

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Automática y Sistemas Computacionales



TRABAJO DE DIPLOMA

“Caracterización de los principales lazos de control de la Línea Cibitex-MCS”

Autor: José Luis Blanco Sánchez.

Tutores: Msc. María de los Ángeles García Hernández

Ing. Luis R. Martínez Veitía

Santa Clara

2013

"Año 55 de la Revolución"

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Automática y Sistemas Computacionales



TRABAJO DE DIPLOMA

“Caracterización de los principales lazos de control de la Línea Cibitex-MCS”

Autor: José Luis Blanco Sánchez.

e-mail: jlblanco@uclv.edu.cu

Tutores: Msc. María de los Ángeles García Hernández

e-mail: mangeles@texvi.cu

Ing. Luis R. Martínez Veitía.

e-mail: Luism@uclv.edu.cu

Santa Clara

2013

"Año 55 de la Revolución"



Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como parte de la culminación de estudios de la especialidad de Ingeniería en Automática, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

Firma del Autor

Firma del Jefe de Departamento
donde se defiende el trabajo

Firma del Responsable de
Información Científico-Técnica

PENSAMIENTO

*No hay moral en torno a la tecnología. La tecnología expande
nuestras formas de pensar sobre las cosas, amplía nuestras
formas de hacer las cosas.*

Herbert Simon

DEDICATORIA

A toda mi familia linda.

*Que siempre me aconsejaron y levantaron en los momentos
en los que flaqueaba o bajaba la guardia.
Que me recordaron siempre lo importante que es luchar por un futuro.*

A mis abuelas

Zenaida.

*Quien siempre reza por mi y por que mis
proyectos se logren sin contratiempos.*

Diana.

Quien siempre me desea que las cosas me salgan bien

A mis padres.

*Cuyo apoyo fue decisivo para recorrer el largo camino
que exige una carrera universitaria.*

A mi novia malcriada.

*Quien en estos dos años me ha apoyado, alimentado
y hecho disfrutar de la universidad.*

AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas personas que directa o indirectamente han intervenido en el desarrollo de este trabajo.

Agradezco a aquellas que de un modo u otro han hecho de mí lo que soy hoy, a mi mamá, a mi papá, a mis abuelas y a toda mi familia.

A mi otra mamá, Mirian, y a todas las tías del comedor que me han ayudado estos 5 años.

A mi novia, por la capacidad de soportar hasta mis más grandes malcriadeces y ayudarme a culminar este proyecto.

A los locos de mi cuarto que no se cansan de hacer que cada día sea algo para recordar.

A mis tutores, especial a María, con quien ha sido un placer hacer este trabajo y me ha guiado con paciencia durante este largo y tormentoso camino.

A mis profesores, Samy y Robby por brindarme su conocimiento, experiencia y sabiduría.

A mis amigos Michel, Julio, Hernández, Yaidel, Yasiel, Magdiel quienes han aguantado mis descargas, borracheras. De quienes su complicidad siempre estará en mi mente.

A todo el colectivo de P.S.I. (Planta de Servicios de Ingeniera), por acogerme como si fuera parte de ese maravilloso colectivo.

A los trabajadores de mi facultad quienes allanaron el camino hasta mi graduación.

A todos.....MUCHAS GRACIAS.

TAREAS TÉCNICAS

1. Recopilación y estudio de la documentación a utilizar.
2. Acercamiento a los procesos textiles en la Empresa Textil Desembarco del Granma.
3. Participación en el montaje de la Chamuscadora y la línea de Blanqueo de MCS.
4. Estudio de los procesos del equipamiento nuevo instalado en el taller de Blanqueo de la Empresa Textil.
5. Estudio de los planos eléctricos y de control de la Chamuscadora y la Línea de Blanqueo de MCS.
6. Confección del informe final.

Firma del Autor

Firma del Tutor

RESUMEN

Debido a la adquisición de maquinarias modernas y la necesidad de comprender el funcionamiento de las mismas se realiza el presente trabajo. Se persigue como objetivo la caracterización de los principales lazos de control de la maquinaria adquirida, así como la elaboración de un documento que permita una futura capacitación del personal. Se parte de una reseña histórica de la industria, una descripción de los procesos tecnológicos realizados en la misma y un breve análisis del estado de la industria en Cuba. Se hace una caracterización de como realizan el proceso de Blanqueo y Chamuscado en la empresa textil “Desembarco del Granma”, de como lo hace la maquinaria adquirida y también se caracteriza la realización del proceso por dos firmas de renombre a nivel mundial. A partir de la revisión de la bibliografía, el estudio del proceso se confecciona los planos eléctricos de los principales lazos de control. Con los esquemas realizados a cada uno de los lazos de control se logra una guía que mejora la comprensión de cada uno de los procesos desde el punto de vista técnico y de automatización.

TABLA DE CONTENIDOS

PENSAMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
TAREAS TÉCNICAS	v
RESUMEN	vi
TABLA DE CONTENIDOS	vii
INTRODUCCIÓN	1
Organización del informe	3
CAPÍTULO 1. Reseña de la industria textil.....	4
1.1 Génesis de la industria textil.	4
1.1.1 Historia de la industria textil.....	4
1.1.2 Desarrollo de las maquinarias para el proceso textil.	5
1.2 Los procesos textiles.	6
1.2.1 Hilado.....	7
1.2.2 Tisaje o fabricación del tejido.....	7
1.2.3 Chamuscado.....	8
1.2.4 Línea de blanqueo.	8
1.2.5 Mercerizado del algodón.	12
1.2.6 Termofijado o rameado.....	12
1.2.7 Tintura y estampado.....	13
1.3 La industria textil en el mundo.....	13
1.3.1 Países productores.....	14

1.3.2	Tecnologías.....	14
1.4	La industria textil en Cuba.	15
1.4.1	Historia de la empresa textil “Desembarco del Granma”.	18
1.5	Conclusiones parciales	18
CAPÍTULO 2. Estudio de la tecnología de la Línea de Blanqueo y el Chamuscado.		19
2.1	Características de las maquinarias en el mundo.....	19
2.1.1	Máquina para chamuscado Osthoff.	19
2.1.2	Línea para desencolado, blanqueo y descrudado de Benninger.	22
2.2	Realización del proceso en la Empresa textil “Desembarco del Granma”.	24
2.3	La maquinaria adquirida. Características del proceso.....	27
2.4	Conclusiones parciales	32
CAPÍTULO 3. Caracterización de los principales lazos de control.....		33
3.1	Chamuscadora.Cibitex.	33
3.1.1	Control del Encendido	35
3.1.2	Altura de flama.	38
3.2	Línea de Blanqueo. MCS.	40
3.2.1	Control de velocidad de los motores.....	41
3.2.2	Control de la dosificación de productos al saturador.....	43
3.2.3	Control del pH.	45
3.3	Resultados del trabajo.	46
3.4	Conclusiones del capítulo	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		48
Conclusiones.....		48
Recomendaciones		49

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
Anexos	51
Anexo 1 Chamuscadora	51
Anexo 2 Apaga chispas.....	52
Anexo 3 Indicadores de velocidad.....	53
Anexo 4 Local para la preparación de las sustancias para el proceso.	53
Anexo 5 Dosificación de productos.....	54
Anexo 6 Panel de control de la maquinaria existente.	55
Anexo 7 Placas de control.	55
Anexo 8 Quemador de ladrillos.	56

INTRODUCCIÓN

La industria textil constituye una de las más antiguas del mundo y es considerada dentro de las primeras ocupaciones del hombre en sociedades organizadas al tener un papel protagónico en la Revolución Industrial.

Los desarrollos en la tecnología textil figuraron prominentemente en el crecimiento de la actividad manufacturera que definió la revolución industrial, así ha seguido durante años y muchos fabricantes textiles están rediseñando sus procesos y su nivel de automatización en función de lograr reducir los costos, disminuir los impactos al medio ambiente y al hombre, así como elevar la calidad de las producciones.

Los textiles tocan tantos aspectos de la vida de una persona que su fabricación a costos accesibles para todos es imprescindible. Por ello el sector textil en el mundo está buscando obtener mayor flexibilidad, mayor productividad, para poder mantener sus productos en un mercado cada vez más complejo. Sus constantes cambios en el equipamiento son apreciables.

La industria textil en Cuba simultaneó en el año 80 el uso de tecnología de los años 50 con tecnologías modernas de los finales de los 70 y del inicio de los 80. Con la caída del campo socialista y la llegada del llamado período especial, esta industria fue redimensionada y sufrió un alto grado de desatención por lo costoso de sus producciones. De esta problemática no fue excluida la Empresa Textil Desembarco del Granma, situada en la provincia de Villa Clara, municipio Santa Clara, carretera a Camajuaní Km 2½; subordinada a la Unión Textil (UNITEX), Grupo Empresarial de la ligera (GEIL) y perteneciente al Ministerio de Industria (MINDUS).

Atendiendo al grado de obsolescencia tecnológica que presenta esta empresa, fundamentalmente en sus plantas claves: Acabado y Servicios de Ingeniería, en el 2012 se inició la primera etapa de una inversión que prevé la reparación de la conductora que garantiza el suministro de agua a la textilera, la modernización parcial del Bloque Energético (una caldera y compresores de aire) y los procesos de Tratamiento previo, Termofijado y empaquetado de los tejidos.

Dentro de este proceso de inversión está la modernización del equipamiento de la Planta de Acabado. En la primera etapa de esta inversión se encuentra una línea de Banqueo y una Termofijadora. En la empresa como tal, el personal técnico de varias especialidades ha ido en decremento y el nivel de conocimiento de las nuevas tecnologías está por debajo de lo que exige una inversión de esta envergadura y en este tiempo por lo que se hace necesario establecer de la forma mas clara posible el funcionamiento de las mismas.

En la empresa existen los circuitos de los lazos de control de la antigua tecnología pero no existe la descripción total de los lazos de las nuevas máquinas, es por ello que se requiere una explicación fundamentada de los mismos para que todo el personal que llegue a trabajar a la empresa en esta rama ya tenga la documentación de los mismos agilizando así la capacitación y preparación de las personas. De esta manera se favorecen la eficiencia de la producción y la disponibilidad del equipamiento.

Teniendo en cuenta lo referido anteriormente, el presente trabajo de diploma persigue los siguientes objetivos:

Objetivo general

Caracterizar los principales lazos de control que se aplican en la máquina MCS para la línea de Blanqueo y Chamuscado.

Objetivos específicos:

1. Realizar una reseña de la industria textil desde sus génesis hasta la actualidad.
2. Estudiar los documentos referidos a las líneas de Blanqueo y Chamuscado que refleje las principales necesidades de control de estas tecnologías.

3. Analizar los principales lazos de Control de la nueva maquinaria y describir el funcionamiento de cada uno de ellos.
4. Conformar documento que sirva de guía de capacitación para futuros instrumentistas.

Organización del informe

La investigación incluye tres capítulos, además de las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos correspondientes. Los temas que se abordan en cada capítulo se encuentran estructurados de la forma siguiente:

Capítulo I: En el primer capítulo se realiza la descripción del proceso tecnológico partiendo de un estudio de los procesos fundamentales de la industria textil. Se desarrolla una breve historia de la industria textil evidenciando su evolución, tanto en el proceso químico como en la maquinaria usada y se realiza una síntesis de la industria textil en Cuba enfatizando en la textilera “Desembarco del Granma” objeto de estudio de la presente investigación.

Capítulo II: En el capítulo se realiza una breve caracterización de maquinarias que se dedican al proceso de Chamuscado y Línea de blanqueo. Para ello se parte de dos ejemplos de tecnología actual de empresas que lideran el mercado, de la maquinaria ya existente con más de 30 años de explotación y de la maquinaria adquirida.

Capítulo III: En el capítulo se realiza la caracterización de los principales lazos de control de la maquinaria adquirida.

CAPÍTULO 1. Reseña de la industria textil.

El presente capítulo tiene como objetivo desarrollar la descripción del proceso tecnológico partiendo de un estudio de los procesos fundamentales de la industria textil, desde el hilado hasta el acabado, puntualizando en el primer proceso del Acabado: los procesos de chamuscado, desencolado, descrudado y blanqueo. Se desarrolla una breve historia de la industria textil evidenciando su evolución, tanto en el proceso químico como en la maquinaria usada. Se realiza una síntesis de la industria textil en Cuba enfatizando en la textilera “Desembarco del Granma” objeto de estudio de la presente investigación.

1.1 Génesis de la industria textil.

La industria textil es el nombre que se da al sector de la economía dedicado a la producción de trapos, tela, hilo, fibra y productos relacionados (GROSSMAN, 2009). Aunque desde el punto de vista técnico es un sector diferente, en las estadísticas económicas se suele incluir la industria del calzado como parte de la industria textil pero en Cuba no es así.

1.1.1 Historia de la industria textil.

La elaboración de tejidos se remonta a la antigüedad. Se reconoce como industria textil tras la invención de los telares mecánicos, los cuales comienzan a desarrollarse en Gran Bretaña, Francia, Bélgica y Estados Unidos a partir de mediados del siglo XVIII. Las máquinas se fueron perfeccionando rápidamente, lo que permitió incorporarlas en la elaboración de distintas clases de fibras (Carbonell, 2011).

Originalmente, el término textil se aplicaba sólo a las telas tejidas, pero con la evolución de esta industria se extiende ahora incluso a telas producidas por métodos diferentes al tejido, como las formadas por uniones mecánicas o procesos químicos. Igualmente, se aplica a variadas materias primas y materiales obtenidos de las mismas, como filamentos, hilos

sintéticos, hilazas, que son empleados en tejidos trenzados, bordados, acolchados, hilados, fieltrados, entre otras (Carbonell, 2011).

En estas operaciones textiles también están consideradas las de preparación de las fibras de origen natural (vegetales o animales), y en los que se realizan procesos como el blanqueado, teñido o la mercerización.

La lana, que era la fibra natural más utilizada, comenzó a ser sustituida por el algodón, y aunque no la desplazó totalmente, sí se convirtió en la fibra natural de origen vegetal más utilizada.

Ya en épocas recientes, el algodón comenzó a perder su primer puesto en cuanto a demanda para la industria textil, y es reemplazado en gran parte por las nuevas fibras sintéticas y artificiales, con origen en los hidrocarburos y celulosas.

1.1.2 Desarrollo de las maquinarias para el proceso textil.

La manufactura textil del algodón hasta mediados del siglo XVIII, estaba dividida entre la labor de los hiladores y la de los tejedores. El gran problema que presentaba la manufactura, era la diferencia entre estas dos actividades: se requería de cinco hiladores para suministrar de suficiente material de trabajo a un tejedor. La necesidad de reducirla se convirtió en el primer motor del desarrollo de las innovaciones tecnológicas, que finalmente provocarían la Revolución Industrial (Bazant, 1964).

Diversas han sido las creaciones aportadas por disímiles investigadores e inventores para el desarrollo de la industria textil.

Tal es el caso de John Kay, inventor inglés que es conocido históricamente por ser el padre de la Lanzadera Volante, en 1733 creó un accesorio (la lanzadera) que permitía tejer más piezas de algodón y a mayor velocidad de lo que se podía lograr con la habilidad manual de un trabajador. Este fue un paso tan importante que todavía se utiliza en la actualidad (Carbonell, 2011).

La Spinning Jenny fue una máquina hiladora multi-bobina, inventada alrededor de 1765 por Hargraves, carpintero, en Inglaterra. Este dispositivo redujo enormemente el trabajo

requerido para la producción de hilo, dando a un solo trabajador la capacidad de manejar ocho carretes a la vez. Fue la primera innovación técnica importante en la Industria textil y una de las que abrió las puertas a la Revolución Industrial(Carbonell, 2011).

Sir Richard Arkwright fue un industrial inglés que patentó el marco giratorio movido por agua (Water Frame), en 1769, y fundó la primera factoría de algodón hidráulica del mundo en Gran Bretaña(Carbonell, 2011).

Destaca también la Mule Crompton. Inventada en 1779 por Samuel E. Crompton. Esta conseguía un hilo tan fino como el conseguido por la Jenny pero tan resistente como el conseguido por la “waterframe”, por lo que daba mucha más rapidez al proceso, al no romperse y por ello, no tener que parar para anudar(Carbonell, 2011).

El invento siguiente en la evolución textil correspondió a un obrero de una fábrica de sedas, francés, llamado José Jacquard, que en 1801 creó el telar con estampación, llamado en su honor “Telar Jacquard”. Esta máquina introducía tarjetas o patrones perforados con diferentes dibujos para decorar telas de forma barata, primero aplicado a los telares de algodón y posteriormente, a los telares de seda, producto de lujo que se hizo más popular al bajar el precio gracias a su mecanización(Carbonell, 2011).

En la actualidad la industria textil emplea una gran variedad de máquinas, además del telar, en las que se realizan operaciones específicas de aplicación generalizada en la mayoría de las fibras, o características de la confección de determinados tejidos.

1.2 Los procesos textiles.

Para lograr un tejido de calidad se requiere transitar por un grupo de procesos donde cada uno de ellos juega su papel en función del objetivo final que se tenga, es decir, según el uso que se le vaya a dar a ese tejido.

El proceso textil comienza con el procesamiento de la fibra y termina con el tratamiento y procesamiento del tejido. Cada tipo de fibra, cada tipo de tejido, o cada destino del tejido tiene un proceso que, aunque es similar en algunos aspectos, difiere en otros. De manera general, el proceso textil comienza con el hilado, continúa con el tisaje, el chamuscado,

línea de blanqueo, termofijado, mercerizado y termina con la tintura o estampado(Cegarra, 1997).

1.2.1 Hilado.

El primer proceso a desarrollar en la obtención de los tejidos es la fabricación del propio hilo. Para lograr hilo a partir de filamentos continuos solo basta con torcerlos. En el caso de las fibras cortas hay que cardarlas para combinar las fibras en una estructura continua semejante a la de una cuerda, peinarlas para estirar las fibras largas y torcer las hebras continuas resultantes(Kochkin, 1981).

El grado de torcedura que se le da a los hilos determina algunas de sus características; una torsión ligera proporciona telas de superficie suave, mientras que los hilos muy torcidos producen tejidos de superficie dura, resistentes a la abrasión y menos propensos a ensuciarse y arrugarse; sin embargo, los tejidos hechos con hilos muy torcidos encogen más. Con frecuencia se realizan también otras operaciones complementarias posteriores, como el devanado en grandes bobinas, el retorcido, el flameado, etc. Las fibras sintéticas o químicas, ampliamente utilizadas en la industria textil, han de tener, para poder ser hiladas, una longitud y un grosor similares a las de las fibras naturales(Kochkin, 1981).

1.2.2 Tisaje o fabricación del tejido.

Para tejer se utiliza el telar y dos conjuntos de hilos, denominados respectivamente urdimbre (o pie) y trama. Los hilos de la urdimbre van a lo largo del telar, mientras que los de la trama van en dirección transversal. La urdimbre está arrollada en enormes bobinas situadas a los pies del telar, y se enhebra en el telar formando una serie de hilos paralelos(Orozco Jaramillo, 1977).

La trama se suministra por los lados del telar desde unas bobinas que se cambian automática o manualmente cuando se acaba el hilo. La lanzadera del telar hace pasar los hilos de la trama a través del telar, entrelazándolos perpendicularmente con la urdimbre. Modificando el número de hilos de la urdimbre y alterando la secuencia con la que se levantan o bajan se logran diferentes dibujos y texturas. Durante el tejido, una capa

protectora provisional conocida como imprimación protege los hilos de la urdimbre para evitar que se dañen.

1.2.3 Chamuscado.

Según Cegarra (1997) muchos tejidos de algodón son evaluados por su apariencia suave, tales como los poplines usados para camisas y pañuelos. Cuando los tejidos llegan del telar, este transporta pelusas que sobresalen del algodón como hilos que necesitan ser eliminados, particularmente si el tejido va a ser estampado. Para eliminarlos, el tejido es chamuscado, proceso en el cual los hilos son quemados sin daño al tejido en sí.

Mediante el chamuscado se eliminan de la superficie del tejido los extremos salientes de fibras, fibras muertas (pelos y polvo), que le dan al tejido un aspecto exterior desagradable. Estos influyen negativamente en el transcurso de los procesos de teñido y estampado, siendo causa del surgimiento de una serie de defectos, condicionando un rápido ensuciamiento de los tejidos blancos. Dos métodos comúnmente usados son, el chamuscado por plancha y por gas.

En el primero, el tejido viaja sobre una plancha curva de cobre de alrededor de 2 pulgadas de espesor que está calentada al rojo brillante. La velocidad de paso sobre la plancha es alta para evitar la quemadura (alrededor de 150 – 250 yardas / minutos). En la máquina de chamuscado con gas, el tejido pasa directamente a través de la llama de gas. Dos o más quemadores son empleados los que pueden realizar el chamuscado sencillo de ambas caras o doble de una cara. Después del chamuscado, el tejido es posible que transporte alguna chispa, por lo que es pasado a través de rodillos o a una caja con agua donde todas las chispas son apagadas. Si es necesario evitar la humectación del tejido, este se hace pasar por vapor.

1.2.4 Línea de blanqueo.

Se denomina línea de blanqueo a la maquinaria donde se realizan los procesos de descolado, descrudado y blanqueo. Procesos que se describen a continuación como en Kochkin (1981) .

1.2.4.1 Desencolado.

Por desencolado se entiende el tratamiento del tejido con el objetivo de transformar el almidón encolante, del estado insoluble al soluble, con su posterior lavado. Mediante este proceso se elimina una pequeña parte de las impurezas de la celulosa (sustancias pécticas y nitrogenadas), lo que facilita el tratamiento posterior del tejido (Kochkin, 1981).

Antes del teñido, estampado o para salir en estado blanco, el tejido, necesita ser descrudado y blanqueado. Antes de hacer esto, es favorable para la mayoría de los procesos siguientes remover el encolado que ha sido aplicado al hilo de urdimbre en la preparación para la tejeduría. La remoción completa del encolado del tejido es, para la generalidad de los materiales, esencial, desde entonces este aumenta su capacidad de humectación.

Este proceso puede ser realizado por cuatro diferentes vías, nominalmente llamadas: Remojo ácido, Remojo de putrefacción, Tratamiento con enzima y Tratamiento con peróxido de hidrógeno, bromuro de sodio u otro agente oxidante.

En el Remojo ácido o deterioro gris el tejido de la máquina de chamuscado es impregnado con solución de ácido sulfúrico (0.5 – 1.0%) seguido de un remojo a 40 °C por 4 horas. A primera vista, el uso de ácido podría parecer peligroso, pues bajo estas condiciones no solo el almidón puede ser atacado sino también la celulosa. No se debe permitir al tejido un secado total, en los lugares donde aparezcan gotas secas el concentrado de ácido va a incrementarse, ocurriendo por tanto la degradación de la celulosa (Kochkin, 1981).

Para el Remojo de putrefacción el tejido húmedo entra atropelladamente a los hoyos de putrefacción donde este estará reposando por 24 horas. En estas circunstancias, el prolongado mojado ayuda a remover el almidón y algunas de las impurezas presentes solubles en agua. Las bacterias presentes en el agua natural tienden a multiplicarse en condiciones calientes (25 – 40 °C) y por ello producir enzimas que degradan el almidón. Los productos son entonces removidos mediante el lavado (Kochkin, 1981).

En el remojo de putrefacción la fermentación no está controlada y pueden ocurrir infecciones transversales, por ejemplo moho. Algunos de estos dan un aumento en la degradación de la celulosa.

El tratamiento con enzimas constituye la más efectiva vía para la remoción de almidones de los tejidos por el uso de la enzima apropiada. Las enzimas son biocatalizadores, que difieren de la catálisis química normal debido a que son muy específicas en su acción. Son termo sensibles, tienen relativamente baja energía de activación y son usualmente activas en un rango estrecho de pH. Ellas son clasificadas por el sustrato que descomponen. Químicamente, las enzimas son proteínas de alto peso molecular.

El peróxido de hidrógeno es usado con mucha frecuencia en el proceso de desencolado del algodón. Terminado este tratamiento se realiza un enjuague en frío y seguidamente una neutralización del excedente de peróxido remanente en el tejido, especialmente si va a ser teñido a continuación. El tejido es impregnado a una temperatura de 20 a 40 °C y vaporizado por alrededor de minuto y medio(Kochkin, 1981).

Más recientemente, el bromuro de sodio ha sido usado como reactivo para el desencolado. El bromuro de sodio es un agente oxidante que es estable a valores de pH más altos que 9, descomponiéndose a pH 8. Este reactivo podría parecer que actúa por la oxidación del almidón en preferencia a la celulosa.

El algodón encolado consume bromuro con una mayor intensidad que el no encolado lo cual demuestra la utilidad del bromuro como agente de desencolado.

El uso de bromuro para el desencolado es una reciente sugerencia después que el reactivo está disponible en los últimos años. Trabajos con este reactivo han sido interesantes para el desencolado del almidón de papa, siendo así la mayor dificultad la estabilidad de este en el proceso de desencolado para otros almidones.

1.2.4.2 Descrudado del algodón.

Luego del desencolado el tejido aún no presenta la capacidad de humectarse en agua por lo que se necesita del descrudado para conferirle al mismo esta propiedad fundamental para los restantes procesos de acabado. El descrudado es una de las más importantes operaciones del acondicionamiento del tejido. Mediante la realización de este proceso, de la fibra se eliminan las sustancias acompañantes de la celulosa (sustancias cerosas, pécticas, nitrogenadas y minerales), residuos de encolado o impurezas mecánicas(Kochkin, 1981).

Las fibras naturales con las impurezas y el color natural algo gris – amarillento son purificadas mediante el descrudado y blanqueo, para dar a ellas un blanco final puro y prepararlas para el teñido o el estampado.

Para el descrudado es usado como agente fundamental la sosa cáustica, se deben emplear además un buen humectante y un secuestrante. La sosa cáustica es la sustancia por la acción de la cual ocurren todos los procesos en que se logran eliminar estas impurezas que le dan al tejido poca capacidad de humectarse en agua. El proceso en forma continuo se realiza a 100 °C durante 30 minutos(Kochkin, 1981).

El humectante es la sustancia que permite que el tejido arrastre mayor cantidad de solución de trabajo, y el secuestrante no deja que las impurezas y suciedades se redepositen en el tejido.

1.2.4.3 Blanqueo del algodón.

El tejido descrudado mantiene el color amarillento ya que contiene el pigmento natural que le confiere este color, por lo que el proceso tecnológico siguiente es el blanqueo donde se trata el tejido con una solución oxidante que destruye el pigmento. Como resultado del mismo el tejido adquiere una blancura estable necesaria para la preparación de los tejidos blancos, teñidos y estampados.

El uso del peróxido de hidrógeno no fue extendido hasta el año 1935, pero hoy en día es empleado extensivamente para el blanqueo del algodón y muchas otras fibras como la lana y la seda. El considerable incremento de su uso, se debe al bajo costo a nivel competitivo con el hipoclorito de sodio y que el descrudado seguido por el blanqueo puede ser realizado simultáneamente, ofreciendo ventajas de alta velocidad y bajo costo de producción(R.H.PETERS, 1967).

En el proceso de blanqueo con esta sustancia es necesaria la adición de sosa cáustica y un estabilizador de peróxido de hidrógeno. La sosa cáustica se emplea para la creación del medio básico necesario para que el proceso de blanqueo ocurra con la menor degradación de la fibra. Debido a la inestabilidad del peróxido en medio alcalino es necesaria la

utilización de un estabilizador que evita que este se descomponga rápidamente dañando la fibra sin efecto de blanqueo.

Antiguamente estos procesos se llevaban a cabo en etapas diferentes sin embargo hoy en día con el objetivo de ahorrar recursos, tiempo, infraestructuras y energía desde el punto de vista de vapor y agua estos procesos se realizan de forma simultánea siempre que las características del tejido lo permitan.

1.2.5 Mercerizado del algodón.

La palabra mercerizado usualmente se refiere al tratamiento del hilo o tejido con soluciones concentradas de hidróxido de sodio. El proceso toma el nombre de John Mercer quien, en 1850, observó que hubo un hinchamiento general y un efecto de encogimiento cuando el algodón es tratado con soluciones de hidróxido de sodio.

Según Kochkin en (1981) el mercerizado es el proceso efímero de tratamiento del tejido con una solución de sosa cáustica (240g/l a 280g/l) mediante una temperatura de 16°C a 20 °C bajo tensión y un correspondiente baño energético de agua caliente y fría, en el cual, entre la fibra de la celulosa y la sosa cáustica ocurren una serie de procesos físico-químicos. En la etapa inicial del proceso la fibra se hincha, lo que está relacionado con la absorción del álcali, luego las macromoléculas de la celulosa empiezan a interactuar con la sosa cáustica como resultado de lo cual se forma el álcali-celulosa.

Después del lavado y neutralizado queda el hidrato de celulosa que no tiene diferencias químicas con la celulosa original, pero a su vez adquiere una elevada higroscopicidad que no es más que la capacidad de retener el agua, la fibra adquiere forma cilíndrica, el hilo o tejido comienza a tener propiedades más uniformes; dígame: el consumo de colorantes, la humedad, la reactividad con los reactivos en medios acuosos, el brillo y el incremento de la resistencia.

1.2.6 Termofijado o rameado.

El termofijado se le realiza a los tejidos de poliéster y sus mezclas. Este consiste en someter el tejido a una temperatura de 200 °C con tensión durante un tiempo determinado. A la

salida de la cámara el tejido se enfría en cilindros refrigerados con agua fría y se enrolla en montantes. El objetivo fundamental es la estabilización dimensional de las fibras sintéticas.

Para Bravo (2012), la termofijación le confiere a la fibra sintética la resistencia a la deformación, la inarrugabilidad y la elasticidad necesarias para su uso. Esta operación es imprescindible para que el tejido se comporte correctamente durante los procesos de acabado y su uso. La termofijación mejora el rendimiento colorístico de las fibras de poliéster.

En el caso de los tejidos de algodón con el objetivo de darles un ancho uniforme se hace pasar el mismo por una cámara a 150 °C, proceso que se conoce como rameado.

1.2.7 Tintura y estampado.

Se llama teñido al proceso de aplicación en los materiales textiles de sustancias colorantes para darles a estos la tonalidad de uno u otro color. Este proceso permite mejorar el aspecto exterior y las dota de una tonalidad diferente. La calidad del proceso la determina la fortaleza en que los colorantes quedan fijados al tejido.

El estampado es el proceso de reproducir dibujos coloreados sobre un material, en el caso de la industria textil es el tejido. Podemos definirlo como un teñido local. Durante el proceso se depositan las partículas del colorante en forma superficial sobre un fondo uniforme que puede estar previamente teñido o ser blanco. Entre más superficial sea el estampado en el género será más el rendimiento del colorante y mas intenso el brillo. Los contornos del estampado se conservan gracias a que no se estampa con una solución, sino con una pasta de determinada viscosidad(Dextre, 2009).

1.3 La industria textil en el mundo.

La industria textil constituye una importante fuente de ingresos y empleo para muchos países en desarrollo. Esta industria en el año 2001 representó el 2.5 % del comercio mundial de mercancías y el 3.3 % del comercio mundial de manufacturas. En 2006 representó el 7 % de las exportaciones mundiales de manufacturas.

1.3.1 Países productores.

A nivel mundial la industria textil está dominada por los productores asiáticos y algunos países de la Unión Europea. Los principales países fabricantes son China, Italia, Estados Unidos, Alemania, Turquía y Francia. Como consecuencia de la crisis registrada durante los últimos años en el Sudeste asiático y la deflación experimentada en los precios industriales de las materias primas, los países productores de Asia intentan a toda costa exportar sus fabricados a los mercados europeos, a unos precios que sin duda desorganizan el orden establecido.

Según Inexmoda (2010) la región en la que tiene mayor relevancia es Asia, cuyas exportaciones textiles representan el 4.3 % de las exportaciones totales de mercancías y el 5.3 % de las exportaciones totales de manufacturas de la región. .

China es el mayor exportador de textiles y vestimentas del mundo y también es uno de los mayores consumidores en estos rubros. La posición que ha alcanzado China en este sector a nivel mundial se debe a sus significativas ventajas comparativas, en particular por sus bajos costos de mano de obra.

En lo que respecta a Sudamérica, Brasil actualmente es el séptimo productor mundial de textiles y ha realizado inversiones de alrededor de 8000 millones de dólares para la modernización del sector.

Dentro de los principales exportadores de productos textiles se aprecian: La Unión Europea, Hong Kong, Corea del Sur, China, Taiwán, Estados Unidos, Japón, Pakistán, India y Turquía(GROSSMAN, 2009).

1.3.2 Tecnologías.

De los fabricantes mas destacados en la confección de maquinaria textil para el proceso de acabado tenemos la Benninger, MCS, Cibitex, Mezzera, Brugman e Icomatex. Todas ellas ampliamente representadas en todo el mundo y de las cuales se recibieron ofertas en la empresa.

Del conjunto de maquinaria utilizada a nivel mundial en la industria textil, destacan:

- El "abrebalas": Máquina utilizada para abrir las capas de algodón procedente de balas prensadas, mediante la esponjadura y el desmenuzamiento de las fibras.
- El "abridor": Consiste en una máquina usada para separar la fibra de algodón de las impurezas que la acompañan.
- El "ablandador": Se emplea para ablandar las hilachas de cáñamo o de yute; consta de rodillos cilíndricos con estrías helicoidales, que provocan continuas flexiones a las hilachas.
- Las "aprestadoras" Máquinas utilizadas para aprestar los tejidos; constan de una cubeta de imbibición, de cilindros directores y de calandra para el exprimido.
- El "batidor": Máquina provista de una devanadora o aspa con la que se abren y afofan las fibras textiles y se las libra de impurezas.
- El "rame": Utilizada en el acabado de los tejidos, para ensancharlos y corregir las distorsiones de la trama.
- La Chamuscadora: dedicada a la quema de las pelusas que presenta la tela.
- La Línea de Blanqueo: maquinaria donde se realizan los procesos de desencolado, descrudado y blanqueo.

El "roller-gin": Máquina empleada para desgranar las cápsulas de algodón; también conocido como "máquina de cilindros", consistente en un cilindro forrado de cuero provisto de estrías. En su movimiento de giro, el cilindro arrastra las fibras textiles, que se enganchan en las estrías, y las conduce frente a una cuchilla dotada de movimiento alternativo en sentido vertical, lo que provoca el desprendimiento de las semillas que estaban adheridas a las fibras.

1.4 La industria textil en Cuba.

Según Ecured la industria textil cubana nace en 1931 con la fundación de la Textilera Ariguanabo. Desde entonces y fundamentalmente en el período de 1959 a la actualidad con el acelerado proceso de industrialización del país propiciado por nuestra revolución se instalaron otras trece grandes industrias textiles. El mayor proceso inversionista se observa

a partir de 1976, donde resalta la construcción de tres grandes empresas y la modernización de las restantes.

En 1985 se crea la Unión Textil subordinada hasta este año al Ministerio de la Industria Ligera. La sede de la Unión Textil radica en Ciudad Habana y sus instalaciones productivas y de servicios se encuentran diseminadas en siete de las catorce provincias que conforman el territorio nacional.

Las empresas que integran esta unión se relacionan a continuación:

- Empresa Textil Arquitex ubicada en provincia Habana.
- Empresa Textil Hilatex ubicada en Ciudad Habana.
- Empresa Textil Bellotex ubicada en provincia Matanzas.
- Empresa Textil Desembarco del Granma ubicada en provincia Villa Clara.
- Empresa Textil SAREX ubicada en provincia Villa Clara.
- Empresa Textil Inejiro Asanuma ubicada en provincia Holguín.
- Empresa Textil Sakenaf II ubicada en provincia Granma.
- Empresa Textil Celia Sánchez Manduley ubicada en provincia Santiago de Cuba.

Entre las producciones fundamentales de la Unión Textil en la actualidad están:

- Tejidos planos (crudos, teñidos y estampados) de poliéster/algodón, poliéster/viscosa y algodón.
- Hilazas (algodón, acrílico, poliéster, viscosa y mezclas).
- Cordeles (algodón, acrílico y henequén).
- Toallas.
- Frazadas de camas.

- Frazadas de piso.
- Lencería.
- Sacos de yute, kenaf y polipropileno
- Sogas de henequén y sintéticos.

Estas producciones se destinan al mercado interno en el país y a exportaciones tanto directas como indirectas (procesadas en forma de otros productos terminados).

Producto de la situación económica motivada por la desaparición del campo socialista europeo, la producción textil en Cuba que hasta 1989 venía obteniendo crecientes niveles productivos, sufrió una drástica reducción y contracción a partir del año 1990. En ello influyó de modo significativo la condición muy específica de Cuba de que los insumos para la producción textil fundamentalmente son importados, por ejemplo Materias Primas (Fibras, Colorantes, Productos Químicos), así como portadores energéticos y equipos para la tecnología textil.

La industria textil se encuentra hoy en etapa de reordenamiento. Se están creando Empresas nacionales subordinadas al Grupo Empresarial de la Industria Ligera (GEIL) quien a su vez se subordina al MINDUS.

En la actualidad se acometen una serie de inversiones tecnológicas cuyo objeto principal es elevar la eficiencia y la competitividad de sus producciones para el mercado interno y externo.

La industria textil cubana hoy es fuente de empleo para más de 15 000 trabajadores y sus resultados crecientes y perspectivas de desarrollo la hacen un fuerte baluarte de la Industria en nuestro país.

1.4.1 Historia de la empresa textil “Desembarco del Granma”.

Según el expediente de la fábrica la Empresa Textil "Desembarco del Granma" ubicada en el Km 2 y medio de la Ciudad de Santa Clara por la Carretera a Camajuaní, Provincia de Villa Clara fue inaugurada el 2 de Diciembre de 1979.

Surge producto de una inversión estatal como un Combinado Textil para la producción de 60 millones de metros cuadrados anuales de tejidos planos. La empresa tiene como Misión: Satisfacer competitivamente a los clientes en sus necesidades de hilos y tejidos planos con una producción de alta calidad para vestuarios y otros usos, que posibiliten cumplir las demandas y los aportes del Estado.

Su visión es: La Empresa Textil Desembarco del Granma, modelo de eficiencia de una organización Estatal Socialista, se caracteriza por su actualización en las tendencias de la moda y el servicio pleno al cliente nacional y extranjero, garantizando un aporte considerable de divisas al estado, con un buen margen de utilidades destinadas al desarrollo de nuevas inversiones y al mejoramiento de la calidad de vida del personal.

La Empresa cuenta con tres fábricas productivas, una fábrica de servicios a la producción y un área socio administrativa que comprende la Oficina Central y la Unidad de Aseguramiento.

Las fábricas productivas son: Fábrica de Hilandería, Fábrica de Tejeduría y Fábrica de Acabado. La otra es la Planta de servicios de Ingeniería.

1.5 Conclusiones parciales

1. Se hace una descripción del proceso tecnológico desde sus inicios a la actualidad valorando que la industria textil en su esencia ha avanzado poco en su forma de obtener los tejidos planos pues se sigue el mismo proceso de hilar, tejer y tratar la tela.
2. Los procesos de tratamiento previo, es decir, el chamuscado y el proceso de la línea de blanqueo son vitales para lograr un tejido de calidad. Sin un buen tratamiento previo no se logran los parámetros requeridos para un buen uso del tejido.

CAPÍTULO 2. Estudio de la tecnología de la Línea de Blanqueo y el Chamuscado.

En el presente capítulo se realiza una breve caracterización de maquinarias que se dedican al proceso de Chamuscado y Línea de blanqueo. Para ello se parte de dos ejemplos de tecnología actual de empresas que lideran el mercado, de la maquinaria ya existente con más de 30 años de explotación y de la maquinaria adquirida. Tiene como objetivo describir el proceso de realización de la tela en al Empresa textil Desembarco del Granma.

2.1 Características de las maquinarias en el mundo.

Para lograr mejor rentabilidad en las empresas, la mano de obra cualificada se sustituye, con frecuencia, por maquinaria totalmente automática de mando programado. Del simple proceso manual han surgido líneas de chamuscado y tratamiento previo ultramodernas y muy eficientes. Muchos de los pasos que antes se daban por separados hoy se realizan en un proceso de producción continuo. La chamuscadora de Osthoff y la línea de blanqueo de Benninger evidencian lo antes mencionado.

2.1.1 Máquina para chamuscado Osthoff.

Entre las firmas que lideran el mercado mundial del chamuscado textil encontramos la Osthoff-Senge fundada en Wuppertal, Alemania en el año 1912. Actualmente existen en funcionamiento a lo largo de todo el mundo más de 3000 equipos de esta firma. Su éxito se basa en sus ideas progresistas, fiabilidad y variedad.

La chamuscadora Osthoff está conformada por un sistema de chamuscado directo, el cual es el primer paso para un chamuscado invariante en tejidos de fibra de cualquier calidad. Esta tecnología garantiza una llama directa e intensa además de un tiempo de contacto breve entre la llama y el tejido. En la figura 1 se muestra una imagen de la máquina.



Fig.1: Maquina chamuscadora Osthoff.

Según Osthoff-Senge (2011) los quemadores de las chamuscadoras se calientan normalmente con gas. El quemador DOUBLE-JET de Osthoff-Senge está diseñado para todo tipo de gas, si no se dispone del mismo la firma proporciona dispositivos para la fabricación del mismo a partir de combustibles líquidos. La relación aire combustible se garantiza mediante un control proporcional que independiente a la cantidad de energía suministrada garantizan la obtención de una llama óptima.

Respondiendo a las exigencias del mercado, Osthoff ha desarrollado chamuscadoras con posiciones de chamuscado diferentes, la elección de cada modelo viene determinada por la calidad de los tejidos a tratar.

Con el objetivo de garantizar constantemente el éxito económico esta empresa ha creado un dispositivo automático de programación para chamuscadoras, el SENG-MATIC. Su función se basa en la interdependencia específica de la temperatura del tejido y el efecto de chamuscado. Aún cuando la chamuscadora forme parte de una línea de producción continua en que la velocidad de traslado de la tela varíe según el proceso, garantiza el desarrollo perfecto del mismo con la máxima rentabilidad y resultados excepcionales.

Un complemento ideal para este sistema es el controlador de vellosidad. Con esto la firma ofrece un dispositivo que reconoce automáticamente la vellosidad, la hace visible en un monitor, compara su valor teórico con el real y regula mediante estos datos la intensidad de tratamiento de superficies hasta que el vello restante responde a la norma especificada.

En la figura 2 se muestra el Chamuscado en **conducción libre**. Donde la llama llega en ángulo recto al tejido conducido libremente entre dos cilindros guías, posición recomendable para tejidos naturales y mezclas de tejidos con muchas pasadas cuyo peso sea superior a los 125 g/m².

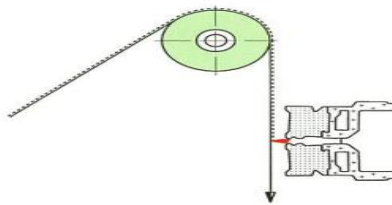


Fig.2: Chamuscado en conducción libre.

La figura 3 muestra el chamuscado **sobre cilindro refrigerado**: en este proceso la llama incide recta en el tejido conducido por un cilindro refrigerado por agua, se recomienda esta elección para los tejidos que presenten fibras térmicamente sensibles, de estructura abierta y de pesos inferiores a los 125 g/m².

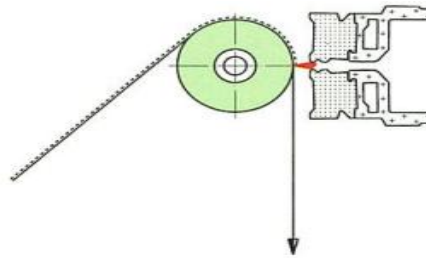


Fig.3: Chamuscado sobre cilindro refrigerado.

Tangencial: este proceso de chamuscado es recomendable para todas las materias que no aguantan el contacto directo con la llama. Con este tipo de chamuscado se consigue la igualación de las fibras salientes, así como la reparación de filamentos rotos. El proceso es mostrado en la figura 4.

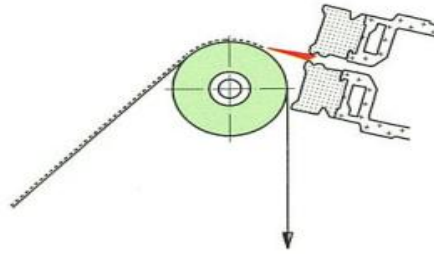


Fig.4: Chamuscado Tangencial.

Con independencia de la respectiva posición, el efecto puede influenciarse con la variación de los parámetros de chamuscado, la velocidad, la intensidad de la llama, y la distancia del tejido al quemador.

2.1.2 Línea para desencolado, blanqueo y descrudado de Benninger.

En el mundo existen diversas firmas que se dedican a la fabricación de maquinaria para la industria textil, entre ellas encontramos la Benninger radicada en Uzwil, Suiza quien con innovación, calidad y fiabilidad han hecho de esta una empresa exitosa durante 150 años. Actualmente dicha empresa ha posicionado en el mercado el sistema BEN-BLEACH con un alto estándar de calidad, flexibilidad y rentabilidad, resultado de las innovaciones siempre más modernas. En las figuras 5 y 6 se muestra el esquema de la línea BEN-BLEACH de esta firma.

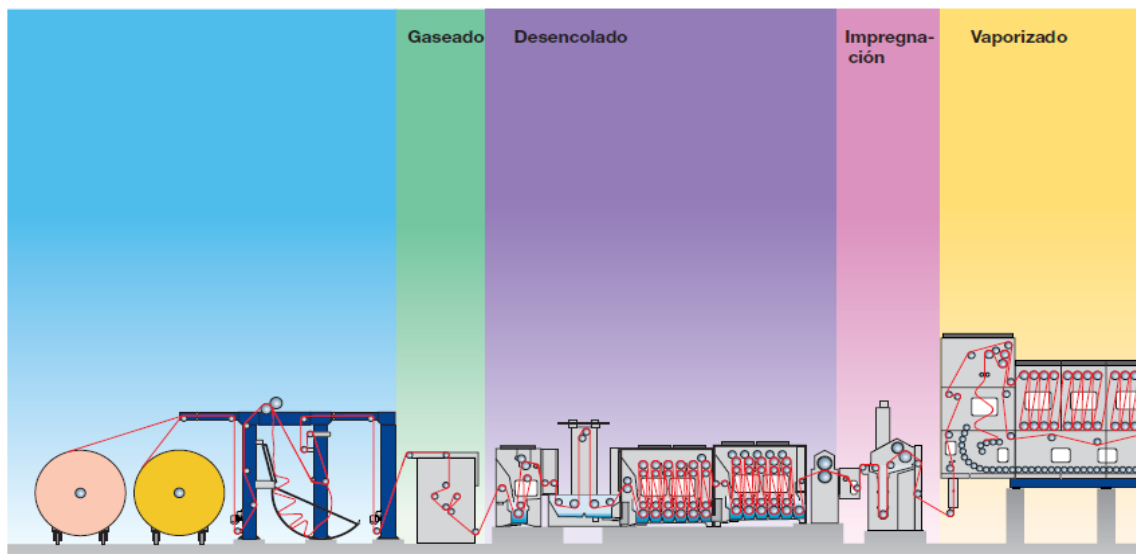


Fig.5: Esquema de BEN-BLEACH parte 1

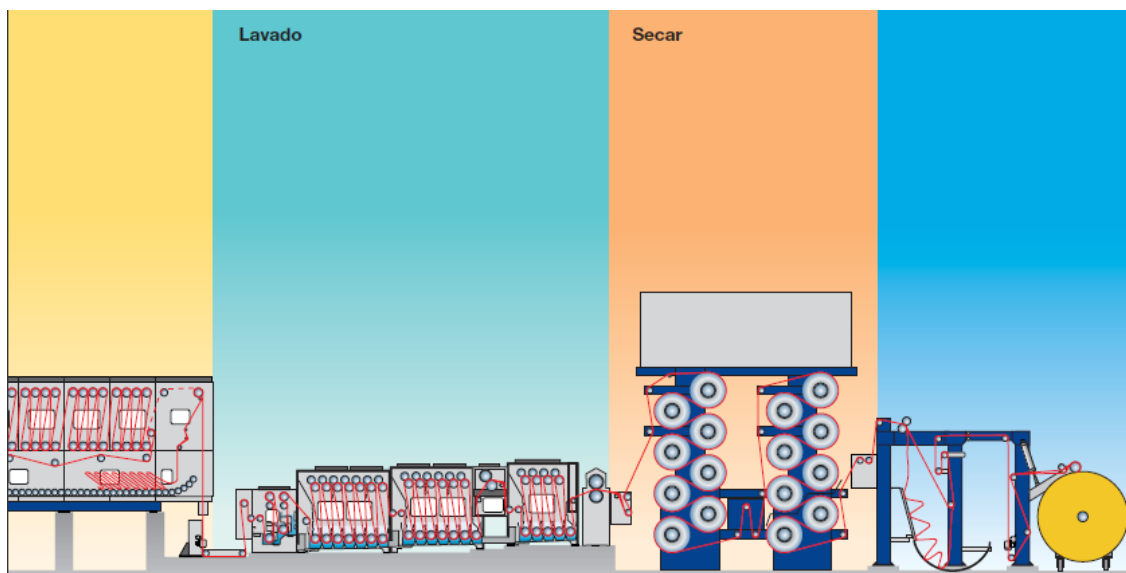


Fig.6: Esquema de BEN-BLEACH parte 2

A decir de Benninger (2011) esta maquinaria se divide en varios módulos: el primero de ellos es el **Desencolado**, con un sistema de lavado intenso que elimina todas las colas desde las de PVA hasta las de almidón, sin ningún hinchamiento preliminar. Entre las ventajas de este modulo figuran la utilización de poco espacio y un consumo mínimo de agua. Este sistema es apropiado también para reciclar y tratar una corriente parcial.

Un segundo modulo es el de **Impregnación**, proceso en el cual se consiguen una absorción y penetración óptimas de los productos químicos en el material textil, las que permiten efectuar a continuación un proceso de vaporizado sin problemas. Gracias a una construcción sutil se obtiene un alto intercambio de baño. Los productos químicos se distribuyen en los lugares apropiados de tejido.

El tercer módulo según Benninger es el de **Vaporizado** en el cual reaccionan los productos químicos con las materias contenidas en las fibras. El vaporizador combinado, con conducción guiada del tejido y plegado sobre un lecho de rodillos, permite fases de reacción de 1 a 60 minutos. Una estación automática de acondicionamiento del vapor y de regulación garantiza condiciones constantes y la ausencia de aire. Una necesidad absoluta para lograr una calidad máxima en el pretratamiento.

El cuarto modulo lo constituye el **Prelavado** donde se enjuagan superficialmente los residuos sólidos que se adhieren y se reduce fuertemente la concentración de productos químicos y contaminación.

Por último un quinto modulo, **Lavado**, donde se lavan las sustancias que acompañan a las fibras y que han sido solubizadas. La elevada eficacia del lavado en esta instalación se debe a la separación exacta del baño y a su conducción en contracorriente. Esta unidad ha sido concebida para trabajar con un consumo especialmente bajo de energía y agua.

2.2 Realización del proceso en la Empresa textil “Desembarco del Granma”.

La maquinaria presente en la empresa es de origen japonesa. En su momento fue de tecnología de punta pero hoy ya tiene más de 30 años de explotación sin realizarle innovaciones ni cambios significativos. Actualmente se encuentra ya obsoleta y llena de desperfectos originados por el tiempo de uso. La automática de esta máquina es a base de relés, placas electrónicas de potencia, resistencias variables y sensores que requieren la vista aguda del operario, siendo así necesario para el funcionamiento de la máquina dos operarios: uno principal y otro para ayudarlo. (Ver Anexos 6 y 7)

La chamuscadora es donde se realiza la quema de las pelusas de la tela. Antes de pasar a la cámara de chamuscado se hace pasar por una serie de cepillos que se encargan de levantarlas para su posterior chamuscado. Luego pasa por los dos quemadores que posee la máquina. (Ver Anexo 1)

Solo es posible pasar una vez cada cara por los quemadores y tienen una sola posición de chamuscado. Los quemadores de esta máquina son seccionados o de ladrillos lo que trae consigo la no uniformidad de la llama, por lo que el chamuscado no queda parejo (Ver Anexo 8). En caso de fallo los quemadores siguen prendidos, generando pérdidas y deteriorando la tela.

Después de este proceso es posible que la tela transporte chispas, siendo necesario apagarlas de inmediato. Para apagarlas se introduce en una cuba con agua. Como consecuencia sale húmeda, siendo imposible almacenarla. (Ver Anexo 2)

Según el Ingeniero en Acabado Textil Félix Pérez Castellano el lazo de control fundamental en este proceso es la altura de la llama. Inicialmente los quemadores se encendían mediante un contacto eléctrico que en estos momentos funciona algunas veces, la mayoría de las ocasiones el operario debe encenderlos con una antorcha o algún papel encendido.

La altura de la llama la determina la apertura de una válvula manual accionada por el operario. La relación aire combustible es fijada de antemano para asegurar una eficiente combustión. En fin, el control de esta importante variable es realizado de forma manual en esta maquinaria.

Posteriormente pasa por cinco cubas de lavado que contienen solamente agua caliente. Toda el agua caliente se logra mediante un circuito abierto de vapor, proceso ineficiente por las pérdidas de calor y de vapor. Este proceso se realiza con el fin de eliminar los encolantes más solubles e hinchar la fibra para que absorba mejor las sustancias que se le añadirán más tarde durante el proceso. Luego se sumerge en agua fría, ya que debe estar a temperatura ambiente antes de pasar al saturador.

En el saturador o cuba de impregnación se le añade la fórmula química según el tipo de fibra y uso que tendrá luego. De ahí se manda el tejido al saturador donde reposa por 30 minutos favoreciendo la reacción química con el tejido. Aquí se hace incidir vapor a chorros, esto provoca que el contacto del vapor no sea homogéneo a lo largo del tejido ocasionando vetas o manchas, atentando contra la calidad del proceso.

“La velocidad del tejido es otro parámetro importante a tener en cuenta”, así afirma el ingeniero. Para el control de esta variable se cuenta con tres tacómetros ubicados en lugares intermedios de la línea de producción cuya lectura vemos en tres indicadores. (Ver Anexo 3)

El operario puede tener los motores trabajando simultáneos o independientes mediante la botonera situada en el panel, elegir a cual de ellos modificarle la velocidad o hacerlo a la misma vez a todos. El operador observa el valor medido por el tacómetro y acciona al potenciómetro situado en el panel hasta alcanzar la velocidad deseada.

La cantidad de productos químicos que se añaden en el saturador constituye otro de los elementos de mayor importancia a decir del ingeniero. Se comienza con la preparación de la mezcla en un local cerca de la máquina (Ver Anexo 4) cuyos componentes fundamentales son: la sosa cáustica y el peróxido de hidrógeno a una concentración 8 veces mayor que a la que debe ingresar a la cuba de impregnación. Luego estas sustancias se bombean a tanques de 50 litros desde donde se transportan por gravedad hacia la cuba.

La cantidad del producto se mide con un rotámetro, el operador regula el flujo de los productos con una válvula hasta conseguir el valor indicado en la receta, siendo manual el control de esta variable. El instrumento presenta desperfectos por el tiempo de uso: se le acumulan fragmentos de tubería oxidada y a veces aspira aire provocando errores en la medición. (Ver Anexo 5)

Posterior al vaporizador la tela es sumergida en tres compartimientos de agua caliente con el mismo principio de calentamiento de las primeras. Ya que debe tener pH neutro pasa a una cuba donde se añade ácido acético para eliminar los restos de sosa cáustica.

El control de esta variable la realiza el operador tomando una muestra del tejido y añadiéndole un indicador, el pH será definido por el color que tome la muestra. Siendo evidente así, que el control de esta variable es manual. Una vez terminado el proceso si la muestra no cumple con los requisitos se hace pasar de nuevo por el neutralizado generando pérdidas de tiempo y dinero.

Luego pasa por tres cubas de lavado con agua caliente que eliminan los restos de sustancias químicas. Finalmente se pasa por la torre de secado para su posterior almacenamiento. La línea almacena la tela plegándola ya que no posee un grupo para el enrollado en bobina.

En sus inicios existían tres líneas de producción iguales sin contar la chamuscadora, en cada una se hacían respectivamente los siguientes procesos: desencolado, descrudado y blanqueo. En la actualidad se unificaron estos procesos en una sola línea de producción trayendo esto consigo que toda la tela, excepto la que es 100% algodón, se pase solo una vez por la línea.

Después de años de explotación sin la sustitución de la tecnología emergen las consecuencias de esta situación. La tela sale muchas veces arrugada, tanto el proceso de blanqueo como el de chamuscado no se realizan de forma homogénea.

El calentamiento de las aguas de las cubas se realiza mediante un circuito abierto de vapor, las cubas se llenan con agua a desborde, no existe control del agua que se gasta, no existen compensadores de tensión que son los que evitan que la tela pierda tensión en una sección determinada del proceso, además, existe gran cantidad de salideros de vapor. Los motores que componen la línea son de corriente directa, lo que genera que cada vez que uno de ellos se queme tienen que ser enviados a la Habana para enrollarlos. Por todo esto determinamos que la maquinaria usada para el proceso es ineficiente y obsoleta.

2.3 La maquinaria adquirida. Características del proceso.

La línea de producción está compuesta por una chamuscadora de la firma *Cibitex* y la línea de blanqueo *MCS*.

La chamuscadora la componen: un tren de cepillado primario, la chamuscadora a dos llamas, el sistema apaga chispas, un sacudidor, un tren de rodillos que llevan la tela a la línea de blanqueo para realizar el proceso en continuo, un sistema para enrollar la tela y otro para plegarla.

En el primer cepillado se produce el alza de las pelusas de la tela para su posterior chamuscado; a diferencia de la máquina vieja las partículas que son desprendidas en este proceso van dirigidas mediante un extractor a unas bolsas para su posterior desecho. El grupo está controlado por motores de Corriente Alterna, que realizan el sacudido y cepillado a ambas caras del tejido. La acción de cepillado se obtiene mediante cuatro rodillos motorizados, dos provistos de cepillos con cerda y dos con batidores.

La chamuscadora a dos llamas presenta una estructura robusta y cuatro mirillas de inspección de vidrio especial resistente al calor. Consta de cuatro quemadores de construcción muy robusta, constituidos por varios perfilados unidos entre ellos mediante pernos, mientras que la estanqueidad hermética está garantizada mediante juntas de fibra. La hoja desde la que sobresale la llama es de acero inoxidable en nido de abeja y en los

bordes de la misma hay dos canales en acero inoxidable para la refrigeración con agua, evitando así deformaciones provocadas por el calor, con sector de distribución de la llama a lo largo de 20 mm, sobre cilindros de apoyo con circulación interna del agua de refrigeración durante el chamuscado. Su potencia térmica es de 180.000 Kcal/h y rendimiento máximo de 22 m³/h(MCS, 2012)

En esta máquina los quemadores tienen tres posiciones de chamuscado: perpendicular con respecto al cilindro de contrapartida, tangencial con respecto al cilindro de contrapartida y libre sin cilindro de contrapartida. Además la tela puede ser chamuscada dos veces por el mismo lado o una vez por cada cual, posibilitando así la adaptación del proceso a finalidades y calidades de fibras diferentes. Presenta dos cilindros con circulación interna del agua de refrigeración para el proceso de chamuscado sobre cilindro refrigerado. Los quemadores son accionados por cilindros neumáticos, con posibilidad de rotación en la posición de trabajo y de vuelco automático, tanto en caso de parada normal, como en caso de parada de emergencia.

La chamuscadora consta de un sistema de control y de regulación del gas de distribución a los quemadores, un ventilador para el aire de la combustión, servocontroles de distribución del aire y del gas, válvulas de bloqueo del gas, presostatos de seguridad y equipo de control de la combustión. (Ver Anexo 9)

Cuenta también con manómetros de medición de la presión del aire y del gas. Un ventilador de extracción de los humos mediante una campana de aspiración de acero inoxidable situada en la parte superior de la chamuscadora. El aspirador posee un presostato de seguridad con temporizador para la evacuación de los posibles residuos de gas antes de enviar la señal para el encendido de la llama.

Con el objetivo de volcar los quemadores en caso de paradas y en casos de falta de aire en la línea se coloca un depósito para la acumulación de aire con presostato de seguridad que provoca el vuelco automático de las rampas en caso de que detecten presión baja en la línea de aire.

Luego del chamuscado, la tela sale con algunas chispas que de no apagarlas a tiempo podrían dañar la fibra afectando la calidad del proceso, por esto se hace pasar por un grupo

exprimidor, compuesto por un cilindro en acero inoxidable y uno revestido en goma anti llama con la función de apaga llamas en las dos orillas del tejido. (Ver Anexo 10)

Posteriormente se hace pasar la tela por un segundo proceso de cepillado similar al primero que asegura que la tela esté limpia y sin polvos resultantes de la combustión de las pelusas.

Luego de este proceso, la tela puede ser enrollada hasta un diámetro máximo de 1800 mm, plegada con una longitud de 1100 mm o transportada por rodillos para un proceso continuo de chamuscado –desencolado - blanqueo y lavado.

Para comenzar el proceso de desencolado se pasa a un conjunto de cinco cubas, una de impregnación y cuatro para el lavado con agua caliente, la primera de estas con capacidad para contener hasta 15 m de tela con sistema de dosificado, para el caso en que el proceso de desencolado se desee hacer con enzimas. En este caso debe ser llenada con agua a temperatura ambiente; en caso que no usarse enzimas se llena con agua caliente y pasa a cumplir la misma función de las cuatro tinajas siguientes.

Las cubas están compuestas por una armazón de acero inoxidable y dos mirillas de cristal. Las de lavado tienen la capacidad para 22 m de telas y la tracción de la tela se hace con tres rodillos montados sobre células de carga para mantener la tensión, las de impregnación solo tienen dos rodillos de tracción(MCS, 2012).(Ver Anexo 11)

A la salida de cada cuba se encuentra un sistema compensador que mantiene la sincronización de la velocidad de los motores. El agua es recirculada con una electrobomba por el intercambiador de calor, luego de lo cual es pasada por un tanque donde se filtra, eliminando así las suciedades de la misma y posibilitando mayor uso del mismo líquido. El intercambiador al ser un circuito cerrado optimiza el gasto de vapor. El gasto del agua es medido con metrocontadores a la entrada de cada cuba. El nivel es controlado por sondas a inmersión variable recubiertas con material termo restringente. El sistema de lavado permite el trabajo en desborde y en contracorriente (por la conexión entre las mismas).

Luego de cada cuba la tela se pasa por un exprimidor *Foulard FS 005-C 50 kN* con una presión máxima de 50 kN. Está compuesta por dos cilindros de 240 mm de diámetro, el cilindro inferior libre o loco recubierto de acero inoxidable y el superior recubierto en goma

accionado por un motor de corriente alterna. Se compone también por un tablero electro-neumático de control y regulación del exprimido, con válvulas, regulador de presión y diagrama de exprimido(MCS, 2012).

La sexta cuba es de impregnación, con dos sistemas de dosificación, es el denominado saturador donde se añaden los productos que realizarán el blanqueo y el descrudado(Ver Anexo 12). A petición de la empresa la dosificación se actúa enviando los productos al tanque de 50 litros, después se hará la transferencia a la cuba de impregnación. La dosificación desde el tanque de 1000 litros a los de 50 litros, se hará a través de una bomba centrífuga, una válvula de dosificación y sensor de nivel dentro del tanque mismo controlado por el PLC.

El baño será preparado manualmente en los tanques de 1000 litros de apoyo, la bomba transferirá desde estos tanques a los tanquitos de 50 litros y desde aquí será dosificado por gravedad en la cuba, con dos posibles sistemas: el primero a través de una válvula proporcional modulante controlada por PLC a través de cuenta litros magnético y el segundo manual con indicador de flujo visual. La solución a dosificar tendrá que ser preparada a través de los tanques de 1000 litros de apoyo y titulado químicamente para averiguar la concentración de los productos de blanqueo(MCS, 2012).

Después del proceso del saturador, la tela continúa hacia el vaporizador *Comby Steamer* CS500 que está hecho en acero AISI 316 con una capacidad mínima de tela de 1800m, pudiendo estar dentro del mismo de 20 a 40 minutos dependiendo de la velocidad de trabajo y el tratamiento tecnológico. A diferencia de la máquina vieja en esta, la tela, es mantenida constantemente en un ambiente de vapor posibilitando que la reacción ocurra de manera homogénea a todo lo largo de la tela que se encuentre dentro del mismo. El vaporizador se encuentra aislado y cuenta con un control del nivel para el control del baño de vapor y extractor para el cambio por vapor saturado. El mismo cuenta con un sistema de calentamiento para evitar la condensación en el techo del vaporizador.

Luego del vaporizado, el tejido se hace pasar por una cuba pequeña alimentada por contracorriente de la cuba anterior con el objetivo de lavar los restos de sustancias, con una capacidad de 6 m. De ahí la tela se hace pasar por tres cubas de lavado. Posteriormente se

realiza el proceso de neutralizado con el objetivo de que la tela salga del proceso con pH neutro. En esta cuba se mide el pH del líquido de enjuague ya que hacerlo en la tela es un proceso engorroso (Ver Anexo 13). Emplea un sistema de dosificación similar al antes expuesto con la diferencia de la sustancia que dosifica. Es importante señalar que los 4 sistemas de dosificación son iguales lo único que cambia son las sustancias que dosifican.

Luego del neutralizador, la tela es pasada por dos cubas de lavado. A la salida de la última se encuentra un exprimidor *Foulard FN40-100 kN* con la misma estructura del **FS 005-C 50 kN** con la diferencia que este modelo es capaz de desarrollar presión hasta los 100 kN y el diámetro de los rodillos es de 350 mm.

Como etapa final, la línea tiene un secadero de tipo vertical, constituido por dos columnas de doce cilindros cada una, alcanzándose un total de veintidós cilindros de secado más dos cilindros de refrigeración (Ver Anexo 14).

Los cilindros de secado tienen un diámetro 800 mm y una longitud de 1800 mm, con una estructura de cámara simple para calentamiento con vapor saturado, con anillos de refuerzo internos. Los fondos son combados hacia fuera y tiene pernos embreadados desmontables.

Por su parte los de refrigeración tienen el mismo diámetro y longitud pero la estructura es de cámara doble para refrigeración con agua, con canales de circulación internos, fondos planos y pernos embreadados desmontables. El agua entra y sale del mismo lado.

El control de las torres está constituido por un motorreductor, con motor eléctrico en corriente alterna, con velocidad variable mediante inversor. Los cilindros se controlan con transmisión de correa de trapecioide doble. Los cilindros reciben el movimiento del motor a través de una polea instalada en uno de sus pernos. El cilindro controlado está conectado directamente al motorreductor, a través de una cadena doble de rodillos de $\frac{3}{4}$ " (MCS, 2012).

Después la tela es depositada en un compartimiento de acumulación denominado J-box con capacidad para 300 m. Este está compuesto por una chapa de acero inoxidable calandrada y completa con guías longitudinales para mantener centrado el tejido. La J-box, vacía, también actúa como rodillo móvil para sincronizar la velocidad de marcha entre el primero y el segundo grupo de tiro. En la entrada se pone un cilindro batidor para la formación de

pliegues en la fase de acumulación de la tela en el compartimiento (Ver Anexo 15). La rotación del batidor se realiza en derivación del cilindro de tiro(MCS, 2012).

Al final de la línea se cuenta con un grupo de plegado y una bobina tangencial con las mismas características de las que se encuentran al final de la chamuscadora.

Es una tecnología del año 2012 con sistemas automatizados modernos que nos ofrece la posibilidad de adaptar el proceso tecnológico a la calidad del tejido y finalidad del mismo. Gracias a los sistemas montados de recuperación y control del líquido refrigerante (agua) se logra la optimización del preciado líquido. El vapor es utilizado de forma eficiente mediante intercambiadores de calor, los quemadores de la chamuscadora están compuestos por láminas de acero refrigeradas que garantizan una llama homogénea a todo lo largo del quemador.

2.4 Conclusiones parciales

1. Se hace una caracterización de las Chamuscadoras y de las líneas de blanqueo que se fabrican en el mundo y se describe la adquirida por la empresa, apreciando que esta última cumple con lo fundamental de todos los procesos que se realizan por el resto de los fabricantes de estas maquinarias.
2. El equipamiento adquirido tiene un alto grado de automatización donde sus principales lazos de control deberán ser estudiados para facilitar su posterior entendimiento.
3. La tecnología que se aplica disminuye la afectación al medio ambiente pues controla el agua empleada para el proceso y la filtra optimizando su uso, la energía calorífica del vapor es optimizada debido a la ausencia de salideros en la línea, el empleo de intercambiadores cerrados para calentar el agua y los conductos encargados de transportarlo están correctamente aislados.

CAPÍTULO 3. Caracterización de los principales lazos de control.

El presente capítulo tiene como objetivo la caracterización de los principales lazos de control de la maquinaria adquirida.

En la entrevista realizada al ingeniero en acabado textil Félix Pérez Castellano, este plantea que los principales lazos de control de la máquina son los dedicados a las variables: encendido y altura de la llama, dosaje de los productos para el blanqueo y descruce, velocidad de los motores de la línea y el pH para el proceso de neutralizado.

El control de las mismas la realiza una computadora industrial encargada de la interfaz hombre-máquina donde corre un programa SCADA. La PC se conecta a un PLC, donde se programan las secuencias de control de los distintos elementos de campo, las funciones que realiza cada botón o actuador manual, secuencias de alarmas y respuesta a problemas de la línea, vía protocolo Ethernet industrial. El resto del lazo de control está conformado por los elementos de campo, dígame: sensores, válvulas, actuadores, indicadores, entre otros.

3.1 Chamuscadora.Cibitex.

Como se explica anteriormente el control en estas máquinas está conformado a partir de una computadora industrial, PLC y los elementos de campo.

La PC industrial para ambas máquinas es la misma, una **PC1200** fabricada por **Termoelectrónica** realizado en versión para montaje en panel frontal. Dotado de pantalla táctil y altamente luminosa de 15" eliminando las roturas por desgaste mecánico y suciedad de los botones y dotando al operario de una interfaz cómoda y fácil de ver la información. Dotada con arquitectura basada en una única placa electrónica del tipo "*all-in-on*" (todo en uno), realizada expresamente para el empleo industrial, en lugares donde el ruido, las vibraciones, la humedad y el polvo son el aire que respira. Cuenta con un microprocesador

moderno capaz de ejecutar el modelo SCADA y brindar la información visual en tiempo real.

La **PC1200** dispone de puertos serie, puertos paralelos, puertos USB, nodo de red Ethernet, slot de expansión, conexiones e interfaces para driver, memorias de masa, telecámaras digitales, TV, monitor y teclados adicionales externos y grupos de continuidad. Posee también conexiones de interfaz con otros dispositivos ya sea en la parte frontal o detrás del panel eléctrico. Memoria total expandible hasta a 512MB SDRAM, programas aplicativos residentes sobre memorias en estado sólido, sistema especial de fijación de eventuales discos rígidos y otras memorias de más.

El PLC usado es un *Siemens CPU S7-300* el cual alimentamos con una fuente **PS-307** con 120 V/230 V CD de voltaje nominal a la entrada y una frecuencia de la red de 60 Hz. A la salida la fuente entrega una tensión de 24 V CD con una tolerancia de $\pm 3 \%$ y un máximo de duración del arranque de 3s, la intensidad de la salida es de 5A y no conectable en paralelo.

La **CPU 315-2 DP** posee una gran memoria de programa y capacidad funcional para aplicaciones sofisticadas, con una gran capacidad de procesamiento con aritmética binaria y en coma flotante. Es usado como controlador central en líneas de fabricación con periferia central y descentralizada, la interfaz maestro /esclavo se logra a través del protocolo *PROFIBUS DP* con Modo isócrono. Para el funcionamiento de la misma es necesaria una *SIMATIC Micro Memory Card*(Siemens, 2008).

De la comunicación del PLC se encarga el módulo **CP 343-1**, este procesador de comunicaciones está previsto para operar en un sistema de automatización S7-300. Posibilita la conexión del S7-300 a Industrial Ethernet (protocolo TCP/IP, protocolo TCP/IP con RFC 1006 y protocolo UDP).

Este módulo soporta los siguientes servicios de comunicación: son compatibles con S5 la interface *SEND/RECEIVE* a través de enlaces *ISO-on-TCP*, *TCP* y *UDP*, así también lo son los servicios *FETCH/WRITE* (pasivos) según protocolo S5 a través de enlaces de transporte *ISO* y enlaces *ISO-on-TCP*. Con la comunicación S7 lo son las funciones PG, mediante estas funciones es posible acceder a través del CP también a otros módulos como

por ejemplo FM 354 y FM 355, las funciones de manejo y visualización (interfaz hombre-máquina: MMI) y el intercambio de datos vía bloques de función para comunicaciones (CFB)(Siemens, 2008).

Para la comunicación con los elementos de campo son empleados módulos de entrada\salida analógicos y digitales: un módulo analógico de entrada con 8 puertos de 13bits (**AI 8 X 13bit**) cuya resolución es de 12bits mas 1bit de signo ajustable por cada grupo de canales, un módulo analógico de salida con 4 puertos de 12 bits (**AO 4 X 12bit**) con resolución de 12 bits, dos de entrada digital de 32 puertos cuya tensión nominal de entrada es de 24 V CD (**DI 32 x DC24V**) y para las salidas digitales se emplean dos módulos: uno de 32 canales de tensión nominal de carga 24 V CD y con la intensidad de salida de 0.5 A (**DO 32 xDC24V/ 0,5A**) y otro de 16 canales: uno de tensión nominal de carga 24 V CD y con la intensidad de salida de 0.5A (**DO 16 xDC24V/ 0,5A**).

3.1.1 Control del Encendido

El encendido de la llama de la chamuscadora se produce en esta secuencia: primero se abre la válvula proporcional que limita la entrada de la mezcla aire-combustible en apertura mínima, luego se produce la ignición o encendido de la llama con una chispa generada por electrodo de ionización, si la llama se enciende continua con los valores de posición del quemador e intensidad de la llama predefinido en el programa SCADA. En caso de que la ignición no funcione, el electrodo detecta la no presencia de llama, se bloquea la entrada de gas y se enciende el extractor de la recamara de chamuscado para eliminar los restos del gas que no combustionaron.

Para el control de la combustión es usado el **IFS 110IM** junto con el relé de llama **IFW15** del fabricante **Krom Schroder**, los que funcionan en conjunto para el control del encendido o la combustión. Debido a que se utilizan dos quemadores en la máquina son necesarios el controlador y el relé de llama para la detección de llama de ambos quemadores, ya que el control de llama **IFS 110IM** solo maneja un quemador, el relé desconecta el control en caso de no presencia de la llama.

La secuencia de encendido es la siguiente se conecta el borne 8 con línea durante 4 segundos, esto indica el comienzo de la secuencia de encendido, dos segundos más tarde el

controlador abre la válvula 1 (Val1) aplicando tensión en el borne 10, tan pronto como el control de los quemadores detecta la llama aplica tensión en el borne 9 abriendo la válvula 2 (Val2). En caso de que los controles no detecten la llama el controlador aplica tensión en el borne 6, encendiendo el LED rojo e indica fallo(Schroder, 2011). En la figura 3.1 se muestra el esquema eléctrico de control de combustión realizado a partir de toda la documentación estudiada.

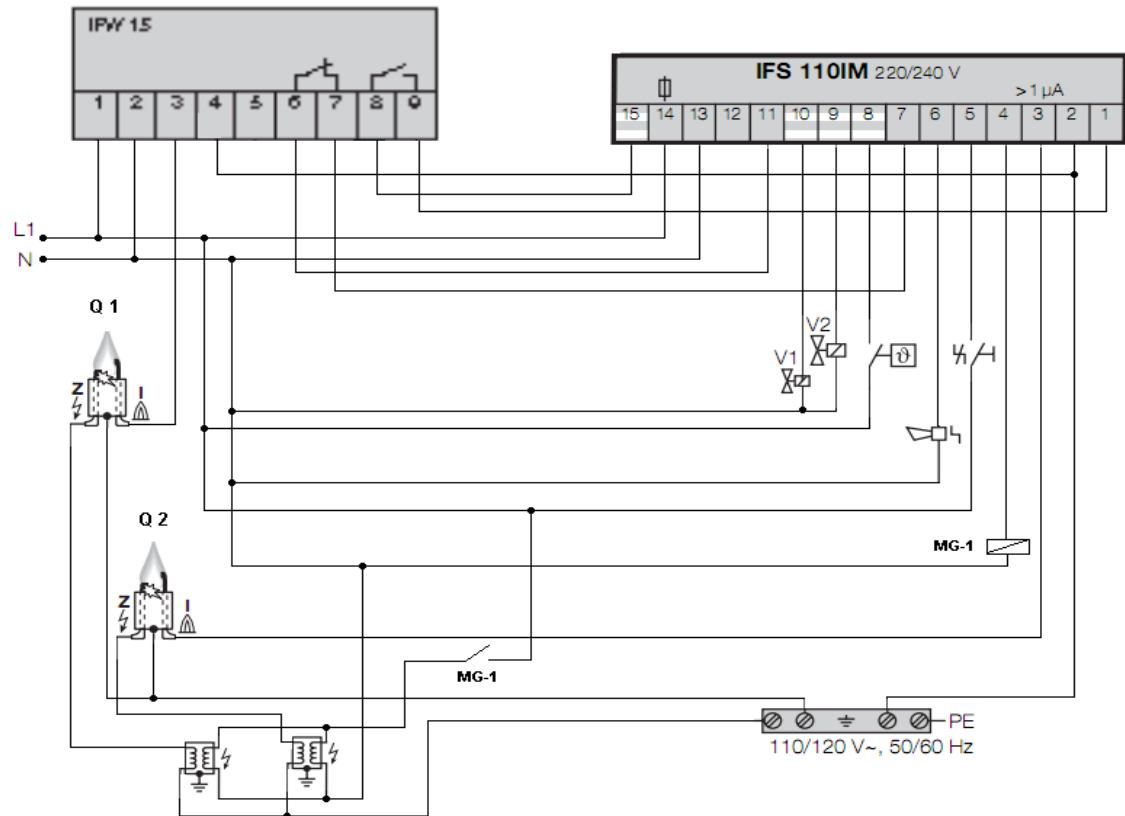


Fig.3.1: Esquema eléctrico del control de combustión.

Del circuito anterior tenemos las siguientes entradas: Restablecer quemador, Encender llamas, presencia de llama 1, presencia de llama 2 y las salidas: Válvula de gas 1, Válvula de gas 2, Magnético de ignición, Fallo, Llamas encendidas y Llamas bloqueadas.

Restablecer quemador es la entrada que posee el control para que en caso de que halla ocurrido algún fallo, después de solucionado el problema se restablezca la operación del mismo. A esta señal le corresponde el borne 5 del control de quemador y la salida A1.6 del modulo de salidas discretas del PLC.

Encender llamas viene directo del PLC y se conecta en el borne 8 del control de llama, esta señal indica que comienza la secuencia de encendido de la llama, solo es dada cuando todas las condiciones de encendido sean comprobadas. En el esquema eléctrico se muestra la conexión manual establecida por el control: presiones óptimas de aire y gas combustible, presión adecuada en la línea de aire para los circuitos neumáticos, flujo correcto de agua por los quemadores y por los rodillos de refrigeración, que las puertas de inspección no estén abiertas y que la velocidad del proceso supere la mínima predefinida, todas estas definidas en el programa del PLC al que no se tiene acceso. El conector del PLC que le corresponde a esta variable es A1.3, del módulo de salidas discretas.

Presencia de llama 1 y Presencia de llama 2 son entradas que activan los electrodos de cerámica y acero *kanthal* de los quemadores cuando detectan la llama en **Q1** y **Q2**, los cuales se conectan al borne 3 del relé de llama y del control de quemador respectivamente. En caso de que no se detecte llama el control cierra las electroválvulas y se debe recomenzar el proceso de encendido no sin antes extraer los gases presentes en la recámara, secuencia que se hace automáticamente.

Válvulas de gas 1 y Válvulas de gas 2: dicha salida está destinada al control de las electroválvulas dobles que manejan la entrada del gas al sistema, las mismas son bloqueadas instantáneamente en el caso de fallo, parada accidental, o si el quemador es llevado a la posición de reposo.

Magnético de ignición: es la salida del controlador que conecta los transformadores 1 y 2 encargados de provocar la chispa del electrodo, alimentados en primario con 230 V y con un voltaje de salida de 5 kV y hasta 11 mA.

Fallo: señal dada por el controlador en caso que no se detecte llama en cualquiera de los quemadores. El control aplica tensión en el Borne 6 señal que va también al PLC a la entrada E5.5 del módulo de entradas discretas del PLC.

El **cierre de la alimentación del gas** es realizado mediante la acción de dos válvulas electromagnéticas para gas **VAS** fabricadas por **Krom Schroder**. Estas válvulas tienen dos bornes para la señal de mando **LV1** y **N** y tres para la indicación de la posición de la misma

(1, 2 y 3). Donde 1 es el contacto común cuando esta conectado con 2 la válvula está abierta y si la conexión es con 3 esta cerrada.

Llamas encendidas es la señal enviada al PLC desde el contacto normalmente abierto de la válvula 2, indicando que el control ejecutó la secuencia de encendido sin ningún problema, por lo que existe llama en los quemadores **Q1** y **Q2**. El conector del PLC que le corresponde a esta señal es E5.4 del módulo de entradas discretas.

Llamas bloqueadas es enviada por el contacto normalmente cerrado de la válvula 1 indicando que se encuentra bloqueada, por tanto no hay entrada de gas al sistema de combustión. El conector del PLC que le corresponde a esta señal es E5.5 del módulo de entradas discretas.

Como medida de seguridad se instalan tres presostatos para depresión de gas **DG.I** del fabricante **Krom Schroder** en el sistema de aire combustible dos para el aire (**Pres1** y **Pres2**) y uno para el gas combustible (**Pres3**) configurados para una presión mínima de 2.5 Bar. Estos presostatos poseen un selector que permite configurarlos para el disparo desde 2.5 Bar has 50 Bar, y poseen los bornes **COM** (*Common*), **NO** (*Normally open*) y **NC** (*Normally closed*) par que se accionan cuando este mide la presión configurada. En este caso es usado en los tres presostatos el contacto **NO**.

Pres1 detecta la presión mínima de aire combustible en el quemador **Q1**, se conectan a sus contactos normalmente abiertos la entrada E4.7 del módulo de entradas discretas del PLC.

Pres2 detecta la presión mínima de aire combustible en el quemador **Q2**, se conectan a sus contactos normalmente abiertos la entrada E5.0 del módulo de entradas discretas del PLC.

Pres3 detecta la presión mínima de gas para ambos quemadores **Q1** y **Q2**, se conectan a sus contactos normalmente abiertos la entrada E4.6 del módulo de entradas discretas del PLC.

3.1.2 Altura de flama.

La variación de la potencialidad del quemador se produce mediante servomando que abre o cierra proporcionalmente las válvulas del gas y del aire, la variación se visualiza en el tablero de mando mediante el visualizador de barras (fig3.2).

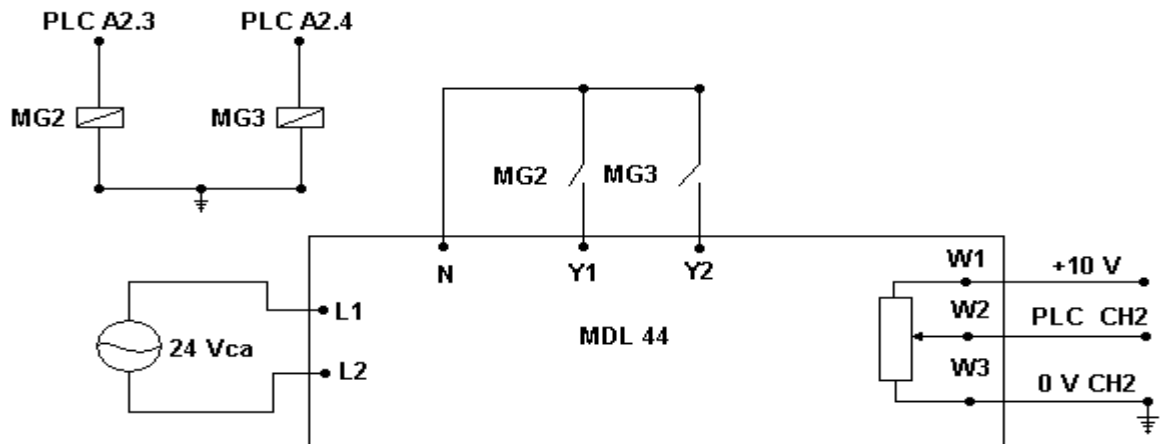


Fig.3.2: Esquema eléctrico del servomando para altura de la llama.

El instrumento encargado del servomando es el actuador de MDL. El **MDL44** posee un potenciómetro proporcional, recorre 90° en 45 seg y los 160° en 80seg, el torque es de 20Nm, su voltaje de alimentación es de 24 V CA.

Este actuador cuenta con dos bornes de alimentación **L1** y **L2** 24 V CA, tres para la operación: **N** que es el neutro para el control, **Y1** que indica al actuador giro en sentido horario y **Y2** que indica giro en sentido antihorario. Estas señales son activadas con 24 V ca por lo que la salidas del PLC **A2.3** y **A2.4** de accionar sendos magnéticos, **A2.3** acciona magnético para **Y1** y **A2.4** acciona a **Y2**.

Los bornes **W1**, **W2** y **W3** son los encargados de la medición de la posición del actuador siendo así: **W1** línea de 10 V cd, **W2** salida del potenciómetro y entra al PLC por la entrada **CH2** del módulo de entradas analógicas y **W3** neutro del potenciómetro conectado a neutro de **CH2** del PLC.

Según es la altura de llama fijada en el SCADA el PLC dirigirá el movimiento del actuador aumentando o disminuyendo la salida del gas con las válvulas proporcionales, entonces el potenciómetro indicará al PLC la posición del **MDL44** en ángulo de apertura de la válvula lo que se refleja como flujo de combustible lo que a su vez indica la intensidad de la llama.

3.2 Línea de Blanqueo. MCS.

El control de la línea de blanqueo, por la extensión de la misma y por el gran número de variables que debe supervisar y controlar está dividido en dos paneles de control. Es importante señalar que MCS a diferencia de Cibitex utiliza PLCs de ABB, cada panel cuenta con una CPU **PM582**, un módulo **CM577**, tres de entradas analógicas **AI523**, dos de salidas analógicas **AO523** y uno de entradas/salidas analógicas **AX522**. También lo componen dos **DC551-CS31**, ocho **DC532**.

La CPU **PM582** posee dos puertos series para la comunicación **RS-232** y **RS-485**, **com1** y **com2**, uno con bornes para la conexión y el otro con puerto DV-9. La tensión nominal de trabajo es de 24 V CD.

El módulo **CM577** es el encargado de gestionar la comunicación del PLC con la computadora industrial vía protocolo Ethernet industrial.

Se emplean módulos para la comunicación con los elementos de campo todos necesitan para su funcionamiento una tensión de 24 V CD. El **AI523** posee un conjunto de 16 entradas analógicas y su potencia es de 5 W. Es empleado también el **AO523**, con potencia de 8 W y con un conjunto de 16 salidas analógicas. El **AX522** es un módulo que integra a 8 salidas analógicas con 8 entradas analógicas y una potencia de 5 W.

El **DC551-CS31** es un módulo que transforma las señales de los módulos a los que esta conectado para introducirlas a un bus de comunicaciones, cuenta con 24 entradas/salidas digitales, 8 de ellas son entradas, el resto es posible configurarlas para que se desempeñen con entradas o salidas según lo que sea necesario. Posee dos selectores para la determinación de la dirección del módulo. Por ultimo es usado el **DC532** el cual posee 32 entradas/salidas digitales, teniendo así 16 entradas y 16 que se pueden configurar para que sean salidas o entradas.

El primer panel controla el proceso desde la primera cuba hasta que la tela sale del vaporizador. Para la interfaz hombre maquina se emplea una **PC1200** y debido a la extensión del diagrama del proceso es necesario otra pantalla, para ello es usado el *display* **MT19**, el cual tiene las mismas prestaciones que la pantalla de la **PC1200**, y se comunica

con esta mediante el puerto *VGA* (Transferencia gráfica) y *USB* (Transferencia de datos). El segundo solo cuenta con la **PC1200**. Los elementos de control dígame PLC y PC industrial se encuentran conectados por protocolo Ethernet Industrial.

3.2.1 Control de velocidad de los motores.

A todo lo largo de la línea de blanqueo se controla la velocidad de cincuenta y cinco (55) motores de corriente alterna con variadores de velocidad por frecuencia para 650 V de *Parker SSD Drives*. Dos de ellos son de 7.5 KW y 1750 rpm que le corresponde a los dos Foulard de 100 kN, 11 son de 5.5 KW y 1750 rpm correspondientes a los exprimidores foulard de 50 kN instalados a lo largo de la línea.

Tres de 4 KW uno para el arrastre de la entrada al vaporizador de 1750 rpm y dos para el arrastre de la torre de secado. Tres que componen el final de la línea de 3KW y 1740 rpm, uno para el ingreso de la tela la **J** de acumulación, otro para el enrollador tangencial y el último para el plegador. Se controla también un motor de 2.2 KW y 1740 rpm que acciona el arrastre a la salida.

Para el arrastre de la tela por el interior de las cubas son empleados 32 motores de 0.75 KW y 1730 rpm. De forma similar se controlan los tres motores de 0.55 kW y 1730 rpm que se encargan de mover las divisiones del vaporizador. Todos los motores instalados en la maquinaria pertenecen al fabricante **Motovario**.

El control de la velocidad de los motores se realiza de forma similar en todos ellos. El PLC le indica al variador de frecuencia la velocidad que debe tener el motor que le corresponde y este varía la frecuencia del mismo hasta alcanzar la velocidad deseada.

A las entradas **1** y **2** del variador se conectan **1.0** y **2.0** del módulo de salidas analógicas **1A3** a través de las cuales se ejecuta el mando de la velocidad. Al dispositivo entran las líneas de 440 V 60 Hz trifásico para la alimentación del motor a controlar y salen para el motor con la variación de frecuencia configurada para la velocidad deseada.

La salida del variador es un bus de comunicación serie *RS485* que se conecta al COM2 de la CPU **PM582** del panel que le corresponde. Al bus se conectan los demás variadores correspondientes ejerciendo función de esclavos en la comunicación con el PLC quien ejerce la función de maestro. A partir de la revisión de los planos eléctricos se confecciona la figura 3.3 donde se muestra el esquema eléctrico de control de velocidad del motor 1.

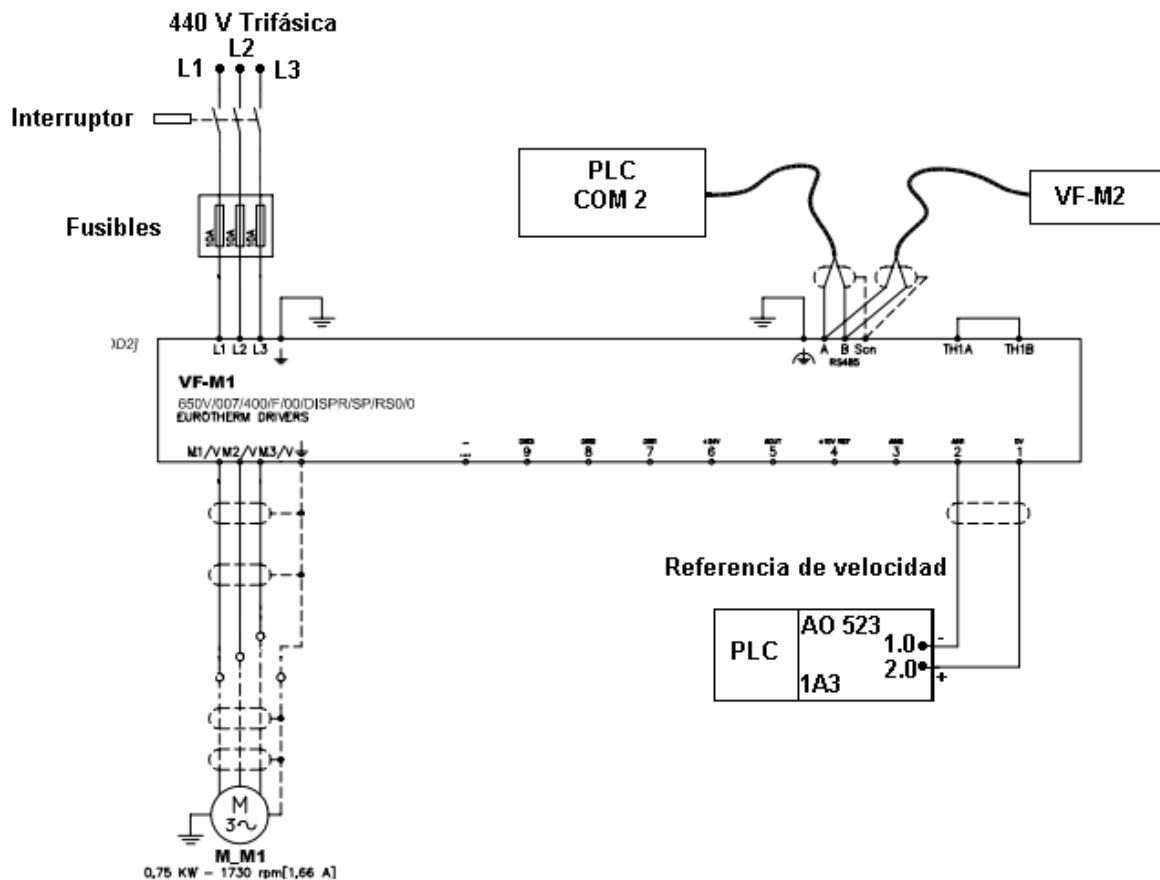


Fig.3.3: Esquema eléctrico del Control de Velocidad del Motor 1.

Para Spitzer (1990) los variadores de velocidad son dispositivos electrónicos que permiten variar la velocidad y el momento de los motores asíncronos trifásicos, convirtiendo las magnitudes fijas de frecuencia y tensión de red en magnitudes variables.

Los dispositivos variadores de frecuencia operan bajo el principio de que la velocidad sincrónica de un motor de corriente alterna (CA) está determinada por la frecuencia de CA suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo con la relación:

$$RPM = \frac{120 \times f}{p}$$

Donde: RPM = Revoluciones por minuto

f = frecuencia de suministro CA (Hercio)

p = Número de polos

El variador de frecuencia se configura con los datos del motor que controla. Contiene una pantalla y botones para dicha configuración. Con los datos del motor, el valor de tensión de la línea, el consumo y otros se establece una relación con el objetivo de determinar la velocidad teórica del motor, la que se asemeja bastante a la real.

Para el mando del variador de este motor se emplean las salidas 1.0 y 2.0 del modulo analógico **1A3**. Esto significa que es el módulo analógico 3 del primer panel.

3.2.2 Control de la dosificación de productos al saturador.

A lo largo del sistema se dosifica en tres lugares: en la primera cuba, donde se pueden añadir enzimas para un proceso desencolado más fuerte; en la 6^{ta} cuba o saturador donde el sistema es doble debido a que se añaden peróxido de hidrogeno y sosa caústica, el peróxido tiende a reaccionar con la sosa a concentraciones altas produciendo esto la destrucción de la fibra y por último en la de neutralizado.

Como se indica en el esquema eléctrico de la figura 3.4 el lazo lo componen el cuenta litros **KPO 1" Gas MISO 228 AISI 316** como el sensor de flujo, el PLC **ABB** como el controlador, y la válvula de control de la serie FFF de **Italvalvole s.a.s**, como el elemento de acción final.

El cuenta litros magnético es capaz de medir flujos de 200 a 3200 l/h. El sensor emite un pulso por cada 50 centímetros cúbicos, pudiendo trabajar a temperaturas de hasta 80°C ya

a presiones de hasta 10 bares. Los pulsos emitidos por el sensor van al PLC donde el programa se encarga de convertir los impulsos en l/h(Craind, 2011).

El control de la válvula es realizado mediante señal neumática por lo que es necesario un elemento que traduzca de señal eléctrica a neumática. Con este fin es usado el **PC-13** fabricado por *Gesint*.

Este conversor necesita una fuente de aire de 20 PSI. La conversión la realiza de 4 a 20 mA como entrada eléctrica a 2 a 20 PSI de salida neumática. Puede operar a temperaturas de hasta 200 °C y cuenta con una guía que marca la posición de la válvula en una escala de 0 a 20 PSI.

Desde las salidas analógicas **4.0** y **3.0** se regula la apertura de la válvula para una salida de 0-20 mA. Las válvulas trabajan con señal neumática por lo que se necesita transformar la señal de mando. Desde **O02.7**, del módulo de salidas discretas del PLC, se controla el circuito neumático. El cuentalitros **KPO** mide el flujo de la sustancia y envía la información a **I05.3**, del módulo de entradas discretas.

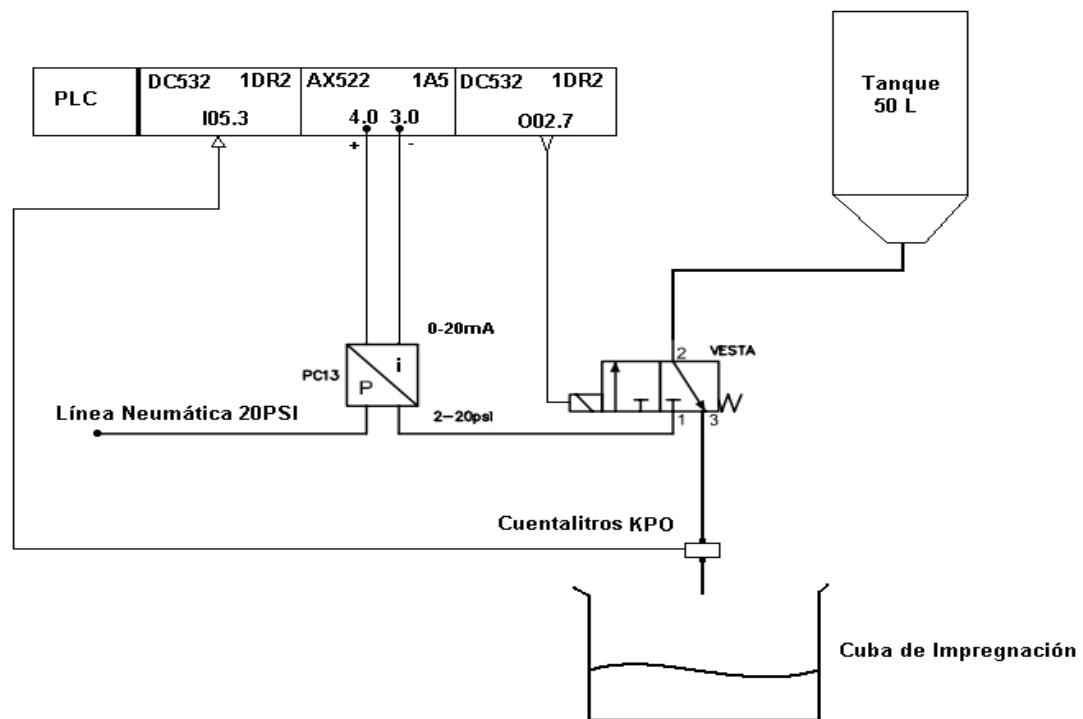


Fig.3.4: Esquema eléctrico del Control de dosificación en la cuba 1.

3.2.3 Control del pH.

El control de pH se ubica en la décima primera cuba. El sistema mide pH y añade ácido acético mediante un sistema de dosificación similar al descrito anteriormente con el objetivo de neutralizar los restos de sosa cáustica que aún quedan en la fibra.

El pH de la solución que se encuentra dentro de la cuba de neutralizado tiene que ser neutro. Si se detecta, por la medición del electrodo, un aumento, se ejecuta una secuencia dentro del PLC que calcula la cantidad de ácido acético que se necesita para suprimir este aumento. Entonces este acciona la válvula de dosaje y mide el flujo de ácido con el cuenta litros, asegurando así una correcta dosificación del mismo.

En el circuito de control del pH se emplea el **M300**, transmisor fabricado por **Mettler Toledo**. Este permite visualizar la medición del sensor, brinda información sobre el electrodo que está acoplado a él.

Acondiciona la señal del electrodo convirtiéndola en 4-20 mA para comunicarse con el PLC. Como elemento de medición se emplea el **InPRO 3050/SG/120**, electrodo capaz de medir el pH entre 0 y 14. La longitud del sensor es de 120 mm y opera en temperaturas de 0 a 100 °C.

El electrodo es conectado a las entradas **3** y **4** del **M300**. Del mismo sale hacia **1.0** y **2.0** la señal acondicionada de 4-20 mA comunicando al PLC el valor del pH medido por el sensor. La Fig. 3.5 muestra el Esquema eléctrico del Control de pH en el neutralizador que fue confeccionado a partir del estudio de la documentación.

En el circuito los módulos del PLC están determinados por el tipo, número que lo identifica y las entradas que se utilizan, Ej. **AX522 2A5 1.0** y **2.0** respectivamente.

Se regula el nivel de apertura desde **4.0** y **3.0** del módulo **2A5** con una señal de 0-20 mA la cual es transformada a neumática de 2-20 PSI para el control de la válvula. La salida **O10.7** se encarga de controlar el circuito neumático a través de una electroválvula permitiendo o no el trabajo de la válvula neumática que controla el flujo de la sustancia

dosificada. Los pulsos emitidos por el cuentalitros son introducidos al PLC por I21.3 del 2DR6, módulo de entradas/salidas digitales configurables.

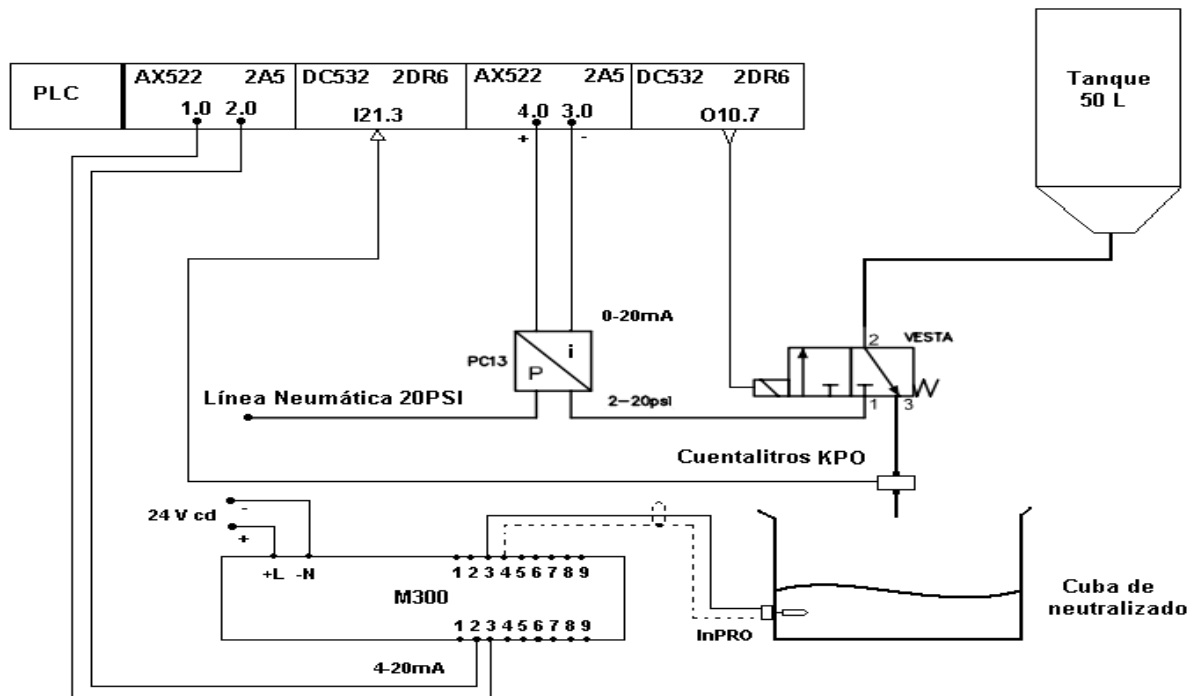


Fig.3.5: Esquema eléctrico del Control de pH en el neutralizador.

3.3 Resultados del trabajo.

En el desarrollo del trabajo se arriba a los siguientes resultados:

- Los planos y esquemas eléctricos se rigen por la norma europea EN 60617.
- Gran parte de la documentación correspondiente a la maquinaria adquirida se encuentra en los idiomas ingles o italiano incumpléndose así una cláusula del contrato establecido entre las dos entidades.
- En los planos eléctricos y de control se enumeran cada una de las hojas y se dividen por secciones, la conexión entre planos se señala utilizando la numeración de la página y el nombre de la sección que puede ser número o letra. Por ejemplo: 22.3 significa que el elemento o conexión se encuentra en la página 22 y en la sección 3.

- Cada elemento se nombra según la página donde se encuentra, las letras que representan a función del instrumento y el número del instrumento. Por ejemplo 41KA16, este elemento es un relé que se encuentra en la página 41 y es el número 16 de esa página.
- En los planos eléctricos se emplean triángulos vacíos para la identificación de las señales digitales y triángulos rellenos para las señales analógicas.
- A partir del análisis integral de los planos se obtienen los esquemas de control de Encendido de la llama Fig. 3.1, Altura de la flama Fig. 3.2, Velocidad de los motores Fig. 3.3, Dosificación de los productos al saturador Fig. 3.4 y pH Fig. 3.5.
- No se tiene acceso a la programación interna del PLC.

3.4 Conclusiones del capítulo

1. Se realiza la caracterización de los principales lazos de control de la maquinaria adquirida realizándose los esquemas eléctricos de los mismos a partir de la documentación estudiada.
2. La descripción gráfica de los lazos de control ayudarán a la mejor comprensión de los mismos por el personal técnico que deberá trabajar con los mismos.
3. Los lazos de control analizados cumplen la función para los que fueron diseñados.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. En el estudio realizado a los procesos de la industria textil desde sus inicios a la actualidad se observa que estos en su esencia han transformado poco la forma de obtener los tejidos pues todavía se obtiene el hilo para después ser tejido y por último darle el tratamiento final a la Tela, lo que ha cambiado es la forma de obtener el resultado pasando desde la forma manual a la mecánica y por último a un alto grado de automatización.
2. El equipamiento adquirido tiene un alto grado de automatización y esta en correspondencia con las tendencias actuales desarrolladas para estas tecnologías. En correspondencia con ello la tecnología que se aplica minimiza los esfuerzos del hombre y disminuye la afectación al medio ambiente pues optimiza el uso del agua y del vapor en cada una de los procesos.
3. Los lazos de control analizados (control del encendido, altura de la flama, control de velocidad de los motores, dosificación del producto al saturador y de pH) cumplen las funciones para los que fueron diseñados combinando tecnología de última generación como son PLC y PC1200 con la tradicional (electrodos de pH, válvulas electro-neumáticas, etc.)
4. Con los esquemas realizados a cada uno de los lazos de control se logra una guía que mejora la comprensión de cada uno de los procesos desde el punto de vista técnico y de automatización.

Recomendaciones

1. Dado que no se accedió a la programación de los PLC deberá ser adquirida esta como parte del *Know How* para poder realizar cambios futuros de los parámetros que se definen dentro del mismo.
2. Realizar el estudio de los lazos de control que no fueron analizados en este trabajo, es decir, los de temperatura y de nivel de las cubas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

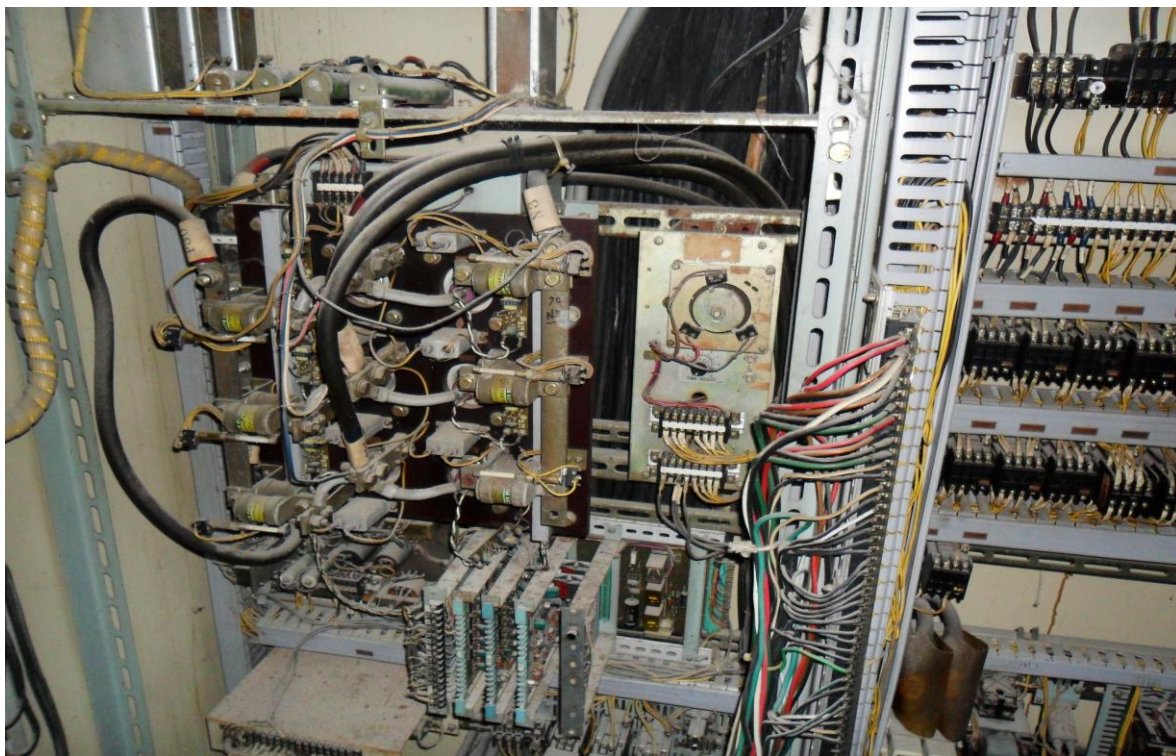
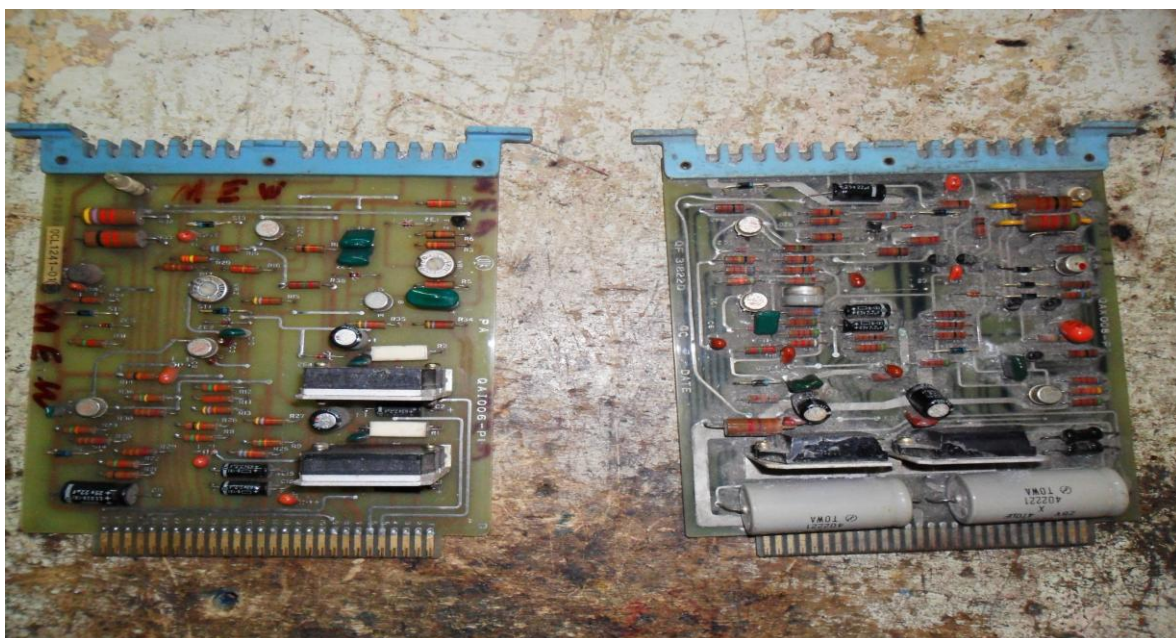
- BAZANT, J. 1964. Evolución de la industria textil poblana (1544-1845). *Historia Mexicana*, 13, 473-516.
- BENNINGER 2011. BEN-BLEACH catálogo. Suiza.
- BRAVO, S. 2012. Termofijación. *Ingeniería textil. Fibras sintéticas termoplásticas. Procesos térmicos. Tratamiento de tejidos. Etapas. Métodos.*
- CARBONELL, J. 2011. Tendencias en la evolución de la tecnología químico-textil.
- CEGARRA, J. 1997. *Fundamentos y tecnologia del blanqueo de materiales textiles*, Universidad Politecnica de Catalunya.
- CRAIN D 2011. Características técnicas del flujometro serie KPO.
- DEXTRE, N. V. 2009. *Principios de Tintorería* Lima-Perú.
- GROSSMAN, B. 2009. *Estudio del Sector Textil en Bolivia*
- INEXMODA 2010. Manual de acceso a mercados. Colombia.
- KOCHKIN, D. N. 1981. *Acabado de los tejidos planos de algodón*, Ciudad de La Habana, Editorial Científica Técnica.
- MCS 2012. Especificaciones técnicas
- OROZCO JARAMILLO, A. Year. Acabado textil y la contaminación de las aguas. *In: Congreso Nacional de Acabados Textiles, 1977. ACOLTEX.*
- OSTHOFF-SENGE 2011. Chamuscadora Osthoff-Senge Alemania.
- R.H.PETERS 1967. PURIFICATION OF FIBRES. *TEXTILE CHEMISTRY*. Inglaterra.
- SCHRODER, K. 2011. Control de quemador IFS 110IM, IFS 111IM.
- SIEMENS 2008. CPU 31xC y CPU 31x.Datos Técnicos. Vienna.
- SPITZER, D. W. 1990. Variable Speed Drives. *In: AMERICA., I. S. O. (ed.).*

Anexos**Anexo 1 Chamuscadora**

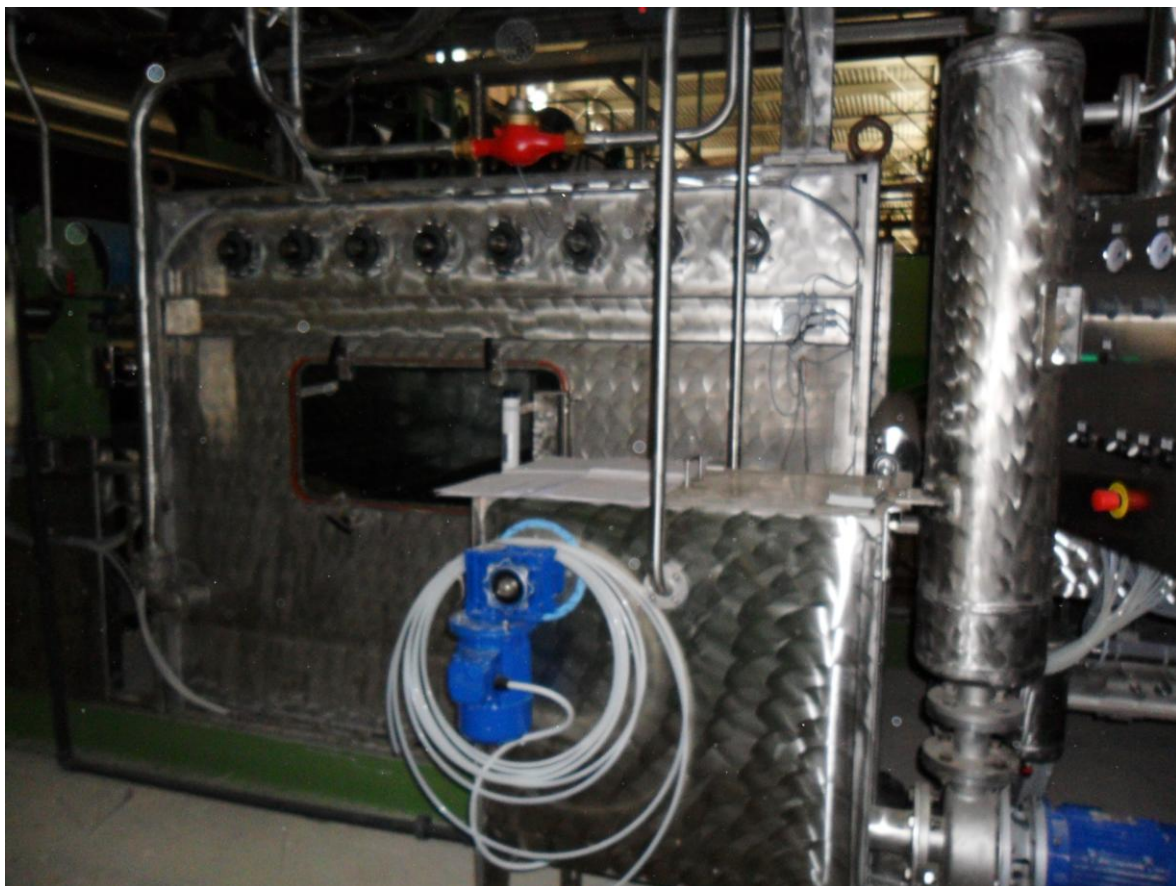
Anexo 2 Apaga chispas.

Anexo 3 Indicadores de velocidad.**Anexo 4 Local para la preparación de las sustancias para el proceso.**

Anexo 5 Dosificación de productos.

Anexo 6 Panel de control de la maquinaria existente.**Anexo 7 Placas de control.**

Anexo 8 Quemador de ladrillos.**Anexo 9 Sistema de entrada del combustible a la chamuscadora nueva.**

Anexo 10 Sistema apagallamas de la maquinaria nueva.**Anexo 11 Cuba de lavado.**

Anexo 12 Sistema de dosificación de la maquinaria adquirida.

Anexo 13 Medición de pH.

Anexo 14 Secador de la línea MCS.

Anexo 14 J-Box de acumulación.