejemplos de atomización**

Los conjuntos de proyección se componen de una boquilla de líquido y una de aire que determinan los diferentes caudales y formas de chorro según se indica en las tablas siguientes. Cada conjunto de proyección puede ser montada indistintamente sobre los atomizadores clásicos o automáticos:

- **Bajo presión**

El líquido debe ser enviado a los atomizadores bajo presión. Figura 2.14.

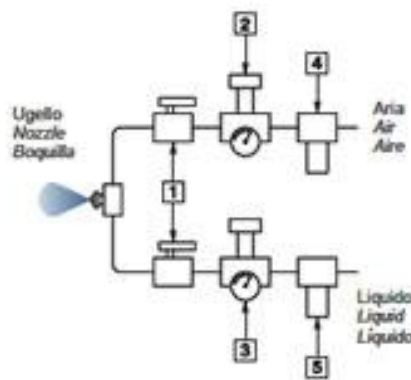


Figura 2 13 Funcionamiento de un atomizador bajo presión

- **Por sifón**

El poder del líquido explota el sentido “Venturi” que se crea en la cámara, entre la boquilla de aire y del líquido, como se muestra en la figura 2.15.

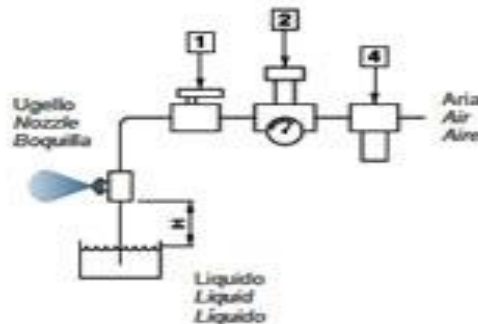


Figura 2 14 Funcionamiento de un atomizador por sifón

## 1. Por gravedad

El líquido llega por efecto de la gravedad. Figura 2.16

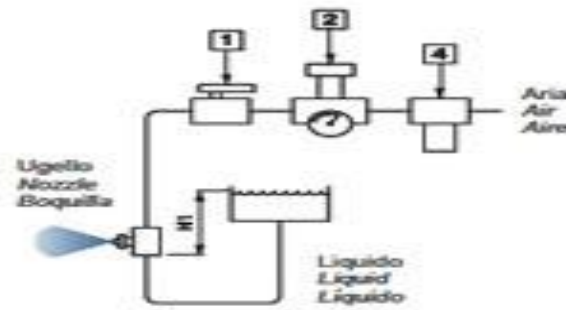


Figura 2.15 Funcionamiento de un atomizador por gravedad

1 Válvula - 2 Regulador de presión de aire con manómetro - 3 Regulador de presión de líquido con manómetro - 4 Filtro de aire - 5 Filtro de líquido. Por las especificaciones de la máquina y del proceso, fue necesario evaluar los atomizadores como una opción para humedecer la tela, ya que el rocío que proporcionan es suave y no sobre humedece el hilo usado por la máquina. [9]

## 2.10 Tipo de mezcla

### 2.10.1 Interior mezcla

En el Interior se mezcla el líquido con el aire para producir la boquilla un spray perfectamente atomizado. La presión del aire y el líquido se relacionan y tienen una fuerte influencia en la formación de la pulverización, con posibles opciones para el flujo y tipo de spray que se forma:

- Cono lleno
- Cono vacío gran ángulo
- Chorro plano
- Chorro plano por deflexión

También puede ser por caída de presión o por efecto "Venturi".



### 2.10.2 Mezcla externa

La mezcla del líquido en este caso se obtiene fuera de la boquilla del aire. Presión de aire y de líquido no están tan estrechamente vinculadas a las disposiciones internas de la mezcla.

Este tipo de boquilla es especialmente adecuado para aplicaciones con líquidos de alta viscosidad, con la densidad o la presencia de muy pequeñas partículas sólidas.

Tipo de aspersión:

- **Chorro plano**

Alimentación: Sólo se puede enviar con el líquido a presión [9].

### 2.11 Boquilla pulverizadora

La boquilla pulverizadora transforma la energía total de un líquido en energía cinética. Esta última es utilizada para descomponer el líquido en pequeñas partículas y distribuir las uniformemente de acuerdo con la distribución deseada. En ciertos casos, la energía cinética es utilizada para conferir al líquido una mayor penetración. En otros, la boquilla permite obtener un caudal variable en función de la presión, la cual se puede fácilmente calcular gracias a las tablas del catálogo [9].

- **Caudal**

El caudal se determina por el diámetro interno de paso así como por la presión ejercida. En general la relación entre el caudal y la presión es la siguiente:

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\frac{P_2}{P_1}} \quad (2.1)$$

Siendo  $Q_1$  y  $P_1$ , el caudal y la presión conocidas.  $Q_2$  es el caudal resultante en función de la presión escogida  $P_2$ . Todas las tablas del catálogo están basadas en el agua. Para los líquidos cuya densidad específica es distinta de 1, es preciso multiplicar por los factores de conversión indicados en la tabla inferior:

En la tabla 2.1 se puede observar los principales factores de conversión utilizados.

Tabla 2 1 Factores de conversión

| peso<br>specif.      | specific<br>weight    | peso<br>especifico        | 0,8  | 0,85  | 0,9   | 0,95  | 1 | 1,1   | 1,2   | 1,3  | 1,4   | 1,5   |
|----------------------|-----------------------|---------------------------|------|-------|-------|-------|---|-------|-------|------|-------|-------|
| coeff.<br>multiplic. | conversion<br>factors | factores de<br>conversión | 1,12 | 1,085 | 1,052 | 1,027 | 1 | 0,954 | 0,913 | 0,87 | 0,845 | 0,816 |

- **Tipos de boquilla.**

Disponemos de una amplia gama de boquillas, que permiten resolver cualquier problema de pulverización. A continuación en la figura 2.14 se describen las categorías principales:



Figura 2.17 Tipos de boquillas

### 1. Aspersión Cono Vacío: Tipo A

Las partículas se distribuyen uniformemente para formar la superficie exterior de un cono. Por tanto, el área cubierta por el chorro sobre un plano perpendicular será una circunferencia cuyo diámetro será proporcional a la distancia de la boquilla y al ángulo de la misma [9].

### 2. Aspersión Cono Lleno: Tipo B

En este tipo de chorro, la parte interna del cono está uniformemente constituida por partículas líquidas. El área cubierta por la boquilla, es perpendicular al chorro, y en este caso, es un círculo cuyo diámetro está en función de la distancia y del ángulo de aspersión.

### 3. Aspersión Chorro Plano: Tipo C

En este caso, el área cubierta es perpendicular al chorro con una forma de elipse alargada cuya anchura es función de la distancia entre la boquilla y el área a cubrir. La dimensión longitudinal es función de la distancia así como del ángulo de aspersión.

### 4. Atomizadores: Tipo D

En estas boquillas, el aire comprimido se mezcla con el líquido, produciendo una atomización muy fina.

En las diferentes tablas, se pueden escoger las combinaciones de aspersión (Boquilla del líquido + boquilla del aire) que mejor satisfaga sus necesidades específicas [9].

## 2.12 Ángulo de aspersión

El ángulo de aspersión es medido generalmente cerca del orificio (figura 2.17). Aumentando la distancia de medición, se pierde precisión a causa de la gravedad y de las condiciones ambientales. Es conveniente igualmente saber que un aumento de la viscosidad del producto reduce el ángulo de aspersión [10].

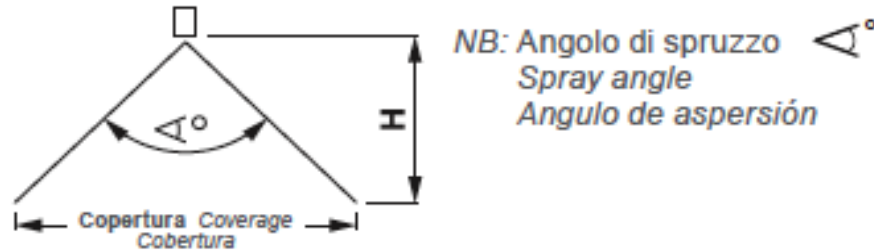


Figura 2 16 Angulo de aspersión

En la Tabla 2.2 se indican las coberturas teóricas a diferentes distancias en función al ángulo de aspersión.

Tabla 2 2 Coberturas de los aspersores según el ángulo de aspersión






| Δ°  | COPERTURA - COVERAGE - COBERTURA (cm) |      |      |      |      |      |      |       |      |       |      |      |
|-----|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|
|     | H (cm)                                |      |      |      |      |      |      |       |      |       |      |      |
|     | 5                                     | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 40   | 50    | 60   | 70    | 80   | 100  |
| 10  | 0.87                                  | 1.75 | 2.62 | 3.5  | 4.37 | 5.25 | 7    | 8.75  | 10.5 | 12.25 | 14   | 17.5 |
| 15  | 1.31                                  | 2.63 | 3.95 | 5.26 | 6.58 | 7.9  | 10.5 | 13.16 | 15.8 | 18.43 | 21   | 26.3 |
| 20  | 1.76                                  | 3.52 | 5.28 | 7.04 | 8.8  | 10.5 | 14   | 17.6  | 21.1 | 24.6  | 28.1 | 35.2 |
| 25  | 2.21                                  | 4.42 | 6.63 | 8.84 | 11   | 13.2 | 17.7 | 22.17 | 26.5 | 30.9  | 35.3 | 44.2 |
| 30  | 2.68                                  | 5.36 | 8.04 | 10.7 | 13.4 | 16.1 | 21.4 | 26.8  | 32.2 | 37.5  | 42.9 | 53.6 |
| 35  | 3.15                                  | 6.3  | 9.45 | 12.6 | 15.7 | 18.9 | 25.2 | 31.5  | 37.8 | 44.1  | 50.4 | 63   |
| 40  | 3.64                                  | 7.28 | 10.9 | 14.6 | 18.2 | 21.8 | 29.1 | 36.4  | 43.7 | 50.9  | 58.2 | 72.8 |
| 45  | 4.14                                  | 8.28 | 12.4 | 16.6 | 20.7 | 24.8 | 33.1 | 41.4  | 49.7 | 58    | 66.2 | 82.8 |
| 50  | 4.66                                  | 9.32 | 14   | 18.9 | 23.3 | 28   | 37.3 | 46.6  | 55.9 | 65.9  | 74.6 | 93.2 |
| 55  | 5.20                                  | 10.4 | 15.6 | 20.8 | 26   | 31.2 | 41.6 | 52    | 62.4 | 72.8  | 83.2 | 104  |
| 60  | 5.77                                  | 11.5 | 17.3 | 23.1 | 28.8 | 34.6 | 46.2 | 57.7  | 69.2 | 80.8  | 92.3 | 115  |
| 65  | 6.37                                  | 12.7 | 19.1 | 25.5 | 31.8 | 38.1 | 51   | 63.7  | 76.4 | 89.2  | 102  | 127  |
| 70  | 7                                     | 14   | 21   | 28   | 35   | 42   | 56   | 70    | 84   | 98    | 112  | 140  |
| 75  | 7.67                                  | 15.3 | 23   | 30.7 | 38.3 | 46   | 61.4 | 76.7  | 92   | 107   | 123  | 153  |
| 80  | 8.47                                  | 16.8 | 25.2 | 33.6 | 42.3 | 50.4 | 67.2 | 84.7  | 101  | 118   | 134  | 168  |
| 85  | 9.16                                  | 18.3 | 27.5 | 36.6 | 45.8 | 55   | 73.3 | 91.6  | 110  | 128   | 146  | 183  |
| 90  | 10.0                                  | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 80   | 100   | 120  | 140   | 160  | 200  |
| 95  | 10.9                                  | 21.8 | 32.7 | 43.7 | 54.6 | 65.5 | 87.3 | 109   | 131  | 153   | 175  | 218  |
| 100 | 11.9                                  | 23.8 | 35.8 | 47.7 | 59.6 | 71.5 | 95.3 | 119   | 143  | 167   | 191  | 238  |
| 110 | 14.3                                  | 28.6 | 42.9 | 57   | 71.4 | 85.7 | 114  | 143   | 171  | 200   | 229  | 286  |
| 120 | 17.3                                  | 34.6 | 52   | 69.3 | 86.5 | 104  | 139  | 173   | 208  | 243   | 277  | 346  |
| 130 | 21.5                                  | 43   | 64.5 | 80   | 108  | 129  | 172  | 215   | 258  | 301   | 344  | 430  |
| 140 | 27.5                                  | 55   | 82.5 | 110  | 138  | 165  | 220  | 275   | 330  | 385   | 440  | 550  |
| 150 | 37.3                                  | 74.6 | 112  | 149  | 186  | 224  | 298  | 373   | 448  | 522   | 597  | 746  |

## 2.13 Diámetro de las gotas (granulometría)

Los principales factores que influyen sobre el diámetro de las gotas son el caudal, la presión y el tipo de boquilla. Generalmente un aumento del caudal a presión constante comporta un aumento del tamaño de las gotas. Aumentando la presión, se reduce el diámetro de las gotas, aumentando el ángulo de aspersion. Las gotas más finas se obtienen con atomizadores neumáticos y las más voluminosas con las boquillas de cono LLENO.

La tabla 2.3 indica, para cada forma de chorro, el diámetro medio de las gotas en relación al caudal mínimo y máximo, a una presión constante de 3 bar [10].

Tabla 2 3 Diámetro medio de las gotas en relación al caudal mínimo

| TIPO DI UGELLO TYPE OF NOZZLE<br>TIPOS DE BOQUILLAS   | PORTATA CAPACITY<br>CAUDAL | Ø Microns   |
|---|----------------------------|-------------|
|  <p><b>ATOMIZZATORI PNEUMATICI</b><br/>AIR ATOMIZING NOZZLES<br/>ATOMIZADORES NEUMÁTICOS</p> | min 0,05<br>max 10         | 20<br>180   |
|  <p><b>ATOMIZZATORI IDRAULICI</b><br/>HYDRAULIC ATOMIZERS<br/>ATOMIZADORES HIDRAULICOS</p> | min 0,1<br>max 1,6         | 110<br>330  |
|  <p><b>UGELLI CONO VUOTO</b><br/>HOLLOW CONE NOZZLES<br/>BOQUILLAS DE CONO HUECO</p>       | min 0,39<br>max 95         | 300<br>1900 |
|  <p><b>UGELLI GETTO PIATTO</b><br/>FLAT SPRAY NOZZLES<br/>BOQUILLAS DE CHORRO PLANO</p>    | min 0,39<br>max 31         | 220<br>2400 |
|  <p><b>UGELLI CONO PIENO</b><br/>FULL CONE NOZZLES<br/>BOQUILLAS DE CONO LLENO</p>         | min 0,74<br>max 104        | 850<br>3100 |

## 2.12 Impacto

La fuerza de impacto de una pulverización depende principalmente del caudal, de la presión y de la forma del chorro. Los impactos más importantes se obtienen con

las boquillas de chorro rectilíneo y de chorro plano, y las más débiles con las boquillas de cono lleno y cono vacío de gran ángulo de aspersión.

### 2.12.1 Duración de la boquilla

El efecto de desgaste producido sobre el orificio de la boquilla, impacta un aumento del caudal y, generalmente, un deterioro de la forma del chorro. En términos comparativos se puede afirmar que, bajo idénticas condiciones de funcionamiento, el acero inoxidable tiene una vida cinco veces superior al latón [10].

### 2.13 Clasificación medida pulverización

Esta clasificación nos sirvió para poder determinar cuál es el mejor sistema de atomización, dependiendo de qué tan grande se necesite que sea el tamaño del rocío que caiga sobre el hilo que es utilizado por la maquina hiladora [11].

En la Figura 2.18 podemos observar de una manera clara cuál sería el tamaño del rocío que caiga sobre el hilo dependiendo del sistema de atomizadores que escojamos, ya sea neumáticos, hidráulicos y de igual forma usando los distintos tipo de boquillas que existen.

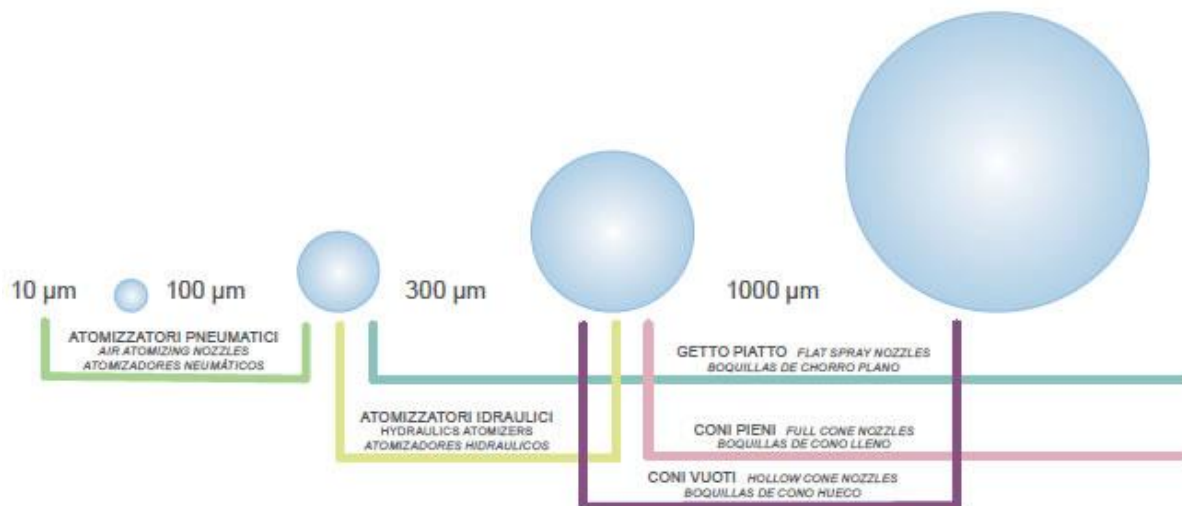


Figura 2 17 Clasificación medida pulverización

Con los conocimientos adquiridos durante la investigación del funcionamiento del telar y de las necesidades de mejora del mismo, se procedió a realizar la puesta en marcha del mismo, además de proponer una mejora en la forma de humedecer los hilos, la cual se llevó a cabo durante el capítulo tres.



# Capítulo III

## **Diseño y construcción de la puesta en marcha**

Durante este capítulo podemos observar el proceso de la puesta en marcha de telar, desde su revisión eléctrica para poder realizar su arranque de nuevo, hasta el diseño de un sistema automático de roció que previene la ruptura de hilos, mejorando así el uso del telar de forma ininterrumpida.



### 3.1 Puesta en marcha del telar

Se analizaron las distintas partes del telar para volverlo a poner en marcha:

#### 3.1.1 Diagrama de control electromagnético del telar

La caja de conexiones se muestra en la Figura 3.1 la cual fue rehabilitada para su uso en el laboratorio de la ESIT.



Figura 3 1 Caja de control electromagnético

El control de la máquina hiladora está diseñado de la siguiente manera: cuenta con dos botones de arranques uno de ellos se mantiene y el otro simple es un botón de jogueo, además de que cuenta con dos estaciones de paro en la Figura 3.2 se muestra el diagrama de conexiones.

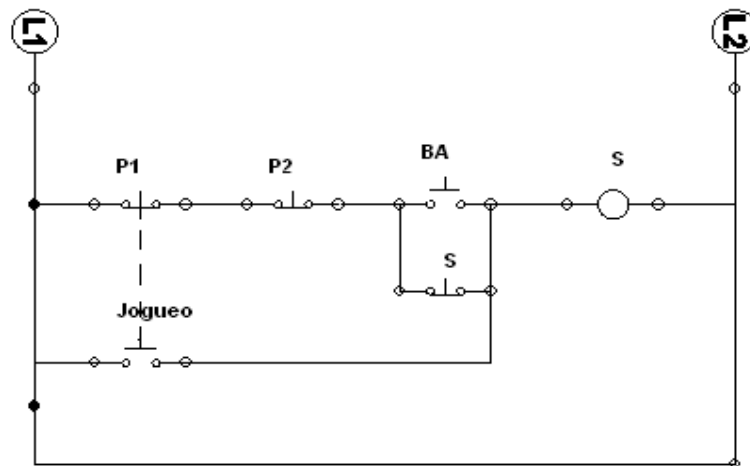


Figura 3 2 Diagrama de control electromagnético del telar

En la Figura 3.3 podemos ver el circuito de fuerza del motor que utiliza la maquina hiladora.

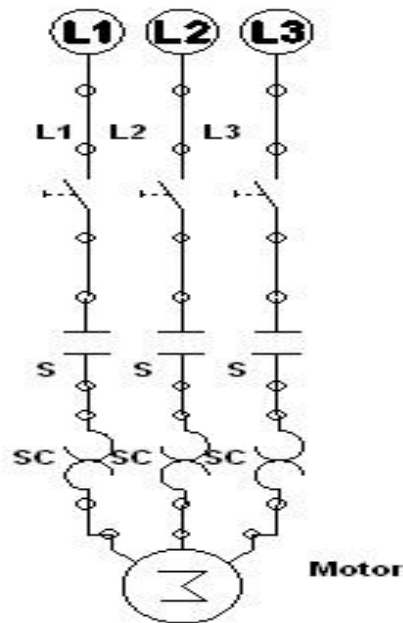


Figura 3.3 Diagrama de fuerza del motor eléctrico del telar

### 3.2 Diseño del sistema de control que se usará en el rociador para el telar

Se realizó el análisis de todos los rociadores y atomizadores disponibles en el mercado, atacando el problema que se tenía en el telar se procedió a lo siguiente.

Primero se realizó la parte del control para poder manipular el rociador, las condiciones de trabajo para este mismo son:

Después de presionar el botón de arranque, se acciona diez segundos el atomizador y durante un minuto se mantiene apagado, esto se decidió ya que durante los diez segundos humedecerá cierta área del hilo a tejer mientras que en el minuto restante el telar tejera esa parte que se humedeció durante los cinco segundos.

Para realizar el análisis del programa que se requería se realizó el correspondiente diagrama de flujo (figura 3.4):

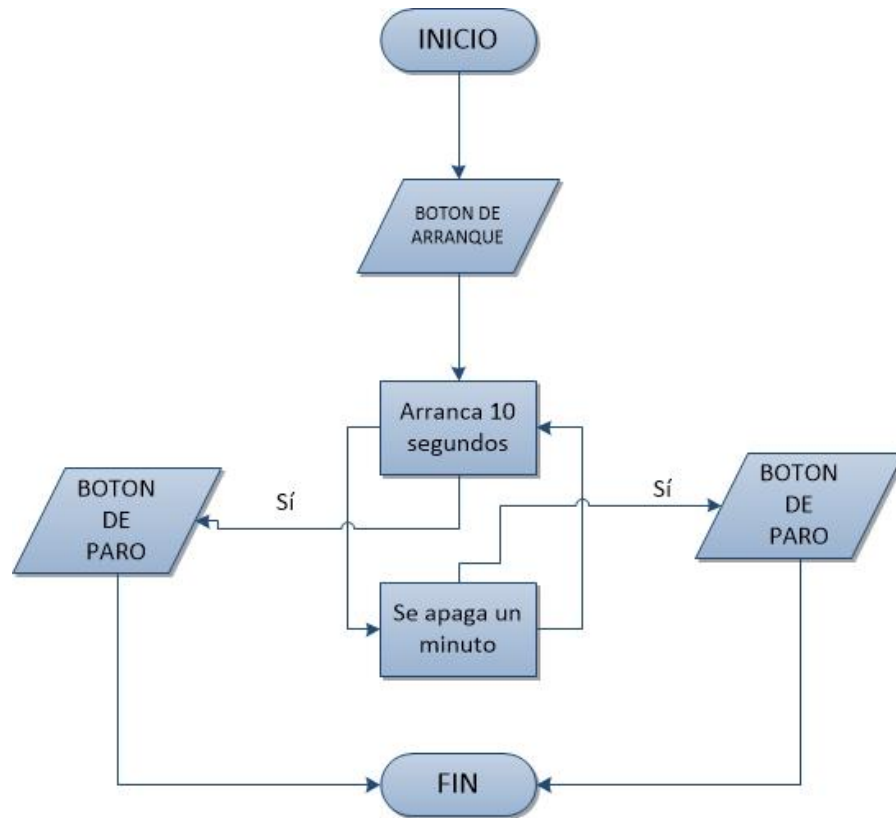


Figura 3 4 Diagrama de flujo del proceso requerido

El control se realizará por medio de un PIC 16F877A cuenta con un botón de arranque y un botón de paro para que no opere si no se desea. En la Figura 3.5 se tiene la representación del diagrama de control.

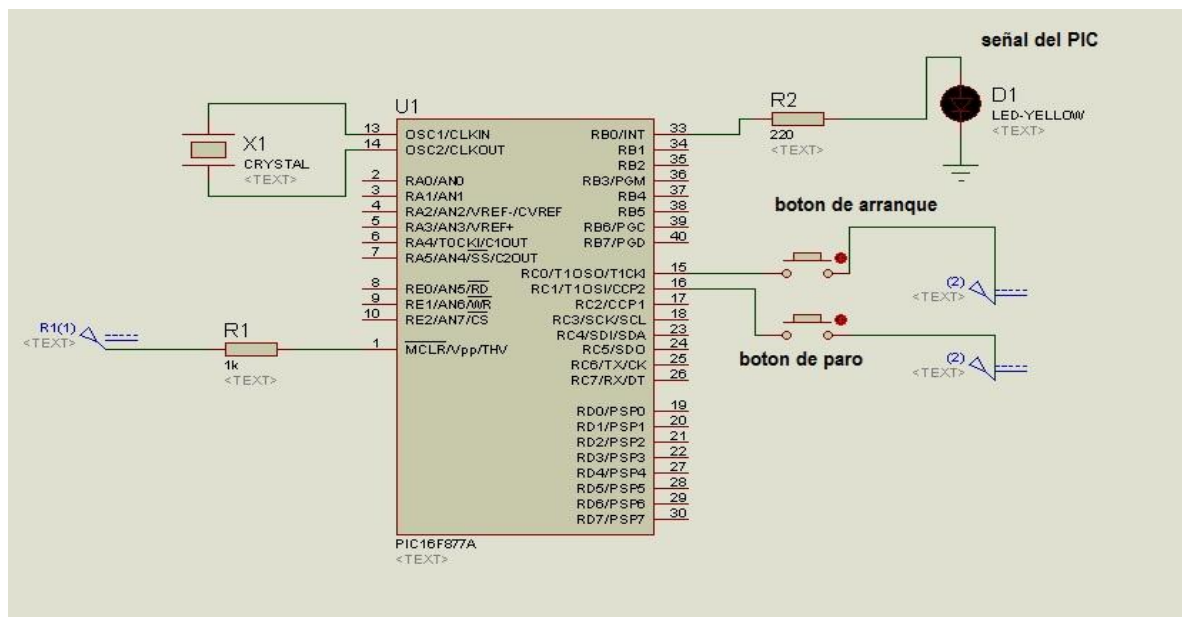
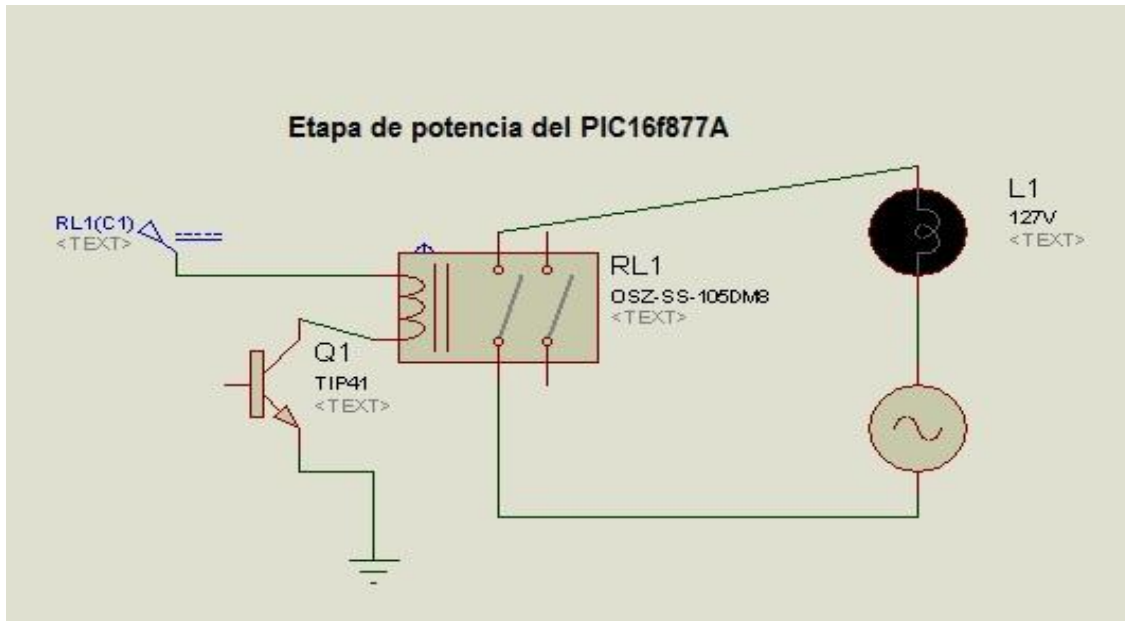


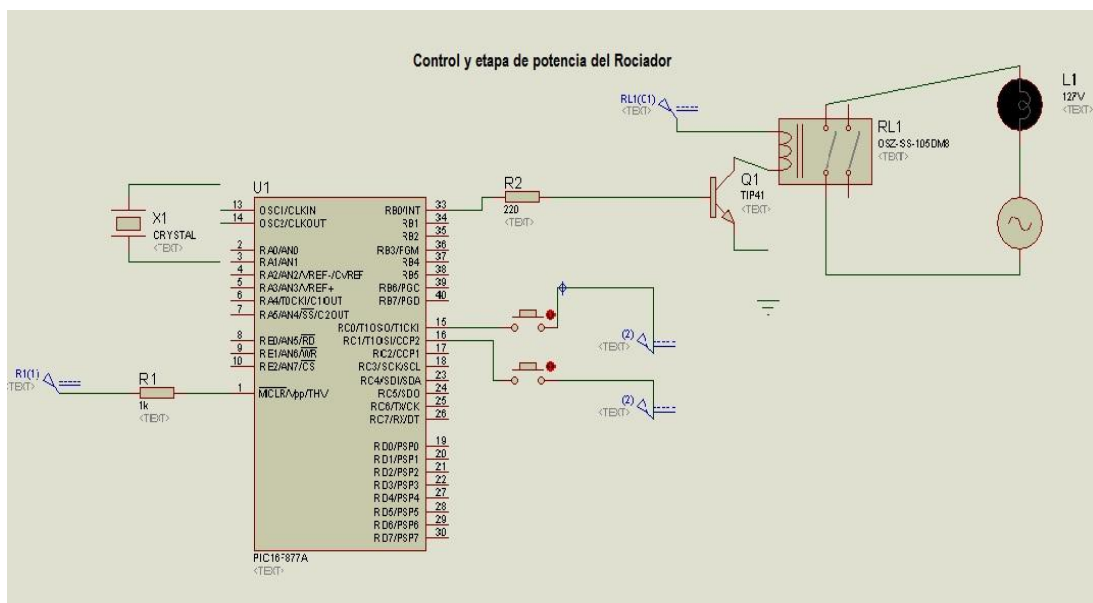
Figura 3 5 Control por medio de un PIC16F877A

Se realizó la simulación en el software ISIS Proteus para ver el funcionamiento del mismo antes de proceder a llevarlo a la parte física, se simuló con la etapa de potencia propuesta, se utilizó un relevador de 5V a 127V un transistor además de un contactor y un relevador termomagnético para la etapa de fuerza (Figura 3.6).



**Figura 3.6 Etapa de potencia de la señal PIC16f877A**

En la figura 3.7 se logra ver completamente el PIC16f877A con la etapa de potencia.



**Figura 3.7 Circuito de control y de potencia simulado**

Se desarrolló el diagrama unifilar de fuerza del motor para su correcto funcionamiento. En la Figura 3.8 se muestra el diagrama unifilar.

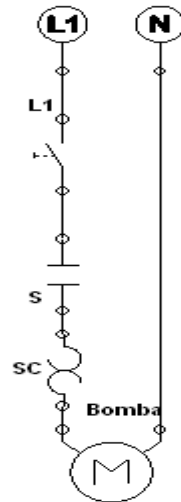


Figura 3.8 Diagrama unifilar de la bomba de agua

Se realizó el cálculo de la protección térmica necesaria para la bomba de agua.

Cálculo de corriente para el motor monofásico.

$$I = \frac{\text{Potencia}}{\# \text{ fases} * \text{Tension} * \text{Eficiencia} * \text{FP}} \quad (3.2)$$

En donde:

P= Potencia

FP= Factor de Potencia

I= Corriente

Ic= Corriente corregida

Ip= Corriente de protección

P=373w

Numero de fases=1

Tensión. 127

FP=.9

Eficiencia=60%

$I = (373)/(127) * (.6) * (.9) = 5.43$

$Ic = I * 0.7 \quad (3.3)$

$Ic = 5.43 * 0.7 = 3.80 \text{ A}$

$Ip = Ic * 1.25 \quad (3.4)$

$Ip = 3.80 * 1.25 = 4.75$



Se necesita una pastilla de protección de 10 A la pastilla la determina la corriente de protección Ip.

### 3.2.1 Programación del PIC16F877A

Se realizó la siguiente programación ver Anexo [1], las partes más importantes de la programación son explicadas a continuación.

```
ARRANQUE
BTFSS    PORTC, RC0
GOTC    ARRANQUE
GOTC    INICIO
INICIO
MOVLW   D'144'
MOVWF   0X20
MOVLW   D'256'
MOVWF   0X21
MOVLW   D'256'
MOVWF   0X22
MOVLW   D'256'
MOVWF   0X23
MOVLW   D'145'
MOVWF   0X24
```

Figura 3.9 Instrucción de arranque de la bomba.

En la función arranque Figura 3.9 se configuro la entrada RC0, para el arranque del sistema en la función INICIO se establecen los tiempos para el PIC16F877A con un cristal oscilador de 4 Hz

```
MOVLW   b'00000001'
MOVWF   PORTB
BTFSC   PORTC, RC1
GOTC    PARAR
CLRF    INTCON
CLRF    TMR0
CALL    ENCENDIDO
GOTC    APAGADO
GOTC    INICIO
```

Figura 3.10 Función de respuesta del PUERTO B del PIC

Si se presiona la entrada RC0 manda la orden de prender la primera entrada del puerto B (PORTB), teniendo la opción de que si se presiona la entrada RC1 el sistema se detenga ya que esa entrada está configurada para detener el sistema véase Figura 3.10.





```
ENCENDIDO
BTFSC  PORTC, RC1
GOTC   PARAR
BTFSS  INTCON, 2
GOTO   ENCENDIDO
BCF    INTCON, 2
DECFSZ 0X20
GOTO   ENCENDIDO
CLRF   PORTB
CLRF   TMR0
CLRF   INTCON
RETURN
```

Figura 3.11 Condición de encendido de la bomba.

Si se presiona RC0 la función BTFSC comienza el decremento 0X20 que representa el tiempo de encendido, nuevamente esta condición tiene contemplado un posible paro por parte del usuario, Figura 3.11.

```
APAGADO

BTFSC  PORTC, RC1
GOTC   PARAR
BTFSS  INTCON, 2
GOTO   APAGADO
BCF    INTCON, 2
DECFSZ 0X21
GOTO   APAGADO
CLRF   PORTB
CLRF   TMR0
CLRF   INTCON
GOTC   REPETICION1
```

Figura 3.12 Condición de apagado de la bomba.

Después de el decremento la función 0X20 el tiempo de encendido, procede a la siguiente función 1 minuto de apagado y se activa la primera interrupción REPETICION1, este proceso se repite en tres veces, véase Figura 3.12 y 3.13.

```
REPETICION1
BTFSC  PORTC, RC1
GOTC   PARAR
BTFSS  INTCON, 2
GOTO   REPETICION1
BCF    INTCON, 2
DECFSZ 0X22
GOTO   REPETICION1
CLRF   PORTB
CLRF   TMR0
CLRF   INTCON
GOTC   REPETICION2
```

Figura 3 13 Primera interrupción de apagado del PIC.

En la interrupción REPETICION1 se tiene la opción que si en ese lapso de tiempo el usuario presiona RC1 el sistema se detiene ya que manda a una rutina llamada PARAR.

```
PARAR  
CLRF PORTE  
GOTC ARRANKE  
END
```

Figura 3 14 Condición de paro de la bomba.

Si en cualquiera de las condiciones anteriores el usuario presiona la entrada RC1 (Paro) el programa manda a la condición PARAR, esta condición detiene el sistema, y lo manda de nuevo al inicio, (Figura 3.14).

### 3.2.2 Dispositivos físicos para el diseño del control para el rociador

- **Microcontrolador PIC**

Los **PIC** son una familia de microcontroladores tipo RISC fabricados por Microchip Technology Inc. y derivados del PIC1650, originalmente desarrollado por la división de microelectrónica de General Instrument. El PIC original se diseñó para ser usado con la nueva CPU de 16 bits CP16000. Siendo en general una buena CPU, ésta tenía malas prestaciones de entrada y salida, y el PIC de 8 bits se desarrolló en 1975 para mejorar el rendimiento del sistema quitando peso de E/S a la CPU. El PIC utilizaba micro código simple almacenado en ROM para realizar estas tareas; y aunque el término no se usaba por aquel entonces, se trata de un diseño RISC que ejecuta una instrucción cada 4 ciclos del oscilador. En 1985 la división de microelectrónica de General Instrument se separa como compañía independiente que es incorporada como filial (el 14 de diciembre de 1987 cambia el nombre a Microchip Technology y en 1989 es adquirida por un grupo de inversores) y el nuevo propietario canceló casi todos los desarrollos, que para esas fechas la mayoría estaban obsoletos.

El PIC (Figura 3.15), sin embargo, se mejoró con EPROM para conseguir un controlador de canal programable. Hoy en día multitud de PICs vienen con varios periféricos incluidos (módulos de comunicación serie, UARTs, núcleos de control de motores, etc.) y con memoria de programa desde 512 a 32.000 palabras (una *palabra* corresponde a una instrucción en lenguaje ensamblador, y puede ser de 12, 14, 16 ó 32 bits, dependiendo de la familia específica de PICmicro).



Figura 3 15 microPIC

- **Cristal**

El cristal de cuarzo (figura 3.16) es utilizado como componente de control de la frecuencia de circuitos osciladores convirtiendo las vibraciones mecánicas en voltajes eléctricos a una frecuencia específica.

Esto ocurre debido al efecto "piezoeléctrico". La piezo-electricidad es electricidad creada por una presión mecánica. En un material piezoeléctrico, al aplicar una presión mecánica sobre un eje, dará como consecuencia la creación de una carga eléctrica a lo largo de un eje ubicado en un ángulo recto respecto al de la aplicación de la presión mecánica.

En algunos materiales, se encuentra que aplicando un campo eléctrico según un eje, produce una deformación mecánica según otro eje ubicado a un ángulo recto respecto al primero.

Por las propiedades mecánicas, eléctricas, y químicas, el *cuarzo* es el material más apropiado para fabricar dispositivos con frecuencia bien controlada. La siguiente figura muestra la ubicación de elementos específicos dentro de una piedra de cuarzo Figura 3.16

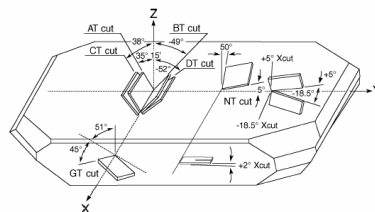


Figura 3.16 Cristal oscilador.

- **Botones pulsadores**

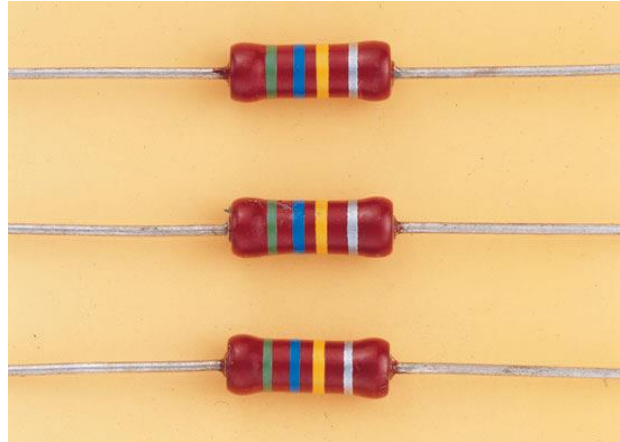
Un **botón** o **pulsador** (Figura 3.17) es un dispositivo utilizado para activar alguna función. Los botones son de diversa forma y tamaño y se encuentran en todo tipo de dispositivos, aunque principalmente en aparatos eléctricos o electrónicos. Los botones son por lo general activados al ser pulsados, normalmente con un dedo. Corriente mientras es accionado. Cuando ya no se actúa sobre él vuelve a su posición de reposo. Puede ser el contacto normalmente cerrado en reposo NC, o con el contacto normalmente abierto NA.



Figura 3.17 Botones pulsadores.

- **Resistencias**

La resistencia eléctrica de un objeto es una medida de su oposición al paso de corriente y es directamente proporcional a la longitud e inversamente proporcional a su sección transversal:



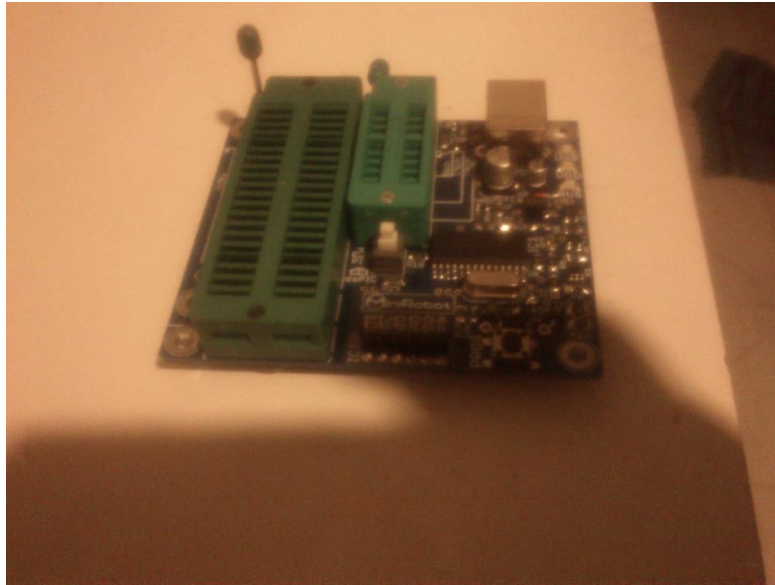
**Figura 3 18 Programador**

Lenguaje ensamblador, es un lenguaje de programación de bajo nivel para los computadores ,microprocesadores, micro controladores, otros circuitos integrados programables. Implementa una representación simbólica de los códigos de máquina binarios y otras constantes necesarias para programar una arquitectura dada de CPU y constituye la representación más directa del código máquina específico para cada arquitectura legible por un programador. Esta representación es usualmente definida por el fabricante de hardware, y está basada en los mnemónicos que simbolizan los pasos de procesamiento (las instrucciones), los registros del procesador, las posiciones de memoria y otras características del lenguaje. Un lenguaje ensamblador es por lo tanto específico de cierta arquitectura de computador física (o virtual). Esto está en contraste con la mayoría de los lenguajes de programación de alto nivel, que idealmente son portables. Un programa utilitario llamado ensamblador es usado para traducir sentencias del lenguaje ensamblador al código de máquina del computador objetivo. El ensamblador realiza una traducción más o menos isomorfa (un mapeo de uno a uno) desde las sentencias mnemónicas a las instrucciones y datos de máquina. Esto está en contraste con los lenguajes de alto nivel, en los cuales una sola declaración generalmente da lugar a muchas instrucciones de máquina.

Muchos sofisticados ensambladores ofrecen mecanismos adicionales para facilitar el desarrollo del programa, controlar el proceso de ensamblaje, y la ayuda de depuración. Particularmente, la mayoría de los ensambladores modernos incluyen una facilidad de macro (descrita más abajo), y son llamados macro ensambladores.

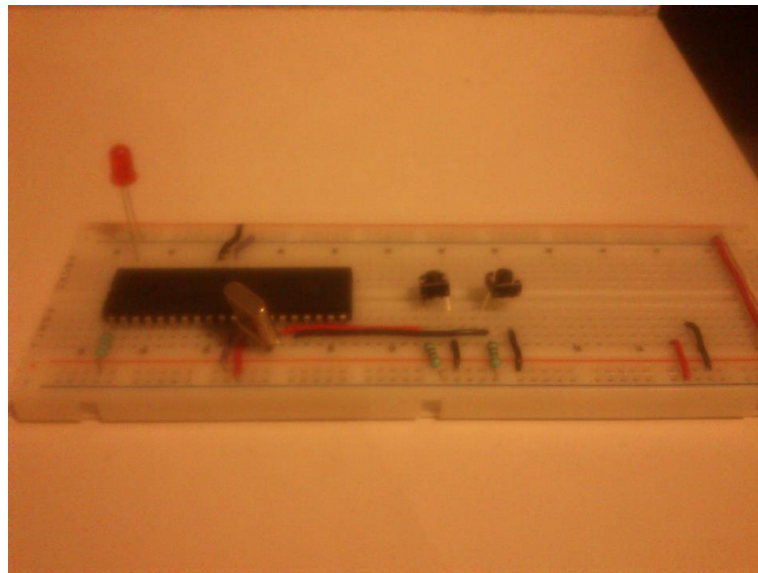
Fue usado principalmente en los inicios del desarrollo de software, cuando aún no se contaba con potentes lenguajes de alto nivel y los recursos eran limitados.

Actualmente se utiliza con frecuencia en ambientes académicos y de investigación, especialmente cuando se requiere la manipulación directa de hardware, altos rendimientos, o un uso de recursos controlado y reducido (Figura 3.19).



**Figura 3.19 Programador de MicroChip.**

Se procedió a hacer la prueba en la protoboard probándola con un led a la salida, lo cual podemos ver en la Figura 3.20



**Figura 3.20 Control del rociador.**

Se realizó con la programación adecuada en el PIC16F877A [1] Anexo

### 3.2.3 Diseño físico del rociador para el telar

- **Descripción requerida del dispositivo**

El dispositivo de atomizador cuenta de tres atomizadores interconectados entre sí por una manguera de CPVC, lo cual permite que el agua suministrada por una bomba circule uniformemente a través de ellos.

Su diseño fue pensado para humedecer el hilo de las distintas maquinas hiladoras que se encuentran en laboratorio de Ingeniería Textil del IPN. Sin embargo su flexibilidad permite que pueda ser utilizado en diversas máquinas de la industria.

Su acción de control para el rocío del hilo del telar es:

Cinco segundos accionar el atomizador y durante un minuto mantenerlo apagado, esto se decidió ya que durante los cinco segundos humedecerá cierta área del hilo a tejer mientras que en el minuto restante el telar tejera esa parte que se humedeció durante los cinco segundos.

Se realizó un diseño previo en el programa Solid Works con el fin de tener una idea clara y exacta de cómo quedaría el rociador, se observan en la Figuras 3.21, 3.22 y 3.23.

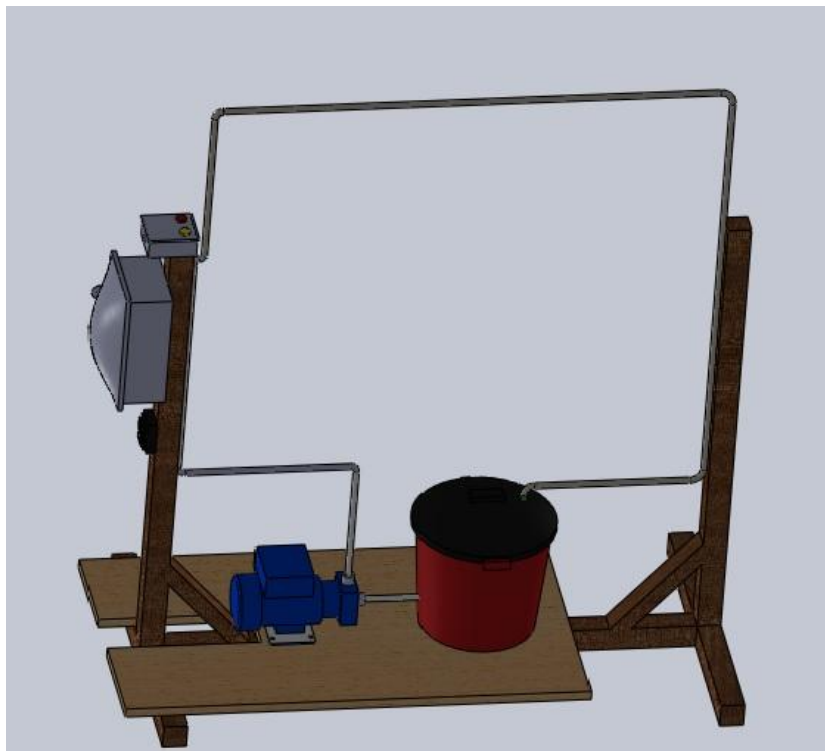


Figura 3.21 Diseño y rociador en SolidWorks



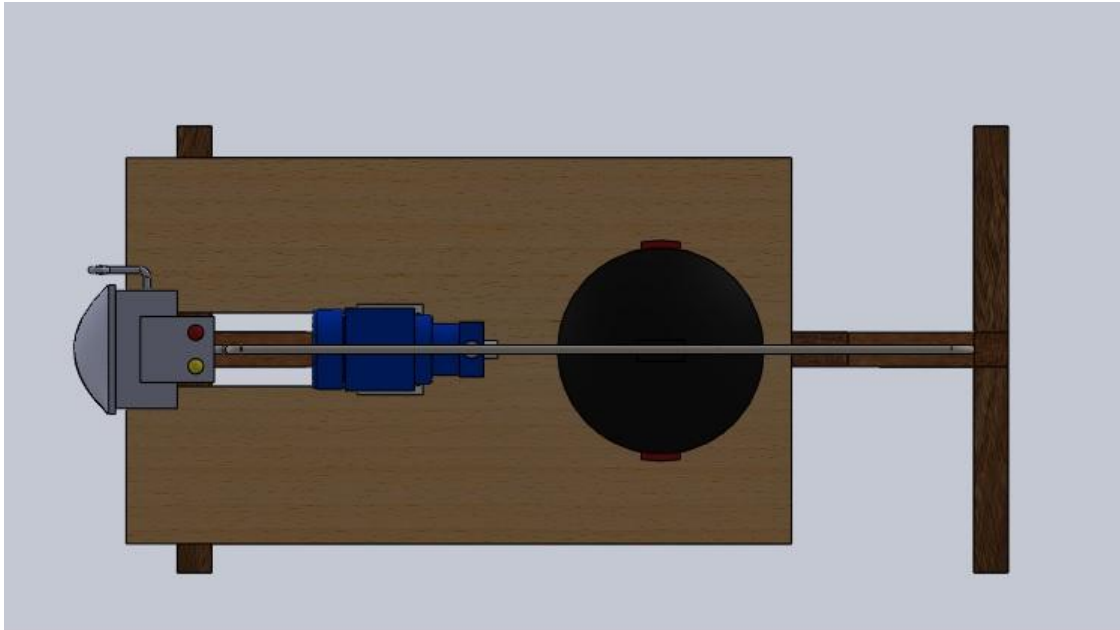


Figura 3.22 Vista superior del diseño del rociador.

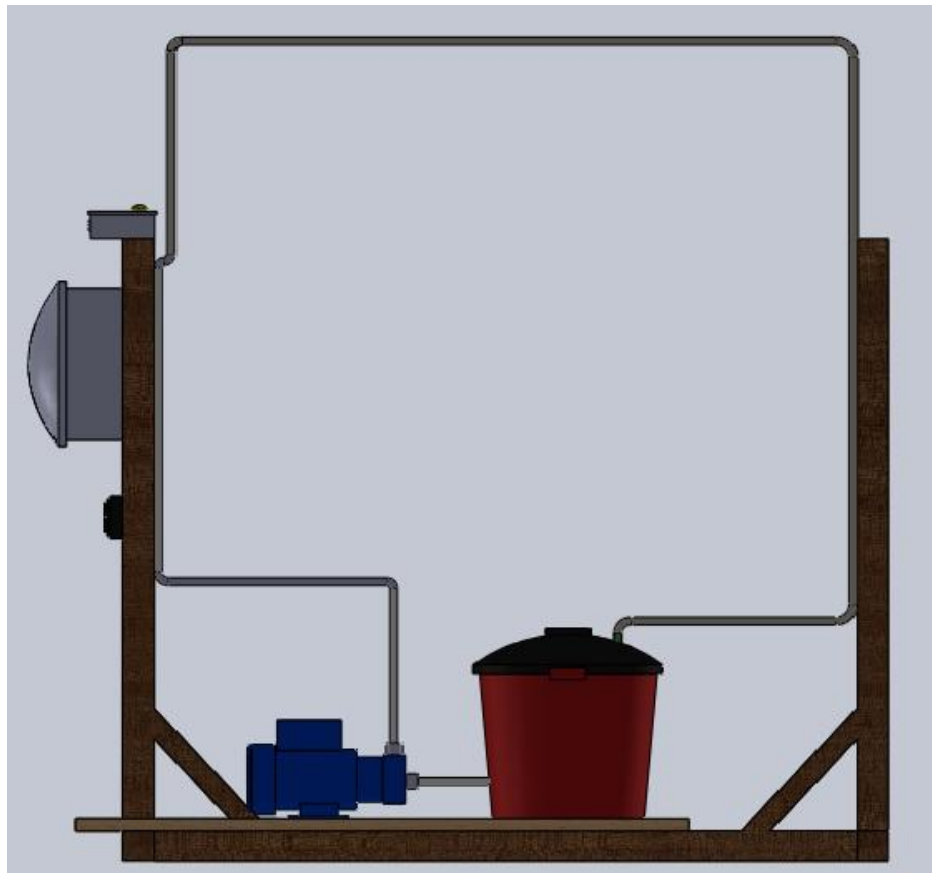


Figura 3.23 Vista frontal del rociador.

### 3.2.4 Materiales

#### 1. tubo de CPVC

CPVC son las siglas en inglés del Cloruro de Polivinilo Clorurado, que consiste en un plástico rígido y económico diseñado para soportar las temperaturas y presiones altas. El CPVC se utiliza para las tuberías de suministro de agua fría y caliente.

La tubería de CPVC es fácil de cortar y de unir mediante un cortador o trincheta para tuberías o una sierra (Figura 3.24). El CPVC se une de forma permanente mediante piezas de plástico y pegamento de solvente o de forma que se pueda quitar en el futuro utilizando piezas a presión.

#### **Características y usos:**

El CPVC comparte la mayoría de las características y propiedades del PVC. También es fácilmente trabajable, incluyendo el mecanizado, soldadura, y la formación. Debido a su excelente resistencia a temperaturas elevadas, el CPVC es ideal para construcciones de auto-apoyo, donde las temperaturas de hasta 90 °C (194 °F) están presentes. La capacidad de doblar, la forma y soldadura del CPVC permite su uso en una amplia variedad de procesos y aplicaciones.

**Usos:** Ampliamente utilizado para el transporte del agua, del aceite, de los productos químicos débiles y de otros líquidos bajo presión baja condicione en producto alimenticio, sanitario, industria, agricultura y gama de temperaturas acuática del equipo etc. de los animales con una temperatura de -5°C a +50 °C



Figura 3.24 Tubería de CPVC.

## 2. Atomizadores

Un pulverizador o atomizador es un utensilio que se emplea para producir una fina pulverización de un líquido, mediante una bomba manual (de pera de goma o de émbolo), basándose en la aspiración debida al efecto Venturi (Figura 3.25).

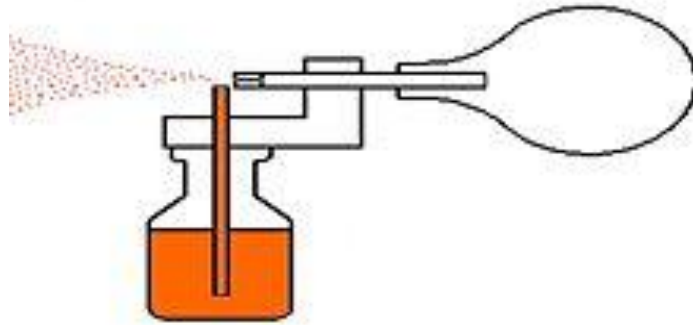


Figura 3.25 Principio de funcionamiento de un pulverizador.

### Principio de funcionamiento

Cuando se inyecta aire a presión a través de un tubo que disminuye de sección, sufre una aceleración, lo que reduce la presión en el punto más estrecho (debido al principio de Bernoulli).

La presión reducida absorbe, a través de un tubo estrecho, el líquido del recipiente inferior (de hecho puede estar en cualquier posición mientras llegue el líquido al orificio), debido a la diferencia de presión existente entre los dos puntos, y lo proyecta hacia delante en forma de una fina lluvia de pequeñas gotas (no de átomos a pesar del nombre).

- **Uso**

Los atomizadores se utilizan para rociar perfumes, para la aplicación de pintura, en los carburadores y sistemas de inyección de combustible, y en instalaciones de secado por atomización.

Los costos de todos los materiales y herramientas utilizados en el diseño del telar se muestran en el capítulo siguiente, haciendo un análisis junto con los programas de software utilizados durante la implementación de sistema de rociador automático.



# Capítulo IV

## **Análisis de costos**

En este capítulo se analizan los costos de todos los materiales y herramientas utilizados en el diseño del telar, además de incluir los programas de software utilizados durante la implementación de sistema de rociador automático y el costo final de la implementación de sistema rociador automático.



## 4.1 Costo de materiales para el acondicionamiento eléctrico

En la tabla 4.1 se muestra el costo de los materiales para el acondicionamiento eléctrico utilizados para la rehabilitación de la máquina hiladora

Tabla 4.1 Materiales de acondicionamiento eléctrico

| Costos de materiales para el acondicionamiento eléctrico |          |                 |                  |
|--|----------|-----------------|------------------|
| Material   | Cantidad | Precio unitario | Total parcial    |
| Arrancadores   | 1        | \$ 600.00       | \$ 600.00        |
| Push botton  | 2        | \$ 60.00        | \$ 120.00        |
| Fusibles   | 3        | \$ 5.00         | \$ 15.00         |
| Cable calibre 12   | 6 m      | \$ 10.00        | \$ 60.00         |
| Tornillos  | 10       | \$ 1.00         | \$ 10.00         |
| <b>Total</b>   |          |                 | <b>\$ 805.00</b> |

## 4.2 Costo de materiales del software

En la tabla 4.2 se aprecia que el software utilizado durante el diseño no tiene costo, debido a que todo el software utilizado cuenta con licencia gratuita.

Tabla 4.2 Costos del software

| Costo del software                       |                             |
|--|-----------------------------|
| Programas para simulación y programación | Total parcial               |
| Mplab                                    | Gratis descarga de internet |
| Pic simulator                            | Gratis descarga de internet |
| Proteus                                  | Gratis descarga de internet |
| <b>Total</b>                             | <b>\$0.00</b>               |

En la Tabla 4.2 se aprecia que el software utilizado durante el diseño no tiene costo, debido a que todo el software utilizado cuenta con licencia gratuita.

En el caso de Mplab es un software que viene incluido cuando se compró el programador, ya que es necesario para el correcto uso del programador.

En la Tabla 4.3 se muestra el costo de los materiales para el diseño de electrónico, eléctrico y físico del rociador, utilizado para el telar.

## 4.3 Costo de materiales para el diseño del atomizador

### 1. Costos de materiales electrónicos

En la Tabla 4.3 se especifican los materiales electrónicos utilizados para el rociador que se implementó para el telar de hilar, los materiales especificados en la tabla, son los que se utilizaron para diseñar el control.

Tabla 4.3 Costos de materiales electrónicos

| <b>Materiales electrónicos</b> |                 |                        |                     |
|--------------------------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| <b>Material</b>                | <b>Cantidad</b> | <b>Precio unitario</b> | <b>Precio total</b> |
| PIC16F877A                     | 1               | \$ 100.00              | \$ 100.00           |
| Protoboard                     | 1               | \$ 34.00               | \$ 34.00            |
| Resistencias                   | 4               | \$ 1.00                | \$ 4.00             |
| Cristal                        | 1               | \$ 10.00               | \$ 10.00            |
| Botones pulsadores             | 2               | \$ 6.00                | \$ 12.00            |
| Relevador                      | 1               | \$ 15.50               | \$ 15.50            |
| Tip41                          | 1               | \$ 9.00                | \$ 9.00             |
| Conector                       | 1               | \$ 5.00                | \$ 5.00             |
| Cable                          | 3 m             | \$ 2.00                | \$ 6.00             |
| Programador                    | 1               | \$ 500.00              | \$ 500.00           |
| Fuente                         | 1               | \$ 50.00               | \$ 50.00            |
| Led                            | 3               | \$ 2.00                | \$ 6.00             |
| Botonera                       | 1               | \$ 40.00               | \$ 40.00            |
| <b>Total</b>                   |                 |                        | <b>\$ 791.50</b>    |

### 2. Costos de materiales eléctricos

En la Tabla 4.4 se especifican los materiales eléctricos utilizados para el rociador que se implementó para el telar de hilar, los materiales especificados en la tabla, son los que se utilizaron para la etapa de fuerza de la bomba utilizada.

Tabla 4.4 Costos de materiales eléctricos

| <b>Materiales eléctricos</b> |                 |                        |                     |
|------------------------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| <b>Material</b>              | <b>cantidad</b> | <b>precio unitario</b> | <b>precio total</b> |
| Relevador termomagnetico     | 1               | \$ 600.00              | \$ 600.00           |
| Bomba                        | 1               | \$ 600.00              | \$ 600.00           |
| Cable                        | 6 m             | \$ 10.00               | \$ 60.00            |





|                 |   |              |                    |
|-----------------|---|--------------|--------------------|
| Centro de carga | 1 | \$ 70.00     | \$ 70.00           |
| Pastillas       | 2 | \$ 35.00     | \$ 70.00           |
| Contactador     | 1 | \$ 350.00    | \$ 350.00          |
|                 |   | <b>Total</b> | <b>\$ 1,750.00</b> |

### 3. Costo de los materiales físicos del rociador

En la tabla 4.5 se especifican los materiales físicos utilizados para el rociador que se implementó para el telar de hilar, los materiales especificados en la tabla, son los que se utilizaron para la etapa de diseño y de roció para el rociador automático.

Tabla 4.5 Costo de los materiales físicos del rociador

| <b>materiales del rociador</b> |                 |                        |                     |
|--------------------------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| <b>Material</b>                | <b>cantidad</b> | <b>precio unitario</b> | <b>precio total</b> |
| Tubo                           | 6               | \$ 20.00               | \$ 120.00           |
| Codos                          | 6               | \$ 4.00                | \$ 24.00            |
| T's                            | 3               | \$ 4.00                | \$ 12.00            |
| Conexión de tanque             | 1               | \$ 40.00               | \$ 40.00            |
| Conector de CPVC               | 3               | \$ 7.00                | \$ 21.00            |
| Purgador                       | 1               | \$ 120.00              | \$ 120.00           |
| Tanque                         | 1               | \$ 29.00               | \$ 29.00            |
| Reducción de manguera          | 2               | \$ 12.00               | \$ 24.00            |
| Llaves                         | 2               | \$ 42.00               | \$ 84.00            |
| Rociadores                     | 3               | \$ 50.00               | \$ 150.00           |
| Pegamento de CPVC              | 1               | \$ 40.00               | \$ 40.00            |
| Conexiones de bronce           | 3               | \$ 30.00               | \$ 90.00            |
| Torno                          | 1               | \$ 200.00              | \$ 200.00           |
| Tornillos                      | 10              | \$ 1.00                | \$ 10.00            |
| Taquetes                       | 10              | \$ 0.50                | \$ 5.00             |
|                                |                 | <b>Total</b>           | <b>\$ 969.00</b>    |

#### 4. Otros gastos

En la Tabla 4.6 se especifican los materiales de apoyo utilizados para el rociador que se implementó para el telar de hilar, los materiales especificados en la tabla, son los que se utilizaron poder construir el rociador para el telar.

Tabla 4.6 Otros gastos

| Otros Materiales |          |                 |              |
|------------------|----------|-----------------|--------------|
| material         | cantidad | precio unitario | precio total |
| Lija             | 1        | \$ 20.00        | \$ 20.00     |
| Taladro          | 1        | \$ 250.00       | \$ 250.00    |
| Desarmadores     | 4        | \$ 25.00        | \$ 100.00    |
| Tabla de madera  | 1        | \$ 200.00       | \$ 200.00    |
| base de madera   | 1        | \$ 100.00       | \$ 100.00    |
| Total            |          |                 | \$ 670.00    |

#### 4.4 Costos totales del rociador.

En la Tabla 4.7 se aprecia el total de gastos para el diseño del rociador.

Tabla 4.7 Gasto total del rociador

| Gastos totales del rociador |                |
|-----------------------------|----------------|
| Gasto total                 | Precio parcial |
| Materiales electrónicos     | \$ 791.50      |
| Materiales eléctricos       | \$ 1,750.00    |
| Materiales del rociador     | \$ 969.00      |
| Otros materiales            | \$ 670.00      |
| Total                       | \$ 4,180.50    |

#### 4.5 Gastos totales de la implementación

En la tabla 4.8 se muestra el costo total de la implementación abarcando la puesta en marcha de la maquina hiladora, también la implementación del rociador para humedecer el hilo del telar de hilar.

Tabla 4.8 Gasto total de la implementación

| Gastos de la implementación                              |             |
|--|-------------|
| Gasto  | Cantidad    |
| Gastos totales del rociador                              | \$ 4,180.50 |
| Gastos de materiales para el acondicionamiento eléctrico | \$ 805.00   |
| Total  | \$ 4,985.50 |



NOTA: El costo de los materiales contiene I.V.A incluido (Impuesto al valor agregado), el I.V.A es un impuesto que se estará pagando al Estado por el valor que agreguemos a los productos o servicios que hayamos adquirido, la tasa de I.V.A vigente del 2014 se encuentra en un 16%.

Una vez realizado este análisis y con el conocimiento del costo de la implementación final del sistema de rocío automático se procedió a realizar el dispositivo final y a mostrar los resultados obtenidos como se muestra en el capítulo 5.



# Capítulo V

## Resultados y conclusiones

En este capítulo se muestran los resultados finales en el diseño del sistema automático de rocío, mostrando parte de la elaboración del mismo y documentando los resultados obtenidos en su diseño e implementación final.

## 5.1 Proceso de armado del dispositivo de atomizadores

Una vez seleccionados los materiales a utilizar y que fueran adquiridos, se procedió a realizar el armado del dispositivo de rociadores automáticos, las primeras dificultades fue la implementación de reducciones para poder colocar la tubería seleccionada (1/2" de diámetro), ya que esta tubería es la apropiada para conservar la presión en los atomizadores, sin embargo la bomba seleccionada está pensada para tuberías de 1" de grosor.

También se colocó una base de madera en el marco del dispositivo con el fin de tener mayor soporte para la bomba y el depósito de agua. En la figura 5.1 se puede observar el armado inicial la bomba y la tubería de CPVC.



Figura 5.1 Armado inicial del atomizador

Otro aspecto importante a considerar en el proceso de armado del atomizador, fue la apropiada selección del depósito de agua, debido a las características del sistema, de la bomba y considerando que los atomizadores no pulverizan una gran cantidad de agua se procedió a seleccionar un tanque de capacidad baja (25 L).

Se consideró el tipo de tubería que sería utilizada en el dispositivo y se tomó en cuenta conectar de una manera apropiada la salida del tanque, ya que al ser de una capacidad baja, no se localizó en el mercado comercial con las respectivas tomas apropiadas para tubería, por lo cual se procedió a realizar el espacio para las conexiones como se observa en la Figura 5.2.



Figura 5.2 Conexiones realizadas en el dispositivo

Se cortaron los tramos apropiados de CPVC para cada una de las medidas previamente seleccionadas, se colocaron todas las reducciones y codos apropiados para la tubería que se usó (1/2" pulgada), una vez que se probó que todas las conexiones y medidas fueran las apropiadas, se procedió a colocar el pegamento para CPVC para que quedaran fijos, como se observa el Figura 5.3.



Figura 5.3 Pegado de Tubería CPVC



## 5.2 Colocación de los dispositivos eléctricos y electrónicos

Una vez instalada la estructura de los atomizadores se instaló la parte correspondiente al control de la bomba, con esto se logró que los atomizadores realicen su función automática.

Para lograr este propósito lo primero que se realizó fue pasar la etapa de potencia ya finalizada a una tablilla apropiada, ya que esto permite que el circuito sea más resistente y que no pueda ser modificado tan fácil por una persona externa. Adicional a esto se seleccionó el arrancador indicado para realizar la etapa de fuerza del motor, el cual fue colocado sobre una base metálica que brinda soporte necesario para el uso diario y fue colocado con su protección térmica para cualquier desperfecto futuro que se llegue a presentar.

Es importante considerar la seguridad del dispositivo, ya sea para proteger el equipo que se está utilizando, así como también es importante proteger la inversión que se realizó en el dispositivo, por lo cual también fueron agregadas protecciones térmicas al circuito, para proteger al arrancador y al motor en caso de cualquier sobrecarga que pudiera llegar a presentarse.

En la Figura 5.4 se puede observar la colocación de las protecciones térmicas contra sobrecarga.



Figura 5.4 Colocación de las protecciones.

Una vez colocadas las protecciones, se colocó el relevador contactor y su protección térmica en la base de madera del dispositivo, el haberlo colocado previamente en una base metálica permitió que el arrancador contara con un mejor soporte cuando se encuentra energizado, además de que fue colocado inmediatamente después de las protecciones lo cual permite que toda la parte eléctrica se encuentre organizada en un solo lado del dispositivo.

En la Figura 5.5 se observa la colocación del contactor y relevador termomagnético.



**Figura 5.5 Colocación del contacto y protección termo-magnético**

Finalmente la parte correspondiente al circuito de fuerza del dispositivo junto con su control fue colocada en la botonera principal del circuito, realizar esta acción permitió que este circuito que es más delicado se encontrara protegido dentro de la caja botonera, además esto permite que sea más discreto y que las ordenes de control (paro y arranque) lleguen de manera directa al circuito.

Para la selección de los botones se optó por unos botones de arranque y paro de tamaño reducido, debido a que es un dispositivo de uso constante pero no rudo y estos discretos botones van de acuerdo a funcionamiento del dispositivo. Se colocaron botones de color estándar de control, verde (para función de arranque) y rojo (para función de paro).

La botonera fue colocada en el soporte superior derecho, ya que es accesible al usuario, por contar con buena altura y encontrarse del lado derecho del dispositivo (por estándar y estadísticas es mejor el control del lado derecho).

En la Figura 5.6 se observa la colocación de la botonera



**Figura 5.6 Botonera del rociador**

Para el depósito de agua se perforó la tapa del mismo, se colocó la caída del agua directa al depósito, al agujero en donde se colocó la caída se hizo más grande que el tamaño de la tubería, con el fin de no crear un vacío, véase Figura 5.7.



Figura 5.7 Conexión de la tubería al depósito de agua.

Se obtuvo el diseño final del atomizador, se ajustó a las situaciones del diseño (ajuste de las tuberías, colocación de abrazaderas y cinchos, arreglo de conectores, etc.), Finalmente el diseño del atomizador quedó listo para las pruebas correspondientes, como se observa en la Figura 5.8.



Figura 5.8 Rociador del telar.

Los atomizadores fueron colocados en un Ángulo de 60° grados ya que esta es la inclinación que brinda mayor alcance y rocío directo a la tela, en la Figura 5.9 se observa la posición final de los atomizadores con respecto al telar.



Figura 5.9 Vista de los rociadores con respecto al telar

### 5.3 Dispositivo Final

Una vez que fueron agregados todos los componentes del telar se procedió a realizar las pruebas respectivas con agua, las primeras observaciones que se tuvieron es que se contaba con algunas pequeñas fugas por lo cual se tuvo que realizar algunas correcciones (colocación de mayor teflón y/o pegamento, ajuste del tamaño de la tubería, etc.).

Posterior a estas modificaciones se realizaron pruebas cambiando la posición de las válvulas de globo con lo cual se logró encontrar la posición correcta en la cual el flujo es el apropiado, el rocío correcto se puede observar en la Figura 5.9.

### 5.4 Conclusiones

Se rehabilito un telar de tejido, para lo cual se emplearon los conocimientos adquiridos durante la carrera, en particular lo correspondiente control electromagnético, ya que estos conocimientos permitieron encontrar la falla en el control electromagnético y sistema eléctrico del telar, con ello permitiendo la reparación y puesta en marcha de la misma. Debido a esta rehabilitación el taller de tejido de Ingeniería Textil ya cuenta nuevamente a su disposición con un telar para la realizar prácticas escolares y profesionales.

Adicional a esto, se implementó una mejora al telar, que consistió en un dispositivo de rocío semi-automático. Debido a la falta de nuevos telares y mejoras a los existentes, se buscó satisfacer alguna necesidad que existiera en los laboratorios de tejido, debido a esto se encontró la necesidad de humedecer la tela constantemente, motivo por el cual se diseñó un dispositivo de rocío semi-automático.





El diseño de este dispositivo incluyó una investigación de los tipos de atomizadores existentes en el mercado, además de que se buscó cual era el apropiado para la necesidad de humedad del hilo que se usa en los telares, por lo cual el dispositivo diseñado brinda solo un rocío que es adecuado para solo humedecer ligeramente el hilo sin ocasionar algún tipo de escurrimiento.

El resultado fue un grupo de tres atomizadores que abarcan el ancho promedio de los telares del laboratorio, además el dispositivo tiene un diseño portátil, para ser utilizado en los demás telares del laboratorio.

Se pensó adicional en el funcionamiento del telar y como se recorre el hilo trabajado, por lo que se llegó a la conclusión de que era necesario un control del rocío por tiempos, se hizo un control por medio de un PIC16F877A y la etapa de fuerza con un contactor, relevador termomagnético y pastillas. El resultado fue un control de la bomba de agua para solo funcionar por 10 segundos y descansar un minuto. Lo cual proporciona una perfecta humedad conforme el hilo se recorre por el trabajo del telar.

La prueba final fue exitosa y al funcionar los telares a una velocidad promedio, el tiempo que fue usado en el control por medio del PIC16F877A fue el apropiado, para humedecer a los telares del laboratorio de tejido.

Debido a esta rehabilitación y a la implementación realizada para uso de los telares el objetivo de la tesis fue cumplido exitosamente, además de contar con una propuesta adicional (el dispositivo rociador) no pensada originalmente, pero que satisface una necesidad adicional del laboratorio de tejidos de Ingeniería Textil.



## Referencias

[1] Tejidos de Algodón, repaso y picado  
Ing. Archival W. Johnson  
Compañía Industrial de Orizaba, 1940

[2] Apuntes de Teoría de Tejidos  
Profesor, Juan Pérez Márquez  
Rio Blanco, Veracruz, 1950

[3] Prácticas de Tejidos  
Profesor, Agustín Flores Serrano  
Escuela Textil Nocturna de Rio Blanco, Veracruz, 1960

[4] Maquinaria de Tejidos  
Thomas W. Fox  
Escuela Técnica Municipal de Marchester Inglaterra, 1952

[5] <http://mx.answers.yahoo.com/question/index?qid=20100602164612AAIYrhd>

[6] [http://es.wikipedia.org/wiki/Industria\\_textil](http://es.wikipedia.org/wiki/Industria_textil)

[7] <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080830173737AAnnT5m>

[8] [http://www.adoos.com.ar/post/23130335/maquina\\_textil\\_automatica](http://www.adoos.com.ar/post/23130335/maquina_textil_automatica)

[9] <http://maquinadecoserindustriales.blogspot.mx/2012/06/automatizacion-en-la-industria-textil-y.html>

[10] [www.euspray.com/es/boquillas-atomizadores-neumaticos](http://www.euspray.com/es/boquillas-atomizadores-neumaticos)

[11] [www.agricolaquero.com/Atomizad.htm](http://www.agricolaquero.com/Atomizad.htm)





## Glosario

**Julio o plegador:** El julio o plegador del telar, está compuesto por un tubo o cuerpo central y dos platos o valonas, sobre el cuerpo central van arrollados los hilos de urdimbre, que regularmente son producidos por la maquina engomada.

**Guía hilos:** El guía hilos es un rodillo o cilindro, fijo por sus extremos a la bancada del telar pero dotado de una sensibilidad al menor movimiento de la urdimbre, que le proporciona un sistema embalado interno.

**Cruzeras:** Las cruzeras o varillas de cruce pueden ser de madera o metal y sirven para separar y conservar la posición de los hilos de urdimbre, generalmente se usan dos.

**Cuerpo de lizos:** El cuerpo de lizos denominado también remesa, avión o aviadora, consiste en el número de lizos necesarios, cada uno con la cantidad de mallas precisa, el peine, con su cuenta, ancho útil y cantidad de hilos correspondientes, previamente calculados.

**Calada:** Una calada cerrada o desnivelada producirá rozamiento con el aparato insertador de la trama y por lo tanto roturas de hilos. Una calada demasiado abierta producirá también roturas por el exceso de tensión sobre la urdimbre.

**Tisaje:** Serie de operaciones que tienen como fin convertir un conjunto de hilos, en tejido.

**Tejido:** Es el resultado del entrelazamiento ordenado de:

- Un hilo consigo mismo (tejidos de punto)
- Una serie de hilos (tejidos simples)
- Dos o más series de hilos (tejidos compuestos)

**Tejidos de punto:** En este grupo se clasifican los tejidos elaborados en el hogar con gancho y agujas. También medias, calcetines, suéteres, etc. producidos industrialmente.

**Tejidos simples:** Aquí podemos considerar también a los tejidos de punto, como los rectilíneos y de gran diámetro, entrelazados con hilos en la misma posición inicial.

**Tejidos compuestos:** Corresponden a los tejidos hechos en los telares de pie y trama, conocidos también como tejidos de calada, entrelazados con hilos en diferente posición inicial.

**Urdimbre:** Hilos arrojados en el carrete, julio o plegador del telar, ocupando el sentido longitudinal en el tejido. La urdimbre también es conocida como pie.



**Trama:** Conjunto de hilos dejados por los viajes de la lanzadera, ocupando el sentido transversal en el tejido.

**Lucha o pasada:** Longitud de hilo en un viaje de la lanzadera, en todo el ancho del tejido, de orilla a orilla. Tradicionalmente se cita a la lanzadera como el aditamento del telar insertador de la trama, a través de la calada. Actualmente puede ser insertada por: chorro de agua, aire, pinzas, proyectil, etc.

**Peine:** El peine consiste en una serie de alambres aplanados, atados por los extremos mediante una cuerda embreada. La cuerda está hecha por hilos torzales de varios cabos y el número de cabos determina el espacio que debe haber entre los alambres (clara). En la actualidad los peines también se fabrican sustituyendo la cuerda embreada, por tiras de hierro o latón soldadas a los alambres con estaño.

**Templazos:** Para controlar la contracción y evitar que los hilos de las dos orillas del telar reciban tensión excesiva o rocen contra los dientes del peine y por consecuencia se rompan hilos, se emplean unos aditamentos llamados templazos, que tienen como objetivo principal mantener hasta donde sea posible el ancho en peine, sobre el ancho de la tela después de tejida.

**Densidad de hilos:** Es la cantidad de hilos que contiene un tejido por unidad de medida que puede ser por centímetro o por pulgada.

**Densidad de urdimbre:** Se llama así a la cantidad de hilos de urdimbre por unidad de longitud contados en el sentido perpendicular de los mismos se suele expresar como: Hilos/cm o Hilos/pulg.

**Densidad de trama:** Es la cantidad de hilos de trama por unidad de longitud contados en sentido perpendicular de los mismos, se suele expresar como pasadas/cm, pasadas/pulgada

**Tela enfieltrada:** Si el análisis se efectúa sobre una tela enfieltrada, o con largo pelo superficial, el destejido resulta difícil y con riesgo de romper los hilos. Se chamusca entonces, ligeramente, la superficie de la muestra y se rasca la parte chamuscada hasta quedar el tejido bien pelado y poder destejer más fácilmente.

**Huso:** Es un objeto que sirve para hilar fibras textiles. En su forma más simple es un trozo de madera largo y redondeado, que se aguza en sus extremos y que en uno de ellos, normalmente el inferior, lleva una pieza redonda de contrapeso y tope, llamada malacate, nuez, tortera o volante.



## Anexo [1]

```
#INCLUDE P P16F877A.INC
_CONFIG_HS_OSC&_WDT_OFF&_LVP_OFF
ORG 0X00 ; Inicio del programa en la posición cero
BCF STATUS,RP1
BSF STATUS,RP0
CLRF TRISB
MOVLW    b'11111111'
MOVWF    TRISC
MOVLW    b'00000111'
MOVLW    OPTION_REG
CLRF     INCON
BCF      STATUS,RP0
```

```
ARRANKE
BTFSS    PORTC,RC0
GOTO     ARRANKE
GOTO     INICIO
```

```
INICIO
MOVLW    D'144'
MOVWF    0X20
MOVELW   D'256'
MOVWF    0X21
MOVELW   D'256'
MOVWF    0X22
MOVELW   D'256'
MOVWF    0X23
MOVELW   D'141'
MOVWF    0X21
```

```
MOVLW    b'00000001'
MOVWF    PORTB
BTFSC    PORTC,RC1
GOTO     PARAR
CLRF     INTCON
CLRF     TMR0
CALL     ENCENDIDO
GOTO     APAGADO
GOTO     INICIO
```

```
ENCENDIDO
BTFSC    PORTC,RC1
GOTO     PARAR
BTFSS    INTCON,2
GOTO     ENCENDIDO
BCF      INCON,2
DECFSZ   0X20
CLRF     PORTB
CLRF     TMR0
CLRF     INTCON
RETURN
```

```
APAGADO
```



Instituto Politécnico Nacional  
Escuela superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



BTFSC PORTC,RC1

GOTO PARAR  
BTFSS INTCON,2  
GOTO APAGADO  
BCF INTCON,2  
DECFSZ 0X21  
GOTO APAGADO  
CLFR PORTB  
CLRF TMR0  
CLRF INTCON  
GOTO REPETICION

REPETICION1

BTFSC PORTC,RC1  
GOTO PARAR  
BTFSS INTCON,2  
GOTO REPETICION1  
BCF INTCON,2  
DECFSZ 0X22  
GOTO REPETICION1  
CLFR PORTB  
CLRF TMR0  
CLRF INTCON  
GOTO REPETICION2

REPETICION2

BTFSC PORTC,RC1  
GOTO PARAR  
BTFSS INTCON,2  
GOTO REPETICION2  
BCF INTCON,2  
DECFSZ 0X23  
GOTO REPETICION2  
CLFR PORTB  
CLRF TMR0  
CLRF INTCON  
GOTO COMPLEMENTO

COMPLEMENTO

BTFSC PORTC,RC1  
GOTO PARAR  
BTFSS INTCON,2  
GOTO COMPLEMENTO  
BCF INTCON,2  
DECFSZ 0X24  
GOTO COMPLEMENTO  
CLFR PORTB  
CLRF TMR0  
CLRF INTCON  
GOTO INICIO

PARAR  
CLRF PORTB  
GOTO ARRANKE