



Benemérita Universidad Autónoma  
de Puebla



Facultad de Ciencias de la Electrónica

# EVOLUCIÓN, PROCESO Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO TEXTIL

Trabajo para titulación por experiencia profesional

Presenta:

Carlos Alvarado Rodríguez

Asesor de tesis:

Mtro. Alejandro de Jesús Pérez Gracia

ENERO 2024

## Agradecimientos

A mis padres

En primer lugar, les agradezco a mis padres que siempre me brindaron su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me impulsaron siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades.

Como sucedió al morir mi padre en los primeros dos semestres de la carrera, motivo por el cual abandoné los estudios y empecé a trabajar como eléctrico-electrónico con muy poca formación. Fue la fuerza y amor de mi madre quien me impulsó a terminar mi educación académica al tiempo que estudiaba y trabajaba, y agradezco infinitamente esto, ya que gracias a la formación obtenida he podido desarrollarme en mi actividad hasta la fecha.

A mi esposa, que con su amor y apoyo incondicional impulsan la pasión con la que me enfrento a los retos a pesar de todas las adversidades, siendo mi soporte y motor.

A mis hijos, quienes son mi orgullo y motor para ser mejor cada día, por ellos estoy aquí, porque me impulsan a concluir y demostrar que si es posible y nunca es tarde; en ellos he podido sentir que mi formación universitaria ha sido importante y que lo que aprendí es muy valioso.

A mi tutor por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos, por aceptar el reto de apoyarme.

A Indorama, empresa en la que me desempeño, por el impulso personal y retos a los que día a día me enfrento. Agradecimiento especial a Polito Venere quien me apoyó a terminar este reto.

Son muchos los docentes que han sido parte de mi camino universitario incluidos los jurados, a todos ellos les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí. Sin ustedes los conocimientos solo serían palabras impresas.

---

**ÍNDICE**

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>ANTECEDENTES HISTÓRICOS LA IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA TEXTIL EN PUEBLA</b> .....	4
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	5
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	5
<b>CAPÍTULO I</b> .....	6
<b>DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL PROCESO TEXTIL COMO RESEÑA PERSONAL</b> .....	6
Apertura .....	6
Cardado .....	11
Estirador .....	14
Segundo estirador .....	14
Hilatura .....	16
La hilatura por anillo .....	16
La hilatura de rotor .....	17
Extrusoras .....	19
Teñido y engomado.....	23
Tejido .....	25
Sanforizado.....	28
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	30
<b>TEJIDO, SU IMPORTANCIA Y APLICACIONES</b> .....	30
Inserción mediante proyectil .....	31
Inserción mediante pinza .....	32
Inserción mediante toberas (chorro de aire).....	34
Tejidos planos.....	37
Tejidos técnicos .....	37
Ejemplo de una aplicación de los tejidos técnicos .....	38
<b>CAPITULO III</b> .....	41
<b>INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO TEXTIL</b> .....	41
Interpretación de diagramas.....	47
Evaluación revisión y reparación de tarjetas electrónicas .....	65
Procedimiento para identificación y reparación de tarjetas electrónicas .....	68

---

**Cómo la electrónica se involucra en el control de calidad del producto textil ..... 70**  
**Conclusión..... 72**  
**REFERENCIAS..... 73**

## INTRODUCCIÓN

### ANTECEDENTES HISTÓRICOS LA IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA TEXTIL EN PUEBLA

El proceso de industrialización ha pasado por diversas etapas en la historia de México, hablando en específico sobre el sector textil, este ha tenido una gran importancia en el ámbito nacional y local. Podemos constatar que en Puebla los antecedentes de las actividades textiles se remontan a tiempos del Virreinato. A mediados del siglo XVI se empezaron a producir productos de seda; en el siglo XVII la manufactura de textiles de lana en los obrajes cobró auge; posteriormente este rubro fue rebasado por el del algodón.

Poco después de haberse fundado la ciudad capital se empezaron a desarrollar importantes actividades productivas que la convirtieron en la segunda ciudad más importante de la Nueva España, sobre todo por su producción textil. Los frailes franciscanos que eligieron el sitio para fundar la ciudad fueron afortunados al encontrar ricos recursos hidráulicos, provenientes sobre todo de los ríos; de éstos se obtuvo la energía hidráulica que fue utilizada en los procesos de producción. Gracias a eso se llegó a conformar en tiempos del virreinato un importante sector preindustrial a las orillas del río San Francisco antes denominado Almoloya.

Puebla venía heredando una gran tradición textil desde tiempos prehispánicos; el conocimiento del oficio fue aprovechado en la manufactura colonial y sumado a ello la destreza de los artesanos, se contaba con la mano de obra eficiente en las fábricas textiles. Esteban de Antuñano (Cruz Hernandez, 2017) fue uno de los personajes más importantes para el avance textil, debido a que se propuso desarrollar la industria textil con tecnología de punta, aprovechando los recursos naturales de la región, la gran tradición textil y la abundancia de mano de obra; pone en marcha La Constancia Mexicana en 1835, surgiendo la industria textil mecanizada en la región poblana, el nombre de esta empresa es dada por la gran perseverancia de este personaje por iniciar la industrialización en México (Ventura Rodriguez, 2018).

La industria textil ha evolucionado y con ello se han desarrollado diferentes tipos de telas, ya que, con el paso del tiempo y el avance tecnológico de la maquinaria textil, ha permitido el diseño para producir una amplia gama de tejidos. Cabe destacar la producción económica y eficiente de textiles, la cual se da gracias a la extensa automatización que se ha realizado con el paso del tiempo, actualizando los desarrollos tecnológicos y un diseño ergonómico en las máquinas, aún cuando la gama de telas aumentó, esto no frenó la gran velocidad de producción de dichos materiales.

### **OBJETIVO GENERAL**

Describir cómo, a partir del conocimiento y experiencia adquiridos, se realiza exitosamente la puesta en marcha de maquinaria textil.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Describir una aplicación de los tejidos técnicos
2. Mostrar una interpretación de diagramas eléctricos
3. Describir cómo la electrónica se involucra en el control de calidad del producto textil.

---

## CAPÍTULO I

### DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL PROCESO TEXTIL COMO RESEÑA PERSONAL

En el transcurso dentro del área profesional se ha tenido la oportunidad de interactuar con diferentes máquinas de la rama textil, a continuación, se comentará la experiencia con dicha maquinaria.

Para empezar, se debe entender que, dependiendo de los productos a fabricar, se llevará a cabo un control de calidad específico; para ello se debe saber con cuáles fibras se va a trabajar, como lo es el algodón o sintéticos, pues estos definen el proceso y control que se llevará a cabo.

Una instalación para algodón solo debe contener las máquinas realmente necesarias. Todo equipo en exceso tiene un efecto negativo en el número de neps (fibras enredadas). Las pacas se colocan de manera continua para poder ser procesadas, la máquina abridora o blendomat toma el algodón (una parte de cada una de las pacas) para mezclarlo. Todas las máquinas están coordinadas y adaptadas entre sí.

#### Apertura

La selección de la limpiadora correcta depende de la materia prima y de la capacidad de producción. Junto a su principal tarea, la limpieza ofrece también protección frente a elementos metálicos o pesados, proporcionan un desempolvado de alto rendimiento y separan materias extrañas iniciando por el blendomat o autómata (fig. 1). Se describe este equipo.

Figura 1: Blendomat



Fuente: imagen tomada de (textile learner, 2015)

Este identifica las pacas por medio de sensores ópticos (fig. 2), posiciona la máquina al inicio de las balas o pacas, asciende al inicio de las pacas, una vez encontrada la posición inicia la máquina y se reposiciona el cabezal usando sensores ópticos y sensores inductivos e interruptores de fin de

carrera (fig. 3) para posicionar los rodillos de tracción y movimiento, esto permite proteger al equipo por algún mal posicionamiento.

Figura 2: Sensor óptico



Fuente: imagen tomada de archivo personal

Figura 3: Interruptor fin de carrera

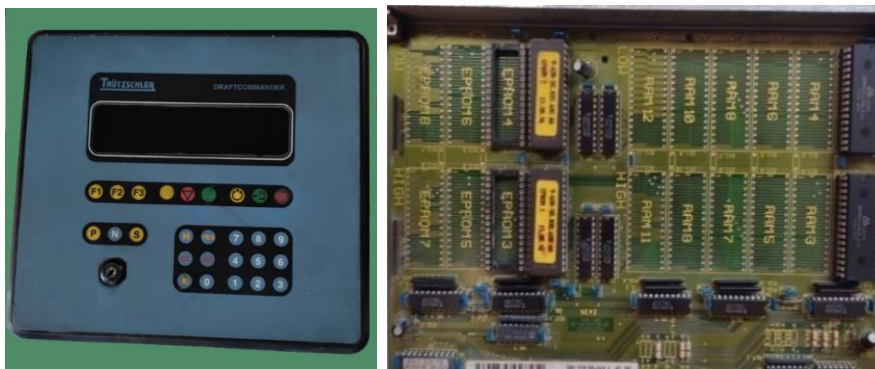


Fuente: imagen tomada de archivo personal

El cabezal es movido por motores de corriente directa y alterna, algunos con embragues mecánicos para posicionar de forma exacta al autómeta, el sistema como ya se mencionó es controlado por un conjunto de tarjetas electrónicas, relevadores, sensores inductivos y ópticos, micros de fin de carrera, contactores, etc. lo cual le permitía realizar las diferentes funciones necesarias para poder posicionar la máquina en diferentes acciones mecánicas con la finalidad de mandar el material necesario para el proceso productivo de una forma segura, eficiente y de mayor calidad al realizar una mezcla uniforme.

Ya se contaba con funciones más complejas para el autómeta como crear, diseñar y guardar los programas de producción. Los programas son elaborados y guardados de tal modo que se realizan diferentes mandos y programas; con funciones para controlar el posicionamiento exacto del autómeta además de controlar las funciones de enlace entre las diferentes etapas del proceso de apertura, como el arranque y paro de los motores. La visualización se realiza por medio de una pantalla LCD (fig. 4) y se programa con el teclado matricial (se muestra una tarjeta con sus memorias RAM).

Figura 4: Teclado, pantalla LCD y tarjeta con memorias RAM



Fuente: imágenes tomadas de archivo personal

Se inicia la succión del producto por un ventilador junto con los rodillos de tracción. El autómata hace el recorrido entre las pacas colocadas en forma continua para tomar el algodón de forma más uniforme, al llegar al fin del recorrido invierte la posición y avanza nuevamente, hace esto reiteradamente hasta finalizar las pacas y se detiene ya sea cuando se finalizan las pacas o alguno de los silos de la mezcladora; por medio de fotoceldas detecta que ya se llenaron nuevamente y vuelve a iniciar su marcha cuando se libera alguna de las fotoceldas o cuando se vacía alguno de los silos. El algodón pasa a otra etapa donde inicia la limpieza (fig. 5), el material es enviado por un

Figura 5: Cleanomat



Fuente: imagen tomada de (world-class textile engineering solutions)

ventilador hacia el Cleanomat o limpiador suave de impurezas, el material es conducido por una banda de púas en una cabina que a base de corrientes de aire continúa su limpieza, esta parte funciona con un servo motor y sensores ópticos, ventilador y micros de seguridad, esta parte cuenta con la posibilidad de cambio de inserción de material de forma manual a través de una banda transportadora como lo muestra la imagen. Esta banda es controlada por un motor de corriente directa, sensores inductivos de protección y relevadores, el material pasa al axiflow (una limpiadora de desperdicios CL-R). Cuatro cilindros limpiadores dispuestos uno detrás del otro se ocupa a continuación de la limpieza posterior, movidos por un motor de AC activado por relevadores que es un sistema limpiador de elementos pesados; este cuenta con sensores de proximidad como protección. En seguida, el algodón pasa a la Multimezcladora. (fig. 6), la cual es una cámara grande

Figura 6: Multimezcladora



Fuente: imagen tomada de (wotul buy sell machines & equipment)

con silos o cabinas; la máquina se encarga de mezclar el material en los silos para dar una mayor homogeneidad al material y repartirlos; sus señales de llenado son fotoceldas, sensores de proximidad y micros de seguridad, siempre de atrás para adelante se acciona una banda controlada por un motor de corriente directa. El material pasa a la siguiente etapa.

Se muestra un sensor inductivo del tipo NPN, estos pueden ser NPN o PNP. En este ejemplo en particular es de tipo NPN (fig. 7), la diferencia de éste con respecto del PNP, es la forma de conectar

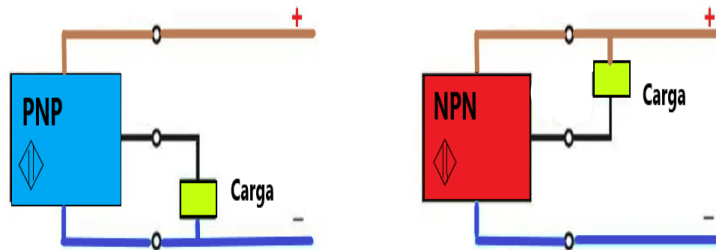
Figura 7 Sensor inductivo



Fuente: imagen tomada de archivo personal

la carga o elemento de control, por ejemplo, un relevador (fig. 8).

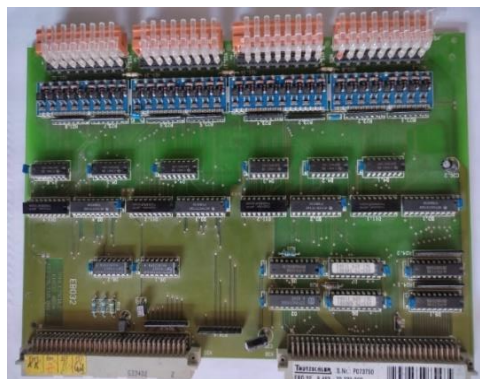
Figura 8: tipos de conexión



Fuente: imagen tomada de archivo personal

La tecnología que se tenía en las tarjetas era de integrados TTL y la presencia de los primeros circuitos híbridos, como se observa en la imagen (fig. 9). La base de su lógica eran las compuertas

Figura 9: Tarjeta de control



Fuente: imagen tomada de archivo personal

lógicas TTL (sigla en inglés de transistor-transistor-logic), es decir lógica transistor a transistor. Es una tecnología de construcción de circuitos electrónicos digitales. Por lo que los procesos lógicos

eran desarrollados por dicha electrónica y realizando su conmutación con la relación de potencia con relevadores. Para la activación de diferentes elementos como motores, frenos, actuadores (pistones), etc.

Finalmente, en este proceso el algodón pasa a la máquina Dustex (fig. 10), la cual es una cámara

Figura 10: Duxtex



Fuente: imagen tomada de archivo personal

donde se extrae el micro polvo, esto se hace debido a que el micro polvo que contiene el algodón es altamente dañino para la maquinaria, ya que puede dañar los motores, engranes, así como todas las partes metálicas. Esta máquina además se encarga de mandar el material a las máquinas siguientes que son las cardas.

Todo el sistema anteriormente mencionado tiene como fin el suministrar el material a las cardas, por lo que este sistema debe de tener en cuenta el número de cardas a las cuales va a surtir material para mantener de forma continua y uniforme en el cardado para garantizar la calidad del mismo, por lo que en el control del sistema se seleccionan el número de cardas al conectar, este sistema se controla con el ventilador, relevador y presostato electrónico y funciona dando el control suficiente al proporcionar más o menos material. Este conjunto de máquinas se enlaza por un tablero de control en el cual se programan la cantidad de cardas que se alimentarán por medio de un potenciómetro, este tablero tiene múltiples relevadores tanto de potencia como de control, interruptores y tarjetas electrónicas.

## Cardado

Una vez que el algodón ha sido abierto y se han eliminado todas las impurezas propias del mismo, pasa a las cardas a través de un ducto con el presostato de control, llega el material al cargador el cual lo compacta en una napa, que está controlada por sensores de proximidad y un motor de corriente directa. Las cardas les dan uniformidad a las fibras, éstas procesan el algodón por los tambores forrados con guarniciones o púas de acero de manera que se forma una especie de velo (fig. 11), la cual se compacta en una cinta de algodón, al salir esta cinta se depositan en unos botes

Figura 11: Velo en carda



Fuente: imagen tomada de (Mejia Azcarate, 2015)

designados como se ilustra (fig. 12). Estas máquinas tienen elementos de control como variadores de velocidad, sensores de proximidad para obtener la velocidad de la tambora, tarjetas de control

Figura 12: Carda en operación



Fuente: imagen tomada de (De Souza Pereira, 2017)

que le permiten dar el grosor de la cinta deseada, al controlar la velocidad de los cilindros de entrada contra los de salida nos da el grosor adecuado, cuenta con sensores magnéticos para control de cinta y sensor óptico (fig. 13) para presencia de cinta; al detectar presencia de cinta la máquina

Figura 13: Sensor óptico



Fuente: imagen tomada de archivo

trabaja a la velocidad programada de trabajo, en ausencia de la cinta la máquina trabajará a la velocidad mínima programada.

Como ya se mencionó, estas máquinas tienen variador de velocidad (fig. 14).

Figura 14: Ejemplo de un variador de velocidad



Fuente: imagen tomada de archivo personal

Un modo de control son los variadores de velocidad, los cuales tienen diversas utilidades en los procesos de industrialización y automatización; desde el ahorro de energía en bombas de caudal variable, ventiladores que son sistemas de presión constante y volumen variable, así como evitar los golpes de ariete al tener caudales y dosificaciones con precisión, evitar golpes mecánicos entre arranque y parada permitiendo un arranque y paro suave como en el uso de bandas transportadoras, elevación o descenso de productos, prensas con control de velocidad, compresores con control de presión en base al consumo variable con gran ahorro de energía, permiten movimientos mecánicos complejos con control de rotación y posición.

Las ventajas del uso de los variadores son instalación y mantenimiento sencillos, ya que la conexión del cableado es muy sencilla, aumenta la vida útil del motor al permitir arranques y frenados suaves, progresivos y sin saltos, puede detectar y controlar la falta de fase a la entrada y salida del equipo, limita la corriente de arranque, permite el control de rampas de aceleración y desaceleración regulables en el tiempo, se puede controlar a través de un PLC para el control de aplicaciones complejas, obteniendo un importante ahorro de energía en las aplicaciones, se obtiene un mayor rendimiento del motor, permite ver y controlar las variables. En general en la industria los variadores de velocidad tienen diversas aplicaciones.

Por lo anterior, el uso de variadores de frecuencia es muy frecuente también en la industria textil. Nos permite el uso de bandas transportadoras, aplicaciones en autómatas, elementos complejos de control o simplemente para controlar la velocidad entre el material de entrada y el de salida para controlar el grosor del material; como ejemplo son las cardas, estas máquinas ya cuentan con variadores de velocidad que, junto con sensores, encoders regulan la velocidad, estos elementos electrónicos además nos permiten obtener la información necesaria para poder controlar de forma continua la calidad y la uniformidad de la cinta de salida. Se muestra una tarjeta de control (fig. 15)

Figura 15: Tarjeta de control



Fuente: imagen tomada de archivo personal

Uno de los encoders convierte el movimiento en una señal eléctrica que puede ser leída para controlar la carda, envía la señal de respuesta y se utiliza para determinar la posición, como contador, determina velocidad o dirección (fig. 16). Es importante comentar que esta máquina tiene

Figura 16: Encoder



Fuente: imagen tomada de archivo personal

un display equivalente al que se mostró anteriormente para poder programar el trabajo de la máquina, condiciones del grosor de la cinta, velocidad de la máquina; esto se logra porque tiene una tarjeta CPU para controlar sus funciones y programas.

## Estirador

En esta etapa del proceso, las cintas producto del proceso de cardado son colocadas en el estirador, éste une las cintas de manera que se forme una sola cinta uniforme. En el estirador (fig. 17) se corrigen irregularidades de la cinta, de manera que el peso de la cinta sea constante y que haya menos variación por unidad de longitud. El estirador cuenta con un sistema de verificación de calidad el cual manda una señal a través de un piezoeléctrico cuando la cinta no se encuentra dentro de las especificaciones.

Cuando las cintas van saliendo del estirador, son depositadas en botes y pasan al siguiente proceso.

Figura 17: Estiradores en producción

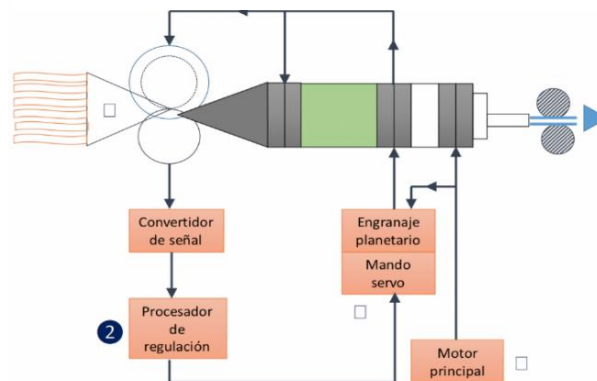


Fuente: imagen tomada de (jaqueline, 2010)

## Segundo estirador

En esta etapa, seis cintas provenientes del primer estirador son nuevamente tomadas y procesadas en el segundo estirador de manera que se conviertan en uno, como se puede ver ilustrado (fig.18) se da la retroalimentación y se regula el mando del servo para poder controlar la calidad de la cinta de salida.

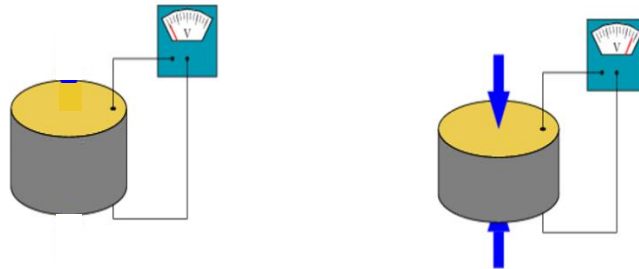
Figura 18: Diagrama de funcionamiento de un estirador



Fuente: imagen tomada de (Gonzalez de la Cruz, 2017)

El estirador cuenta con un dispositivo electrónico que mide las cintas, en razón del volumen, el piezoeléctrico es un elemento mediante el cual a medida que se ejerce presión se genera una variación en el voltaje, se ilustra el funcionamiento de este elemento electrónico (fig. 19). Si el elemento detecta que el grosor de la cinta es excedido, se manda la señal, de modo que la velocidad

Figura 19: Simulación de cómo funciona un piezoeléctrico al ser presionado



Fuente: imagen tomada de (Gonzalez de la Cruz, 2017)

de entrega y de salida se reduce. La variación permitida en el grosor de la cinta es de  $\pm 0.5\%$  en el título del hilo, lo que da una idea de la exactitud del grosor de las cintas. Nuevamente las cintas salientes del segundo estirador son depositadas en los botes designados.

Para poder realizar el control de calidad de la cinta en el estirador, este cuenta con un conjunto de servomotores que son controlados por drives, encoders, sensores etc. Facilitando de manera eficiente el control, con una tarjeta CPU y un display para seleccionar el programa y ajustes necesarios. Se ilustra la tarjeta CPU (fig. 20).

Figura 20: Tarjeta CPU de estirador



Fuente: imagen tomada de archivo personal

---

## Hilatura

La fabricación de hilo puede realizarse por varios métodos, entre los cuales tenemos el de anillo, rotor, air-jet y extrusoras.

### La hilatura por anillo

Es uno de los métodos más antiguos, el cual consiste en estirar la mecha que se obtiene de los estiradores, ésta entra en tres rodillos que estiran el material hasta obtener el título de hilo deseado pasando después a un pre enrollado en una canilla, posteriormente se pasa por un cursor hacia el anillo, estas canillas surten el llenado de un cono (fig. 21).

Figura 21: Conera en operación



Fuente: imagen tomada de (Mejía Azcarate, 2015)

Actualmente estas máquinas van evolucionando de tal manera que presentan un mayor número de automatizaciones, por ejemplo las canillas ya no son instaladas de forma manual, solo se llena un surtidor y estas son instaladas de forma automática en el proceso productivo, cuando se termina el llenado de estas canillas son retiradas de forma automática, otro avance dentro de la máquina es que está constituida por un motor de alimentación que transmite el movimiento al sistema de engranaje para poner en acción cilindros y husos, está provista de un sistema neumático de aspiración para pabilo o hilo cuando se sufre una ruptura.

Los hilos gruesos de poca torsión y mayor cantidad de fibras llenan más rápido las canillas, mientras que títulos más finos con un mayor metraje de hilo tardan más tiempo en hacer la sacada o producción.

Los carretes de pabilo se colocan en soportes individuales en la parte superior y para ambos lados de la máquina, el pabilo pasa por una varilla tensora cromada o pulida llegando a una boquilla para introducirse al tren de estiraje mediante rodillos, cuando sale este material, es sometido a girar sobre su propio eje para proporcionarle al hilo la torsión necesaria de acuerdo a su aplicación, que hace del hilo simple un hilado de fibra discontinua.

El giro es provocado por revoluciones de cada huso con ayuda de un cursador o viajero que gira alrededor de cada anillo y que al mismo tiempo sirve para arrollar el material. El grado de estiraje aplicado en el dispositivo correspondiente es fundamental para lograr la reducción de diámetro necesaria que convierte el pabilo en hilo.

La hilatura de anillo o hilatura convencional es el método más tradicional de la fabricación de hilo y requiere de una serie de pasos que la vuelve lenta y costosa comparada con los otros métodos, pero sus hilos son más resistentes, finos y suaves. Debido a su antigüedad esta es la tecnología más experimentada. Los avances mejoran la productividad sin embargo continúa siendo lento, esta hilatura produce la más grande variedad de títulos con la mayor resistencia y calidad.

### **La hilatura de rotor**

Mejor conocida como open-end (fig. 22) fabrica el hilo directamente de la cinta de algodón. Esta máquina hace el hilo a base de rotores y turbinas que dependiendo del título puede alcanzar a

Figura 22: Open- end



Fuente: imagen tomada de (second-hand textil machine)

producir hasta 120.000 vueltas/minuto. La velocidad es controlada por medio de poleas, esta máquina tiene un generador de corriente para obtener la demanda de corriente directa la cual se usa para alimentar a las tarjetas electrónicas. Si existe una falla en el grosor del hilo provocado por alguna impureza o falla en la cinta se corta el hilo por un sistema conocido como purgado, para la puesta en marcha de nuevo del hilo existen dos autómatas o empalmadoras (fig. 23) estos están recorriendo frente a los usos.

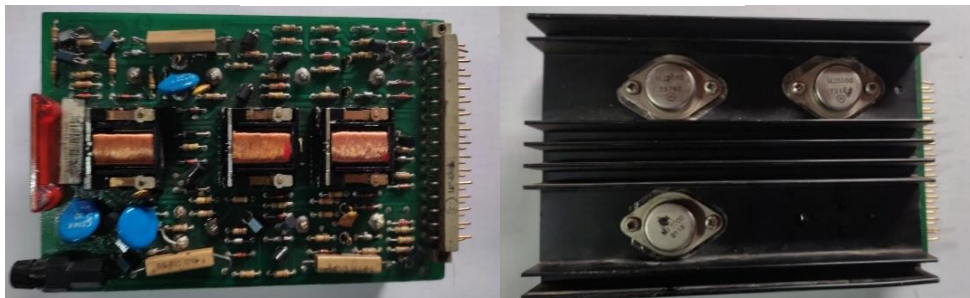
Figura 23: Empalmadora



Fuente: imagen tomada de (second-hand textil machine)

Se instalan dos empalmadoras para aumentar la eficiencia haciendo que cada empalmador recorra solo la mitad del total de usos, cuando detecta que alguno se encuentra parado el autómatas se detiene en el uso en el que está parado, la solicitud de inicio para el empalmador se da mediante una luz la cual será detectada por el empalmador por medio de un sensor óptico, el cual activa al empalmador permitiendo iniciar su trabajo uniendo el hilo para que el uso continúe trabajando, si se detecta que la bobina de hilo ya alcanzó su medida el cambiador automático de bobinas quita la bobina llena e instala un cono vacío nuevo, el autómatas cuenta con sistemas electrónicos de control tal como servo motores, actuadores sensores además de tarjetas de control del autómatas (fig. 24).

Figura 24 Tarjetas de control de empalmadora



Fuente: imagen tomada de archivo personal

Este sistema electrónico ha permitido que este tipo de hilo sea más eficiente al mismo tiempo que la calidad de hilo sea mejor, ya que al detectar fallas de calidad de hilo en tiempo real por medio del sistema de purgado permite aumentar la calidad del hilado, se ilustra el sensor del sistema de purgado y la tarjeta de control (fig. 25) el cual controla la calidad del hilo, este pasa entre el sensor cuando un hilo esta fuera de los valores correctos. Este sistema corta el hilo y se pone en espera para ser activado nuevamente por el autómatas en caso de repetir la mala calidad en el hilo, en dicho caso se bloquea hasta que el operador de servicio al uso.

Figura 25: Sensor y tarjeta de control del sistema de purgado



Fuente: imagen tomada de archivo personal

### **Extrusoras**

La hilatura de las fibras de poliéster, poliamida, etc. se prepara por hilatura de fusión, el cual implica:

- a) la preparación de un fundido o granza donde se adiciona el color en el caso de ser necesario
- b) la extrusión del fundido a través de los agujeros de la hilera
- c) la extensión de los chorros de polímero que emergen de los agujeros
- d) el arrollado de los filamentos solidificados en una bobina o en un mecanismo de enrollado.

Preparación del fundido: Los trozos de polímero se introducen en una rejilla o parrilla de fusión formada por un serpentín espiral de acero inoxidable, calentado eléctricamente mediante resistencias eléctricas las cuales se muestran en la imagen (fig. 26) y controlado por pirómetros digitales y termopares (fig. 27). Esto controla la temperatura, el termopar se instala en un termo

Figura 26: Resistencias de fusión



Fuente: imagen tomada de (Mariano, 2011)

Figura 27: Pirómetro y termopar



Fuente: imagen tomada de (Letelier, 2015)

pozo. La forma en que funciona son dos alambres de metales diferentes que son unidos en el punto de medición conocido como unión caliente, la salida del sensor es un voltaje proporcional no lineal, cada termopar tiene su curva de voltaje Seebeck (característica que es dependiente de los metales del termopar). En 1821 Thomas Seebeck observó que en un circuito hecho de dos alambres diferentes alteraban la posición de la aguja de una brújula cuando una de las uniones era calentada y los voltajes generados son medidos en mV, la mayoría de los alambres usados son aleaciones y la homogeneidad de la aleación es vital para la precisión del sistema de medición. Sin embargo, si la instrumentación es diseñada correctamente, el termopar provee de un sensor de muy bajo costo que se puede reemplazar fácil si se daña. El pirómetro controla la temperatura correcta del polímero. La máquina tiene variadores de velocidad para control de los rodillos, sensores de protección, relevadores y micros de seguridad entre otros elementos de control.

Extrusión e hilatura: El fundido pasa del depósito de fusión a unas bombas de engranajes dosificadoras y de éstas a un equipo de filtrado que consta de una serie de tamices metálicos finos (fig. 28). El polímero fundido pasa a la hilera. Estas hileras suelen ser discos de acero con agujeros cuyo tamaño y distribución garantiza el flujo regular dando un enfriamiento uniforme a los

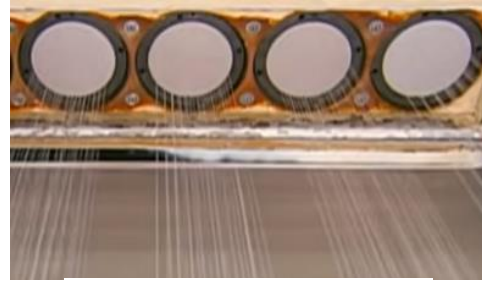
filamentos (fig. 29). El chorro de polímero se solidifica rápido al estar en contacto con la atmósfera. Los filamentos, solidificados, convergen en una guía y pasan a la zona de aplicación del ensimaje,

Figura 28: Tamiz o cedazo



Fuente: imagen tomada de (maxpoleat)

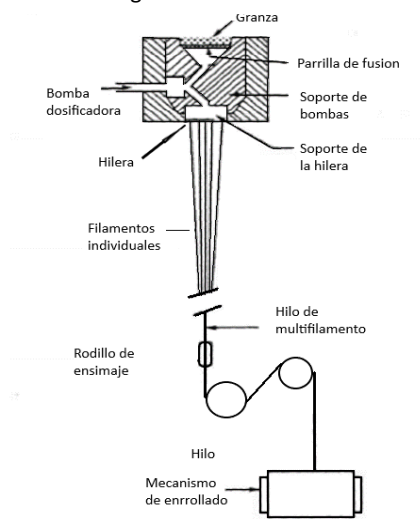
Figura 29: Hileras de extrusión



Fuente: imagen tomada de (ISE, Inc)

que en el caso de poliamidas y poliéster se utiliza un aceite para resaltar la textura del hilo. Finalmente pasa al mecanismo de enrollado. Cuando se trata de hilo continuo, el hilo se arrolla en bobinas que trabajan bajo tensión constante. En el estirado se logra la orientación necesaria que se consigue haciendo pasar el conjunto de filamentos alrededor de rodillos que giran a diferente velocidad periférica. La relación de velocidades entre los rodillos estiradores y alimentadores determina la relación de estirado, la cual oscila entre 3 y 6 para las diferentes variantes de fibra e hilo continuo, en cualquier caso, la relación elegida depende de la elongación, tenacidad, módulo, recuperación y resistencia a la abrasión del producto final. El hilo continuo estirado es enrollado en un soporte cilíndrico, con o sin torsión, las bobinas resultantes pesan de 2-4 Kg. Se muestra el sistema (fig. 30).

Figura 30: Tamiz o cedazo

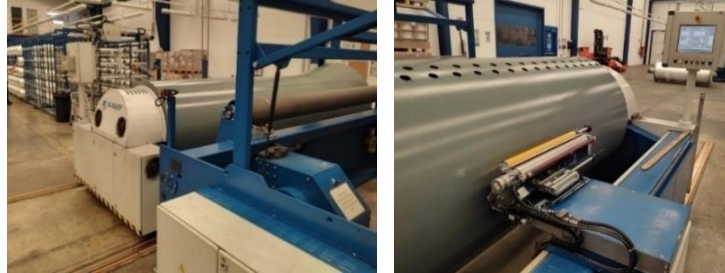


Fuente: imagen tomada de (Intorsa)

## Urdido

El directo o de fajas (seccional) (fig. 31) Donde se colocan las bobinas de forma ordenada pasando el hilo a través de ojillos de porcelana. En el tambor, se unen los hilos al peine ordenado de tal

Figura 31: Urdido de fajas



Fuente: imagen tomada de Indorama Ventures Mobility Puebla

manera que cada hilo tenga una ubicación propia para poder transferirlo al tambor sin encimarse con otro hilo, cada faja tiene una ubicación única, si la fileta tiene 400 hilos y si se tiene 10 fajas se tendrá un total de hasta 4000 hilos los cuales se van a plegar al julio. La velocidad transversal de la mesa de urdido debe coincidir perfectamente con el tipo y tamaño de hilos de urdido, para tener una superficie de urdido perfectamente horizontal y con la misma longitud. El sistema toma como referencia la primera faja a partir de la cual se toma como patrón para urdir las fajas siguientes, la máquina tiene PLCs de control que, en conjunto con los encoders, sensores y elementos de control controlan el proceso. Se muestra un PLC (fig. 32). Los PLC controlan las funciones de la máquina, por

Figura 32: Tablero de control



Fuente: imagen tomada de Indorama Ventures Mobility Puebla

ejemplo, los servomotores posicionan la mesa muy precisa en su posición impidiendo que las fajas o hilos se crucen, además se controla la velocidad de rodillos para llevar una tensión estándar durante todo el proceso no importando si es el inicio o fin del rollo, además controla todas las funciones (paros, sensores, frenado, tensión y display, donde se visualizan programas de operación, parámetros etc.) el sistema de paro por rotura de hilo es por medio de una fotocelda o interruptor. Cuando uno de los hilos se rompe la máquina para. El sistema de frenado se controla por un sistema hidráulico activando electroválvulas que finaliza en un sistema de frenado de balatas y actuadores.

## Teñido y engomado

En esta etapa del proceso llegan los julios provenientes del urdido. Con +/- 4.000 metros. Son 10 o 12 julios que forman el lote que entrará al proceso (fig.33.1). Trabajando a 20 mts/min de forma continua para mantener el tono del hilo, la tracción es por moto reductores de CD, conectados a un rodillo con cromo duro el cual es presionado por un rodillo de goma de 2 mts. de largo por 30 cm de diámetro, los rodillos permiten la tracción del hilo y exprimen el exceso de agua o tinte. Por medio de convertidores de campo (drive DC) se controlan los motores y se usa un balancín mecánico conectado a un potenciómetro para poder regular la velocidad y tensión entre cada tina. El hilo para poder ser teñido pasa por diferentes procesos.

a) Descrude o mercerizado (fig. 33.2): pasa el hilo por humectantes, secuestrantes y sosa (hidróxido de sodio); se humecta la fibra, elimina impurezas, y precipita metales y sales que existan en la fibra.

b) Enjuague (fig. 33.3): en este proceso se tiene como finalidad eliminar residuos de sustancias del descrude, este proceso solo agrega agua para tener el hilo listo para el teñido.

Figura 33.1: Fileta



Fuente: imagen tomada de archivo personal

Figura 33.2: Descrude



Fuente: imagen tomada de archivo personal

Figura 33.3: Enjuague



Fuente: imagen tomada de archivo personal

c) Tinajas de Teñido (fig. 33.4): en estas se tiene la mezcla del colorante; esta mezcla se mantiene en constante recirculación, además de mantener niveles constantes con sensores de nivel, termopares y pirómetros de control de temperatura para mantener el colorante en concentración equilibrada, se alimentan las bombas de suministro y dosificadoras, de esta manera se logra un teñido constante. El proceso consiste en hacer pasar los hilos por cada una de las tinajas, ya que el hilo pasa por la mezcla de colorante y se oxida al medio ambiente, repitiendo este proceso en varias ocasiones hasta que se logre el tono deseado. En la imagen se aprecia uno de los balancines (fig. 33.5) el cual funciona conectado por un engrane al potenciómetro y se le colocan pesas suficientes para tener un control con la relación de velocidad correcta. Toda la máquina tiene controladores de velocidad de los motores de VCD además del PLC allen bradley, relevadores y varias tarjetas electrónicas para control.

e) Acumulador (fig. 33.6): el hilo pasa por un juego de rodillos que permite mantener el proceso de teñido de forma continua mientras pasa al siguiente proceso que es el engomado, este acumulador permite mantener aproximadamente 160 metros de hilo como reserva por cualquier paro provocado en el siguiente proceso, este sistema tiene como seguridad paros de fin de carrera.

Figura 33.4: Teñido



Fuente: imagen tomada de archivo personal

Figura 33.5: Balancín



Fuente: imagen tomada de archivo personal

Figura 33.6: Acumulador



Fuente: imagen tomada de archivo personal

f) Engomado (fig. 33.7): es un proceso húmedo y a temperatura al cual son sometidos los hilos que forman una urdimbre, tiene como principal objetivo el de aplicar a los hilos una sustancia viscosa y adherentes con productos como almidones y resinas acrílicas con viscosidades altas, medias o bajas dependiendo del número de hilos o necesidades, de tal modo que proporciona una serie de propiedades para mejorar las propiedades de los hilos haciéndolos más resistentes para soportar los esfuerzos a los que serán sometidos en las máquinas de tejer, por la fricción del telar y darle una mayor resistencia. Este sistema se controla por un PLC el cual controla un drive para que la velocidad del sistema sea sincronizada, en el tren de teñido cuenta con diversos sistemas de control neumático, permite a través de bombas hidráulicas dar la tracción al enrollado, controlar la inmersión de los rodillos y la tensión de los hilos sea la correcta, para controlar la temperatura de las tinas de secado se cuenta con válvulas pilotadas termopares, pirómetros, bombas dosificadoras, dando como resultado estabilidad y secado correcto de los hilos ya impregnados de las resinas.

El secado del tendido (fig. 33.8) una vez que se adhieren estas resinas es muy importante para que los hilos no se peguen entre sí. Para garantizar que los hilos se separen correctamente se pasan entre unas varillas que apertura los hilos en secciones como se ilustra (fig. 33.9)

Figura 33.7: Engomado



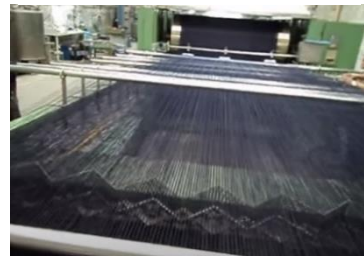
Fuente: imagen tomada de archivo personal

Figura 33.8: Tamboras de secado



Fuente: imagen tomada de archivo personal

Figura 33.9: Apertura de hilo



Fuente: imagen tomada de archivo personal

## Tejido

Dado que la humedad y la temperatura en esta área deben ser constantes y controladas, con el fin de que los hilos que están siendo tejidos se dañen lo menos posible, las fibras textiles tienen mayor o menor grado higroscópico, su capacidad de absorción de la humedad depende del grado higrométrico del aire ambiente. Este contenido de agua de toda fibra de lana, algodón o materia sintética, influye fuertemente en todas sus propiedades como, por ejemplo, su resistencia, elasticidad, alargamiento, carga electrostática y flexibilidad, que la hace más o menos apta para ser hilada. En esta área también se cuenta con un sistema de aire acondicionado automático, manteniendo una temperatura de 19°C a 25°C y humedad relativa de 50 a 60 %, un sensor de humedad relativa envía la información a un PLC Siemens que mantiene los valores en el set-point deseado. Al mantener una humedad relativa (HR) superior a 50 %, el contenido de humedad del aire sirve como conductor natural, lo que produce un efecto en la descarga estática como si tuviera una conexión a tierra. Al 45-49 % de HR, se podría generar electricidad estática, aunque partes de ella estarán conectadas a tierra. En un entorno con una HR inferior al 45 % seguro que se incrementa la carga estática, lo que provocará los síntomas mencionados. Se ilustra un termo-higrómetro y su display de control (fig. 34).

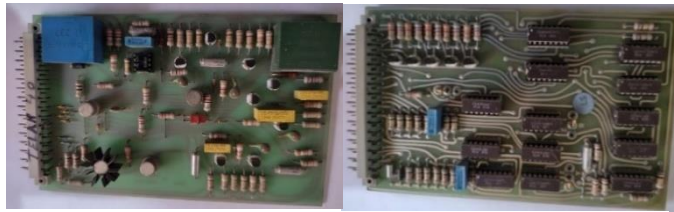
Figura 34: Termo-higrómetro



Fuente: imagen tomada de Indorama Ventures Mobility Puebla

Durante la estancia laboral se ha podido trabajar con diversas máquinas de tejer, el trabajo profesional se empezó a realizar en 1988 con telares de lanzadera, que funcionan introduciendo la trama mediante sistemas mecánicos al golpear la lanzadera la cual lleva dentro un carrete de hilo dándole el efecto de un proyectil, el cual es llevado por dentro de la tela. Los telares utilizados, aunque tenían una electrónica básica, ya contaban en la tarjeta con transistores, triac, SCR y su lógica de trabajo basada en compuertas lógicas que, en conjunto con sensores inductivos, ya realizan funciones complejas como poder parar la máquina y posicionarla en los grados exactos para posteriormente poder arrancarla de manera simple. De tal manera que se podía hacer paros de la máquina por falta de trama, ruptura de hilo de urdimbre, stop de manera simple y correcta, con esta electrónica se automatiza de manera simple y eficiente a la máquina, se ilustran elementos y

Figura 35: Tarjetas de control de telar de lanzadera



Fuente: imagen tomada de archivo personal

tarjetas de control de estos telares (fig. 35).

Después de un tiempo entraron máquinas más modernas que contaban con detectores de trama (fig. 36), los cuales funcionan mediante la electricidad estática, la cual es generada por la fricción del hilo con la superficie del ojillo de porcelana; cuando el hilo deja de pasar por el ojillo al faltar la electricidad estática el telar activa un paro por trama y la máquina se detiene.

El sensor de urdimbre funciona al introducir un pequeño voltaje de 12 VDC (el cual es inofensivo a la salud del personal), este voltaje lo pasan en unas barras metálicas haciendo pasar el hilo de urdimbre en una horquilla metálica la cual flota sobre las barras, soportado por la tensión del hilo

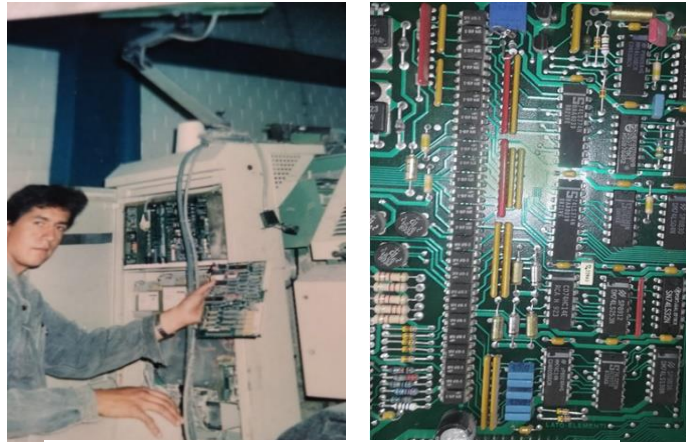
Figura 36: Sensor de trama



Fuente: imagen tomada de archivo personal

de urdimbre; al faltar este hilo la horquilla cae y cortocircuita los 12 volts. Estas máquinas tenían un micro procesador, teclado de matriz, display LCD y una electrónica más compleja; se muestra una máquina y una tarjeta electrónica (fig. 37). De tal modo que ya se podía programar secuencias de

Figura 37: Tablero y tarjeta electrónica



Fuente: imagen tomada de archivo personal

colores en la trama, el suministro de la trama ya era proporcionado por prealimentadores los cuales se comunican con el procesador para poder controlar la apertura de la trama en la secuencia y momento exacto, cuenta entre otros elementos electrónicos con encoders de posición, el cual apertura la trama a los grados correctos, puede ser o no de maquinilla electrónica, pueden hacerse tejidos complejos, aunque en ese momento la empresa solo trabajaba mezclilla.

Se ilustra una máquina de este tipo en la que se observa una presentadora electrónica y un telar que se encuentra en producción (fig.38). Actualmente a la fecha de 2023 se trabaja con telares Dornier (fig. 39) los cuales se mencionarán más adelante.

Figura 38: Presentadora electrónica y telar en producción



Fuente: imágenes tomadas de archivo personal

Figura 39: Telar dornier



Fuente: imagen tomada de Indorama

## Sanforizado

El sanforizado (fig. 40) es el acabado final de la tela, En este proceso se agrega un suavizante a la tela, posteriormente se seca por unas tamboras que son inyectadas con vapor, el siguiente paso es por una tambora caliente que hace girar una gran banda elástica que da el efecto de sanforizado, lo cual hace que la tela se encoja de manera controlada comprimiendo los hilos al controlar la velocidad del motor que mueve esta banda, posteriormente se pasa a una tambora con una banda de paño para enfriar y termo fijar la tela, con la finalidad de lograr la textura, flexibilidad y dureza requeridas para cada tipo de tela.

Esta máquina está controlada por convertidores de campo de VDC (drive DC) (fig. 41) el cual en la

Figura 40: Sanforizado



Fuente: imagen tomada de (Comotrade)

sección de potencia consta de un puente de Graetz controlado internamente para activar su funcionamiento, en cuanto al campo del motor, este es alimentado por un puente rectificador monofásico de Graetz con filtro de protección RC y circuito de relé con pérdida de excitación y su

Figura 41: Drive CD



Fuente: imagen tomada de (Gefran)

relación de velocidad está controlado por un potenciómetro conectado en forma mecánica a los balancines usando el principio antes mencionado, se ilustra un Drive DC.

Es importante que la tela tenga un buen acabado al tacto, para ello, en una de las secciones se cepilla y retira el exceso de fibra al pasar la tela por una flama constante, para hacer esto se utiliza un controlador de flama (fig. 42), esta línea de flama quema los pequeños filamentos de fibra que pudiera tener la tela con el fin de darle una mejor textura. Este controlador debe dar la seguridad

Figura 42: Control de flama



Fuente: imagen tomada de (thermal combustion)

de evitar cualquier incidente al usar una flama alimentada por gas LP. El control de encendido es por medio de un arco de alto voltaje, se apertura la válvula de gas y se enciende la línea de flama; cuando la flama no se mantiene, se cuenta con un detector el cual cierra la válvula de gas para evitar accidentes. El sistema cuenta con ventiladores de extracción para sacar los gases formados por la combustión o fallas de flama. La figura 42 muestra un controlador de flama, el cual cuando está operando correctamente mantiene encendido su indicador rojo.

## CAPÍTULO 2

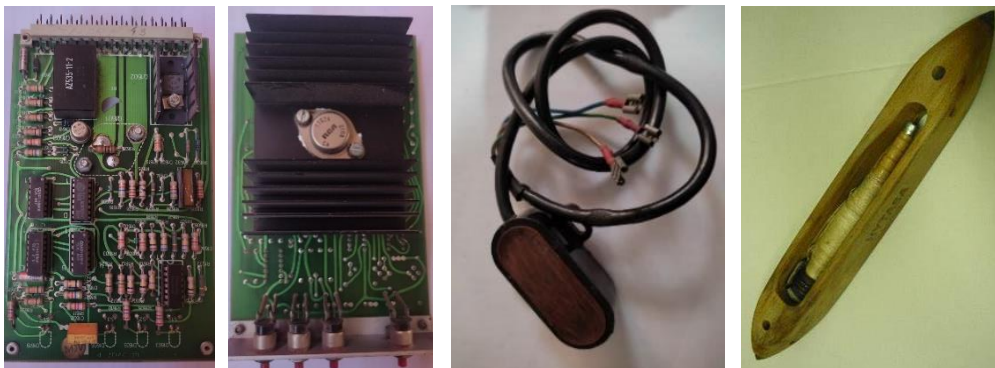
### TEJIDO, SU IMPORTANCIA Y APLICACIONES

A lo largo del tiempo se ha visto como las cosas y seres vivos evolucionan, por lo que la industria textil no podía quedarse atrás. Los avances van desde la preparación del hilo hasta la fabricación de las telas, un ejemplo claro son las máquinas para tejer (telares). Entre estos están los de tejido plano, para los cuales, en la base se colocan unos hilos paralelos denominados urdimbres, mediante un mecanismo de cuadros estos hilos son elevados individualmente o en grupos, formando una abertura denominada calada, a través de la cual pasa la trama (hilos puestos en forma horizontal) los cuales en inicio eran puestos mediante lanzaderas. El tejido o tisaje es un proceso por el cual se va pasando la urdimbre por arriba y debajo de la trama. Estos mecanismos han servido a la industria textil durante años, pero tenían tres limitaciones.

- Su baja velocidad (130 pasadas por minuto o menos).
- Su mantenimiento mecánico costoso.
- La longitud de hilo enhebrado en la lanzadera, que significa continuos paros para cambiarla ya que estaba limitada a pocos metros por canilla.

Se ilustran dos tarjetas de control, un sensor de posición de lanzadera para identificar fin de recorrido y una lanzadera con una canilla (fig. 43).

Figura 43: Tarjetas, sensor de lanzadera y lanzadera



Fuente: imágenes tomadas de archivo personal

imagen de (Todo colección)

Por las limitantes se intentó solucionar este problema y las mejoras consistieron en:

- Dotarlas de maquinilla que controla la subida y bajada de los cuadros, permitiendo una mayor velocidad, se instalan sensores inductivos y encoders para identificar su posición.

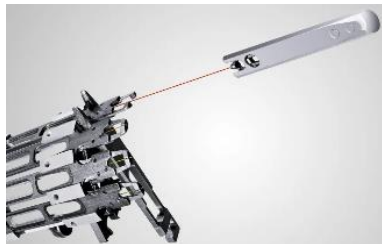
- Sustituir la lanzadera por proyectiles, pinzas, y toberas que permitieron alimentar la trama desde un acumulador (prealimentadores); el cual es un dispositivo eléctrico-electrónico que es alimentado con conos de hilo de gran capacidad.
- El desarrollo de Para urdimbres y Busca pasadas automático, controlan de forma electrónica el paro de la máquina.
- Cambio rápido de artículo.
- El mantenimiento mecánico y electrónico de bajo costo.
- Uso de servomotores y drivers que generan ahorro energético y mayor precisión.
- Sensores más precisos para detección de tensión genera menor esfuerzo en los hilos.

Se explicarán los medios de envío de tramas más utilizados de forma más detallada en los siguientes subtemas.

### **Inserción mediante proyectil**

La máquina de tejer con proyectil, en la industria es la primera máquina del sistema de construcción sin lanzadera, en cada fase del proceso de inserción la pasada de trama se mantiene bajo control, desde la transferencia del hilado al proyectil, durante su posterior inserción en la calada hasta su batanado por el peine y la palanca de expulsión el cual funciona como un revolver que inserta los proyectiles de manera directa, contribuye en gran parte al considerable aumento de la capacidad de inserción de trama y por lo tanto aumento de producción y el uso de elementos electrónicos se volvió indispensable para poder tener la precisión requerida. Durante su vuelo por la calada, el proyectil se desliza por el centro de un grupo de guías. Durante la inserción de la pasada, los hilos de urdimbre no son tocados por el proyectil (fig. 44). Al final de las guías el proyectil es frenado por

Figura 44: Un mecanismo de disparo, un proyectil.



Fuente: imagen tomada de (Bustamante Calderon, 17)



Fuente: imagen tomada de (dtextil2)

el mecanismo de recepción se trasladada a su posición de disparo, cuenta con un sistema de detección de falta de proyectiles por sensores de proximidad; esto se ilustra a continuación (fig. 45).

Figura 45: sensores de detección de proyectiles



Fuente: imagen tomada de (dtextil)



Fuente: imagen tomada de (dtextil)

La calidad de tejido mejoró notablemente con la nueva geometría de la calada y un movimiento del batán mejorado. Este tipo de inserción de trama garantiza elevada productividad, ergonomía de operación y una calidad de tejido superior. Su construcción de tipo modular crea las condiciones para adecuar la máquina a posibles modificaciones de acuerdo a las necesidades del futuro. La máquina de tejer con proyectiles puede ser dotada facultativamente para uno, dos, cuatro o seis hilados o colores de trama mediante selectores electrónicos.

### Inserción mediante pinza

Las máquinas de tejer con pinzas (fig. 46) son una evolución extraordinaria gracias a su plataforma electrónica que es diseñada para tejidos difíciles o pesados, como el denim, obteniendo velocidades más altas y mayor calidad. El desarrollo clave en el mando y el sistema de inserción de trama la han

Figura 46: Juego de pinzas



Fuente: imagen tomada de (etw cloud)

convertido en una máquina más robusta que mantiene una alta y estable velocidad de inserción con el mínimo de vibraciones. La máquina ofrece la misma cooperación entre mantenimiento y

Figura 47: Presentadora electro-magnética y sensor inductivo de posición de máquina



Fuente: imagen tomada de (alibaba)



Fuente: imágenes tomadas de archivo personal

funcionamiento, permite que tanto los técnicos como los operarios se adapten con facilidad, su operación es sencilla, así como la puesta en producción inmediata tras un cambio de artículo; se producen tejidos de primera calidad, aun utilizando hilos difíciles aseguran simultáneamente una alta productividad y la máxima versatilidad. La pinza receptora lleva un sistema magnético de apertura que en conjunto con la presentadora electro-magnética (selector electrónico de colores), su transistor de efecto hall, sensor inductivo de posición (fig. 47) y sensor de trama (fig. 48), permite que la máquina garantice una gran precisión en el control y una entrega correcta de la trama, esto permite que se logre una gran calidad del tejido. El optimizado batán aumenta la velocidad mientras que la barra porta hilos permite reducir la tensión de urdimbre y obtener una apertura de calada más limpia, para evitar la interferencia entre la pasada de trama activa y la que está en espera. De tal forma que el conjunto de electrónica que tiene el telar nos permite tener un control de los telares a pinza, los cuales personifican la simplicidad; es amigable, de perfil bajo y como tiene menos tapas el acceso para mantenimiento es fácil. Su eficaz base permite optimizar el espacio ocupado sobre el pavimento, conduce a un bajo consumo de energía y a un mínimo perfil sonoro. La nueva geometría de la calada se basa en la necesidad de un menor ángulo de calada para obtener máximas velocidades y en disponer de pinzas con las dimensiones adecuadas y con diversas capacidades. El sistema de transferencia de trama se crea para alta velocidad y versatilidad, es adecuado para una vasta gama de tramas. Otros puntos básicos: La pinza de inserción está situada cerca del peine para mayor rendimiento y calidad fiable. Esta inserción representó un avance tecnológico al utilizar elementos electrónicos más sofisticados, veloces y precisos. En la inserción de trama mediante pinza se transfiere la trama de la pinza portante al centro, donde es transferida a la pinza trayente, la cual lleva la trama al final. Esta es la solución óptima para trabajar con tramas delicadas desde multifilamento de baja torsión, hilado de anillos de baja y alta torsión, open-end, fantasía, en todos los materiales y títulos finos, medios y gruesos.

### Inserción mediante toberas (chorro de aire)

Esta tecnología fue desarrollada en Suecia a principios de 1920. El primer telar utilizó una bomba de bicicleta para proveer el aire comprimido, que limitaba su operación a una distancia de 100 cm. debido a la falta de control del flujo de aire. La segunda etapa se ubica en la década de los 60 cuando se implementa el uso de boquillas que logra anchuras de 330 cm. El hilo de trama viene de un paquete estacionario o prealimentadores (fig. 49), que con su nueva electrónica de servo motores son capaces de controlar la cantidad de vueltas de reserva, así como la velocidad de trabajo. Este motor se encuentra junto al telar, tiene un tambor en el cual se acumula un cierto número de

Figura 49: Prealimentadores



Fuente: imagen tomada de Indorama Ventures Mobility Puebla

espiras. Para controlar la longitud de cada pasada estas espiras se guían a través de una boquilla en la cual un chorro de aire de alta presión las conduce a través de un peine especial el cual tiene un canal donde se conduce la trama. Estos telares ahora pueden trabajar a 1000 RPM, el chorro de aire disminuye a medida que pasa por el tejido, pero lo superan al poner disparos continuos de aire a lo ancho de la tela por medio de toberas distribuidas de forma continua. Este tipo de telar presenta ventajas sobre los otros al poder utilizar tanto hilos de trama continuos como discontinuos, es adecuado para hilados de fibras cortas, siempre y cuando estos sean de gran calidad, de otra forma el proceso se detendría debido a rupturas tanto de la urdimbre como de la trama. Con los nuevos telares a chorro de aire se ha establecido un nuevo nivel de referencia en términos de fiabilidad y calidad del tejido; se ilustra un sistema de control de válvulas de disparo de aire (fig. 50).

Figura 50: Servo control de válvulas de



Fuente: imagen tomada de Indorama Ventures Mobility Puebla

En el pasado la tejeduría a chorro de aire era considerada como desperdicio de energía debido al uso de aire a presión, aumentando el uso de energía. La mayor limitación relacionada con la tecnología de inserción de aire reducía también el rendimiento y la flexibilidad, a menudo la inserción de la trama no era muy precisa. La tecnología en las máquinas modernas las hace más rápidas y flexibles, trabajando con una reducida energía y bajo costo de mantenimiento. Anteriormente los telares tenían una comunicación mínima con el usuario, ahora para la gestión de la interfaz con el usuario la máquina utiliza un moderno y potente microprocesador de tecnología de punta con sistema operativo Windows CE. La conexión Ethernet permite que el telar tenga un rápido acceso a la red de la empresa y a Internet. Gracias a la unidad memory card y USB se ha conseguido memorizar, archivar o transferir los parámetros de la máquina o artículo, de forma muy fácil. Todas las máquinas de tejer a chorro de aire fabricadas por la firma Dornier están equipadas con el rediseñado sistema patentado de control de la presión de aire (Servo Control), con lo que lo hacen más eficiente, el consumo de aire puede ser reducido hasta en 28% gracias a las toberas de relevo, así como a las toberas especiales de alargamiento y a las toberas principales Tándem Plus, junto con su sensor de paro de trama denominado Slim Throughlight basado en el principio de rayos de luz, teniendo la más alta funcionalidad y calidad incluso con colores de trama oscuros y finos; el sensor se puede instalar fácilmente al final del peine sin dañar los dientes del mismo.

El sistema permite una adaptación más rápida y flexible a las demandas de las máquinas de tejer de chorro de aire, además la nueva prensa positiva (PWC) permite que todos los telares a chorro de aire puedan trabajar sin necesidad de presión de retención expandiendo el espectro de hilados de trama para la inserción, incluyendo elastómeros, gasas de fantasía, hilados de torsión suave entre otros, donde se puede tener una elevada productividad y una calidad confiable. Al integrar el uso de PLCs como sistema de control conectados a una pantalla táctil a todo color, se tiene una nueva herramienta capaz de optimizar los ajustes de la máquina para obtener un impacto inmediato sobre

la calidad, reduciendo simultáneamente el consumo de aire y los desperdicios. Se dispone de un *Software* para asistencia remota para diagnóstico, control y soporte técnico a distancia. Sin duda alguna, los telares a chorro de aire representan una de las tecnologías más avanzadas en la actualidad.

Los telares de última generación tienen el más bajo perfil de vibración a alta velocidad, excelente tacto del tejido, mínimas necesidades de mantenimiento, reducción del consumo de energía, alto nivel de producción y, por tanto, mayor eficiencia. En cuestión de minutos se realiza un cambio de artículo con esfuerzo humano mínimo y mayor seguridad, antes se demoraba varias horas y mucho esfuerzo. Al tiempo de tejer, el telar consume un alto porcentaje de urdimbre, porque ahora llegan a un mínimo de paros, una fiabilidad del dibujo gracias al ordenador, visibilidad perfecta del tejido, regulación automática del desenrollado de urdimbre y enrollado del tejido, la trama elimina cualquier diferencia de tensión al momento de insertarse en el tejido, sopladores y aspiradores para mantener la sección limpia. Las nuevas máquinas de tejer a chorro de aire están diseñadas para producir una amplia gama de tejidos, tienen fácil y elevada velocidad de inserción en tramas combinada con una extensa automatización y un diseño ergonómico, permitiendo la producción económica de textiles técnicos. En la fig. 51 se ilustra un telar dornier.

Figura 51: Telar dornier



Fuente: imagen tomada de Indorama Ventures Mobility Puebla

## Tejidos planos

El tejido se forma por dos hilos principales, URDIMBRE vertical y TRAMA horizontal.

**Tafetanes:** No tienen derecho ni revés, es el ligamento más estable y se deshilacha menos. Algunos ejemplos son manta, batista, calicó, lino, chambray, crepe, muselina, cañamazo, organza, percal, velo, poquetin, piqué, etc. Se usan en vestidos de novia, cortinas, faldas, banderas, etc.

**Sargas:** Cada hilo de urdimbre flota sobre 2 o más hilos de trama. Forman diagonales en el tejido en forma de surcos. Algunos ejemplos son gabardina, cutí, mezclilla y drill, las cuales son telas resistentes para elaborar jeans, colchones, uniformes, etc.

**Rasos o satín:** Tejidos de alto brillo que suelen ser delicados al tacto, como lo son las telas de seda, rayón, acetatos y sintéticos; donde la belleza está supeditada a la riqueza del brillo y no a la resistencia. Algunos ejemplos son baronet, gattar, charmeuse, duquesa y sintético. Con ellas se elaboran vestidos, camisas, camiones, lencería, ropa de cama, etc.

**Dobby:** Diseños con 2 o más ligamentos básicos. Modifican la textura del textil con dibujos pequeños. Sus usos varían desde pañales, bolsos, ropa de cama de lujo, tapicería, etc.

**Jacquard:** Telas de diseños más complejos que requieren telares especiales que controlan cada hilo de urdimbre de manera individual, por lo que se obtienen dibujos con repeticiones grandes; es muy resistente al desgaste y a las arrugas, usado para producir telas estampadas y tejidos complejos. Es muy versátil, sus usos varían desde blusas, vestidos, faldas, bolsas de mano, cortinas, colchones, edredones, cojines, tapicería, alfombras, etc.

## Tejidos técnicos

Los textiles técnicos ofrecen una respuesta funcional a un amplio abanico de requisitos específicos como ligereza, resistencia, refuerzo, filtración, resistencia al fuego, conductividad, aislamiento, flexibilidad, absorción, etc. También protegen de las llamas, el frío, la radiación, las agresiones físicas o sustancias corrosivas. Esta característica de los tejidos técnicos los hace especialmente adecuados en el campo de la protección para el personal de industria nuclear, química, metalúrgica o minera, entre otras, así como para deportes de riesgo o contacto.

Dependiendo del entorno para el que están diseñados, se pueden clasificar en categorías como las siguientes: médico-sanitarios, protección y señalización.

Son una clase de tejidos que se utilizan para aplicaciones industriales concretas, de tal forma que su estética es producto de la función que cumplen. Para su desarrollo se puede emplear cualquiera de las aplicaciones antes mencionadas.

### **Ejemplo de una aplicación de los tejidos técnicos**

El desarrollo de este tipo de tejido está muy ligado a la innovación y descubrimiento de nuevos materiales, fibras, tratamientos textiles, etc. La importancia radica en su calidad, este ejemplo es el producto de los telares que se instalan.

Las bolsas de aire o airbag, también llamados cojín de aire o colchón de aire, son una de las muchas aplicaciones de los tejidos técnicos. AIR-BAG Son elementos de seguridad en los autos. La función es detener la velocidad de la persona a cero, tratando de infringir poco o ningún daño a pasajeros. Fabricadas de una trama tejida de poliéster o poliamida como base, la bolsa plegada se coloca en el interior del volante para proteger al conductor y en el tablero para proteger al copiloto. La bolsa o las bolsas se activan en impactos frontales y oblicuos de hasta 30° respecto del eje longitudinal del vehículo, normalmente a velocidades mayores a 30 km/h que, como se observa (fig. 52) evidencian el riesgo de sufrir lesiones graves en cabeza, cervicales y parte alta del tronco del ocupante del asiento.

Figura: 52 Funcionamiento de las Air-Bag



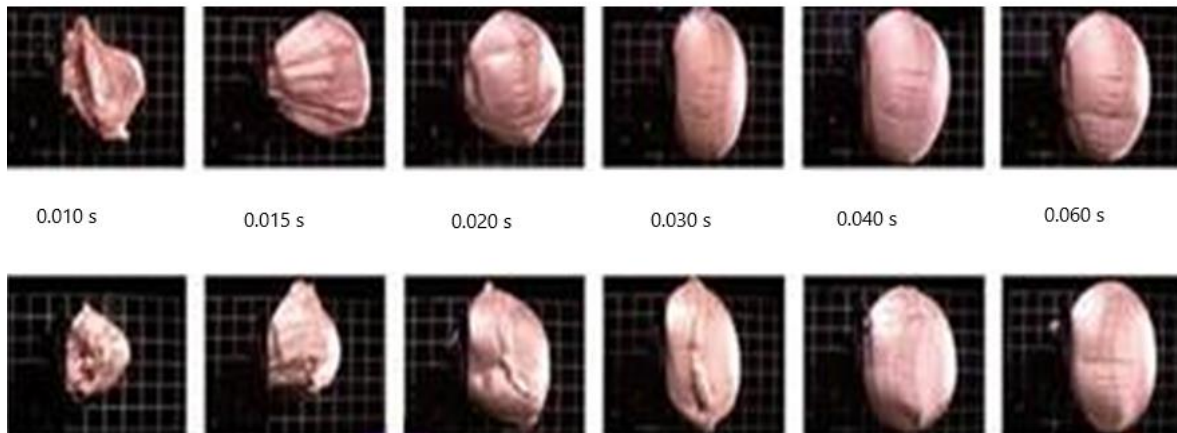
Fuente: tomada de (memo lira, 2020)



Fuente: tomada de (Fabela & Blake, 2010)

La bolsa se infla en unas cuantas milésimas de segundo después del choque, cuyo gas interno permite amortiguar el movimiento del cuerpo humano, absorbiendo su energía cinética. Un ejemplo de secuencia de inflado se muestra en la (fig.53), en el que la bolsa puede alcanzar su inflado operacional en alrededor de 30 a 50 milisegundos, que puede implicar una velocidad de inflado de más de 300 km/h. Con ello se asegura que la bolsa esté completamente inflada antes de ser impactada por el cuerpo del ocupante. Posterior al impacto, la bolsa se desinfla también rápida y automáticamente gracias a unas perforaciones en la base de la bolsa, lo que le toma alrededor de 60 milisegundos. Por esta razón, la bolsa ya no es funcional en impactos posteriores.

Figura 53: Secuencia de operación en milisegundos de Air-Bag



Fuente: imagen tomada de (Fabela & Blake, 2010)

Un sistema básico de bolsa de aire consiste típicamente de tres partes principales: módulo de bolsa de aire la cual es de tela, sensor de impacto y unidad de diagnóstico. Para el caso del conductor, la bolsa se coloca en el volante de dirección, mientras que para el pasajero se coloca en el tablero.

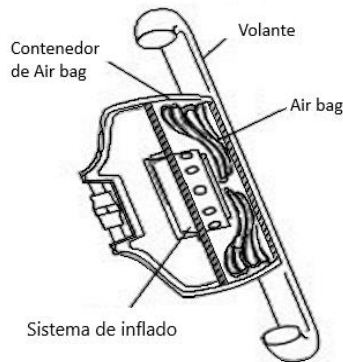
Al activarse la bolsa, durante la expansión, el gas nitrógeno experimenta un proceso que disminuye su temperatura y elimina los residuos de la combustión. Así mismo, el interior de la bolsa está impregnado de talco en polvo o de almidón para facilitar el despliegue. Una vez que la bolsa se ha inflado, inicia su proceso de desinflado a través de las perforaciones en la parte posterior de la bolsa. Durante el desinflado se libera polvo (del talco o del almidón) y eventualmente pequeñas cantidades de hidróxido de sodio que puede causar irritación leve a los ojos y heridas abiertas. Sin embargo, al exponerse al aire, el hidróxido de sodio se convierte rápidamente en bicarbonato de sodio. Dependiendo del tipo de sistema de la bolsa de aire, puede también haber un poco de cloruro de potasio, un sustituto de sal común, actualmente las bolsas laterales permanecen más tiempo infladas para evitar que en volcaduras el ocupante salga del vehículo, evitando daños personales.

Las bolsas de aire deben ser infladas muy rápido para que sean efectivas, por lo que emergen a muy alta velocidad del tablero, del volante o lateral. Se ilustra una bolsa del volante(fig.54).

Debido a la fuerza inicial, durante el proceso de inflado se puede ocasionar daños por contacto al ocupante, aunque éstos son comúnmente por abrasión o quemaduras menores. Por otro lado, aunque son raros, se pueden producir daños severos o la muerte cuando el ocupante está demasiado cerca del módulo de la bolsa cuando se infla. Esto principalmente puede ocurrir cuando los conductores no están propiamente ajustados a su asiento, debido al no uso o deficiente uso del

cinturón de seguridad, o que se deslizan hacia el frente o se colocan muy cerca del volante se recomienda una distancia entre 25 y 30 cm para que el sistema funcione correctamente.

Figura 54: Air-Bag en volante



Fuente: tomada de (Fabela & Blake, 2010)

A pesar de que la bolsa se infla prácticamente frente a la parte superior del cuerpo, existen pocos riesgos de asfixia, debido a que, una vez completamente inflada, la bolsa se desinfla rápidamente. El mayor riesgo se genera cuando el asiento delantero lo ocupan niños o personas menores, debido a dificultades para ofrecer una apropiada fijación de éstos al asiento, así como por la necesidad de uso de adaptadores, como equipos “portabebés” o sillas especiales que no se ajustan propiamente al peso y volumen del menor. En muchos países, las autoridades de seguridad en el transporte recomiendan mejor usar los asientos traseros para colocar niños y bebés, con cinturones de seguridad y sillas especiales debidamente colocadas.

Cada día se siguen innovando y modernizando las “bolsas inteligentes”, para tener un buen desempeño en cualquier circunstancia adaptan el proceso de detonación e inflado de acuerdo con las características del impacto. Estos sistemas recopilan información a través de un conjunto de sensores, de la cual se decide el despliegue para maximizar su eficacia ante cada impacto, reconociendo si el conductor maneja muy cerca del volante, si lleva ajustado el cinturón de seguridad, si lleva copiloto o si hay instalada una silla para niños. Algunos desarrollos avanzados incluyen un despliegue variable en función del tamaño, peso, posición y cercanía a la bolsa del conductor, pudiendo distinguir la naturaleza del impacto, ya sea frontal, lateral, o si se trata de una volcadura.

De lo antes mencionado, al ser un elemento que puede salvar vidas, es muy importante que el control de calidad sea total. Esto nos denota la importancia de los tejidos técnicos.

## **CAPITULO III**

### **INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE EQUIPO TEXTIL**

Indorama mobility Puebla es un productor con experiencia en la fabricación de textiles técnicos de alta tecnología. Es vanguardista y futurista en la fabricación de tejidos para bolsas de aire (AIR BAG). Enfrenta retos diarios y grandes exigencias técnicas, las cuales se pueden cumplir gracias a la maquinaria más moderna que cuenta con la tecnología más actual, la calidad en los productos en cada segmento de la producción y personal más capacitado.

La seguridad, exactitud y control en cada proceso con el objetivo de optimizar de forma permanente los procesos productivos, asegura el más alto nivel de calidad en sus productos ya que se están fabricando productos usados para salvar vidas por eso es importante el estricto control de calidad.

La incorporación a la empresa se da en sus inicios, teniendo la asignación de la instalación y puesta en marcha de telares Dornier de aire.

#### **Procedimiento de instalación de telares Dornier de aire Fast Ethernet technology**

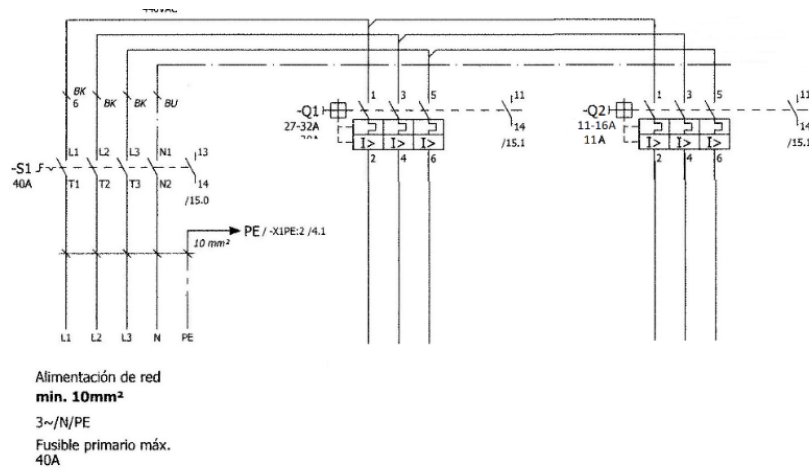
Se debe de obtener la información técnica necesaria para la instalación.

La interpretación de los manuales es muy importante, la lectura e interpretación de los diagramas, la lectura de las instrucciones de desembalaje y los elementos necesarios para la instalación. A partir de esto se instalan las líneas neumáticas y eléctricas.

De la línea principal de la subestación llega a tableros con disyuntores por corriente diferencial RCD de tipo B, conecta al bus bar el cual distribuye el voltaje a cinco máquinas. La alimentación de la red es de 440 a 60 Hz se instalan las tres fases tierra y neutro. Cada máquina está protegida contra cortocircuito por fusibles primarios separados de 32 amp., tipo aM que es un tipo de disparo de acción media. La sección transversal del conductor es de 10mm.

La protección contra sobrecarga de la alimentación de red está garantizada por los interruptores Q1 y Q2 de protección internos. El diagrama 1 es una representación de diagrama sin cuadrantes.

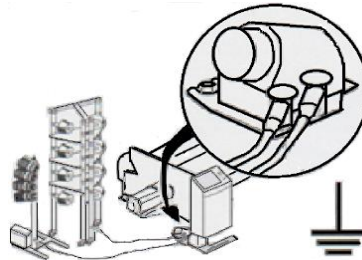
Diagrama 1: Distribución de Alimentación de potencia



Fuente: imagen tomada de eplan fast ethernet technology Dornier

Poner a tierra los componentes es muy importante tanto para protección y seguridad del personal como para evitar deterioro y/o daño de componentes electrónicos a causa de descargas electrostáticas, éstas pueden generarse en toda la máquina, la cual debe estar correctamente aterrizada. Otro punto de generación de cargas electrostáticas es en el bastidor de bobinas y en los prealimentadores (fig. 55).

Figura 55: Receptáculo pin IP11 y conexión a tierra



Fuente: imagen tomada de manual fast ethernet technology Dornier

La máquina cuenta con un conector receptáculo pin IP11 para conectar al transformador de control de los prealimentadores la cual se debe montar a la placa soporte de la unidad de control izquierdo en donde se deben de conectar los cables de puesta a tierra correctamente, de tal modo queda aterrizado el:

Caballote de prealimentadores

- Bastidor de bobinas
- Tensores de trama
- Sensor de nudo

## Descripción de los telares de chorro de aire marca Dornier instalados

### Interruptor principal posición cero (0)

- La máquina está protegida contra un movimiento
- El diálogo del panel está fuera de funcionamiento
- Los elementos electrónicos están separados de la red eléctrica
- En el caso de funcionamiento al pasar a (0) la máquina para en el acto
- Deja la máquina de tejer sin tensión eléctrica
- Poner fuera de funcionamiento durante trabajos de reparación. Es importante instalar un candado para evitar accidentes por una nueva conexión sin autorización

### Interruptor principal posición uno (1)

- Los componentes eléctricos de la máquina de tejer están conectados a la red eléctrica
- La máquina está dispuesta para el funcionamiento

### Paro de emergencia

En cada teclado de la máquina y en cada lado de atrás de la máquina de tejer se encuentra un botón rojo de paro de emergencia con un anillo amarillo. Al pulsar el botón se activa la función de seguridad paro de emergencia

- La máquina se para en el acto
- La posición de paro no está definida
- El botón se enclavará evitando un movimiento o arranque de la máquina
- Los componentes siguen bajo tensión
- Para deshabilitar la función hay que girar el botón en sentido horario

Modos de operación (interruptor de llave) ubicado a la derecha bajo la tapa.

Modo de operación (tejer) la barrera de luz y la tapa de protección está activa.

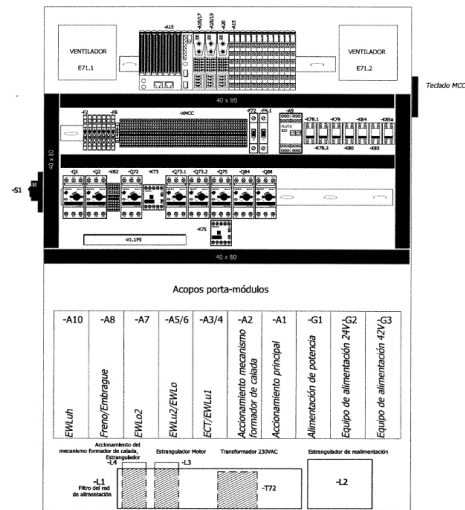
- Arranque de la máquina
- Marcha lenta
- Movimiento de urdimbre y tejido
- Ciclo busca tramas automático
- Reparación automática de rotura de trama (AFR)
- Posicionamiento automático

Modo de operación (mantenimiento) la barrera de luz y tapa de protección fuera de servicio.

- Marcha lenta, aunque sigue interrumpiendo la barrera de luz
- Movimiento de urdimbre y tejido
- No es posible arrancar la máquina

MCC gabinete principal y sus equipos importantes (fig. 56).

Figura 56: MCC gabinete principal



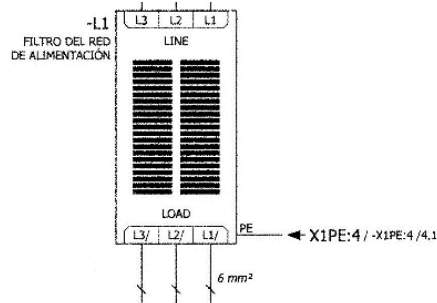
Fuente: imagen tomada de eplan fast ethernet technology Dornier

1. Armario de distribución MCC (gabinete principal).
2. Unidad de control CUA (Izquierda frente de la máquina debajo del diálogo panel).
3. Unidad de control CUB (Derecha frente de la máquina debajo del teclado).
  - Filtro de red de alimentación L1
  - Filtro lado motor L3
  - Fusibles F2, F3, F4, F5, F72, F74 (protección contra sobre corrientes)
  - Interruptor S1 encendido/apagado de la máquina
  - Interruptor de protección Q1 de L1 y módulo de potencia G1
  - Módulos de potencia G1 (600 vcd), G2 (24 vcd), y G3 (42 vcd)
  - Interruptor de protección Q2, Q4, Q72, Q73, Q75, Q84 y Q88
  - Módulo A1 (control del motor principal)
  - Módulo A  $\frac{3}{4}$  (control de motores EWL (urdimbre de fondo/ECT rodillo de frente)
  - Módulo A9 (módulo de supervisión de los dispositivos de seguridad)
  - Mando A15 (plc con procesador Intel Celeron 400 con tres slot y Compact flash)
  - Módulo interfaces A 16/17, A 18/19 (buses de datos y CAN (conecta los periféricos))
  - Módulo A31, A32, A33, A35, A36, A37, A39, A71, nivelado de cuadros,
  - Relevadores K73, K75, K78, K79, K80, K84, K85,
  - Transformador T72

Las reactancias L1, L2 y L3, conectadas en la entrada del lado de la red de dichos equipos permiten atenuar las crestas de tensión y reducir la distorsión armónica generada por la propia electrónica de potencia. Las reactancias de filtrado (fig. 57). L1, L2 y L3, permiten reducir los armónicos de corriente de cualquier convertidor. Además, reducen la posible corriente de cortocircuito y aumentan la

seguridad de los semiconductores del convertidor, colocadas antes del motor permite atenuar las frecuencias armónicas debidas a la conmutación.

Figura 57: Reactancia de filtrado



Fuente: imagen tomada de eplan fast ethernet technology Dornier

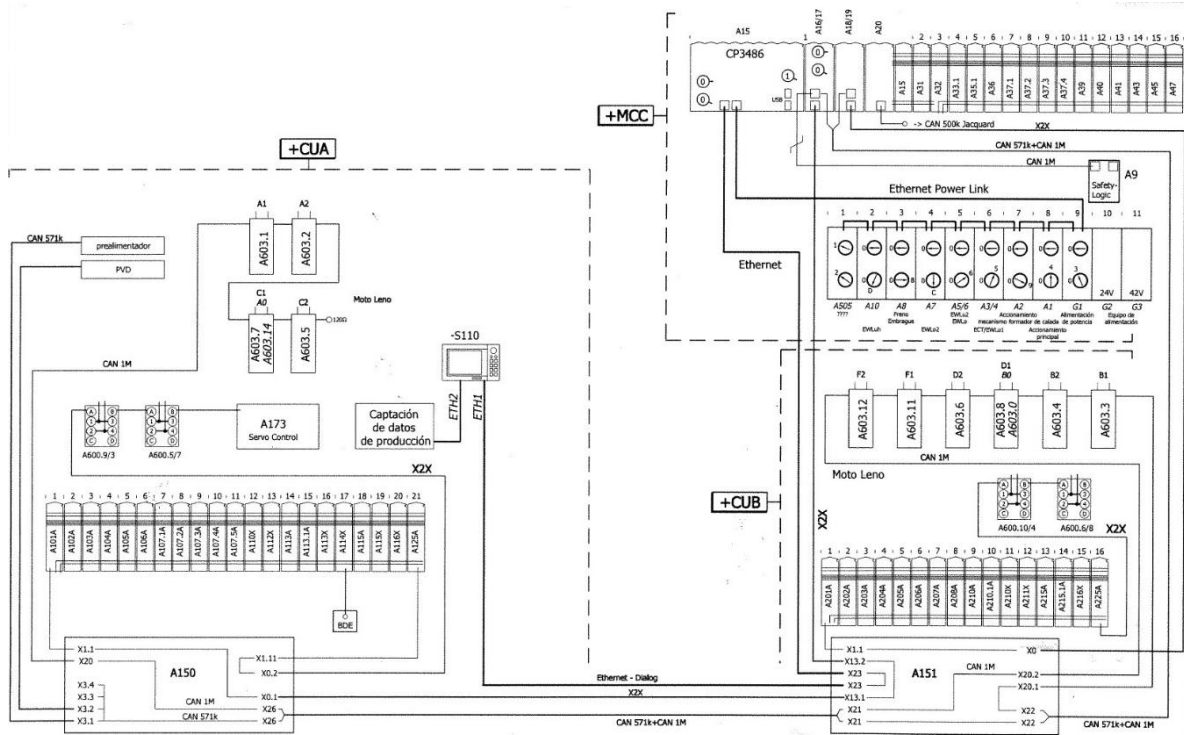
CUA unidad de control

- Placa de cableado A150
- Módulos X2X

CUB unidad de control

- Placa de cableado A151
- Módulos X2X

Figura 58: Componentes principales de bloques de conexión



Fuente: imagen tomada de eplan fast ethernet technology Dornier

En esta imagen (fig.58) se pueden identificar los principales componentes de la máquina y su distribución en bloques MCC, CUA y CUB con su conexión entre sí. Considerando que la mayoría de los componentes vienen pre conectados de fábrica como la maquinilla, sensores, válvulas, etc. solo resta conectar los periféricos, se procede a la conexión de los mismos para la puesta en marcha del telar. Se conectan los periféricos los cuales son los prealimentadores, estos están dispuestos como ya se comentó por una clavija del tipo IP para alimentación, así como los sensores de nudo (APM), las clavijas para comunicarse con el sistema CAN. El enrollador el cual se conecta en el tablero MCC directo a Q88 destinado al enrollador de tejido exterior.

Una vez conectados, antes de energizar la máquina, es importante revisar la dirección de fases de la alimentación eléctrica para lo cual contamos con un probador de giro de fases. Se identifican las diferentes fases de la acometida y el sentido cíclico de estas con el objetivo de poder conectar los cables de forma correcta y los motores puedan girar correctamente para el correcto funcionamiento de la máquina. Una vez conectada y energizada seleccionar el idioma en el display touchscreen y se observa la pantalla en espera de mensajes y el tipo de los mismos.

Los diferentes tipos de mensajes que pueden ser del tipo:

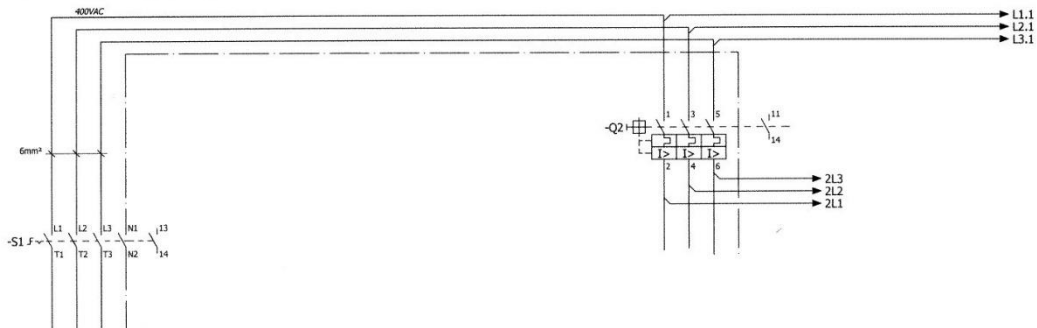
Informativo	Este tipo de mensaje no influye en la marcha del equipo
Advertencia	Este tipo de mensaje no bloquea la maquina
Error/fallo	Este tipo de mensaje inhabilita el equipo hasta su eliminación
Fallo critico	Este tipo de mensaje inhabilita el equipo hasta su eliminación
Mensaje de operación	Este tipo de mensaje nos orienta sobre el estado de la máquina en el momento de realizar una maniobra o movimiento de la misma

Una vez desplegados los diferentes mensajes se procede a resolver las fallas en caso de presentarse, normalmente estas suelen ser de alimentación eléctrica o de comunicación de datos, algo de suma importancia para la resolución de fallas es la interpretación de los mensajes.

Las fallas del tipo alimentación eléctrica pueden ser varias, por ejemplo:

Desde la revisión de la tensión de red, el interruptor principal para este caso el voltaje trifásico es de 440 VAC + neutro + GND esta se conecta al switch principal S1 como se ilustra en el diagrama 2.

Diagrama 2: Protecciones termomagnéticas



Fuente: imagen tomada de eplan fast ethernet technology Dornier

Revisión de los interruptores de protección Q1, Q2, Q72, Q73 y Q88, para asegurar la continuidad en cada interruptor. Revisar si están activos, si no presenta un falso contacto en las conexiones o una falta de interrupción en alguna fase.

### Interpretación de diagramas

Si los fusibles F2, F3, F4 y F5, prenden un led en la parte inferior, esto significa que alguno de los fusibles se encuentra defectuoso y es necesario reemplazarlo, si se prende el led nuevamente, esto significa que existe un corto circuito, siendo necesario revisar las líneas que controlan estos voltajes hasta encontrar el corto circuito o el componente electrónico con daño.

Algo que tiene suma importancia en la resolución de problemas e instalación de equipo, es apoyarse de los diagramas, pero no solo se trata de tenerlos, pues se debe tener el conocimiento de interpretación para seguir la secuencia de las líneas, encontrando el elemento que presenta el daño o cortocircuito. Aparte de interpretar, también se debe tener la correcta lectura de los diagramas, estos representan de forma gráfica los componentes sin tensión alguna en reposo, existen diferentes tipos de diagramas. de instrumentación, de lazo, lógicos, electrónicos, eléctricos etc. estos últimos pueden ser del tipo:

- Plano general: representado de forma simple como unipolar o unifilar (un hilo), en este se trata de visualizar de forma sencilla como se distribuye la potencia desde la fuente hasta el equipo.
- Plano de funcionamiento: se representan el circuito de potencia junto con su control, este tipo de plano es utilizado sobre todo para representaciones de circuitos básicos como arrancadores.

- Plano de circuitos: este es el más utilizado y se encuentra dividido en circuito de potencia y de control, en este se especifican los componentes utilizados como lo son los puntos de conexión o bornes, alimentación y dirección de la misma, entre otras cosas, por lo que es donde nos encausaremos.

Debemos de considerar que todo está regulado o normado, en México nos rige la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012, referente a instalaciones eléctricas; sin embargo, al interpretar diagramas podemos encontrar diferentes normas debido al país de origen de los equipos, los más conocidos son: DIN (Deutsches Institut für Normung, ANSI (American Standards Institute), NEMA (National Electrical Manufacturers Association), IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), BSI (British Standards Institution), ISO (International Organization for Standardization), etc.

A continuación, se ilustran algunos símbolos que se utilizan y sus equivalencias en las distintas normas, en la tabla 1.

Tabla 1: Símbolos

DENOMINACIÓN	DIN	BS	ANSI	IEEE
RESISTENCIA		=	=	=
INDUCTANCIA				
CAPACITOR				=
TIERRA		=	=	=
MASA				
SECCIONADOR TRIPOLAR				
FUSIBLE				=
TRANSFORMADOR		=	=	=
AUTOTRANSFORMADOR		=	=	=
REACTANCIA O BOBINA		=	=	=

Fuente: tabla de elaboración personal

Familiarizarse con la interpretación de los símbolos es muy importante. Actualmente existe gran información de la simbología, como se vio anteriormente, pero es importante considerar que cada componente tiene una interpretación gráfica o símbolo y aunque tienen coincidencias según la norma de referencia que use, existen cambios que es importante reconocer y que solo la práctica y el uso de los planos nos permitirá reconocer más elementos.

Los formatos de plano son las medidas de papel de la serie A (A0, A1, A2, A3 y A4) creadas bajo la norma DIN 476 o DIN A. Actualmente los formatos se mantienen bajo la norma ISO 216.

El membrete es donde se pone toda la información referente al plano, donde se incluye:

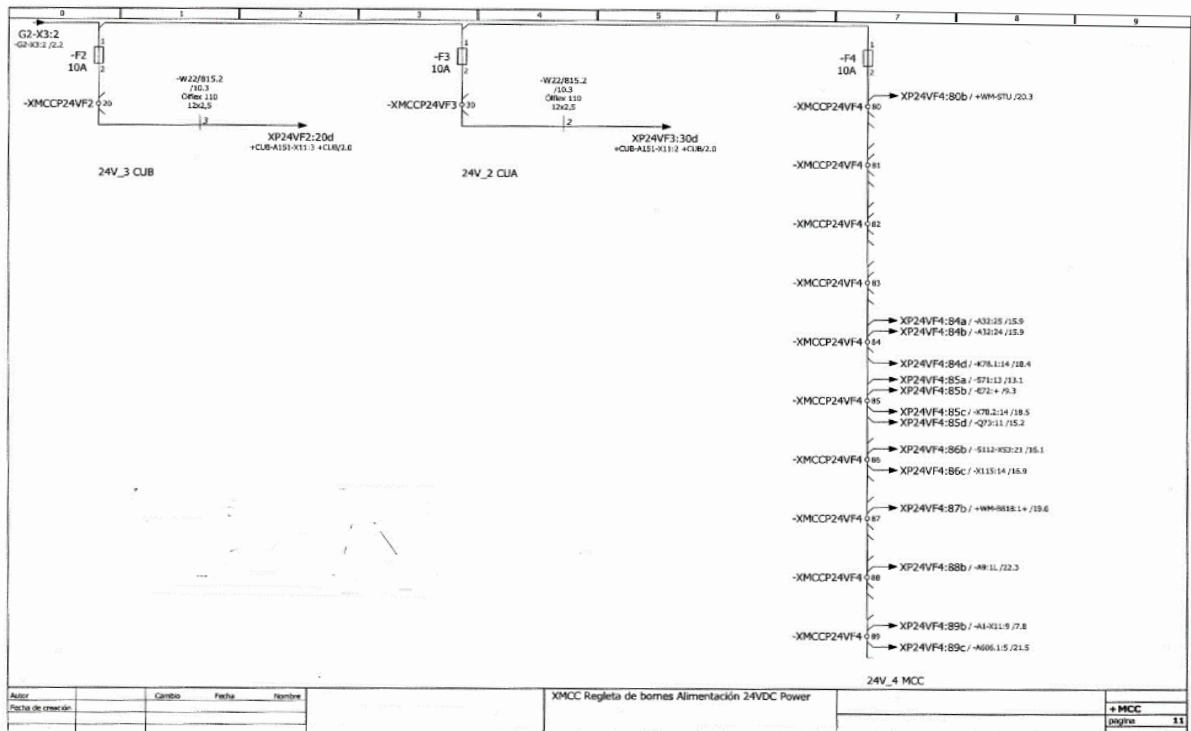
Fecha de elaboración, fecha de modificación, nombre del dibujante, escala, número de revisión, descripción del plano, número del plano, cantidad total de hojas que tiene el conjunto de plano, nombre de la empresa donde se encuentra el sistema que describe el plano, nombre de la empresa que elaboró el plano y opcionalmente el logo de la empresa, el cual se encuentra normalmente en la parte inferior del plano.

Coordenadas para ubicación que puede ser:

División cuadrícula: se consideran los números en el borde horizontal y letras en los bordes verticales, de modo que se cuadrícula el plano por coordenadas, ejemplo: 1A, 3C y 8A son coordenadas que se ubican dentro de los cuadrantes.

División por franjas: tiene números en los bordes horizontales, el plano se divide en franjas y se referencia con el número de página y la sección y posición, ejemplo: diagramas 3 y 4.

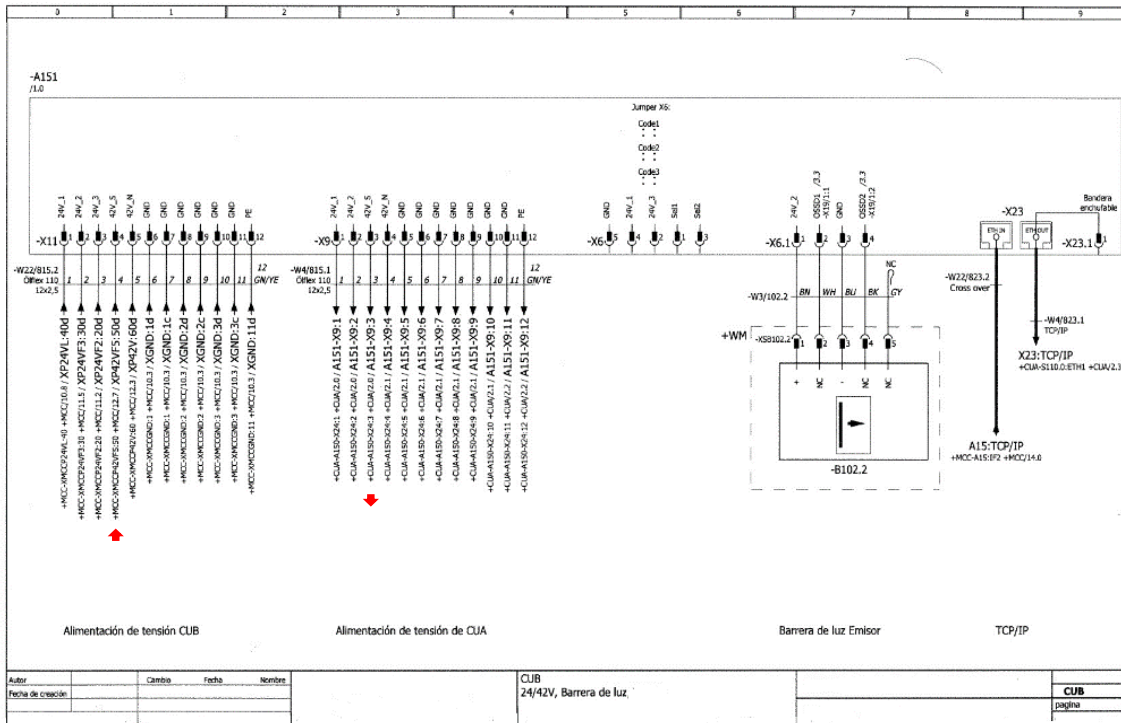
Diagrama 3: Distribución de fusibles



Fuente: imagen tomada de eplan fast ethernet technology Dornier



Diagrama 5: CUB tarjeta A151 pag2



Fuente: imagen tomada de eplan fast ethernet technology Dornier

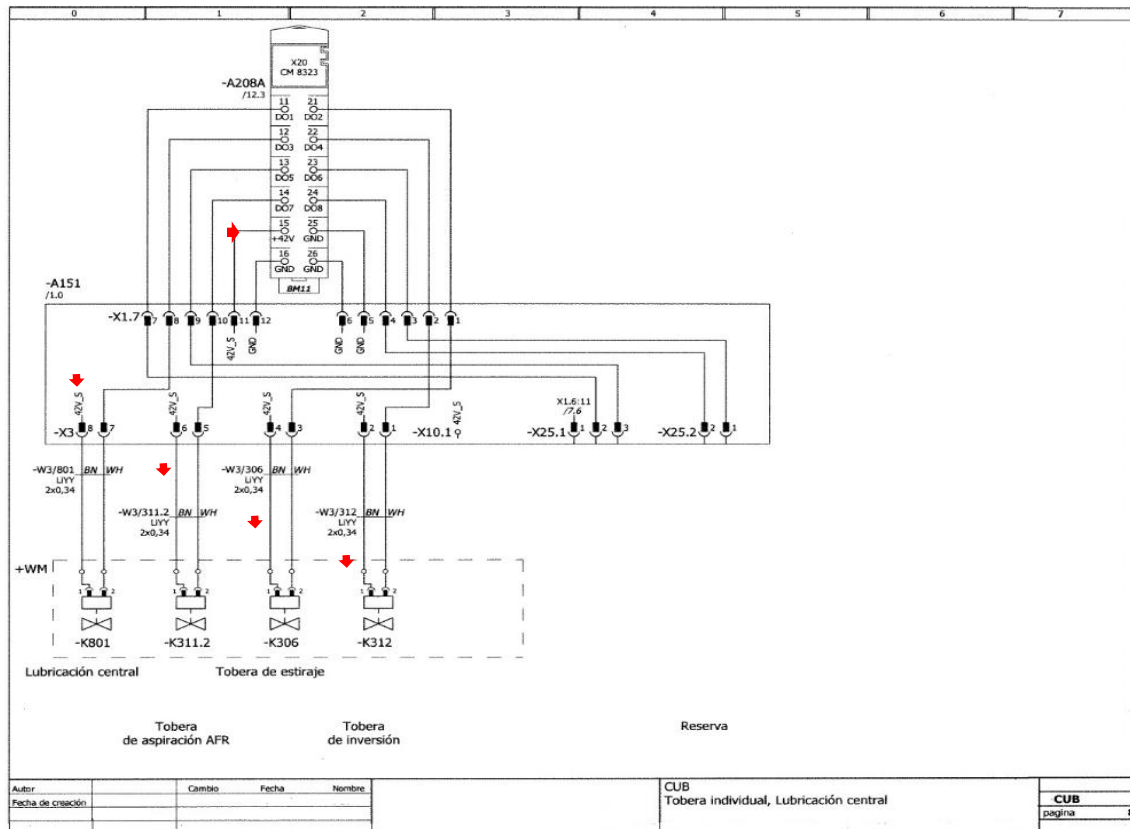
La interpretación es sección CUB página 2 franja 1, se encuentra la entrada del voltaje 42 V\_S con +MCC – XMCCP 42 V F5: 50 +MCC / 12.7 XP 42 V F5 :50d

Esta referencia es la página anterior diagrama 4 se tiene que revisar los diagramas en donde tenemos la tarjeta A151 entonces se tiene la salida en clavija X9 pin 3 franja 3 con

+CUA – A150 – X 24: 3 + CUA / 2.0 / A151 – X 9:3

que es la referencia sección CUA pagina 2 franja 0 diagrama 7. Se revisa el diagrama y al comparar los circuitos se denota que es una tarjeta de paso, donde el voltaje ahora sale por pin se le denomina 42V\_S, se tendrá que revisar toda la tarjeta A151, y los diagramas que intervienen con este voltaje (42V\_S) en la tarjeta A151 se encuentra lo que nos lleva al siguiente diagrama véase el diagrama 6.

Diagrama 6: CUB tarjeta A151 pag. 8



Fuente: imagen tomada de eplan fast ethernet technology Dornier

En el plano CUB página 8 en

clavija X3 pin2, pin 4, pin6, y pin 8 se presenta el voltaje de 42V\_S para alimentar

válvulas (Toberas) K801, K306, K311.2 y K312

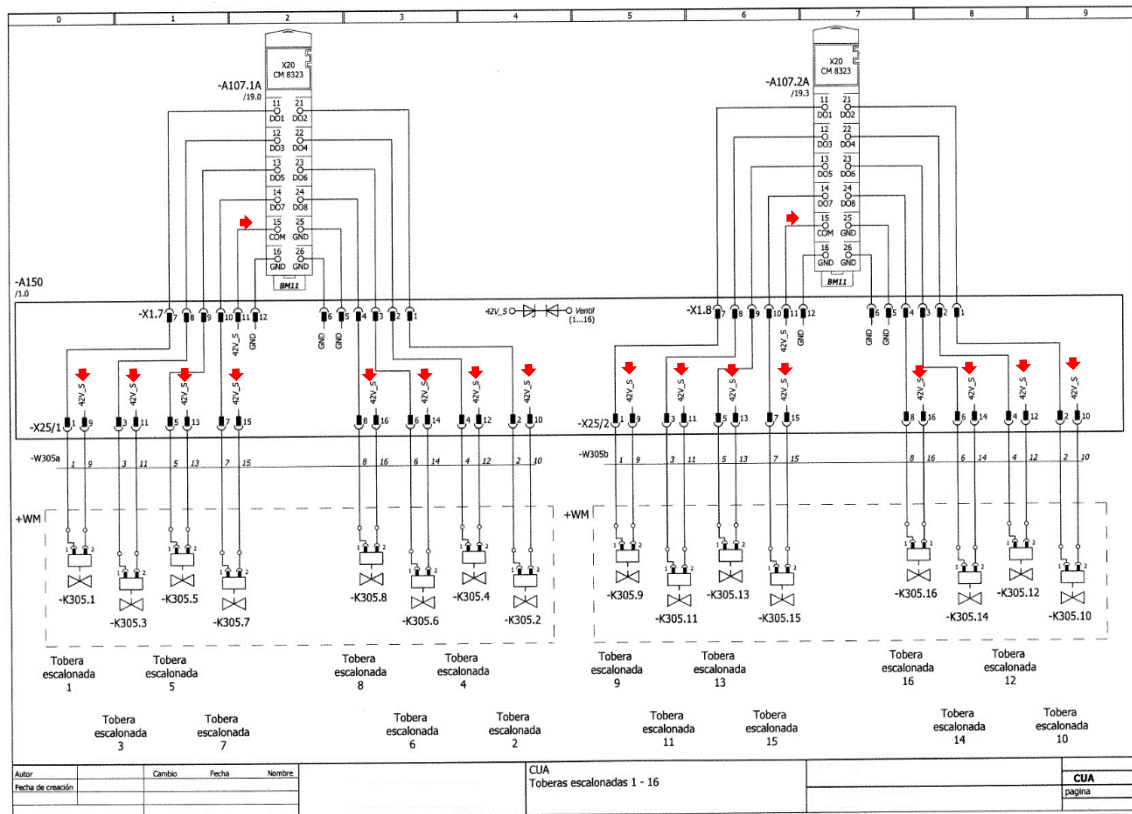
retomando el hecho que tenemos un corto circuito se revisar si una válvula o cableado están en corto se desconecta y miden las válvulas para revisar si no existe cortocircuito, es importante seguir toda la línea por lo que se debe seguir la línea

la clavija X1.7 pin 5 y pin 11 llega al módulo A208A pin 15.

Este módulo X20CM8323 de la marca B&R controlado por el PLC es un módulo de 8 salidas digitales para conmutar cargas electromecánicas, por ejemplo, válvulas y relés se tiene que revisar si no presenta corto circuito



Diagrama 8: CUA tarjeta A150 pag.6



Fuente: imagen tomada de eplan fast ethernet technology Dornier

En el plano CUA página 6 en la clavija X25/1

pin 9, pin 10, pin 11, pin 12, pin13, pin14, pin15 y pin16.

En la clavija X25/2

pin 9, pin 10, pin 11, pin 12, pin13, pin14, pin15 y pin16.

Igual que en la sección anterior, se presenta el voltaje 42V\_S para las Toberas.

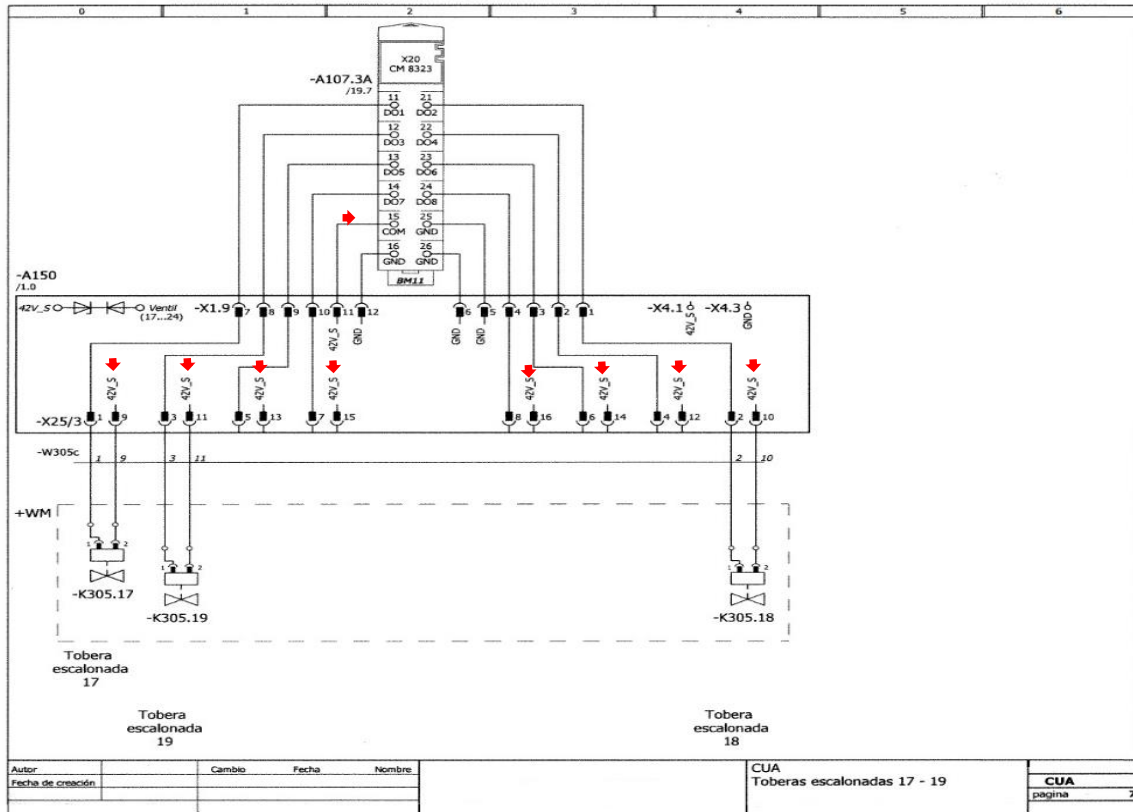
K305.1, K305.1, K305.2, K305.3, K305.4, K305.5, K305.6, K305.7, K305.8, K305.9, K305.10, K305.11, K305.12, K305.13, K305.14, K305.15 y K305.16.

Revisar si una válvula o cableado están en corto, para ello se pueden desconectar y medir las válvulas.

Además, en la clavija X1.7 pin11 y X1.8 pin 11 llega al módulo A107.1A pin 15, este módulo X20CM8323 de la marca B&R controlado por el PLC es un módulo de 8 salidas digitales para

conmutar cargas electromecánicas, por ejemplo, válvulas y relés se tiene que revisar si no presenta cortocircuito, véase el diagrama 9.

Diagrama 9: CUA tarjeta A150 pag.7



Fuente: imagen tomada de eplan fast ethernet technology Dornier

En el plano CUA página 7 en la clavija X1.9

pin 9, pin 10 y pin 11

Igual que en la sección anterior se observa que se presenta el voltaje de 42V\_S para alimentar las válvulas (Toberas)

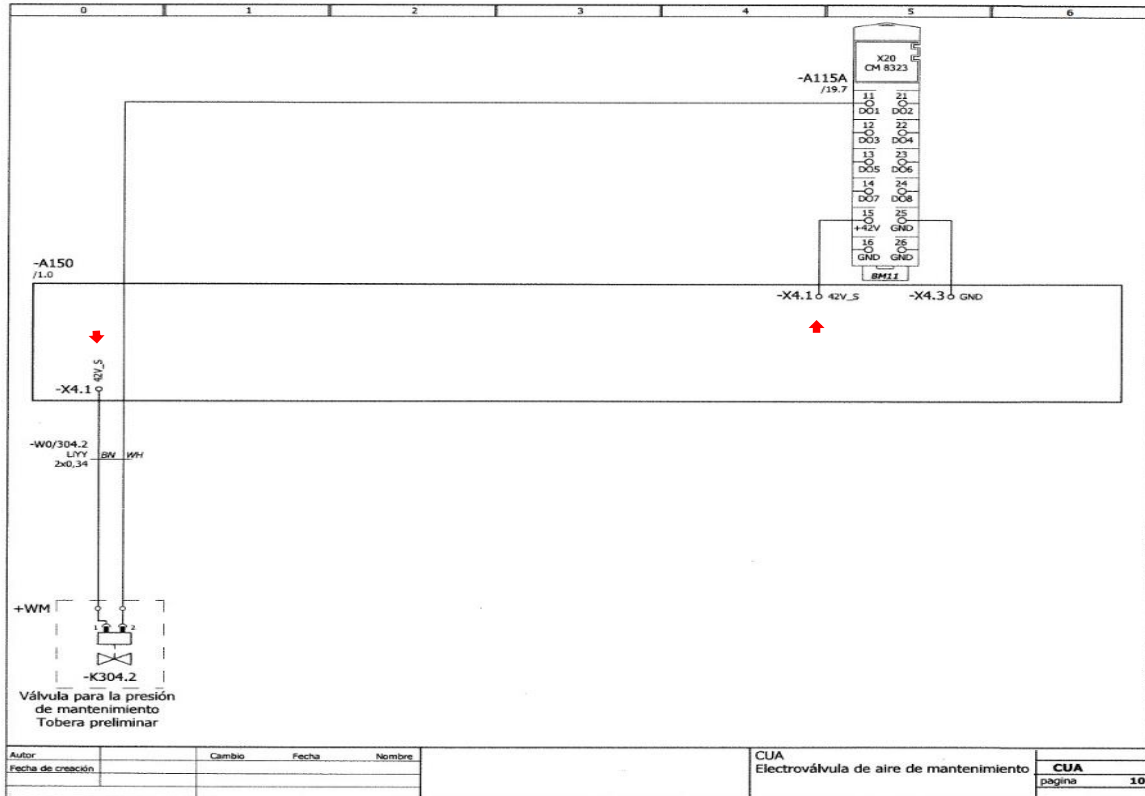
K305.17, K305.18 y K305.19

Revisar si una válvula o cableado se encuentra en estado de corto, en dicho caso se debe desconectar y medir las válvulas para revisar si no existe cortocircuito.

Además, en la clavija X1.9 pin11 llega al módulo A107.3A pin 15, este módulo X20CM8323 de la marca B&R controlado por el PLC es un módulo de 8 salidas digitales para conmutar las cargas

electromecánicas, por ejemplo, las válvulas y relés se tienen que revisar para verificar que no presente corto circuito, véase el diagrama 10.

Diagrama 10: CUA tarjeta A150 pag.10



Fuente: imagen tomada de eplan fast ethernet technology Dornier

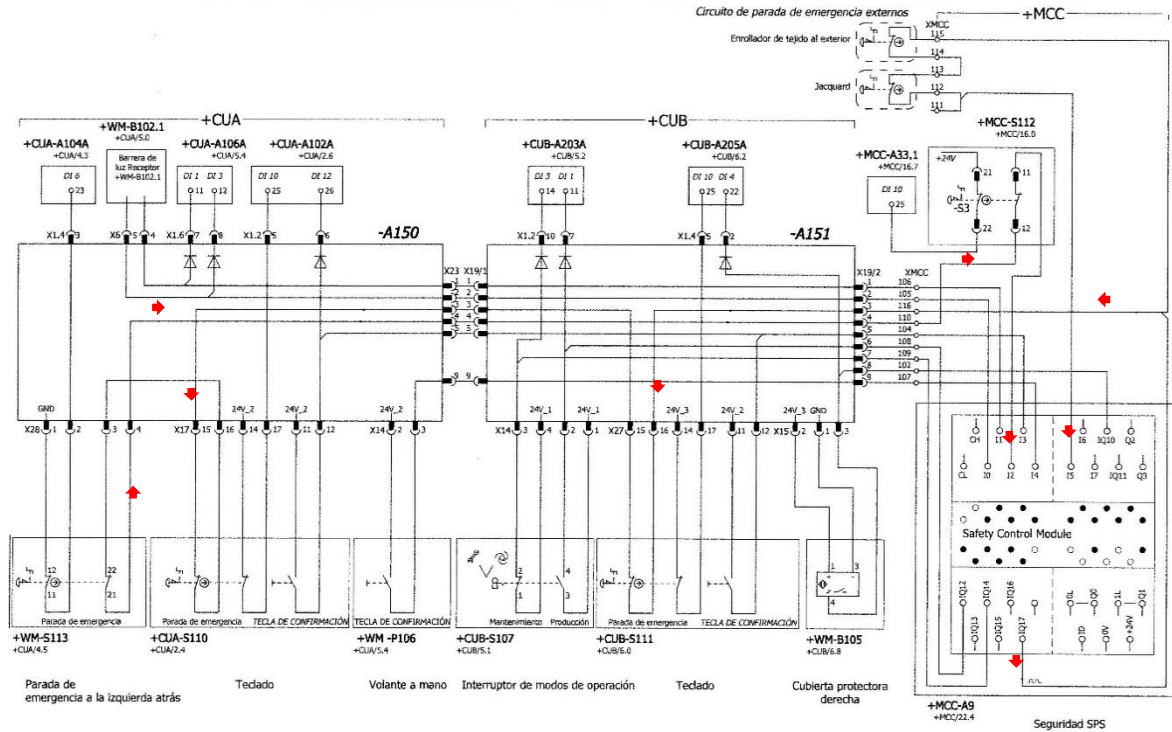
En el plano CUA página 10 en la clavija X4 pin 1, igual que en la sección anterior se observa que se presenta el voltaje de 42V\_S para alimentar las válvulas (Toberas) K304.2, revisar si la válvula o cableado se encuentran en estado de corto, se debe desconectar y medir la válvula para revisar si no existe cortocircuito.

Además, en la clavija X4 pin1 llega al módulo A115A pin 15, este módulo X20CM8323 de la marca B&R controlado por el PLC es un módulo de 8 salidas digitales, el cual conmuta cargas electromecánicas, por ejemplo, válvulas y relés se tiene que revisar si no presenta corto circuito.

El saber interpretar los planos nos facilita de gran manera el poder detectar fallas en los equipos. Una falla regular es la secuencia en el sistema de emergencia, el cual contempla todos los elementos mostrados a continuación, nos permite encontrar algún punto de apertura en alguno de los paros

de emergencia, véase el diagrama 11.

Diagrama 11: Paros de emergencia



Fuente: imagen tomada de eplan fast ethernet technology Dornier

En el diagrama se observa la salida IQ17, con dos derivaciones, la primera lleva a la clema de salida XMCC (115-114-113) el cual es un paro de emergencia al enrollador de tejido exterior llegando al I5, del mismo PLC enviando el mensaje error del tipo crítico lo cual impedirá que la máquina pueda operar hasta eliminar el fallo. En el diagrama anterior se muestra la secuencia de paros de emergencia.

La siguiente línea lleva a la clema XMCC 116 a CUB tarjeta A151 clavija X19/2pin3 a la clavija X27 pin 15, al teclado CUB interruptor S111 a X27 pin 16 de A151, a pin 3 de X19/1, a pin 3 de X23, de clavija de tarjeta A150 de CUA, a pin 15 de X17, a S110, a X 17 pin 16 a la clavija X28 pin 3, a interruptor S113, a pin 4 de X28, a pin 4 de X23 de A150, a pin 4 de X19 /1 de A151, a pin4 de X19/2, a clema 110-111-112 de tablero XMCC, a interruptor S112, hasta terminal I2 de PLC el cual manda un mensaje crítico. Estos son los pasos de seguimiento en los paros de emergencia.

Una falla recurrente son los módulos de potencia G1, G2, G3, A1 y A3/4 los cuales están atornillados al cuerpo de refrigeración y a las barras colectoras de distribución (600, y 24 VDC), revisar si están conectados correctamente por medio de un tornillo allen el cual se debe aplicar 5 Nm como máximo,

comprobar que los interruptores giratorios están en la posición correcta si los leds de RDY están encendidos si los módulos G2 (24VDC) y G3 (42 VDC) presentan el voltaje correcto.

Se muestra un diagrama G1, G2 y G3 que son los módulos fuentes de alimentación, el módulo G1 es el suministro de 600 VDC, el módulo G2 es un voltaje de 24 VDC y una corriente de 32 Amp. y el módulo G3 es una salida de 42 VDC y una corriente de 16 Amp, siendo los diagramas 12 y 13.

Diagrama 12: modulo G1

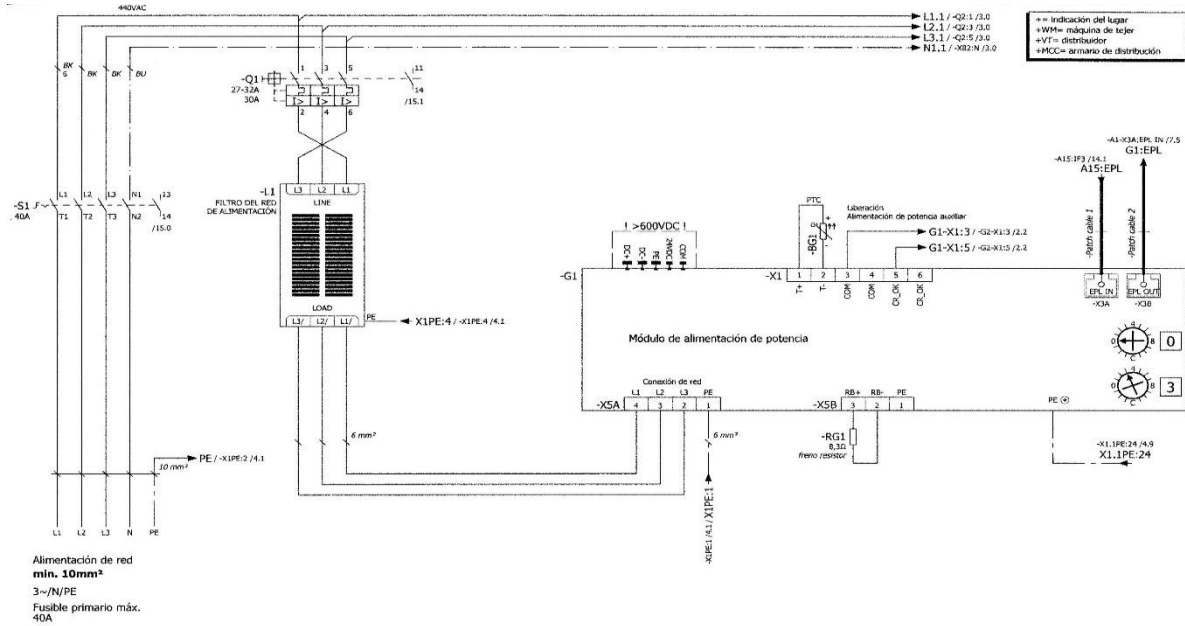
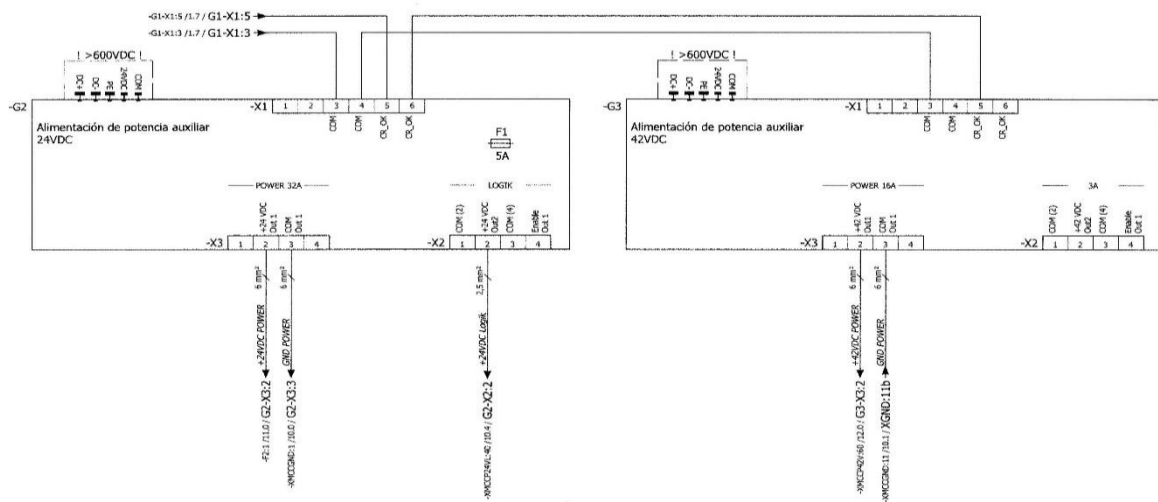


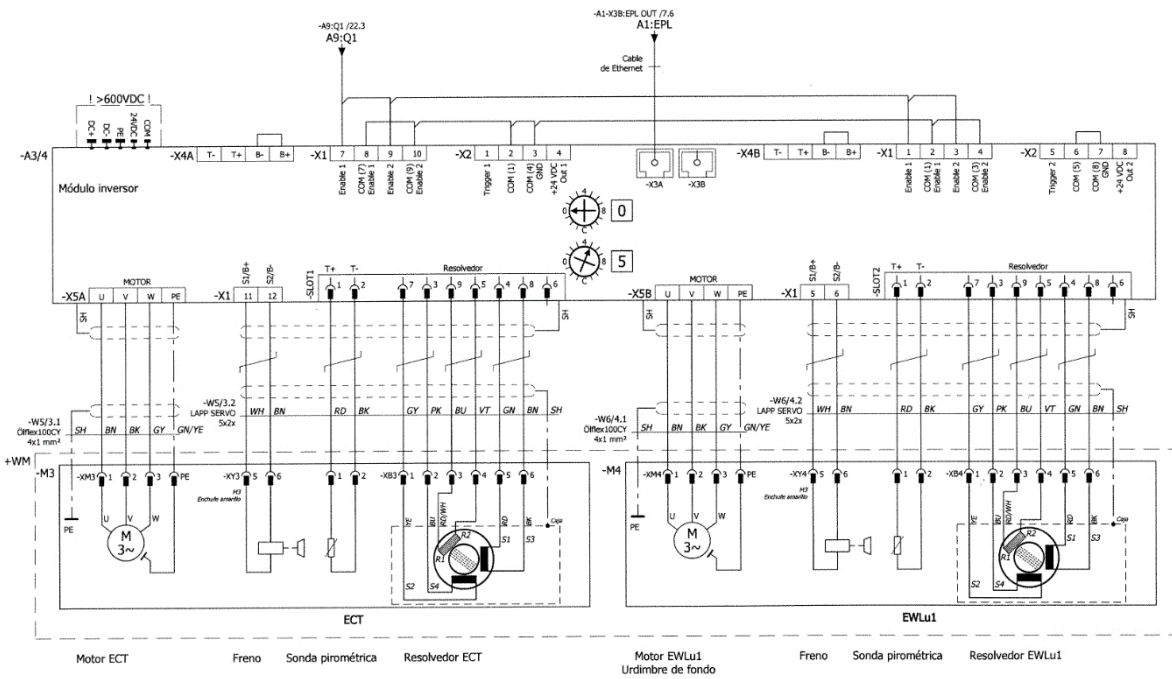
Diagrama 13: modulo G2 y G3



Los cables pueden presentar alguna falla a tierra, falso contacto en la unión o una ruptura lo cual se corrige reemplazando o reparando el defecto en el cable.

Revisar las conexiones entre elementos eléctricos y electrónicos como protecciones, fusibles, relevadores, filtros, interruptores de protección, interruptor principal, interruptores de operación, válvulas neumáticas, módulos, barrera de luz, sensores tanto de temperatura como de presión y demás elementos de tablero eléctrico. En el caso de detectar un motor defectuoso, se debe identificar si no se presenta alguna anomalía física en el exterior del motor, siendo importante verificar si las conexiones a los motores son correctas, verificar las clavijas del accionamiento principal, las del ECT rodillo frontal y las del EWL urdimbre de fondo, como se ve en el diagrama 14.

Diagrama 14: Control de motores



Fuente: imagen tomada de eplan fast ethernet technology Dornier

Estos motores tienen tres clavijas, la primera es la del embobinado del motor la cual se identifica por tener cuatro cables incluido el de tierra física y es la clavija más grande, la segunda de color rojo es la del freno y protección térmica del motor, y la tercera es el resolver con seis cables, es una clavija de color amarillo.

Revisar si existe alguna falla a tierra, esta revisión la efectúas con un óhmetro si sus lecturas contra la carcasa no presentan corto circuito, luego entre las fases su medición debe ser equivalente y entre

12 ohms. Además de estos motores se tiene el motor trifásico de la bomba de aceite y el motor del enrollador, a los cuales se le hace la prueba óhmica a corto circuito y de fases.

Las fallas del tipo comunicación de datos pueden ser varias, por ejemplo:

Inicializa correctamente el acceso a la pantalla de inicio entonces la carga del software es correcta, de lo contrario se debe reemplazar el flash card en X20 CP3482 (fig. 59).

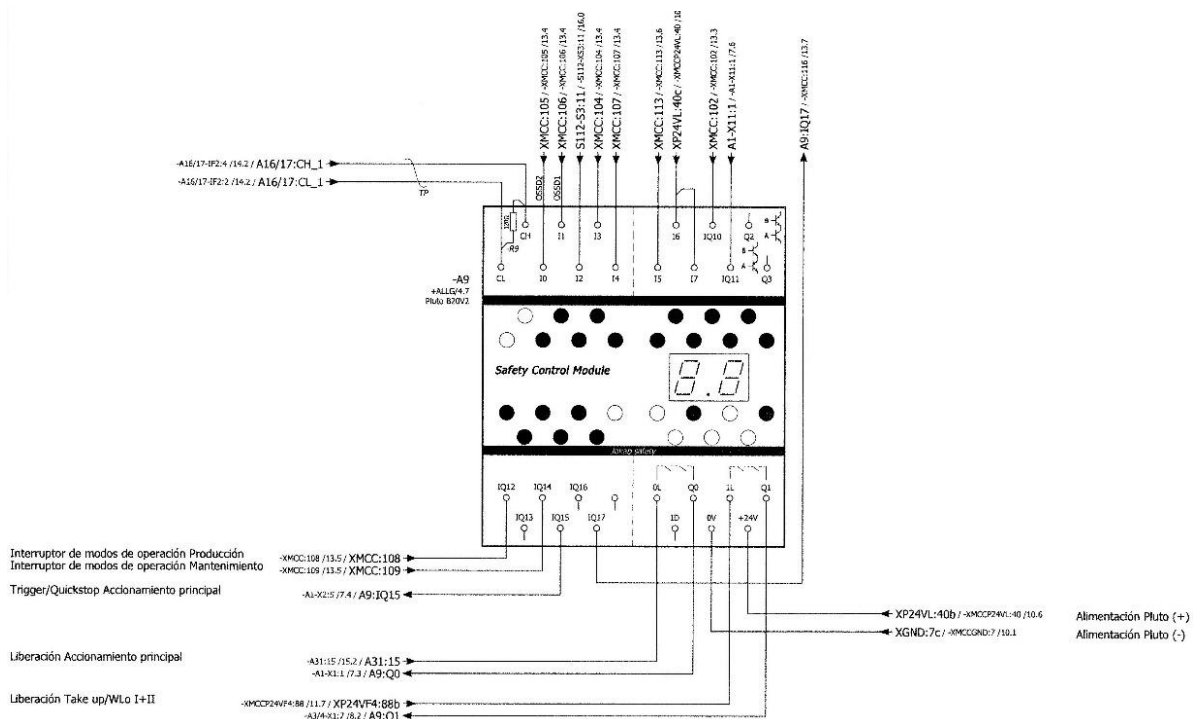
Figura 59: Flash card



Fuente: (WIA)

Falla en Bus CAN mando safety control (A9), véase el diagrama 15.

Diagrama 15: Safety control module (pluto)



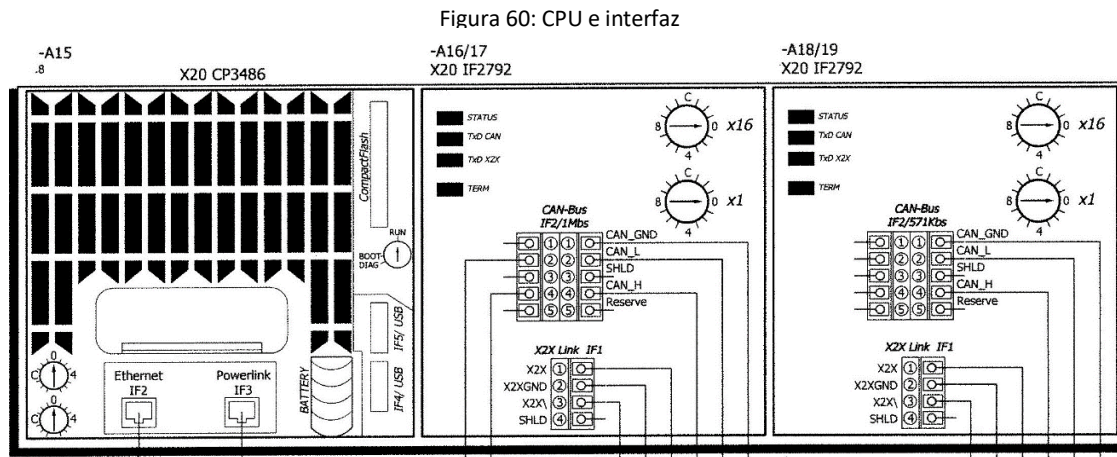
Fuente: imagen tomada de eplan fast ethernet technology Dornier

Esta se puede ver en el menú B86 en la máquina (display) como diagnóstico del sistema.

Revisar si la comunicación con el PLC es correcta en el módulo A15 y A16/17.

Estos tienen un led de status y si el led TxD de funcionamiento si están fijos está correcto.

El conector IF2 está listo para funcionar de lo contrario es posible una falla de cables en conectores o una mala conexión de los mismos. Se ilustra a continuación el conector IF2 (fig. 60).



Revisar que los interruptores giratorios estén en dirección (0,0).

Revisar si la resistencia de 120 ohm está conectada en el módulo safety control.

Si continua la falla reemplazar módulo A9.

Falla en Bus CAN mando Motoleno (gasa vuelta de disco M603).

La gasa de vuelta consiste en el cruzamiento de hilos mediante vueltas entre sí, para obtener una buena retención de los hilos de orilla evitando que se deshile la tela de orilla.

Este Bus CAN que se comunica desde A15 interfaz A16/17IF2 (figura 60) del PLC hasta el módulo A603.2, A603.4 motolenos interconectados por la tarjeta A150(X26) y A151(X20).

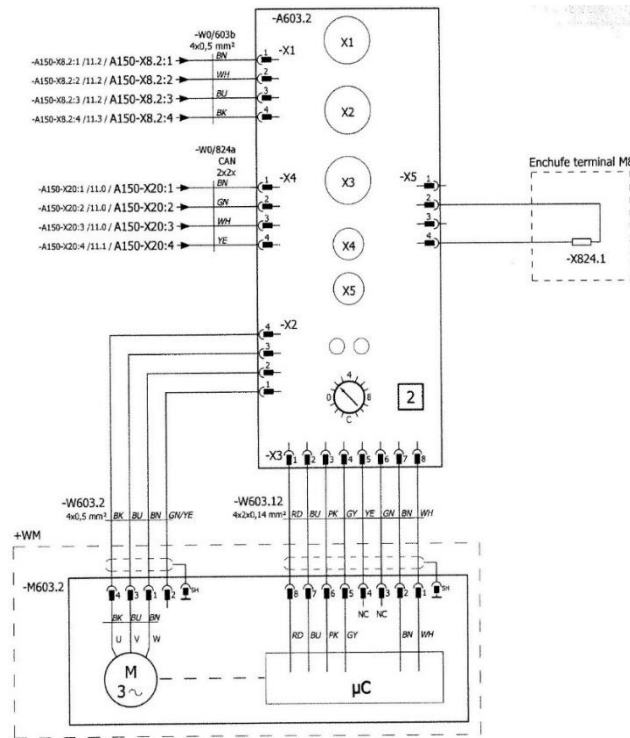
Para posibles fallas, como lo puede ser una mala conexión en el Bus desde el motoleno hasta el IF2 revisar todos los cables y conexiones.

Si los interruptores giratorios son correctos en A16/17, A603.

Si la resistencia de 120 ohms está conectada en X5 en módulo A603.2.

Revisar led verde en el módulo A603, si está encendido, pero parpadea, entonces está interrumpido el Bus CAN, en caso necesario cambiar A16/17, A603 o motoleno, véase el diagrama 16.

Diagrama 16: Moto leno



Fuente: imagen tomada de eplan fast ethernet technology Dornier

Falla en Bus CAN mando prealimentadores y tejer sin nudos.

Bus CAN que se comunica desde A15 interfaz A18/19/1F2 del PLC hasta los prealimentadores y módulo PVD1 y sensores s819 (tejer sin nudo), interconectados por la tarjeta A150 (X26→X3.1) y A151 (X22→X21) es necesario revisar las conexiones.

Cuando inicializa la máquina con este sistema, se considera como software exterior, al inicializar la máquina se debe reconocer este hardware, por lo que es necesario en algún punto entrar en el display y activar los prealimentadores seleccionados.

Falla en el Bus interno comunicación interna A15 hasta A101 (CUA) figura60-diagrama 7.

Revisar la interfaz la cual es el módulo A101 y el mando del PLC (A15) por lo que es importante:

Revisar posibles fallas, una mala conexión en el Bus desde el mando A15 al PLC hasta el módulo A101 y están interconectados en la tarjeta A150 (X0.1) y A151 (X13.1→X13.2).

Revisar todos los cables y conexiones entre la interfaz A16/17/1F1 hasta la interfaz A101

El led (r) tiene luz permanente y el led (e) está apagado el módulo está listo para el funcionamiento.

El led (X) tiene luz permanente la interfaz esta lista para el funcionamiento, transmite datos al mando.

Falla en el Bus interno comunicación interna A15 hasta A201 (CUB).

Revisar la interfaz la cual es el módulo A101 y el mando del PLC (A15) por lo que es importante que:

Posibles fallas una mala conexión en el Bus desde el mando A15 al PLC hasta el módulo A201 y están interconectados en la tarjeta A151 (X0).

Revisar todos los cables y conexiones entre la interfaz A18/19/1F1 hasta la interfaz A201.

Falla en el Bus de elementos externos.

Revisar todos los cables y conexiones entre la interfaz A16/17/1F1 y A18/19/1F1, la interfaz del módulo A101 (CUA) al lado izquierdo de la máquina y la interfaz del módulo A201 (CUB) al lado derecho de la máquina respectivamente.

El led (status) tiene luz permanente la interfaz está lista para el funcionamiento.

El led (TxD) tiene luz permanente la interfaz está lista para el funcionamiento.

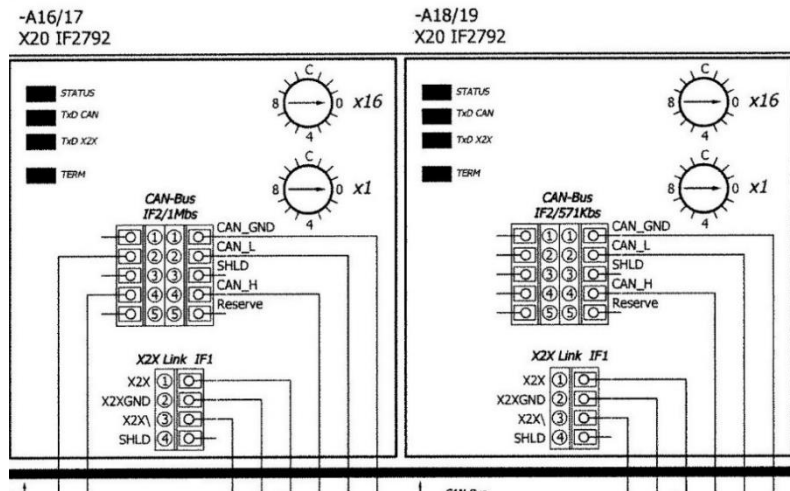
Para posibles fallas, como lo puede ser una mala conexión en el Bus desde el mando A15 al PLC hasta el módulo A101 y están interconectados en la tarjeta A150 (X0.1) y A151 (X13.1→X13.2).

Revisar el módulo A125 (CUA) que controla la tijera corta trama, A600, el led en A600 debe ser verde indicando que está listo, en caso de ser rojo indica falla.

En el módulo A173 referente al servo control, si el led en la parte posterior este encendido, entonces la comunicación de datos es correcta.

En caso necesario cambiar interfaz A18/19/1F1, o el módulo de bus A201 (CUB) (fig. 61).

Figura 61: módulos interfaz



Fuente: imagen tomada de eplan fast ethernet technology Dornier

Falla en el bus Dialog Panel-Bus Ethernet-POWERLINK

Cuando el mando A15 está listo el led es verde o amarillo RDY/F arriba a la derecha.

La transferencia de datos es indicada mediante leds parpadeantes Link.

Es importante revisar los leds en todos los módulos ya que si alguno es rojo es una falla en el mismo.

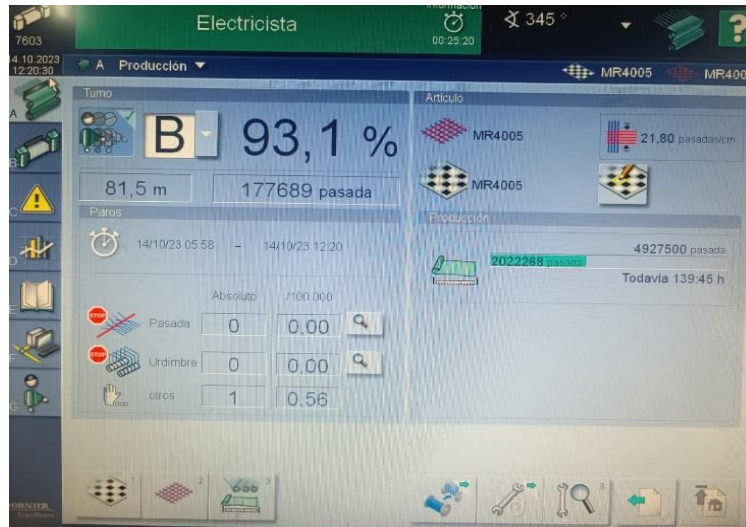
Es importante revisar que todos los interruptores giratorios estén en la posición correcta basados en los diagramas eléctricos.

El paso siguiente es restablecer el sistema de prealimentadores para que la máquina enlace el software de modo que reconozca a los mismos, el software instalado permite que al encender el telar inmediatamente los prealimentadores son identificados, aunque no siempre los reconoce completamente (parpadea el led de cada prealimentador no reconocido) por lo que es necesario resetear el sistema del prealimentador con problema, cuando deje de parpadear, el sistema ya está en línea y listo para funcionar.

También se pone en línea todo el sistema CAN lo que incluye los sensores de nudo, estos se tienen que activar en el display para evitar nudos en la tela en modo producción.

Una vez que todos los principios de instalación se revisaron y el display no presenta ninguna falla, figura 62 la máquina está lista para funcionar.

Figura 62: touch panel



Fuente: imagen tomada de Indorama Ventures Mobility Puebla

Lo siguiente compete al programa y tipo de tela que se va a tejer, dando las características del tejido a fabricar, estas especificaciones son datos que se programan basados en el ancho de la tela, las densidades de pasadas, el peso, el tipo de hilo, número de prealimentadores y diámetro de los rodillos de tracción, estos datos son explícitos al producto a fabricar.

Con lo anterior se da por terminada la puesta en marcha de un telar Dornier.

### **Evaluación revisión y reparación de tarjetas electrónicas**

En el mantenimiento industrial uno de los problemas es el daño en los componentes electrónicos, esto puede ser provocado por diferentes causas.

Una es la corrosión y la vibración, las cuales atacan a las terminales de conexión, conectores, zócalos, en los pines de los circuitos integrados y elementos electrónicos conectados, lo que lleva a aumentar la resistencia al paso de la corriente provocando lecturas falsas, sobrecalentamiento en los elementos o una falla general del sistema.

La formación de capas intermetálicas quebradizas, la electromigración que es la pérdida de material, el cual migra debido a la pérdida de electrones, esto afecta sobre todo en microelectrónica ya que mueve los átomos fuera de las regiones activas, causando dislocaciones y defectos puntuales que actúan como centros de recombinación que producen calor. Algunas fallas aparecen solo cuando

las juntas del componente están expuestas a temperaturas extremas, lo que dificulta la resolución de problemas.

Falla en las uniones de soldadura por desajuste de la expansión térmica, entre el material de la placa del circuito impreso y el embalaje tensiona las uniones entre la placa y la pieza; mientras que las piezas con plomo pueden absorber la tensión al doblarse, las piezas sin plomo dependen de la soldadura para absorber las tensiones. Los ciclos térmicos pueden provocar agrietamiento por fatiga de las juntas de las soldaduras.

Falla por partículas sueltas, como las producidas por la soldadura, pueden formarse y depositarse en el dispositivo dentro del empaque, causa cortocircuitos intermitentes y sensibles a los golpes.

Fallas en las placas de circuito impreso producto de influencias ambientales como corrosión, por ejemplo, los residuos de fundente la facilitan, agrietamiento por cargas mecánicas, humedad y daño en la placa por temperatura, provocando fugas de corriente con la rigidez dieléctrica deteriorada lo que puede provocar cortocircuitos.

Las descargas electrostáticas ESD son una subclase de sobrecarga eléctrica y puede causar fallas inmediatas en los dispositivos o cambios permanentes y daños latentes. Los semiconductores se pueden destruir por el efecto de la carga estática, son los basados en el efecto de campo y tecnología MOS (Metal-Oxido), el voltaje que se puede generar en una carga estática es superior al valor con el que el aire se rompe, el cual es alrededor de 30 000 voltios por centímetro, este valor depende de la humedad. La descarga calienta el aire de alrededor y produce una chispa brillante, también provoca una onda de choque que es la causante del sonido que se puede llegar a escuchar, ver la tabla 2.

Tabla 2: Voltaje estático

Mecanismo de generación	Humedad 70-90%	Humedad 10-20%
Caminar sobre piso de vinilo	250 V	12 kV
Despegar cinta adhesiva de tarjeta de circuito impreso	1.5 kV	12 kV
Limpiar contactos con una goma de borrar	1 kV	12 kV
Caminar sobre una alfombra sintética	2.5 kV	35 kV
Deslizar caja plástica sobre cartulina o cartón	1.5 kV	18 kV

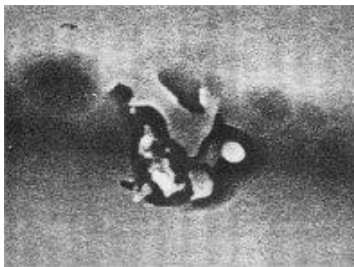
Fuente: imagen tomada de (Vignolo Barchiesi, 2006)

El umbral humano de percepción de la ESD es de alrededor de 3 kV. Como muchos componentes se pueden dañar con potenciales menores, el fenómeno puede pasar desapercibido.

Otro mecanismo de generación de electricidad estática peligrosa es la reducción de la capacidad de un objeto cargado con respecto a tierra. Como  $V = Q / C$ , si la capacidad en farad disminuye y la carga se mantiene constante, la tensión aumenta, lo que puede provocar llegar a alcanzar niveles peligrosos, por ejemplo, una caja depositada en el piso presenta una cierta capacidad con respecto a tierra. Si la caja es levantada, su capacidad con respecto a tierra disminuye y su potencial aumenta. En las siguientes figuras se muestran los daños que puede producir una descarga electrostática.

Falla N° 1: en la figura 63, se muestra un cráter en la compuerta de un MOSFET generado por una ESD. El cráter tiene un diámetro de 1 micrón ( $10^{-6}$  m), y contiene fragmentos de metal fundido, se produce una pérdida de aislante entre la compuerta y el canal del MOSFET, con daño total.

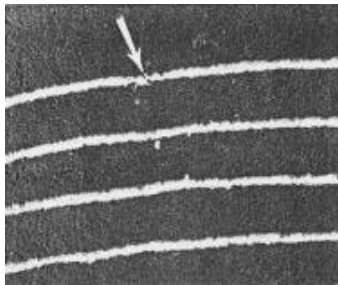
Figura 63: Cráter en mosfet



Fuente: imagen tomada de (Vignolo Barchiesi, 2006)

Falla N° 2: en la figura 64 se muestran las capas en espiral que conforman un resistor de precisión de película metálica (*metal film*). El material oscuro es el conductor y el material claro es el aislante. La flecha indica el punto en el cual la ESD causó un cortocircuito entre 2 capas de material conductor. El resistor está compuesto por un gran número de capas, la resistencia sólo se altera levemente.

Figura 64: Espiral



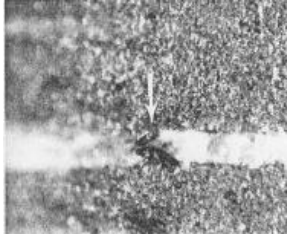
Fuente: imagen tomada de (Vignolo Barchiesi, 2006)

Se ilustra una ampliación de la zona dañada (fig. 65), en la cual se aprecia la brecha en el material aislante. Este es un ejemplo de un componente dañado parcialmente, con un defecto que resulta

---

muy difícil de buscar, ya que el componente no falla totalmente, pero pierde sus especificaciones originales.

Figura 65: falla tipo brecha



Fuente: imagen tomada de (Vignolo Barchiesi, 2006)

La sensibilidad de los componentes electrónicos a la ESD es variable y depende de la tecnología utilizada para fabricarlos. Dentro de los componentes más vulnerables se encuentran los transistores MOS sin protección interna y los circuitos integrados de gran escala (VLSI), circuito integrado compuesto por millones de transistores en un único chip tales como microcontroladores, memorias, etc.

Algunos circuitos integrados CMOS son vulnerables a otro tipo de falla provocadas por la ESD cuando están polarizados, denominada "*latchup*". Este fenómeno consiste en la entrada en conducción de un dispositivo SCR parásito (remanente de la construcción del circuito integrado), proceso que incrementa significativamente el consumo del *chip*, elevando su temperatura, hasta llevarlo en algunos casos a la destrucción. Si el aumento de temperatura se detecta a tiempo, basta con desconectar el circuito y polarizarlo nuevamente para restablecer el funcionamiento normal.

### **Procedimiento para identificación y reparación de tarjetas electrónicas**

Muchas de las fallas de las grandes fluctuaciones en el servicio que pueden provocar daño en componentes electrónicos, se dan directamente por parte de CFE, no es algo que la misma empresa no tenga en cuenta, por lo que ha tratado de compensar dichas fallas con el uso del relé de monitoreo de red siemens 3UG4615, el cual monitoriza la pérdida de fase, la subtensión, la sobretensión y la secuencia de fases, este dispositivo permite proteger en gran medida los daños en los equipos, sin embargo, por los armónicos y demás alteraciones se provocan daños en los componentes electrónicos.

Una vez que se detectan tarjetas electrónicas dañadas se procede a su revisión y evaluación para reparar dichas tarjetas en caso de ser posible ya que existen componentes que no tienen reparación, por ejemplo, tarjetas selladas con resina.

Uno de los módulos que normalmente se daña es el módulo fuente G2, este módulo es de 24V, como ya se mencionó este módulo tiene como función suministrar el voltaje de 24V.

Para su revisión se identifican todos sus tornillos de sujeción, se retiran para desarmar el módulo; una vez que está a la vista la tarjeta electrónica lo primero que se debe de ver es el fusible de 4 amp fast action, cuando en un circuito se excede la corriente el fusible se corta o quema, es importante instalar el fusible correcto, ya que un fusible mal instalado puede ocasionar daños mayores. Inicialmente es importante buscar componentes rotos, quemados o flojos, visibles de forma natural o de ser necesario usando una lente de aumento.

Localizar un cortocircuito midiendo la resistencia. Es de saberse que un cortocircuito es una resistencia de cero ohmios en un punto donde debería ser mucho mayor, pero en realidad, la resistencia nunca es igual a cero ohms ya que siempre hay una pequeña resistencia, por muy baja que sea.

Entendiendo un poco la física y la electrónica básica, sabemos que la resistencia depende de la longitud, cuanto más largo es un conductor más resistencia tiene; en un cortocircuito, cuanto más cerca midamos, menor será la resistencia y cuanto más nos alejemos en la placa, más alta será la resistencia. Simplemente medimos la resistencia en diferentes puntos de la pista, midiendo pistas, resistores, transformadores, fusibles, se pueden medir elementos como transistores, diodos SCR, Triac, etc. Esta parte es sumamente importante ya que en la fuente antes mencionada una de sus fallas más comunes es el daño de su MOSFET, el cual se va a cortocircuito dañándose el fusible, por lo que es importante quitar el cortocircuito.

También se puede localizar daños con cámaras termográficas. Una termografía es una imagen térmica similar a una fotografía, pero con colores proporcionales a la temperatura, de esta forma, las zonas calientes tienen un color que contrasta con el color de las zonas frías. Un cortocircuito provoca que la corriente sea muy alta en la zona afectada.

Por eso, a veces resulta realmente fácil localizar un cortocircuito con una cámara termográfica, aunque también es posible que no se marque un punto concreto, sino toda una zona o varias pistas del circuito impreso en las que hay muchos componentes, por lo que, para diferenciar qué elemento es el causante hay que “ver” el camino que está siguiendo la corriente desde la alimentación, de tal modo que se pueda deducir que elemento provoca la sobrecarga.

Usar una fuente de alimentación puede aplicar una tensión a la zona de la placa afectada por el cortocircuito, por supuesto, esta tensión puede provocar más daños, como que se quemen las pistas de cobre o más componentes. Por eso lo ideal es usar una fuente de alimentación de laboratorio, que te permita ajustar la tensión y la corriente, por ejemplo, la alimentación de 5V de una sección de electrónica digital, puedes conectar la fuente con 4V y 50mA, además es una fuente protegida contra cortocircuito. Esto significa una potencia de unos 0.2W, que es soportable por la mayoría de componentes. De esta forma puedes ver si algún componente se calienta, siguiendo los métodos ya explicados. En la reparación de tarjetas no hay una regla de seguimiento debido a que la falla puede ser provocada por cualquiera de las causas anteriores, errores de instalación, etc. La reparación requiere además de conocimientos de electrónica la habilidad necesaria para la reparación de las mismas, razón por la cual se recomienda la práctica constante, elaborar diagramas de las secciones dañadas, la obtención de los datasheet de los circuitos involucrados de tal modo que se obtendría una secuencia correcta para determinar el elemento o elementos dañados; es importante asegurar que se revisan todos los elementos que influyen a fin de cambiar los elementos dañados sin dejar ninguno sin remplazar que pudiera nuevamente dañar la tarjeta.

### **Cómo la electrónica se involucra en el control de calidad del producto textil**

Durante todo este trabajo se ha comentado como la electrónica influye en el sector textil y en el control de calidad de la misma. Por ejemplo, en una carda para mantener el grosor de la cinta, se emplea un sensor magnético que en conjunto con el drive aumenta o disminuye la velocidad de salida del motor, logrando de esta manera regular el grosor de la cinta y mantener una calidad estándar en la misma; en los estiradores se utiliza un piezo eléctrico para regular junto con los drives la uniformidad de la cinta; en las open-end se utilizan complejos sistemas de purgado por medio de sensores especializados de tal modo que la calidad del hilo fabricado es garantizado, además de autómatas que permiten que las uniones entre los hilos rotos sea lo más uniforme posible aumentando la calidad y disminuyendo el costo de operación. En todas las máquinas textiles se han instalado elementos electrónicos como PLC, encoders, drives, sensores inductivos, capacitivos, ópticos, o sensores fabricados para aplicaciones específicas; por ejemplo, sensores de trama para interactuar con la máquina y detectar la falta de hilo, sensor de peso que permite mantener una tensión regular en la tela, etc., todos están diseñados para controlar la calidad en cada momento de la fabricación de los productos.

Adicional a esto, actualmente se cuenta con sistemas de monitoreo apoyados por cámaras que va recorriendo el ancho de la tela de manera continua de un lado al otro y van generando un registro de las imágenes (figura 66).

Figura 66: sistema de cámara



Fuente: imagen tomada de Indorama Ventures Mobility Puebla

El sistema cuenta con un software el cual permite controlar la calidad del producto a partir de valores e imágenes de referencia designados, por lo que cuando una de las imágenes tomadas por el sistema no es igual a la del registro se considera como defecto y si el error persiste entonces el sistema interactúa con el telar de modo que la máquina se detendrá.

Como se mencionó anteriormente, la calidad en tejidos técnicos utilizados para salvar vidas debe ser superior a otros tejidos, lo que implica que la producción y control de calidad no solo cuente con velocidad de producción si no también con una alta calidad, por lo que es importante que la uniformidad del tejido, la densidad de pasadas y peso del producto terminado se mantenga en todo el proceso. Se busca la calidad total, también conocida como Excelencia.

## Conclusión

A lo largo del presente trabajo se menciona la importancia de la incorporación de la electrónica a la maquinaria textil. Su evolución ofrece elementos más sofisticados por ejemplo CPUs y memorias más rápidas y de mayor capacidad que al ser incorporadas a las máquinas les permite ser más rápidas y eficientes por lo que la producción además de poder ser más precisa y rápida va a tener una mayor calidad.

En la actualidad Puebla destaca en el sector económico nacional, pero en la industria textil se presentan serios problemas por su informalidad laboral, la baja productividad en el trabajo y la muy reducida generación de empleos formales, la introducción de productos extranjeros más baratos por eso es importante la incorporación de empresas con inversión extranjera, las cuales además de llegar con tecnología de punta ofrecen estabilidad laboral y oportunidad de desarrollo, por lo que es importante contar con personal calificado y preparado para afrontar estos retos. En las instituciones educativas es importante fomentar la investigación y desarrollo tecnológico. En el presente trabajo de tesis por experiencia profesional se refleja la importancia que tiene la electrónica en el desarrollo económico, al aumentar la velocidad de producción y reducir costos permite ser más competitivos; el cómo los alumnos deben mantener su inquietud por aprender, el que todo tiene reglas de seguimiento además de las normas que implican los desarrollos tecnológicos, que los avances tecnológicos impulsan el desarrollo económico, que al formar alumnos más preparados permiten alumnos capaces de impulsar su desarrollo personal y profesional.

## REFERENCIAS

Admin. (s. f.). ¿Cómo funcionan las bolsas de aire? Toyota.

<https://www.toyotacr.com/blog/cmo-funcionan-las-bolsas-de-aire>

fecha consulta 03/2023

Aptt. (2017). EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA EN LA INDUSTRIA TEXTIL. APTT.

<http://apttperu.com/evolucion-tecnologica-la-industria-textil/> fecha consulta 01/2023

Así se hace el hilo de poliéster

<https://www.youtube.com/watch?v=YYeJJ9ah4ew> fecha consulta 02/2023

Celestecielo, G. C. (2012, septiembre). Algunos conceptos de telas en tejido plano.

<https://elrincondেকেlestecielo.blogspot.com/2012/09/algunos-conceptos-de-telas-en-tejido.html> fecha consulta 01/2023

Controles contra falla de flama

<https://www.thermalcombustion.com/lme11330c2/> fecha consulta 02/2023

Descarga electrostática

<https://www.labsei.ucv.cl/NotasTecnicas/Esd/esd.htm> fecha consulta 04/2024

D textil suministros industriales

<https://dtextil.com/-completo/sector-textil/repuestos-sulzer/proyectil-completo-d1-2500gr/catalogo> fecha consulta 03/2023

El perfecto auto regulado del manual segundo pasaje

<https://apttperu.com/perfecto-autorregulado-del-manual-segundo-pasaje-clave-hilo-premium/> fecha consulta 02/2023

Etw cloud internacional

<https://www.etwinternational.es/1-5-high-speed-rapier-loom-53729.html>

fecha consulta 03/2023

---

Evolución tecnológica de la industria textil

<http://aptp Peru.com/evolucion-tecnologica-la-industria-textil/> fecha consulta 03/2023

Hitasa antigua lanzadera de telar

<https://www.todocoleccion.net/antiguedades-tecnicas/hitasa-antigua-lanzadera-telar-textil-madera~x27132926> fecha consulta 03/2023

Idihpes. (2017, 19 julio). Un mexicano excepcional: Esteban de Antuñano - Instituto de Investigaciones Históricas Políticas Económicas y Sociales. Instituto de investigaciones Históricas Políticas Económicas y Sociales.

<https://institutohistorico.org/mexicano-excepcional-esteban-antunano/>

fecha consulta 12/2022

Industria del torsido

<https://www.intorsa.es/es/noticias/5/como-se-fabrica-el-poliester.html>

fecha consulta 02/2023

Instituto mexicano del transporte

<https://imt.mx/resumen-boletines.html?IdArticulo=347&IdBoletin=127>

fecha consulta 03/2023

Lafayette, P.-. (2022). ¿Conoces los tipos de tejido existentes? Lafayette.

<https://www.lafayette.com/conoces-los-tipos-de-tejido-existentes/>

fecha consulta 01/2023

Limpieza de mecha

[https://www.researchgate.net/figure/Figura-70-Carda-utilizada-na-limpeza-da-mecha-de-fibras-Foto-Gislaine-de-Souza-Pereira\\_fig7\\_352737370](https://www.researchgate.net/figure/Figura-70-Carda-utilizada-na-limpeza-da-mecha-de-fibras-Foto-Gislaine-de-Souza-Pereira_fig7_352737370) fecha consulta 01/2023

Los tipos de textiles. (s. f.). TEXTILES.

<https://textilestecno3b.weebly.com/los-tipos-de-textiles.html> fecha consulta 02/2023

Mariano. (2011, julio). Filtros de extrusión. Tecnología de los Plásticos.

<https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/07/filtros-de-extrusion.html>

fecha consulta 02/2023

New & used textile machines

<https://comotrade.com/en/sanfor-compacto/1036-sanfor-compacto-cibitex.html>

fecha consulta 02/2023

Polímeros, T. E. (2019, 05 junio). Textiles No-Tejidos. WordPress.com.

<https://todoenpolimeros.com/2019/05/06/textiles-no-tejidos/> fecha consulta 02/2023

Procesos de hilatura

<https://cottonworks.com/es/temas/fuente-fabricacion/produccion-hilo/procesos/>

fecha consulta 01/2023

Proceso de estiraje y veloz

<http://14nov88.blogspot.com/2010/04/proceso-de-estiraje-y-veloz.html>

fecha consulta 01/2023

Programa de textilización – Ciencias textiles

<https://programadetextilizacion.blogspot.com/2014/12/capitulo-6-maria-de-perinat-1997-2000.html> fecha consulta 01/2023

Repuestos de maquinaria de telar de alta calidad

<https://spanish.alibaba.com/product-detail/high-quality-weaving-loom-machinery-spare-parts-vamatex-leonardo-4-8-colors-silver-weft-selector-1600696284046.html?spm=a2700.details.maylikeexp.5.616950a0LZn2SD> fecha consulta 03/2023

Resistencias-abrazadera

<https://www.maxpolheaters.com/productos-es/Resistencias-abrazadera.html>

fecha consulta 02/2023

Rodríguez, M. T. V. (s. f.). La industrialización y el sector textil en Puebla libros eumed.net.

<https://www.eumed.net/libros/1701/industrializacion-puebla.html> fecha consulta 12/2022

Sabes cómo funcionan las bolsas de aire

<https://memolira.com/analisis/las-bolsas-de-aire-como-funcionan/> fecha consulta 03/2023

Second hand textile machine

<https://www.cogliandro.com/en/used-machines/3915-open-end-schlaforst-se11>

fecha consulta 02/2023

Tecnología de los plásticos

<https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/07/filtros-de-extrusion.html>

fecha consulta 02/2023

Termopar

<https://es.wikipedia.org/wiki/Termopa> fecha consulta 02/2023

Textiles learner one stop solution for textiles

<https://textilelearner.net/truetzschler-blow-room-line-an-overview/>

Fecha consulta 01/2023

Textiles técnicos: su aplicación en equipos de protección individual en el trabajo. (s. f.).

Interempresas.

<https://www.interempresas.net/Textil/Articulos/245191-Textiles-tecnicos-su-aplicacion-en-equipos-de-proteccion-individual-en-el-trabajo.html>

fecha consulta 02/2023

Tpy - Armature and field converters regulators

[http://www.gefran.cz/cenik/cap5\\_TPy\\_G-pdf-2020.pdf](http://www.gefran.cz/cenik/cap5_TPy_G-pdf-2020.pdf) Fecha consulta 02/2023

Wia productos

[https://mx.wiautomation.com/swissbit/productos-generales/otre/sfca032gh1ao2toiqc216std?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=MX\\_pmax\\_new\\_insert\\_3&gclid=EAIaIQobChMIqoP8kNj2gQMVXDHUAR3poQA8EAQYBCABEgLQqPD\\_BwE](https://mx.wiautomation.com/swissbit/productos-generales/otre/sfca032gh1ao2toiqc216std?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=MX_pmax_new_insert_3&gclid=EAIaIQobChMIqoP8kNj2gQMVXDHUAR3poQA8EAQYBCABEgLQqPD_BwE) fecha de consulta 03/2023

Wotul compra de maquinaria

<https://www.wotol.com/product/2-truetzschler-multi-mixer-truetzschler-multi-mixer/1517207> fecha consulta 01/2023