

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y  
ELECTRÓNICA**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE  
CONTROL DE PRODUCCIÓN PARA LAS MAQUINAS TEXTILES  
INVESTA DE LA  
EMPRESA “TEIMSA”.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ELECTRÓNICA Y CONTROL**

**CARLOS FERNANDO GAIBOR PEÑA**

**DIRECTOR: Dr. LUIS CORRALES PAUCAR**

**Quito, Marzo 2008**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Carlos Fernando Gaibor Peña, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito, es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establezca la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Carlos Fernando Gaibor Peña

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente Trabajo fue desarrollado por Carlos Fernando Gaibor Peña, bajo mi supervisión.

-----  
Dr. Luis Corrales Paucar  
DIRECTOR DE PROYECTO

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Luis Corrales Paucar

A la Escuela Politécnica Nacional y a la  
Empresa "TEIMSA".

## **DEDICATORIA**

A mis padres, José y Esthela; y a mi  
Familia, María del Carmen, María Victoria y  
María Isabel

## RESUMEN

El objetivo de este proyecto fue diseñar y construir un sistema para el control y registro de parámetros de producción en cada una de las máquinas textiles INVESTA, con el propósito de monitorear en tiempo real los índices de producción, determinar las causas y calcular el tiempo de paro de las mismas para agilizar la respuesta de los departamentos involucrados.. Se puso especial atención en controlar con mayor precisión la longitud del producto producido por cada máquina textil para mejorar la calidad del producto y reducir los costos de producción en la sección de tejeduría de la Empresa "TEIMSA". Otro objetivo fue contar con un registro histórico confiable de toda esta información.

Con estos objetivos, en primer lugar se analizaron las máquinas textiles para determinar los mecanismos que posibiliten su control en la forma descrita. Luego se diseñó e implementó el sistema que permite obtener información de los parámetros de producción de cada máquina textil; esto es, longitud de la tela, cantidad de rollos producidos, cantidad de urdidos cargados, puntos realizados por operador, tiempo del proceso de tejido, tiempo del proceso de preparación de anudado y tiempo de paro por mantenimiento, y paros de la máquina debido a fallas en urdimbre o en trama. Esta información se complementa el sistema de control de longitud y los datos son capturados en una PC para la generación de reportes.

Con la implementación del nuevo sistema se ha conseguido eliminar las fallas de los contadores mecánicos y también el error humano al registrar y mantener la información de manera segura. Se ha eliminado en un 40 % la cantidad de productos fuera de especificación en cuanto a la longitud, eliminado de esta manera cortes y desperdicio de artículos de buenas características en cuanto a su elaboración.

## CONTENIDO

### **CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES, RESEÑA HISTORICA Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL**

1.1 Antecedentes y análisis general.....	1
1.2 Reseña histórica y capacidad actual de TEIMSA.....	2
1.3 La planta de Tisaje.....	5
1.4 Descripción del proceso de tejido.....	8
1.5 Descripción de la estructura e las máquinas.....	12
1.6 Funcionamiento de las máquinas textiles INVESTA.....	14
1.7 Problemas que presentan las máquinas.....	17
1.8 Alternativas de solución.....	18

### **CAPÍTULO 2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL HARDWARE**

2.1.Propuesta de solución.....	21
2.1.1.Introducción.....	21
2.1.2.Propuesta de solución.....	22
2.2.Condiciones de funcionamiento y señales de control.....	23
2.2.1.Señal de conteo de las pasadas de trama del tejido.....	23
2.2.2 Función de tejido y paro de la máquina.....	27
2.2.3.Ruptura de la urdimbre.....	27
2.2.4.Pasada fallida de la trama.....	28
2.2.5.Indicación de llamada al mecánico (mantenimiento) e indicación de llamada al anudador (anudado).....	29
2.2.6.Disminución de la presión de aire comprimido, falta o inversión de fases y cambio de turno.....	29
2.3. Selección del elemento de control.....	33
2.4.Diseño e implementación del sistema de control.....	38
2.4.1.Diseño del circuito acondicionador de señal.....	38
2.4.2.Diseño del tablero de control y hardware adicional.....	42

2.4.3. Interfaz de comunicación serial.....	56
---	----

## **CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL SOFTWARE DEL SISTEMA DE CONTROL E INTERFAZ DEL USUARIO**

3.1. Programación de los PLCs SIMATIC S7-200.....	58
3.1.1. Distribución de funciones y localidades de memoria.....	58
3.1.2. Programación del sistema de control.....	59
3.1.3. Modo de comunicación Freeport.....	73
3.2. Sistema de monitoreo de datos de producción utilizando comunicación serial.....	75
3.2.1. Desarrollo de la interfaz con el usuario.....	75
3.2.2 Listado del programa de monitoreo del Sistema de control de producción.....	90

## **CAPÍTULO 4. PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA**

4.1. Pruebas preliminares de transmisión de datos.....	92
4.2. Pruebas de la interfaz del usuario.....	93
4.3. Resultados acerca del control de longitud.....	95
4.4. Pruebas y resultados sobre los tipos de causa de paro de máquina.....	106
4.5. Pruebas y resultados de los contadores de horas y reloj interno.....	107
4.6. Ventajas del sistema.....	107
4.7. Costos del proyecto.....	108

## **CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 CONCLUSIONES.....	110
5.2 RECOMENDACIONES.....	112

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



ANEXO A ESQUEMAS DE LAS MÁQUINAS TEXTILES INVESTA

ANEXO B DATOS TÉCNICOS DEL PLC SIMATIC S7-200

ANEXO C HOJAS DE DATOS LM741

ANEXO D DETECTOR DE FALTA E INVERSIÓN DE FASES

ANEXO E MÓDULO CONVERTIDOR SERIAL (RS232/RS485)

ANEXO F LISTADO DE PROGRAMACIÓN DE LOS PLCS SIMATIC S7-200

ANEXO G LISTADO DEL PROGRAMA DE MONITOREO DEL SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCION

## PRESENTACIÓN

Tomando en consideración la política de calidad de la empresa TEIMSA declarada de la siguiente manera: “La constante tecnificación, el mejoramiento continuo de los procesos y el desarrollo permanente del recurso humano nos lleva a fabricar hilos y telas de buena calidad para llegar a nuestro principal objetivo: La satisfacción de nuestros clientes en cuanto a calidad, servicio y precio, asegurando de esta manera un mercado y una rentabilidad existente”, se ha desarrollado el presente proyecto que se enmarca en las dos primeras premisas de esta declaración que dirigen el desenvolvimiento de las actividades dentro de la empresa.

Identificada la necesidad de obtener la información necesaria para controlar de la mejor manera posible los procesos y obtener los resultados planificados se ha elaborado este proyecto que busca producir un sistema que realice el control y la adquisición segura y confiable de la información de las variables involucradas en el proceso de tejido.

Para la implementación y puesta en marcha del sistema que controla este proyecto, se utilizaron controladores lógicos programables, una interfaz con la que se logra manejar el protocolo de comunicación de acuerdo a lo requerido por el sistema y un computador convencional para desplegar la información. Esta novedosa adaptación es una aplicación para computadores que han quedado obsoletos respecto a las tecnologías actuales, por lo que se puede aplicar este desarrollo a cualquier maquinaria y en cualquier proceso que no disponga de un sistema similar.

Para presentar este trabajo de una mejor manera, su parte escrita se ha dividido en la forma siguiente:

En el Capítulo 1 se hace una reseña histórica de la evolución de la empresa en cuanto a inversiones de maquinaria, realizando luego una explicación

y análisis del sistema actual procurando resaltar sus falencias y así justificar el diseño que sigue a continuación.

En el Capítulo 2 se seleccionan los elementos para la implementación de la solución y luego se detalla el diseño y la construcción del hardware.

En el Capítulo 3 se realiza el detalla sobre el desarrollo del software, tanto para el sistema de control como para la HMI.

En el Capítulo 4 se realizan las pruebas preliminares para obtener resultados que demuestran que la selección de los equipos utilizados y las soluciones implementadas fueron apropiadas.

En el Capítulo 5, basándose en los resultados obtenidos, se detallan las conclusiones y se elaboran las recomendaciones sobre el trabajo finalizado.

## **CAPITULO 1**

### **ANTECEDENTES, RESEÑA HISTORICA Y DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL**

#### **1.1 Antecedentes y análisis general**

Observando el comportamiento de las empresas industriales que tienen proyección nacional e internacional y, de igual manera, para proporcionar los recursos que coloquen a la empresa TEIMSA en un lugar competitivo, no sólo para lograr mantenerla en el mercado, sino que avance sobre una plataforma segura de desarrollo, se propuso la posibilidad de implementar sistemas de control y adquisición de datos en maquinaria que carezca de estos sistemas.

Dentro de ese objetivo global, aquél de este proyecto es diseñar y construir un sistema capaz de controlar y registrar los parámetros de producción para dieciséis máquinas textiles INVESTA, el mismo que permitirá obtener y mantener un historial de los índices de producción en tiempo real, cuantificar el tiempo de paro de las máquinas, tipificando al mismo tiempo sus causas, para agilizar la respuesta que solventa los problemas que causan dichos paros. Esto llevará a una optimización de la disponibilidad de las máquinas y de los recursos humanos, a una mejora de la calidad del producto y a una reducción de costos de producción en la sección de tejeduría de la Empresa "TEIMSA". Además, se busca contar con un registro histórico confiable de toda esta información, que es una parte importante para la toma de decisiones acertadas y realizadas a tiempo.

Para empezar, se hará un análisis de las máquinas textiles INVESTA pues está comprobado que el sistema de recopilación y control de datos del que disponen no provee de manera efectiva los datos de calidad y producción, lo que causa una pérdida de información importante para manejar la maquinaria y el producto terminado.

## 1.2 Reseña histórica y capacidad actual de TEIMSA

Textiles Industriales Ambateños S. A. – TEIMSA es una empresa radicada en la provincia de Tungurahua que se dedica al proceso de fabricación, tinturado y comercialización de hilos y tela de algodón al 100%. Fue constituida en el año de 1992, y está formada en la actualidad por tres plantas industriales: Hilatura, Tisaje y Acabados. Las dos primeras están ubicadas en la parroquia Santa Rosa, Km. 8, vía a Guaranda, en la calle Venezuela Barrio San José. La tercera se encuentra ubicada en la Panamericana Norte Km. 6½, en el Parque Industrial, Lote.1-C.

La empresa fue creada en principio para proveer de lonas y gabardinas para zapatos deportivos a su auspiciante principal, la compañía PLASTICAUCHO INDUSTRIAL S.A., la mayor fabricante de calzado deportivo del Ecuador.

La operación de la planta se inició en una nave industrial que servía anteriormente a una empresa maderera, con una sección de tejeduría formada por los siguientes equipos:

1. Una Urdidora marca Mazzonni usada,
2. Una Anudadora marca FISHER usada,
3. Dieciseis Telares planos marca INVESTA de aire comprimido modelo AIR-JET PN 170FB-M2,
4. Tres Compresores marca ATLAS COPCO modelo GA-22, y
5. Un transformador marca Ecuatran usado de 160 KVA

Con esto se logró una producción inicial de ochenta mil metros de tela al mes.

En los siguientes tres años se realiza una expansión para completar la planta de tisaje con los procesos de preparación al tejido, instalándose los siguientes equipos:

1. Un nuevo compresor Atlas Copco, modelo GA-30
2. Una retorcedora FASA ZINSER, modelo 350.

3. Una bobinadora Schlafhorst, modelo Autoconer 238
4. Un transformador Ecuatran de 300 KVA
5. Un limpiador viajero STEMANN 2001-R5 para la retorcedora.
6. Una retorcedora FASA ZINZER, modelo 350
7. 4 telares de aire comprimido PICANOL, modelo DELTA, y
8. Un nuevo compresor ATLAS COPCO, modelo GA-45.

Con esto la producción se incrementó a cien mil metros de tela por mes, de los cuales el 41.7 % corresponden a Gabardina, el 50 % a Lona y el 8.3 % a telas livianas.

La planta de hilatura se creó con la idea de autoabastecimiento. Su instalación se la realizó a inicios de 1998 con los siguientes equipos marca TRUTZSHLER para la sección de apertura de algodón HILATURA:

1. Abridora de pacas BLENDOMAT BDT 019.
2. Condensador LVSA
3. Limpiador de doble rodillo AXI-FLO AFC
4. Mezclador Multimixer MCM con limpiador CLEANOMAT CVT 3
5. Cámara despolvadora DUSTEX DX
6. Sistema de filtrado Multidrum VAC, y
7. Dos cardadoras DK 803

La sección de estiraje se diseñó para trabajarla en dos pasos con la instalación de dos manuales VOUK modelos SH-802 y SH 22.

Para la hilatura se adquirieron 2 hiladoras OPEN END SHLAFHORST Autocoro 288 y además se implementó un sistema completo de control de acondicionamiento de aire marca LUWA, para toda la sección de HILATURA. Con esto se logró una capacidad de noventa toneladas por mes en hilos 100% algodón, de títulos 16/1 a 30/1 Ne.

Con la instalación de la sección de hilatura, la incorporación de 4 telares adicionales PIKANOL y pequeñas modificaciones en los equipos complementarios, se logró obtener una producción promedio mensual en el año 1998 de trescientos cincuenta mil metros de telas semipesadas, de los cuales el 5.8 % corresponden a lienzo sarga, 41.7 % a gabardina pesada y 52.4 % a lonas, obteniéndose una elevación en la producción de un 33% aproximadamente, con respecto a años anteriores.

Nuevamente, en el año 2001 se adquirió otra hiladora OPEN END SHLAFHORST Autocoro 312 y otra cardadora de algodón TRUTZSHLER DK 903 con el fin de cubrir la demanda de hilo para otros. La nave industrial de la planta de hilatura tiene una capacidad total para 5 hiladoras OPEN END y 5 cardadoras, por lo que la maquinaria ocupa el 60 % del total del espacio de la nave de hilatura. En la actualidad se tiene una capacidad de producción de 160 toneladas por mes con mayor variedad de títulos de hilos y una proyección futura de crecimiento hasta de 225 toneladas mes.

En el año 2004 se incorporó una planta de tinturado y acabado que cuenta con una capacidad de producción aproximada de 90 toneladas mes. De igual forma, este proceso es realizado bajo estrictos parámetros de control y calidad dando especial cuidado en la formulación de colores y los diseños que van de la mano con las tendencias actuales y los pedidos de los clientes.

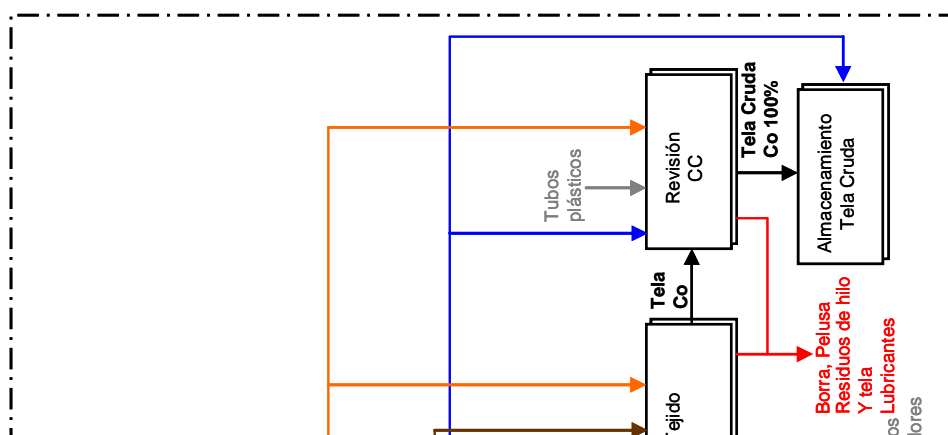
Actualmente se continúa con nuevos proyectos y expansiones como son: Remodelación y sistema de tratamiento de aire para la planta de TISAJE, expansión de la planta de TINTURADO y ACABADOS y expansión de la tejeduría.

La expansión de la empresa se la ha realizado siempre con la política de tecnificarla constantemente con maquinaria que permita monitorear cada parte del proceso productivo y registrar parámetros y eventos que son indispensables para una operación confiable y eficiente, buscando un correcto nivel de rendimiento.

Junto con el crecimiento de la empresa, y con el subsiguiente incremento en producción, apareció la necesidad de la recopilación de gran cantidad de datos para el monitoreo y control de la producción en los diferentes procesos, haciéndose imperativo obtenerlos de manera rápida y confiable para tomar decisiones a tiempo y de manera acertada.

### 1.3 LA PLANTA DE TISAJE

El proceso productivo de la planta de tisaje se enmarca en la preparación del hilo necesario para la producción de la tela cruda y en el proceso de tejido. La **Figura 1.1** muestra un diagrama de flujo de los procesos que comprenden la planta de tisaje donde se fabrica la tela llamada cruda.





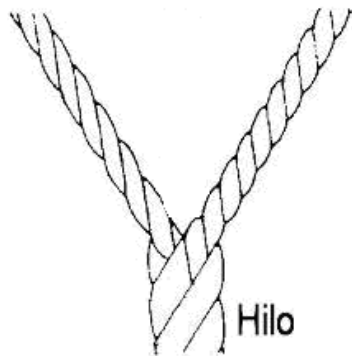
**Figura 1.1 Diagrama de flujo del proceso de fabricación de tela cruda**

A continuación se incluyen una serie de conceptos que contribuirán a comprender de mejor manera el proceso de fabricación de la tela cruda.

Hilo es el nombre genérico que se da a un conjunto de fibras agrupadas y cohesionadas para mantener una apariencia física.

Los hilados textiles pueden ser sencillos, retorcidos o cableados. Para este caso se consideran: Hilados simples o sencillos, constituidos por fibras discontinuas generalmente unidas por torsión (hilados); o bien por un filamento (monofilamento), o dos o mas filamentos (multifilamentos), unidos por torsión o sin ella (hilados continuos).

En el proceso de retorcido se obtienen hilados retorcidos, constituidos por dos o más hilados sencillos, retorcidos juntos mediante una segunda operación de torcido. Cada parte del hilado se conoce como cabo.



**Figura 1.2 Hilado Retorcido**

Los hilados se designan según su número o título, y se utilizan distintos sistemas de numeración; sin embargo, la nomenclatura empleada es aquella del sistema universal Tex.

El Título o número de hilo es una medida de la densidad lineal y se relaciona directamente con el grosor del hilado (relación entre el peso y la longitud). El sistema universal Tex: Indica cuantos gramos son necesarios para conseguir 1000 metros de ese hilado, y se expresa como: 1000m de Hilo de 1 Tex pesa 1 gr, 1000m de Hilo de 2 Tex pesa 2 gr, etc.

Un decitex (dtex) equivale a 0,1 Tex. Las fórmulas siguientes se utilizan para convertir un sistema a otro:

$$\frac{10000}{Nm} = Decitex = \frac{5910}{Ne} = \frac{Den}{0.9}$$

Donde:

*Nm* : Número métrico,

*Ne*: Número inglés,

*Den*: Denier

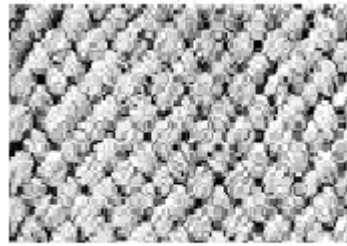
La unidad de medida de título del hilo generalmente utilizada en la planta de tisaje es el *Ne* (English cotton count) que equivale a 840 yardas métricas por libra.

En el proceso de bobinado se realiza únicamente un intercambio del hilo retorcido acumulado en canillas o husadas a conos. El proceso de urdido sirve para obtener la urdimbre enrollada en un plegador, mientras que el anudado se lo realiza con cada uno de los hilos en una urdimbre que ha finalizado. Con esto se pasa a formar en el telar un tejido con los hilos de urdimbre y de trama, para que la tela resultante sea llevada a control de calidad, donde es desplegada a través de una pantalla iluminada y nuevamente enrollada antes de ser almacenada.

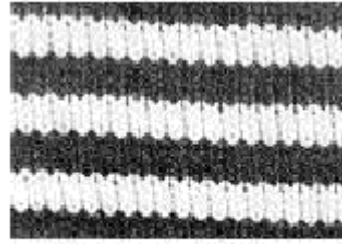
## 1.4 Descripción del proceso de tejido

La tela se define como una estructura más o menos plana, lo bastante flexible como para poder transformarse en prendas de vestir y en textiles para uso doméstico, así como para usos industriales en donde se requiere de cierta flexibilidad.

Las telas elaboradas (Figura 1.3) a partir de hilos son: Entretejido, los hilos se entrelazan en forma diagonal y a lo largo; Tejido de punto, uno o mas hilos dan lugar a una serie de bucles o mallas que se entrelazan; Encaje, los hilos se anudan, se entrelazan los bucles o se tuercen para formar telas abiertas, casi siempre con algunas figuras; y tejido de trama y urdimbre o planos, donde dos o mas hilos se entrelazan perpendicularmente. TEIMSA produce solamente tejidos planos de trama y de urdimbre.



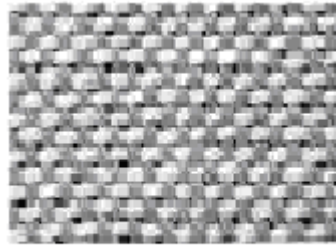
Entretejido (trencilla)



Tejido de punto



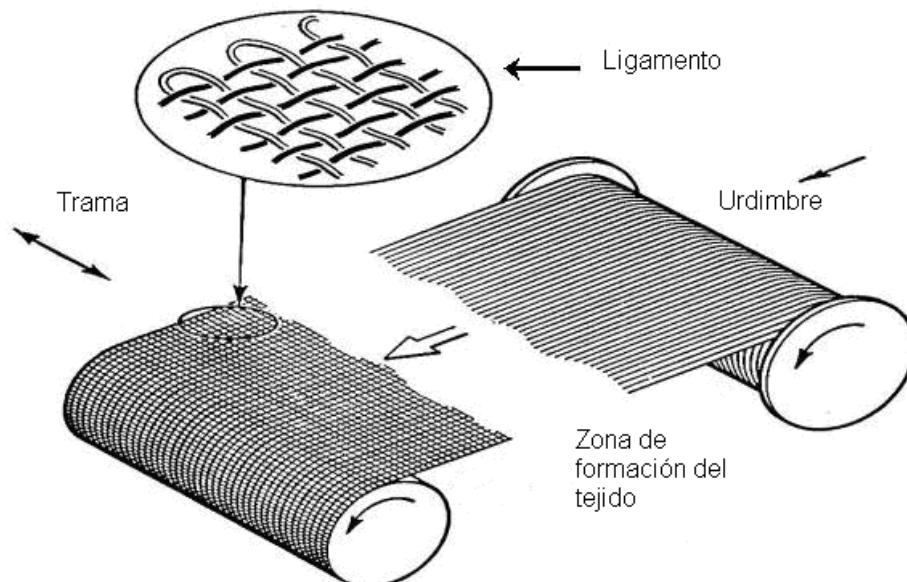
Encaje



Tejido de trama y de urdimbre

**Figura 1.3 Tipos de tejido**

Los tejidos planos (Figura 1.4) se forman mediante la combinación de los hilos de urdimbre y de hilos de trama. Los hilos de urdimbre pasan a constituir la parte longitudinal de la tela, mientras que los de trama (pasada) definen el ancho de la tela y atraviesan perpendicularmente a los hilos de urdimbre formando así el ligamento deseado.

**Figura 1.4 Formación del tejido plano**

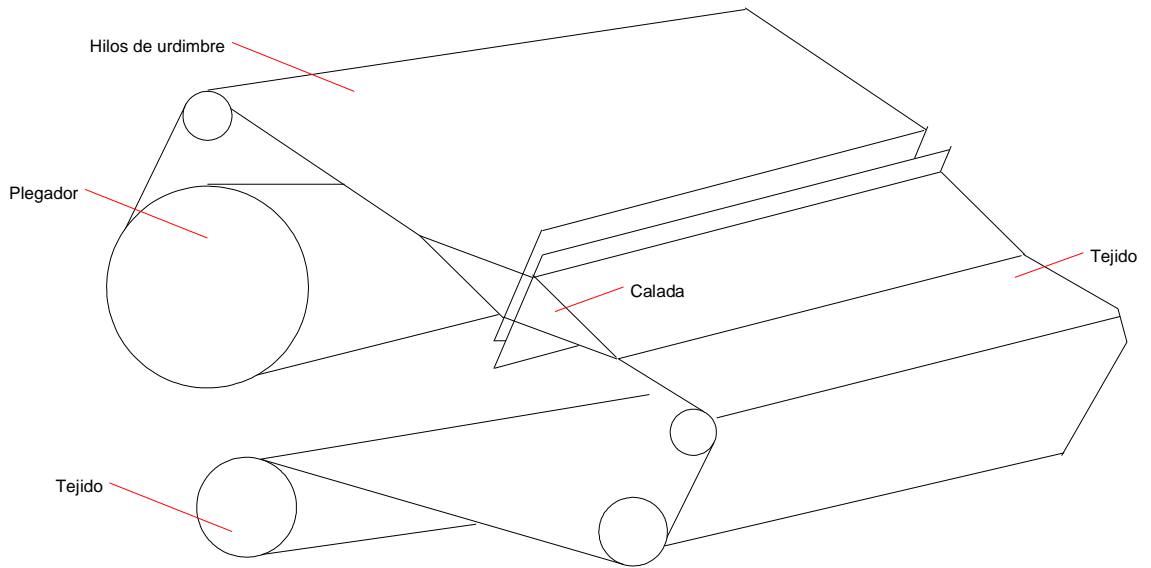
El ligamento de un tejido es la manera en que se entrelazan los hilos de urdimbre y los de trama como resultado del movimiento de los lisos en relación con un mecanismo de excéntricos.

El dibujo es como se presenta la tela luego de combinar los hilos de trama con los hilos de urdimbre. Para cambiar el curso del ligamento se posicionan levas mecánicas en distintas formas. La gama de las posibilidades de ligamento se obtienen al posicionar las levas adecuadas luego de realizar el dibujo de la relación de cruce con el enhebrado en los marcos y el montaje de las levas correspondiente al tejido que se desea obtener. Para esto se debe diseñar el remetido y la relación de los cuadros.

Entonces, el remetido, que es la pasada de los hilos de urdimbre a través de los lisos, es el primer paso para fabricar el tejido. Los lisos son láminas donde se insertan todos y cada uno de los hilos de urdimbre. Estas láminas descansan en un cuadro (Figura 1.5) en cuya parte inferior se encuentra un dispositivo llamado batán que es donde se forma la calada (Figura 1.6). La calada es un especie de canal formada por hilos alternadamente dispuestos, unos arriba y otros abajo, y es por donde se introduce el hilo de trama.



**Figura 1.5 Partes del telar que son utilizadas para iniciar la fabricación del tejido**



**Figura 1.6 La calada en el telar**

Los telares INVESTA PN 170FB-M2 son las máquinas textiles que pertenecen a la parte de la tejeduría donde se implementará el sistema y están destinadas para tejer con materiales como la seda, el algodón y el rayón.

Poseen un peine de 170 cm de ancho cuyo modo de introducción de la trama en la urdimbre se realiza utilizando aire comprimido entre 6 y 8 bares de presión, que se inyecta a través de toberas de inserción de trama para tejer ligamentos con un número máximo de tramas por cm lineal, que depende del título del hilo utilizado.

Se pueden utilizar hilos de algodón, mezclas de algodón (polyalgodón) y fibras cortadas tanto sintéticos como de mezcla cuyo título, que como se dijo es la relación entre longitud y peso, puede encontrarse entre 58.5 a 5.85 Ne.

La densidad normativa de la urdimbre es de hasta 24 hilos por cada cm con hilo de título 20 Ne. El número de pasadas de hilos de trama es de hasta 24 hilos por 1 cm, con hilo 20 Ne en el ligamento 1/1.

En estas máquinas pueden fabricarse tejidos de algodón hasta un peso superficial de 360 gr/m<sup>2</sup>, como máximo, para los anchos de 110 y 130 cm, y hasta 320 gr/m<sup>2</sup> para los anchos de 150 hasta 190 cm.

## 1.5 Descripción de la estructura de las máquinas

Los telares PN 170FB-M2 con tobera neumática están destinados a la fabricación de tejidos ligeros y semipesados. El peso superficial del tejido y demás factores que determinan el campo de utilización de los telares ya se mencionaron en el ítem anterior.

En la Figura 1.7 se muestran los componentes de la máquina que se dividen en dos partes básicas:

1. El bastidor de soporte, y
2. el bastidor de la parte de tejer

En el bastidor de soporte están montados los siguientes grupos:

1. Desenrollador de urdimbre (incluido el cilindro guáhilos).
2. Enrollador del orillo.
3. Instalación eléctrica y electrónica.
4. Tensor de la trama.

El bastidor de tejer contiene los siguientes elementos:

1. Paraurdimbre eléctrico.
2. Portahilos oscilante.
3. Remesa y mecanismo para la formación de la calada con retorno de lisos.
4. Mecanismo medidor de la trama y de inserción de la trama.
5. Batán.
6. Rodillo porta-telas – templazos y tijeras.

- 7. Mecanismo de enrollamiento del tejido.
- 8. Contador de metros con preselección y contador de tramas.
- 9. Bobinas para orillos.



**Figura 1.7 Elementos de la máquina textil INVESTA**



## 1.6 Funcionamiento de las máquinas textiles INVESTA.

Las máquinas textiles INVESTA (Figura 1.7) tejen de la siguiente manera:

La urdimbre que se desenrolla pasa del plegador de urdimbre hacia arriba, a través del cilindro guía-hilos, y se inclina  $36^\circ$  hacia abajo a través del para-urdimbre, los lisos y el peine.

La trama se inserta mediante el dispositivo de inserción del hilo de trama. El largo de la trama a insertar en la calada es desenrollado de la bobina de hilo de trama por medio de un mecanismo medidor. Al encontrarse el batán en la posición posterior (calada abierta o de pasada), la trama es retirada del disco del mecanismo medidor y mediante una corriente de aire de toberas auxiliares, dispuestas en todo el ancho del batán, es insertada a través de la calada. La tensión de la trama se la obtiene por medio de un mecanismo aspirador.

Luego, el tejido hecho avanza a través del rodillo portatelas y el mecanismo de desenrollamiento a la parte posterior del telar donde se enrolla en un tubo intercambiable.

En caso de que uno de los hilos que conforman la urdimbre se rompa, la máquina cuenta con un mecanismo de parada llamado paraurdimbre eléctrico. Este consiste en tantas laminillas como número de hilos contenga la urdimbre. Al romperse un hilo la laminilla es liberada y cae en una varilla que une los contactos que se forman en la misma varilla, lo que ocasiona la conexión del circuito eléctrico y el paro de la máquina. Al mismo tiempo se enciende la luz amarilla en el faro de indicación (Figura 1.8).

También posee un dispositivo de paro de pasadas fallidas de la trama que consiste en un equipo que sirve para el control de eventuales fallas de la trama en los telares de aire.

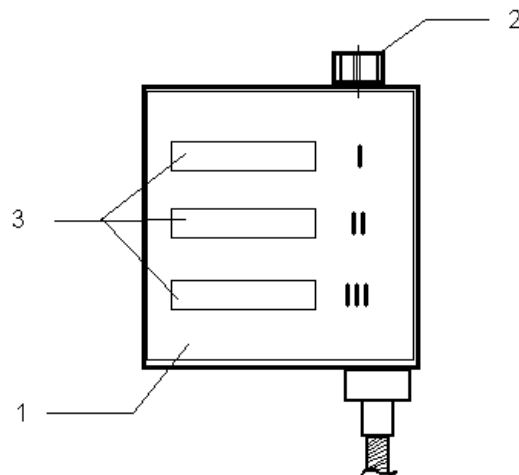
Al surgir una pasada fallida, el dispositivo de paro detiene la máquina en la posición de la calada abierta, lo que permite destejer la trama indebidamente introducida en la calada y enciende la luz verde en el faro de indicación (Figura 1.8).



**Figura 1.8 Faro de indicación**

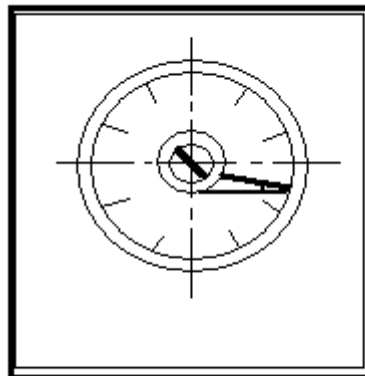
Además, los telares están equipados con un contador de tipo mecánico de pasadas para tres turnos y con un contador (también de tipo mecánico) de metros con posibilidad de preselección de la longitud de la pieza tejida.

El contador de pasadas (1) (Figura 1.9) está situado a la izquierda, en el lado superior del telar. El accionamiento se realiza desde el árbol principal de la máquina en la relación de 1:1000. En el propio contador se registran el número de tramas insertadas por 100. Oprimiendo el botón (2) puede conmutarse el registro a una de las tres escalas (3).



**Figura 1.9 Contador de pasadas**

El contador de metros (Figura 1.10) está situado en el lado derecho del telar. Es una transmisión de tornillo sinfín que, después de tejer el largo exigido del tejido, conecta un micro-interruptor y enciende, en forma intermitente, la luz blanca de aviso en el faro de indicación de la máquina (Figura 1.8).



**Figura 1.10 Contador de metros**

Por último, se tiene un interruptor montado en el mismo faro de indicación (Figura 1.8) que enciende la luz roja, utilizado para llamada al personal de mantenimiento o también al anudador en el caso de que la urdimbre haya terminado y se requiera cambio de plegador.

Estas son las señales de control que ayudan al tejedor para operar las máquinas. Pero, debido a los nuevos requerimientos para manejar los telares, se hace necesario encontrar una manera alternativa de controlar la longitud de metros fabricados de tela, registrar la cantidad y la causa de paros que se producen en la máquina, así como también toda la información necesaria para determinar los tiempos de paro por mantenimiento, anudado y así determinar la eficiencia y la disponibilidad de las máquinas.

## **1.7 Problemas que presentan las máquinas**

Como se vio anteriormente, cada máquina posee contadores de pasadas y de metros de tipo mecánico que con frecuencia sufren averías. Funcionan con una precisión y una exactitud que no permiten obtener los productos con las especificaciones solicitadas por los clientes. La preselección de los metros es realizada por los operadores, por lo que depende de la apreciación que tenga cada tejedor el momento de fijar la cantidad de metros en el contador.

Otro problema relacionado con los contadores de metros de tela es que cuando el contador ha llegado a la longitud preseleccionada, se enciende la luz intermitente de aviso, pero la máquina no deja de tejer, y si el operador no la detiene, esta seguirá tejiendo resultando un rollo de tela de longitud no deseada.

Para controlar la producción en cada turno, los telares planos poseen tres contadores mecánicos que tienden a ser manipulados y fallan con mucha frecuencia. Esto también depende del operador y es realizado manualmente, por lo que si en algún turno se averió el contador de pasadas o simplemente el tejedor no se percató de que en realidad se conmutó a la escala correspondiente, se pierde o cambia la información que se utiliza para calcular la eficiencia de las máquinas. Los puntajes de los contadores de pasadas son recolectados a diario por un asistente de producción que debe tomar los valores antes del inicio del primer turno de todos los días trabajados. Si por alguna razón no se logró obtener los datos éstos se perderán y la eficiencia por turno se verá afectada en los reportes de producción.

Tiene un sistema de detección de fallas de trama y de urdimbre, pero no se registra la cantidad y la frecuencia con que se producen, por lo que no se tiene información acerca de la calidad del hilo que se está utilizando.

No dispone de un sistema de conteo de horas que realmente permita determinar la eficiencia de la máquina, ni otra clase de información, Por ejemplo, horas de paro por mantenimiento o por falta de la materia prima que, en el caso de los telares, son los hilos de urdimbre y los de trama.

En resumen, el hecho de que no se controle y no se disponga de datos acerca de las máquinas textiles INVESTA conlleva a las siguientes dificultades:

1. Falta de registro de la cantidad de materia prima utilizada.
2. Retrazo en la detección de fallas, lo que resulta en un bajo índice de disponibilidad de máquina.
3. Reportes y registros de producción poco aproximados a la realidad.
4. Eficiencia de la maquinaria alrededor del 60%.
5. Requerimiento de personal para registrar la producción los fines de semana y días feriados.
6. Longitud de rollos de tela que no corresponde a las especificaciones solicitadas.
7. Falta de un sistema de registro de causas de paro y desconocimiento.

## **1.8 Alternativas de solución**

La solución que se plantea para resolver los problemas presentados es la de implementar un control centralizado para las 16 máquinas, utilizando como entradas señales que proporcionan las mismas máquinas, acondicionando su valor en el caso de que sea necesario.

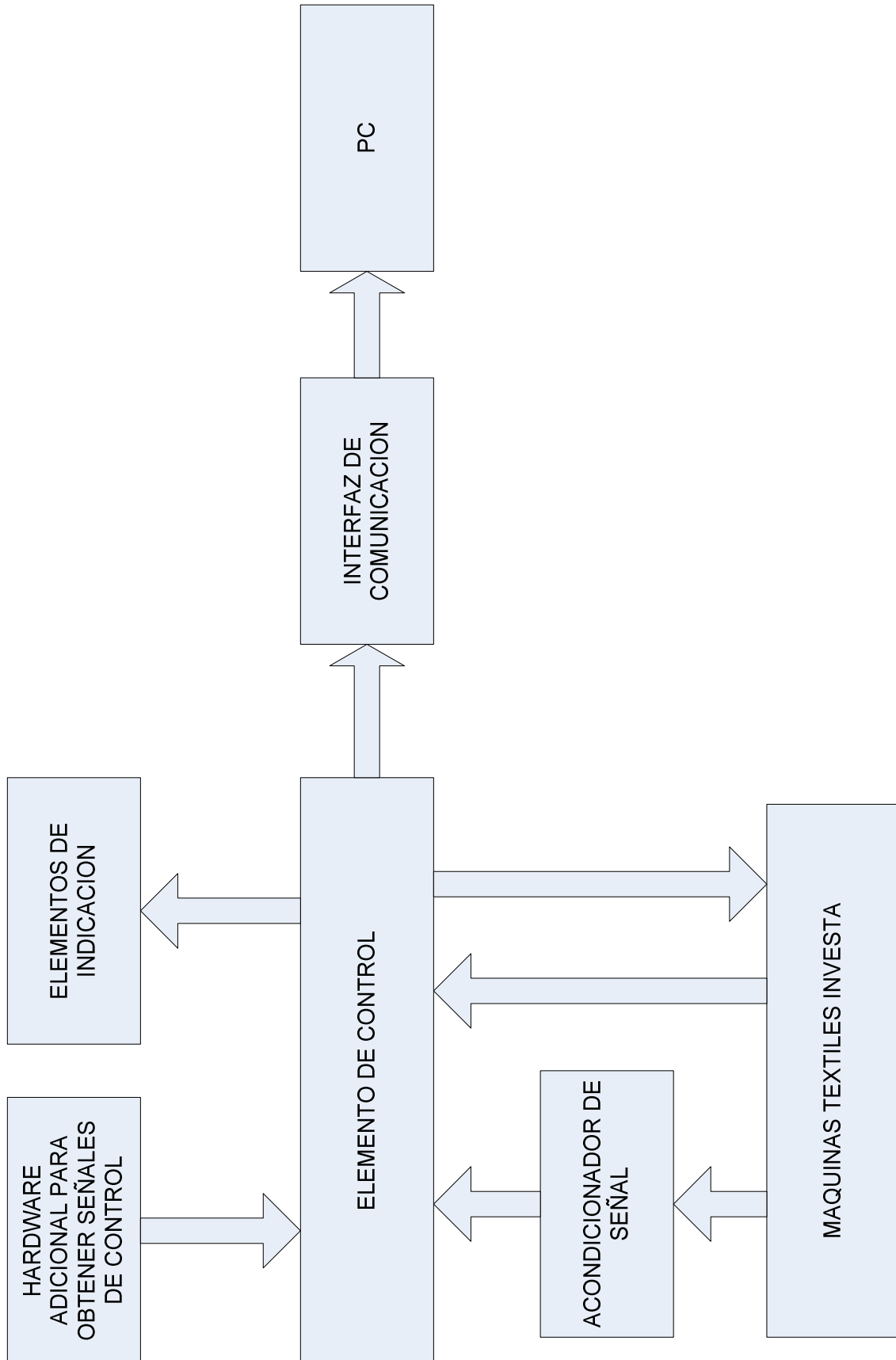


Figura 1.11 Diagrama de Bloques del sistema a implementar

El sistema debe ser capaz de manejar el número de entradas correspondientes a las 16 máquinas y luego de relacionarlas entre sí, tomar los datos necesarios y enviarlos a través de un canal de comunicación. En la Figura 1.11 se muestra un diagrama de bloques del sistema a implementar.

El hardware utilizado deberá ser seguro y confiable, con grado de protección para trabajo en ambiente de tipo industrial. Además, un software que se constituya en la interfaz hombre - máquina y despliegue la información de las máquinas a los operadores. Los datos deben ser almacenados en una base albergada en un computador personal que forme parte de la red de comunicaciones de la empresa, para que estos datos puedan ser utilizados por el personal que así lo requiera.

A continuación, en los capítulos siguientes se procede a describir la implementación de la solución aquí propuesta.

## **CAPÍTULO 2**

### **DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL HARDWARE**

#### **1.1 PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

##### **2.1.1 Introducción**

El control de un proceso discreto se realiza mediante una secuencia de operaciones las mismas que, para iniciarse, responden a ciertas condiciones y continúan ejecutándose o entran en un ciclo hasta que otras condiciones producen un cambio en su estado o dan por terminado el proceso. Así es como, manejando una serie de eventos, se logra controlar las condiciones involucradas.

Se pueden manejar varias clases de secuencias, por ejemplo secuencias manejadas por tiempos, por conteos, por clases de eventos, etc.

Las condiciones a las que responden las diferentes operaciones de los procesos discretos por lo general son entradas que, dependiendo del equipo, deberán ser de un mismo tipo y su valor podrá manejarse entre los límites que acepte como entrada el equipo. En muchas ocasiones, las señales que se encuentran en la maquinaria que se desea controlar no son del mismo tipo; por ejemplo, se puede capturar señales de diferentes valores de voltaje o corriente. En estas circunstancias, se hace necesario el acondicionamiento de estas para que adopten una condición adecuada de entrada para el equipo de control seleccionado. Algo similar puede suceder con las salidas de control.

Por otro lado, en la mayoría de aplicaciones industriales es importante y casi siempre necesario registrar la evolución de un proceso. Para esto se requieren de equipos dotados de memoria que muchas veces esta se encuentra en cantidades limitadas en los equipos de control, por lo que se hace necesario a la utilización de PCs para aplicaciones industriales.



### 2.1.2 Propuesta de solución

La solución que se plantea utilizará señales eléctricas que proporcionan información sobre el estado de las máquinas textiles INVESTA, unas prevendrán desde las máquinas mismas, y otras desde fuentes externas que indican alguna condición que afectan su funcionamiento

En el primer caso, las señales que se pueden obtener directamente de las máquinas permitirán:

1. controlar la longitud de los tejidos,
2. obtener información sobre la cantidad de metros de hilo utilizados en la urdimbre,
3. la cantidad de metros y rollos fabricados por turno,
4. el tiempo que se permanece tejiendo, y
5. el tiempo que se detiene por mantenimiento o por anudado.

Con estos datos es posible calcular las eficiencias, y determinar la cantidad y las causas de paro de las máquinas. Estas señales además servirán para emitir indicaciones de tipo luminoso que alerten a los operadores.

En segundo lugar se tiene las señales que indican alguna condición importante que pueda afectar el funcionamiento normal de las máquinas. Estas señales son:

1. La disminución de la presión del aire comprimido que las máquinas utilizan para introducir la trama,
2. la falta de una o más fases que puede ocasionar daños en el sistema eléctrico y electrónico, y
3. el cambio de turno de trabajo.

Todas estas señales actuarán como entradas de un elemento de control que deberá guardar momentáneamente la información correspondiente para luego ser transferida a una PC que desplegará los datos, mediante un software que

interprete los mismos, y que almacene la información cada fin de turno de trabajo con la posibilidad de generar reportes.

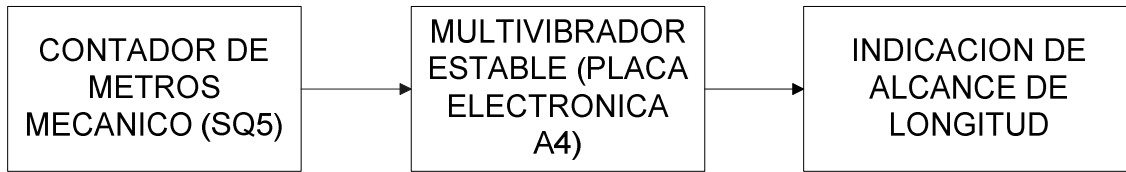
## **2 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y SEÑALES DE CONTROL**

Para implementar la solución de controlar y registrar la información de las máquinas textiles INVESTA se hace necesario conocer las condiciones de funcionamiento y las señales de control que se aprovecharán o implementarán para obtener la información necesaria para cumplir los requerimientos del sistema. Estas señales son las siguientes:

1. Conteo y reposición a cero de las pasadas de trama del tejido
2. Función de tejido y paro de la máquina.
3. Ruptura de la urdimbre.
4. Pasada fallada de la trama.
5. Indicación de llamada al mecánico (mantenimiento) e indicación de llamada al anudador (anudado).
6. Disminución de la presión de aire comprimido y falta de fase y cambio de turno de trabajo.

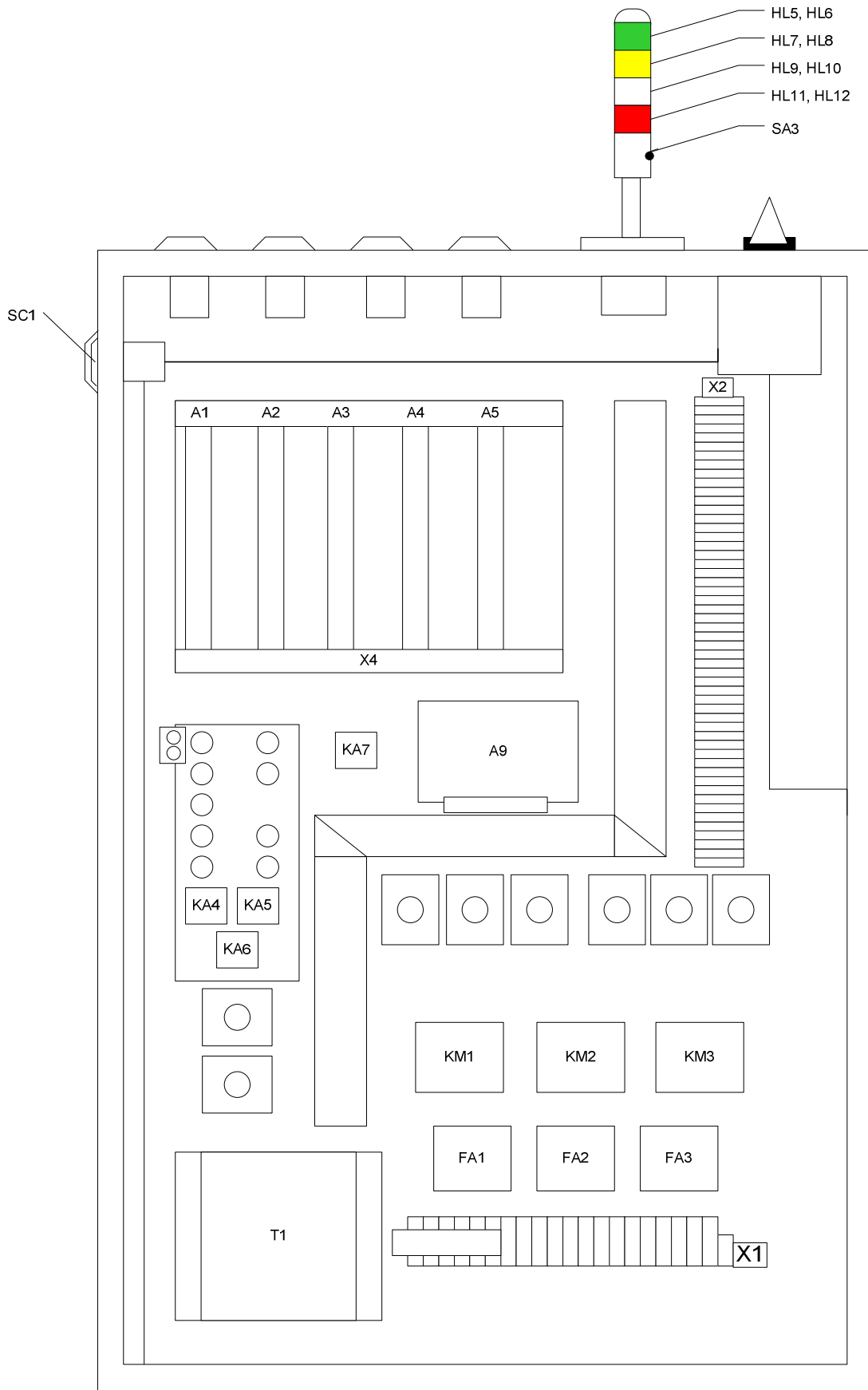
### **2.2.1. Señal de Conteo de las Pasadas de Trama del Tejido**

En las máquinas INVESTA existe un contador mecánico de metros (Figura 1.10) que trabaja de tal manera que cuando en la máquina se ha obtenido la longitud previamente seleccionada de tejido, conecta un micro-interruptor (SQ5) del mismo contador. Con esto se pone en funcionamiento un multivibrador estable implementado en la placa electrónica A4, ubicada en el tablero de distribución del telar (Figura 2.2), que permanece en cada estado aproximadamente 1 segundo, controlando el encendido intermitente de la luz de color blanco (HL9 y HL10) que indica que se ha alcanzado la preselección de longitud del tejido. En la Figura 2.1 se muestra el diagrama de bloques de esta función.

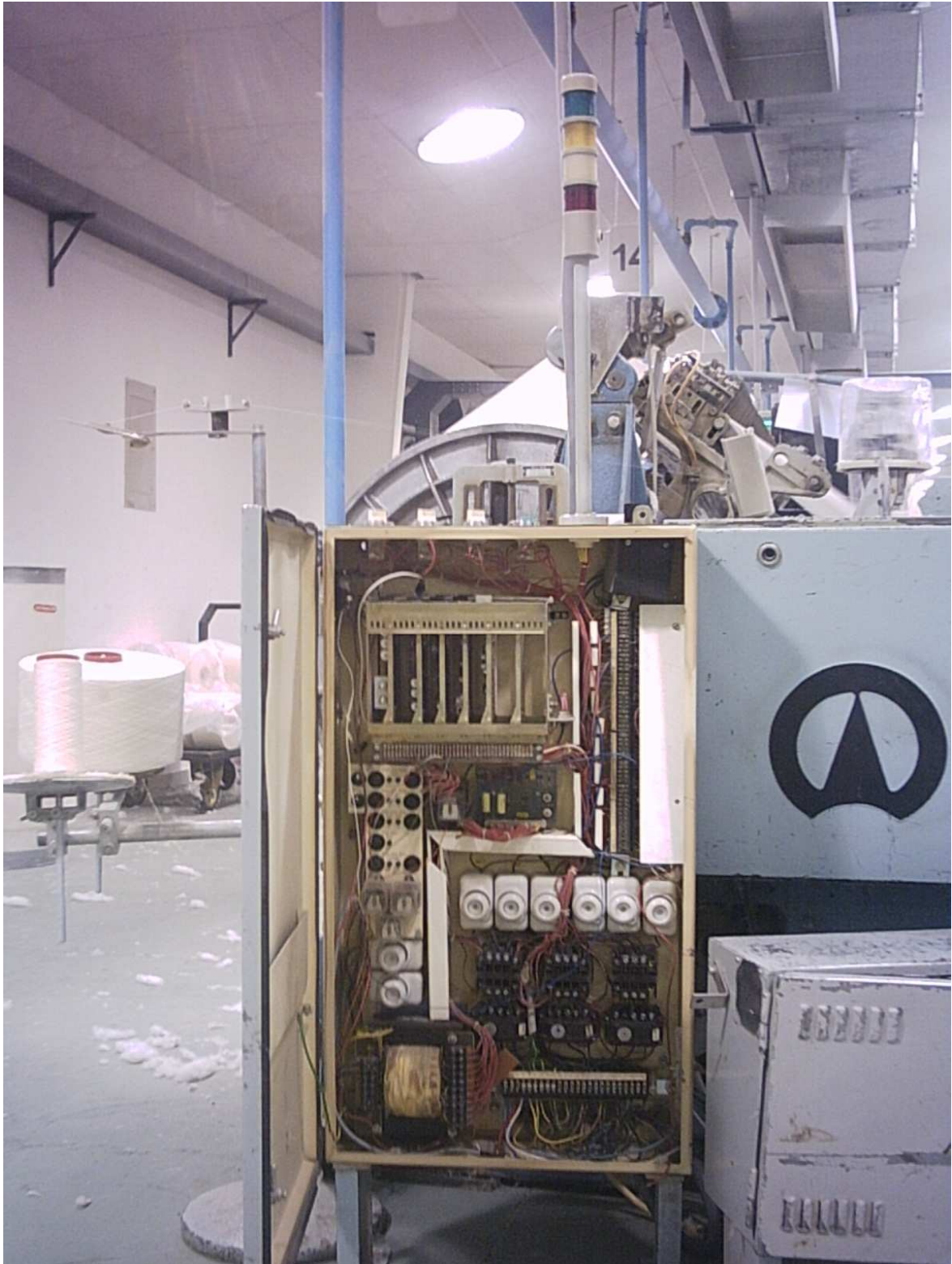


**Figura 2.1 Función de indicación de fin de tejido**

Esta forma de alerta será mantenida y la función del micro-interruptor (SQ5) será reemplazada por un relé (a ser denominado KA7) activado por la señal de salida del nuevo contador implementado. Este relé será ubicado en la posición que se observa en la Figura 2.2 en el mismo tablero de distribución. Un contacto NA del relé KA7 sustituirá el microinterruptor de los contadores mecánicos actuales, y un contacto NC del mismo relé se conectará en serie con la línea del paro de emergencia que, cuando es activado, desconecta el motor principal. Así servirá para detener el funcionamiento de la máquina cuando se logre alcanzar la longitud preseleccionada, asegurando con esto que no se la pueda encender mientras no se haya reestablecido a cero el valor del contador de metros.



**Figura 2.2a Esquema del Tablero de distribución de las máquinas textiles INVESTA**

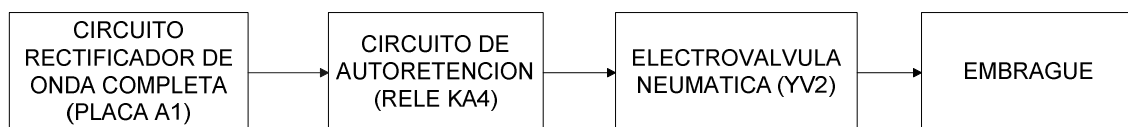


**Figura 2.2b Tablero de distribución de las máquinas textiles INVESTA**

La señal de entrada para el contador de metros proviene de un sensor inductivo llamado BQ1 UBM 22B, que se describe posteriormente.

### 2.2.2. Función de Tejido y Paro de la Máquina

En los tableros de distribución de los telares se encuentran señales que permiten conocer el estado de funcionamiento de la máquina y que son utilizadas para avisar al control del regulador de la tensión de urdimbre. Una de estas señales indica si la máquina se encuentra realizando la función de tejido. Existe un voltaje continuo que se obtiene mediante un rectificador de onda completa para activar una electroválvula. Cuando se presiona el botón de encendido de la máquina (para que realice la función de tejido), se alimenta la bobina de un relé (KA4, Figura 2.2). A través de uno de los contactos de éste relé, se activá un circuito de autoretención que asegura la función de encendido o apagado de la máquina y que permite que la electroválvula antes mencionada desbloquee el embrague para que la máquina logre funcionar. Los 16.5 voltios con los que trabaja la electroválvula se utilizarán para conocer si la máquina se encuentra produciendo tejido. En el siguiente diagrama de bloques se puede observar la procedencia de esta señal.



**Figura 2.3 Señal de máquina en producción de tejido**

### 2.2.3. Ruptura de la Urdimbre

En caso de ruptura del hilo de urdimbre se asienta una laminilla del para-urdimbre enganchada en este hilo, sobre un listón de contacto (SQ2 en el ANEXO

A, Plano de Distribución de los Elementos de la Máquina) y ocasiona el paro de la máquina en la posición más cercana a la próxima calada abierta.

Al conectar uno de los dispositivos de paro (laminillas), se tiene una señal de entrada para la placa electrónica A4 que sirve para conmutar a tierra un tiristor y así se consigue encender la luz de color verde de la torre de indicación (HL5 y HL6), que funciona con 21.1 Vdc, y que da un aviso de que el paro se debe a que existió un hilo de urdimbre roto. Al conmutar a tierra ese tiristor desaparecen los 21.1 Vdc en el punto 16 de la regleta de conexión X4. Esta señal será utilizada para registrar y conocer si la máquina se detuvo debido a la ruptura de un hilo de urdimbre. Esta función se observa en la Figura 2.4.



**Figura 2.4 Señal para indicación de paro de urdimbre**

#### **2.2.4. Pasada Fallida de la Trama**

Al producirse una pasada fallida, se detiene la máquina en la posición de calada abierta, lo que permite destejer la trama indebidamente introducida en la calada. El circuito del para-trama se encuentra en la placa electrónica A4, que es similar al circuito del para-urdimbre. El captador y dispositivo de paro A7 (ANEXO A) transmite la información sobre la pasada fallada de la trama a una entrada en la unidad A4 que permite detener la máquina y conmutar a tierra un tiristor. Este tiristor a su vez controla el encendido de la luz amarilla (HL7 y HL8) que indica que se ha producido una falla de trama. De manera similar que en el para-urdimbre, desaparecen los 21.1 V en el punto 18 de la regleta X4, que es el punto de contacto para que se enciendan los bombillos de la luz amarilla. Esta señal será tomada para registrar un paro por pasada fallada de trama. Esta función se observa en el diagrama de bloques de la Figura 2.5 siguiente:



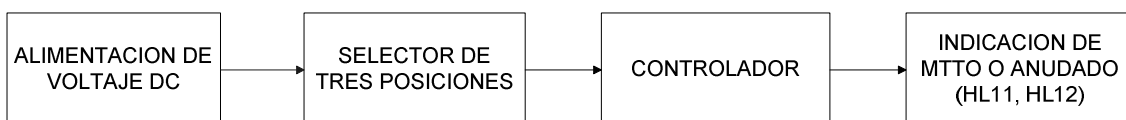
**Figura 2.5 Señal para indicación de paro de trama**

## **2.2.5 Indicación de Llamada al Mecánico (mantenimiento) e Indicación de Llamada al Anudador (anudado)**

Se necesita una señal para indicación de que la máquina se encuentra en mantenimiento y otra para indicar que se necesita anudar un nuevo urdido por agotamiento del urdido actual. Estas señales deben permitir registrar el tiempo que han tomado estas dos clases de actividades.

Para esto se debe disponer de dos señales a ser habilitadas por el personal de mantenimiento o anudado, según sea el caso, mediante un selector de tres posiciones instalado en la misma máquina.

El encendido de la luz roja de la torre de indicación (HL11 y HL12) representa la necesidad de anudado o mantenimiento de la máquina.



**Figura 2.6 Señal para indicación de mantenimiento o anudado**

## **2.2.6. Disminución de la Presión de Aire Comprimido, Falta o Inversión de Fases y Cambio de Turno**



Adicionalmente es necesario realizar el control de ciertas condiciones que afectan el funcionamiento de la máquina. Una de ellas es la disminución de la presión en el anillo de aire comprimido que utilizan los telares para la introducción de la trama. La disminución de la presión debe ligarse a una indicación de tipo luminoso para alertar a los operador, debido a que si las máquinas continúan trabajando con baja presión, las fallas en el tejido, que por lo general son argollas de los hilos de trama entre los de urdimbre, dan como resultado porciones de tela que pueden provocar que todo un rollo de 165 o hasta de 300 metros sea calificado como producto no conforme.

Actualmente existe esta indicación a través de un interruptor de presión (Figura 2.7) del que se utilizará el mismo contacto para conocer si existe una disminución de la presión de aire comprimido.



**Figura 2.7 Interruptor de presión e indicación existente de límite inferior de presión de aire comprimido**

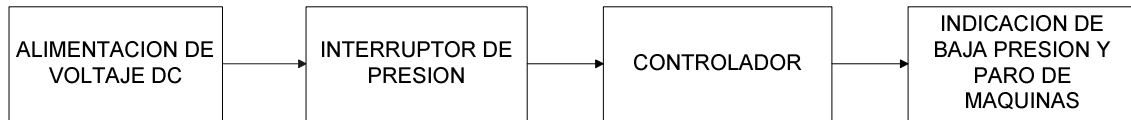
En realidad para que el valor de trabajo de la presión de aire comprimido pueda recuperarse, no es necesario detener las máquinas textiles INVESTA en su totalidad. Basta detener las que mayor cantidad de flujo de aire consumen. En principio se pensaría que las máquinas que producen tejidos semipesados (como la gabardina) consumen mayor cantidad de flujo de aire comprimido, pero no necesariamente sucede esto debido a varios factores como, por ejemplo, el desgaste de los accesorios o desajustes en los reguladores de presión de las máquinas. Por esta razón, para asegurar cuáles deben ser las máquinas que se detengan cuando se produzca una disminución de la presión del aire comprimido por debajo de 6 bares, se ha utilizado un medidor de flujo, tomando datos del consumo de cada máquina medidos en pies cúbicos por minuto (CFM) y mostrados la Tabla 2.1.

**CONSUMO DE AIRE COMPRIMIDO TELARES**

TELAR	PRODUCTO	CFMmin	CFMmax	CFMpromedio
1	SESGO	21.5	24.0	22.8
2	SESGO	23.5	24.5	24.0
3	GABARDINA VENTA	39.0	42.5	40.8
4	SESGO	34.5	35.5	40.3
5	GABARDINA VENTA	46.5	48.0	47.3
6	SESGO	22.0	24.5	23.3
7	GABARDINA VENTA	30.0	39.5	34.8
8	SESGO	28.5	31.0	29.8
9	GABARDINA DESCRUDE	32.5	36.0	34.3
10	SESGO	38.5	40.0	39.3
11	GABARDINA DESCRUDE	48.5	50.0	49.3
12	SESGO	40.5	43.0	41.8
13	GABARDINA DESCRUDE	38.5	42.0	35.0
14	SESGO	25.5	28.0	26.8
15	GABARDINA DESCRUDE	33.5	37.0	35.3
16	SESGO	34.5	36.0	35.3

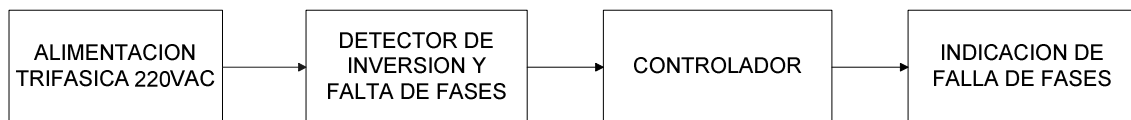
**Tabla 2.1 Consumo de aire comprimido por telar**

Como se puede observar, los telares que trabajan con un mayor consumo de flujo de aire comprimido son: 3, 4, 5, 10, 11 y 12. Estos son los que se tomarán en cuenta para ser detenidos hasta que el sistema de aire comprimido se recupere al valor normal de presión de trabajo (entre 6 y 8 bares). La Figura 2.8 siguiente es el diagrama de bloques de la función a implementar:



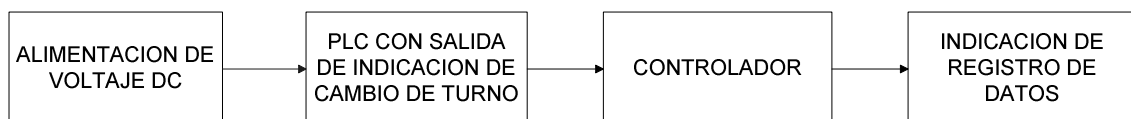
**Figura 2.8 Función de indicación y paro por baja presión de aire comprimido**

Por otro lado, cuando existe la falta de una de las tres fases de alimentación de voltaje para las máquinas textiles INVESTA, pueden ocurrir daños, sobre todo en las placas electrónicas que controlan el desenrollamiento de la urdimbre, entonces se debe implementar una indicación de que ha ocurrido esta clase de falla.



**Figura 2.9 Función de indicación de falla de fases**

Por último, se debe conocer que se ha producido el cambio de turno para que se pueda adjudicar al turno que finaliza la información necesaria, esto para poder registrar los datos automáticamente. En la planta industrial de TEIMSA, se dispone de un PLC que controla la sirena que indica el cambio de los tres turnos de trabajo, a las 06h00, 14h00 y 22h00. Habilitando una salida de este PLC ligada a este horario, se puede hacer coincidir de manera real el cambio de turno.



## Figura 2.10 Función de indicación de cambio de turno

### 2.3 Selección del Elemento de Control

Como ya se analizó, se necesitan las siguientes señales que corresponden a entradas de tipo digital: Sensor de pasadas, reset de longitud, señal de función de tejido, ruptura de urdimbre, pasada fallada de trama, indicación y control de llamada al mecánico (mantenimiento) e indicación y control de llamada al anudador (anudado). Por tanto, cada máquina necesita de siete entradas, que multiplicadas por las 16 máquinas se tiene un total de 142 entradas, más la entrada de aviso de disminución de presión y de falta de fase se tienen 144 entradas a manejarse.

Para controlar el paro de una máquina cuando se ha obtenido la longitud deseada de los tejidos se necesita de 1 salida, y para indicar si la máquina se encuentra en mantenimiento o anudado 2 salidas por cada máquina. Por tanto son 3 salidas de control por máquina dando un total de 48 salidas de tipo digital. También se tienen las salidas para detener las máquinas que mayor consumo de flujo de aire comprimido presentan, que son seis, y las salidas para la indicación de disminución de la presión de aire comprimido y de falta de fase. En total se requieren 56 salidas de tipo digital.

Además se necesita un puerto de comunicaciones para obtener la información necesaria que, junto al software adecuado, servirá para monitorear los parámetros solicitados en tiempo real.

Por todo lo anterior y debido a que se trata de una instalación de tipo industrial, que requiere un proceso de maniobra y señalización con las opciones de expansión y versatilidad en cuanto al tipo y la cantidad de señales de entrada y salida que acepte y de comunicación, se utiliza como elemento de control un PLC

que, dadas sus características de dimensiones reducidas, facilidad de montaje, rápida utilización y modificación de los programas de control para cambios en el proceso, es el elemento de control indicado para esta aplicación.

Debido a futuras modificaciones en la planta industrial de Tisaje y a la política de reemplazar y modernizar la maquinaria cuando ésta ha cumplido su vida útil, los telares que se desea controlar tienen una expectativa de uso de aproximadamente cinco años y conociendo que se realizará un reemplazo progresivo en grupos de 4 o 6 máquinas por otras técnicamente innovadoras y eficientes, se han separado las 16 máquinas en dos grupos de 6 y uno de 4 para que cada uno de estos grupos sean controlados por un mismo PLC.

Por consiguiente, debido al número de entradas que ofrece luego de instalar módulos de expansión, la facilidad de obtener el software de programación, la opción de comunicación denominada Freeport que permite crear protocolos personalizados y la disponibilidad inmediata en el mercado se han seleccionado tres unidades de la gama S7-200 de la marca Siemens.

Estos controladores lógicos programables son del tipo que dispone de una CPU 224 (número de parte 6ES7 214-1BD23-0XB0) con alimentación nominal de voltaje de 120 a 240 Vac. Tiene 14 entradas digitales de 24 Vdc y 10 salidas digitales de relé, y tiene un puerto de comunicaciones RS485. El conjunto completo de características se encuentran en el ANEXO B.

Tanto las entradas del CPU como las de los módulos de expansión de tipo digital de corriente continua, aceptan valores entre 15 y 30 Vdc para señal 1 lógica. Esto permite conectar directamente todas las señales analizadas anteriormente, excepto la señal del sensor de pasadas que se la acondicionará más adelante.

Como se mencionó anteriormente, se separarán las dieciséis máquinas en tres grupos, dos de seis y uno de cuatro. Consecuentemente, en los grupos de seis telares se adicionarán en cada CPU dos módulos de expansión de 16

entradas y 16 salidas digitales y para el grupo de cuatro se necesita únicamente un módulo de expansión como se muestra en la distribución de las Tablas 2.2, 2.3 y 2.4.

		Entradas		Salidas	
<b>PLC 1</b>	TELAR 1	I0.0	SENSOR PASADAS	Q0.0	Paro telar 1
		I0.1	RESET LONGITUD	Q0.1	Paro telar 2
		I0.2	SEÑAL DE TEJER	Q0.2	Paro telar 3
		I0.3	PARO TRAMA	Q0.3	Paro telar 4
		I0.4	PARO URDIMBRE	Q0.4	Paro telar 5
		I0.5	MANTENIMIENTO	Q0.5	Paro telar 6
		I0.6	ANUDADO	Q0.6	Paro aire comprimido telar 3
	SEÑALES ADICIONALES	I0.7	CAMBIO DE TURNO	Q0.7	Paro aire comprimido telar 4
		I1.0	SECUENCIA DE ENVIO DE DATOS	Q1.0	Paro aire comprimido telar 5
		I1.1	AIRE COMPRIMIDO	Q1.1	Indicación MTTO telar 1
		I1.2	RESET FORZADO	Q1.2	Indicación MTTO telar 2
	TELAR 2	I1.3	SENSOR PASADAS		
		I1.4	RESET LONGITUD		
		I1.5	SEÑAL DE TEJER		
	<b>MODULO 1.1</b>	TELAR 2	I2.0	PARO TRAMA	Q2.0
I2.1			PARO URDIMBRE	Q2.1	Indicación MTTO telar 4
I2.2			MANTENIMIENTO	Q2.2	Indicación MTTO telar 5
I2.3			ANUDADO	Q2.3	Indicación MTTO telar 6
TELAR 3		I2.4	SENSOR PASADAS	Q2.4	Indicación ANUDADO telar 1
		I2.5	RESET LONGITUD	Q2.5	Indicación ANUDADO telar 2
		I2.6	SEÑAL DE TEJER	Q2.6	Indicación ANUDADO telar 3
		I2.7	PARO TRAMA	Q2.7	Indicación ANUDADO telar 4
		I3.0	PARO URDIMBRE	Q3.0	Indicación ANUDADO telar 5
		I3.1	MANTENIMIENTO	Q3.1	Indicación ANUDADO telar 6
		I3.2	ANUDADO	Q3.2	Indicación disminución presión
TELAR 4		I3.3	SENSOR PASADAS	Q3.3	LIBRE
		I3.4	RESET LONGITUD	Q3.4	LIBRE
		I3.5	SEÑAL DE TEJER	Q3.5	LIBRE
		I3.6	PARO TRAMA	Q3.6	LIBRE
	I3.7	PARO URDIMBRE	Q3.7	LIBRE	
<b>MODULO 1.2</b>	TELAR 4	I4.0	MANTENIMIENTO	Q4.0	LIBRE
		I4.1	ANUDADO	Q4.1	LIBRE
	TELAR 5	I4.2	SENSOR PASADAS	Q4.2	LIBRE
		I4.3	RESET LONGITUD	Q4.3	LIBRE
		I4.4	SEÑAL DE TEJER	Q4.4	LIBRE
		I4.5	PARO TRAMA	Q4.5	LIBRE
		I4.6	PARO URDIMBRE	Q4.6	LIBRE
		I4.7	MANTENIMIENTO	Q4.7	LIBRE
		I5.0	ANUDADO	Q5.0	LIBRE
	TELAR 6	I5.1	SENSOR PASADAS	Q5.1	LIBRE

	15.2	RESET LONGITUD	Q5.2	LIBRE
	15.3	SEÑAL DE TEJER	Q5.3	LIBRE
	15.4	PARO TRAMA	Q5.4	LIBRE
	15.5	PARO URDIMBRE	Q5.5	LIBRE
	15.6	MANTENIMIENTO	Q5.6	LIBRE
	15.7	ANUDADO	Q5.7	LIBRE

**Tabla 2.2.- Distribución de entradas y salidas digitales PLC1**

		Entradas		Salidas	
<b>PLC 2</b>	TELAR 7	10.0	SENSOR PASADAS	Q0.0	Paro telar 7
		10.1	RESET LONGITUD	Q0.1	Paro telar 8
		10.2	SEÑAL DE TEJER	Q0.2	Paro telar 9
		10.3	PARO TRAMA	Q0.3	Paro telar 10
		10.4	PARO URDIMBRE	Q0.4	Paro telar 11
		10.5	MANTENIMIENTO	Q0.5	Paro telar 12
		10.6	ANUDADO	Q0.6	Paro aire comprimido telar 10
	SEÑALES ADICIONALES	10.7	CAMBIO DE TURNO	Q0.7	Paro aire comprimido telar 11
		11.0	SECUENCIA DE ENVIO DE DATOS	Q1.0	Paro aire comprimido telar 12
		11.1	AIRE COMPRIMIDO	Q1.1	Indicación MTTO telar 7
		11.2	RESET FORZADO	Q1.2	Indicación MTTO telar 8
		TELAR 8	11.3	SENSOR PASADAS	
	11.4		RESET LONGITUD		
	11.5		SEÑAL DE TEJER		
	<b>MODULO 2.1</b>	TELAR 8	12.0	PARO TRAMA	Q2.0
12.1			PARO URDIMBRE	Q2.1	Indicación MTTO telar 10
12.2			MANTENIMIENTO	Q2.2	Indicación MTTO telar 11
12.3			ANUDADO	Q2.3	Indicación MTTO telar 12
TELAR 9		12.4	SENSOR PASADAS	Q2.4	Indicación ANUDADO telar 7
		12.5	RESET LONGITUD	Q2.5	Indicación ANUDADO telar 8
		12.6	SEÑAL DE TEJER	Q2.6	Indicación ANUDADO telar 9
		12.7	PARO TRAMA	Q2.7	Indicación ANUDADO telar 10
		13.0	PARO URDIMBRE	Q3.0	Indicación ANUDADO telar 11
		13.1	MANTENIMIENTO	Q3.1	Indicación ANUDADO telar 12
		13.2	ANUDADO	Q3.2	Indicación disminución presión
		TELAR 10	13.3	SENSOR PASADAS	Q3.3
13.4			RESET LONGITUD	Q3.4	LIBRE
13.5			SEÑAL DE TEJER	Q3.5	LIBRE
13.6	PARO TRAMA		Q3.6	LIBRE	
13.7	PARO URDIMBRE		Q3.7	LIBRE	
<b>MODULO 2.2</b>	TELAR 10	14.0	MANTENIMIENTO	Q4.0	LIBRE
		14.1	ANUDADO	Q4.1	LIBRE
	TELAR 11	14.2	SENSOR PASADAS	Q4.2	LIBRE
		14.3	RESET LONGITUD	Q4.3	LIBRE
		14.4	SEÑAL DE TEJER	Q4.4	LIBRE
		14.5	PARO TRAMA	Q4.5	LIBRE
		14.6	PARO URDIMBRE	Q4.6	LIBRE
14.7	MANTENIMIENTO	Q4.7	LIBRE		

	TELAR 12	15.0	ANUDADO	Q5.0	LIBRE
		15.1	SENSOR PASADAS	Q5.1	LIBRE
		15.2	RESET LONGITUD	Q5.2	LIBRE
		15.3	SEÑAL DE TEJER	Q5.3	LIBRE
		15.4	PARO TRAMA	Q5.4	LIBRE
		15.5	PARO URDIMBRE	Q5.5	LIBRE
		15.6	MANTENIMIENTO	Q5.6	LIBRE
		15.7	ANUDADO	Q5.7	LIBRE

**Tabla 2.3.- Distribución de entradas y salidas digitales PLC2**

		Entradas		Salidas	
<b>PLC 3</b>	TELAR 13	10.0	SENSOR PASADAS	Q0.0	Paro telar 13
		10.1	RESET LONGITUD	Q0.1	Paro telar 14
		10.2	SEÑAL DE TEJER	Q0.2	Paro telar 15
		10.3	PARO TRAMA	Q0.3	Paro telar 16
		10.4	PARO URDIMBRE	Q0.4	CONTROL DATOS PLC1
		10.5	MANTENIMIENTO	Q0.5	CONTROL DATOS PLC 2
		10.6	ANUDADO	Q0.6	CONTROL DATOS PLC3
	TELAR 16	10.7	MANTENIMIENTO	Q0.7	LIBRE
		11.0	ANUDADO	Q1.0	Indicación MTTO telar 13
	SEÑALES ADICIONALES	11.1	CAMBIO DE TURNO	Q1.1	Indicación MTTO telar 14
		11.2	RESET FORZADO		
	TELAR 14	11.3	SENSOR PASADAS		
		11.4	RESET LONGITUD		
		11.5	SEÑAL DE TEJER		
	<b>MODULO 3.1</b>	TELAR 14	12.0	PARO TRAMA	Q2.0
12.1			PARO URDIMBRE	Q2.1	Indicación MTTO telar 16
12.2			MANTENIMIENTO	Q2.2	Luz piloto reset
12.3			ANUDADO	Q2.3	LIBRE
TELAR 15		12.4	SENSOR PASADAS	Q2.4	Indicación ANUDADO telar 13
		12.5	RESET LONGITUD	Q2.5	Indicación ANUDADO telar 14
		12.6	SEÑAL DE TEJER	Q2.6	Indicación ANUDADO telar 15
		12.7	PARO TRAMA	Q2.7	Indicación ANUDADO telar 16
		13.0	PARO URDIMBRE	Q3.0	LIBRE
		13.1	MANTENIMIENTO	Q3.1	LIBRE
		13.2	ANUDADO	Q3.2	LIBRE
TELAR 16		13.3	SENSOR PASADAS	Q3.3	LIBRE
		13.4	RESET LONGITUD	Q3.4	LIBRE
		13.5	SEÑAL DE TEJER	Q3.5	LIBRE
		13.6	PARO TRAMA	Q3.6	LIBRE
		13.7	PARO URDIMBRE	Q3.7	LIBRE

**Tabla 2.4. Distribución de entradas y salidas digitales PLC3**

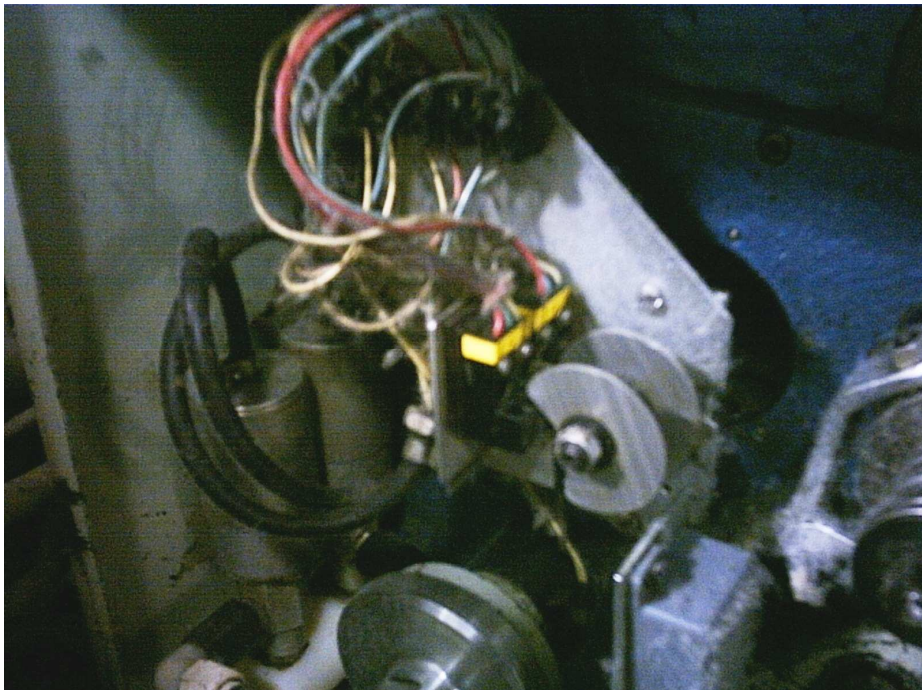


La distribución de la conexión de entradas y salidas en los PLCs que controlan seis máquinas se muestra en la siguiente Figura aaa y la distribución de conexión para el PLC que controla las últimas cuatro máquinas se muestra en la Figura bbb:

## **2.4 Diseño e implementación del sistema de control**

### **2.4.1 Diseño del circuito acondicionador de señal**

La señal que necesita ser acondicionada para que pueda convertirse en otra que sea aceptada por el PLC es aquella que emite el sensor BQ1 UBM 22B de pasadas o tramas introducidas en el tejido mostrado en la Figura 2.5. La conexión interna de este sensor está indicada en la Figura 2.6.

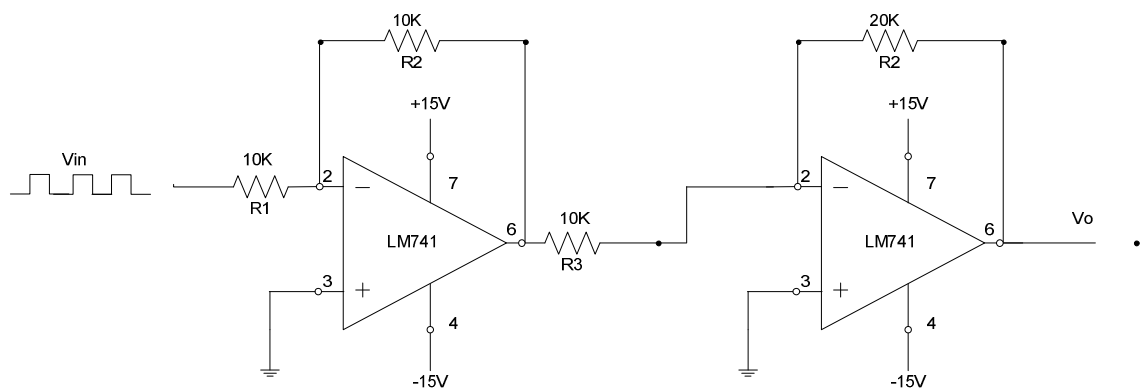


**Figura 2.11 Sensor inductivo UBM 22B**

Este sensor se alimenta con un voltaje de 19 Vdc y cada vez que se introduce la lámina de aluminio en la ranura desaparecen los 7.5 Vdc en el terminal de salida del sensor.

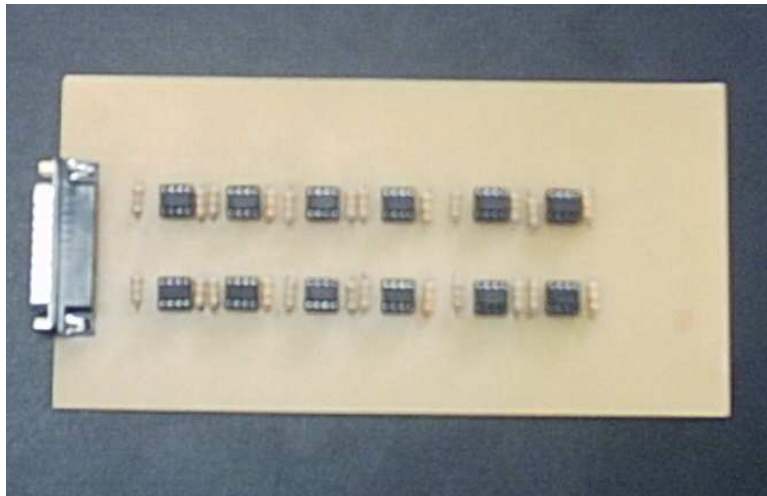
Cuando la máquina funciona, la lámina de aluminio gira a una velocidad aproximada de 460 RPM, por lo que en la salida en el terminal de salida del sensor se produce una señal con una frecuencia aproximada de 7.6 Hz que, según las características del PLC, es aceptada para los contadores y se encuentra dentro de los límites de operación para una entrada digital.

La señal de salida del sensor se constituirá en la entrada de un amplificador inversor de ganancia 1 y luego pasará a una segunda etapa de amplificación de ganancia 2 (Figura 2.12) para obtener la salida  $V_o$ , aproximadamente de 15 Vdc, que será la entrada para el contador de pasadas implementado en el PLC.

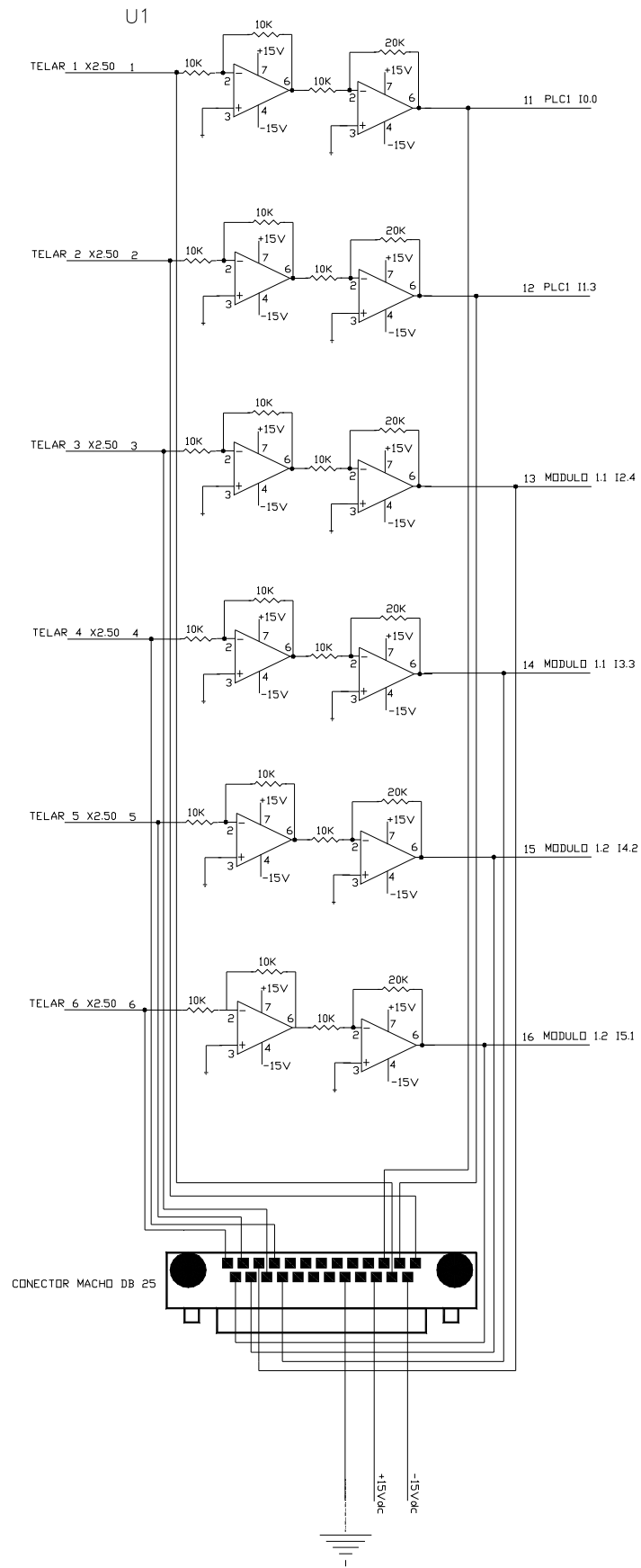


**Figura 2.12 Amplificador de voltaje para sensor de pasadas**

Se necesitan tres placas electrónicas, dos que contengan seis y una que contenga cuatro circuitos amplificadores debido a la distribución que se tiene para cada PLC. A estas placas se las ha denominado U1, U2 y U3, respectivamente. El circuito para U1 se muestra a continuación en la Figura 2.13, para U2 es igual y para U3 es similar pero sólo con tres amplificadores. En este circuito se adaptó un conector DB25 macho para las conexiones de alimentación, entradas y salidas. En la Figura 2.13 se muestra la configuración del circuito de la placa electrónica U1.



**Figura 2.13a Circuito U1**



### **Figura 2.13b Circuito U1**

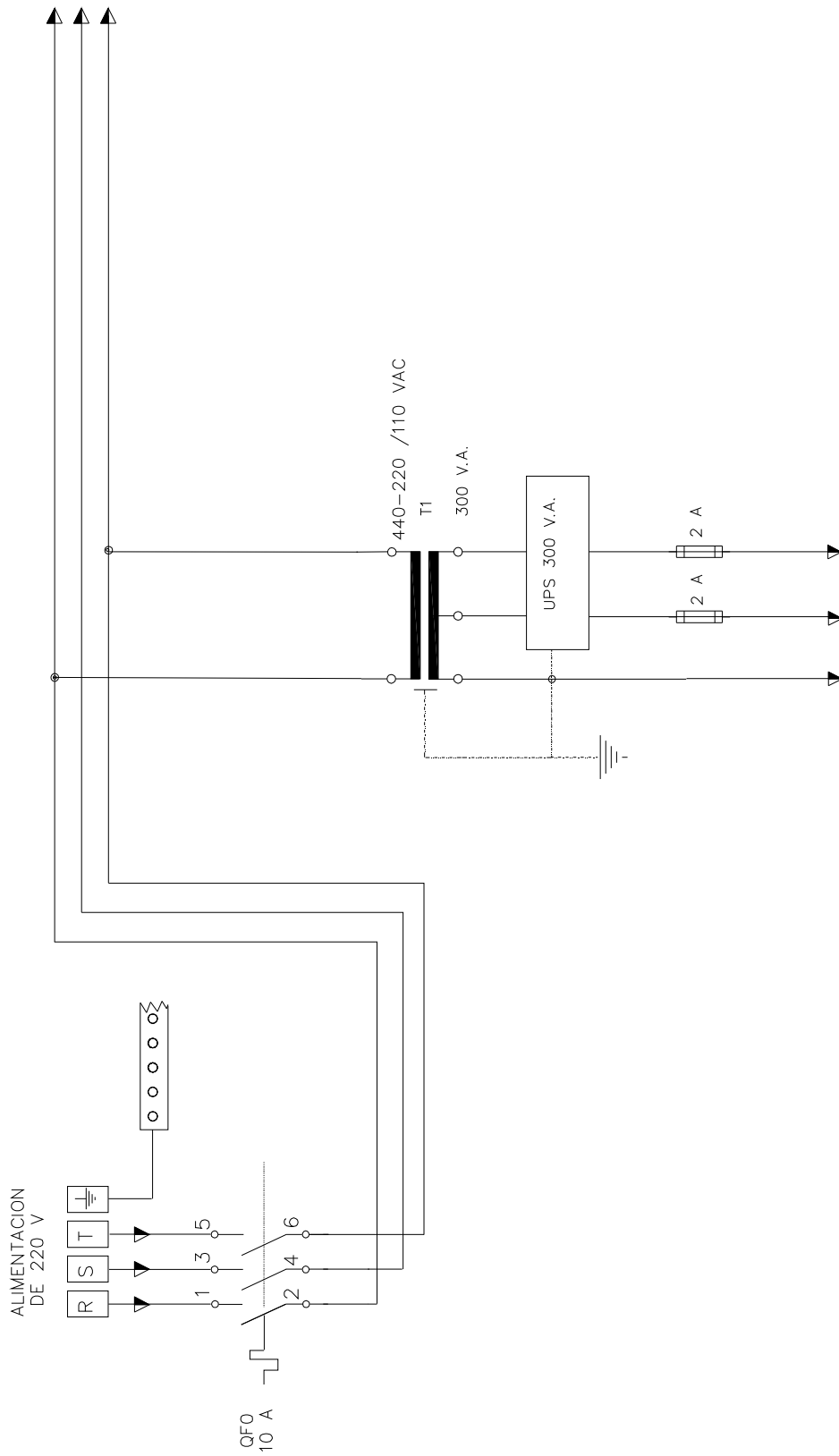
Para proveer el voltaje de polarización que necesitan estos circuitos se dispone de una fuente simétrica regulada de +15Vdc y -15Vdc de 2 amperios con referencia común.

Las hojas de datos de los amplificadores operacionales utilizados se encuentran en el ANEXO C.

### **2.4.2. Diseño del tablero de control y hardware adicional**

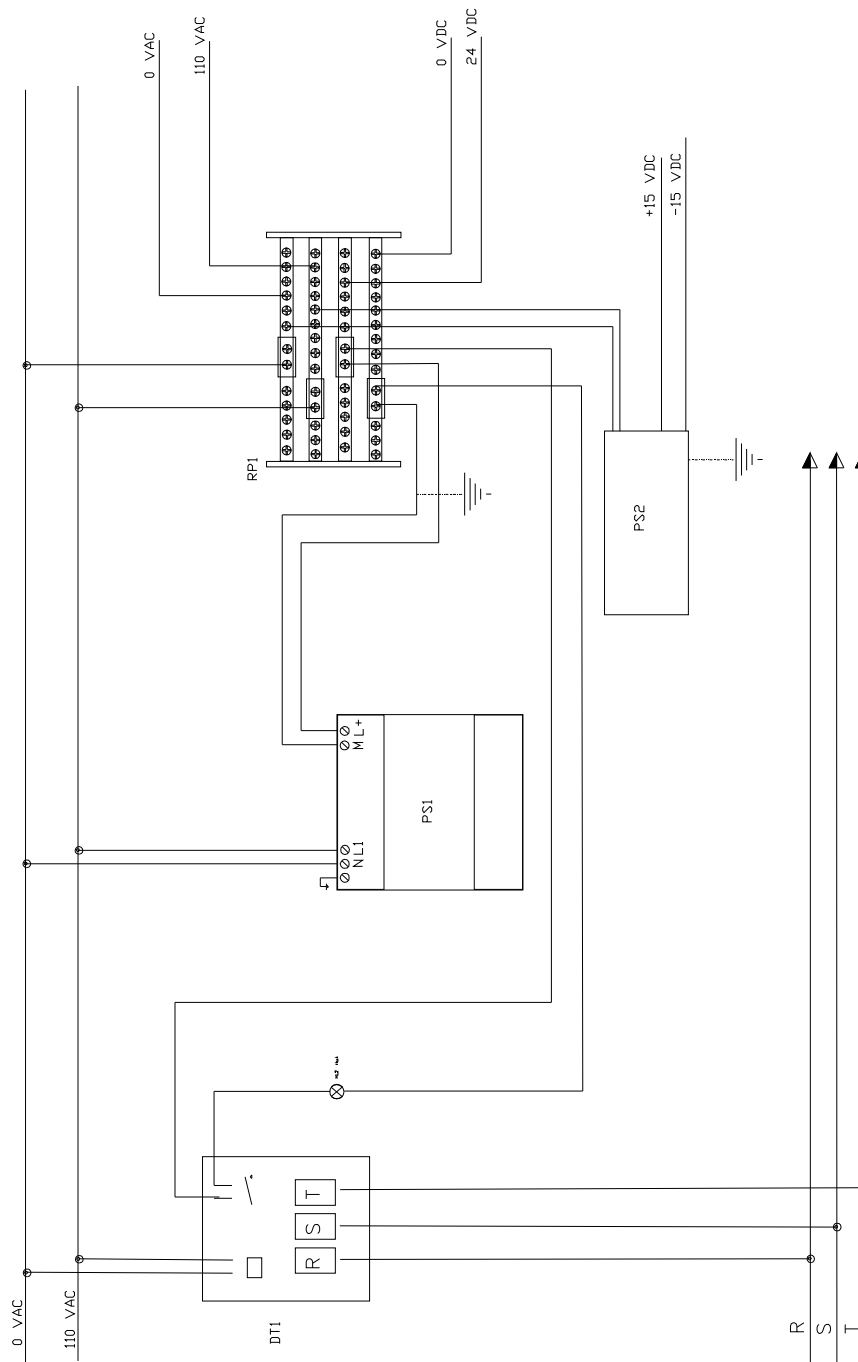
Para lograr controlar las máquinas textiles en caso de una falla en la alimentación del sistema se ha integrado una UPS de 300 VA que posee un regulador y un estabilizador de voltaje, que logrará mantener el sistema protegido y encendido hasta que se activen los avisos de la falla.

La alimentación de voltaje del sistema se muestra en la Figura 2.14



**Figura 2.14 Alimentación de voltaje del sistema**

El tablero de control se aísla y alimenta mediante un transformador T1 de 220VAC/110VAC de 300VA. Para distribuir la alimentación se utiliza un repartidor de carga RP1 para control donde se conectará el voltaje de control de 110 VAC y el voltaje de una fuente de 3 amperios a 24 Vdc para alimentar las entradas adicionales (Figura 2.15).



### **Figura 2.15 Distribución de alimentación de voltaje del sistema**

Como se puede observar en la Figura 2.15 anterior, el detector de inversión o falta de fases (hojas de datos en ANEXO D), posee un relé que se activa cuando está en condición de falla, que servirá para encender la indicación de falla del sistema.

Los PLCs funcionan con 110VAC y todas las señales de control y de indicación adicionales descritas se alimentan de la fuente de 24 Vdc, 3 A. Esto y la distribución de la conexión de entradas y salidas se muestra en las Figuras 2.16, 2.17, 2.18 y 2.19 siguientes.





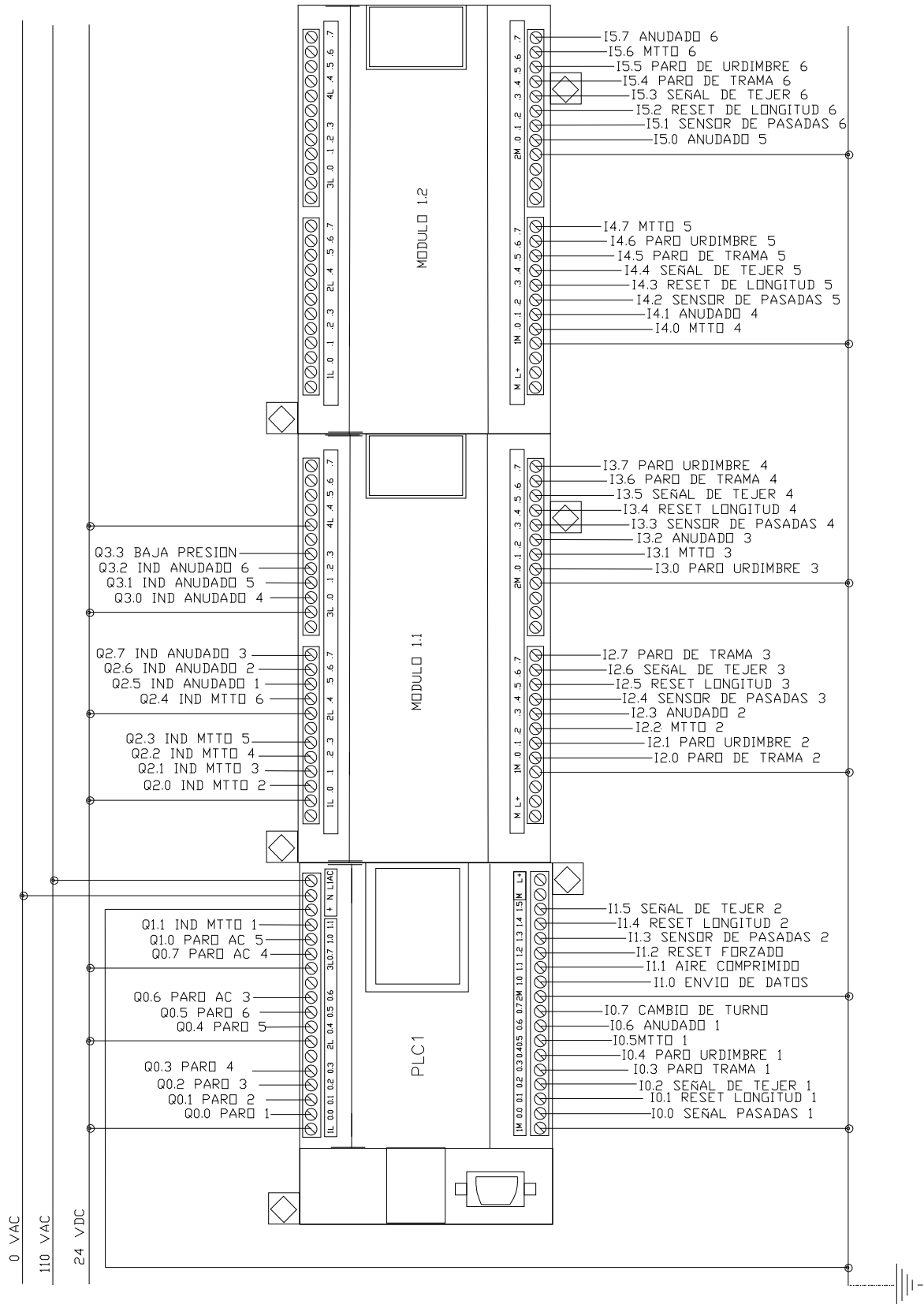


Figura 2.17 Esquema de distribución PLC1

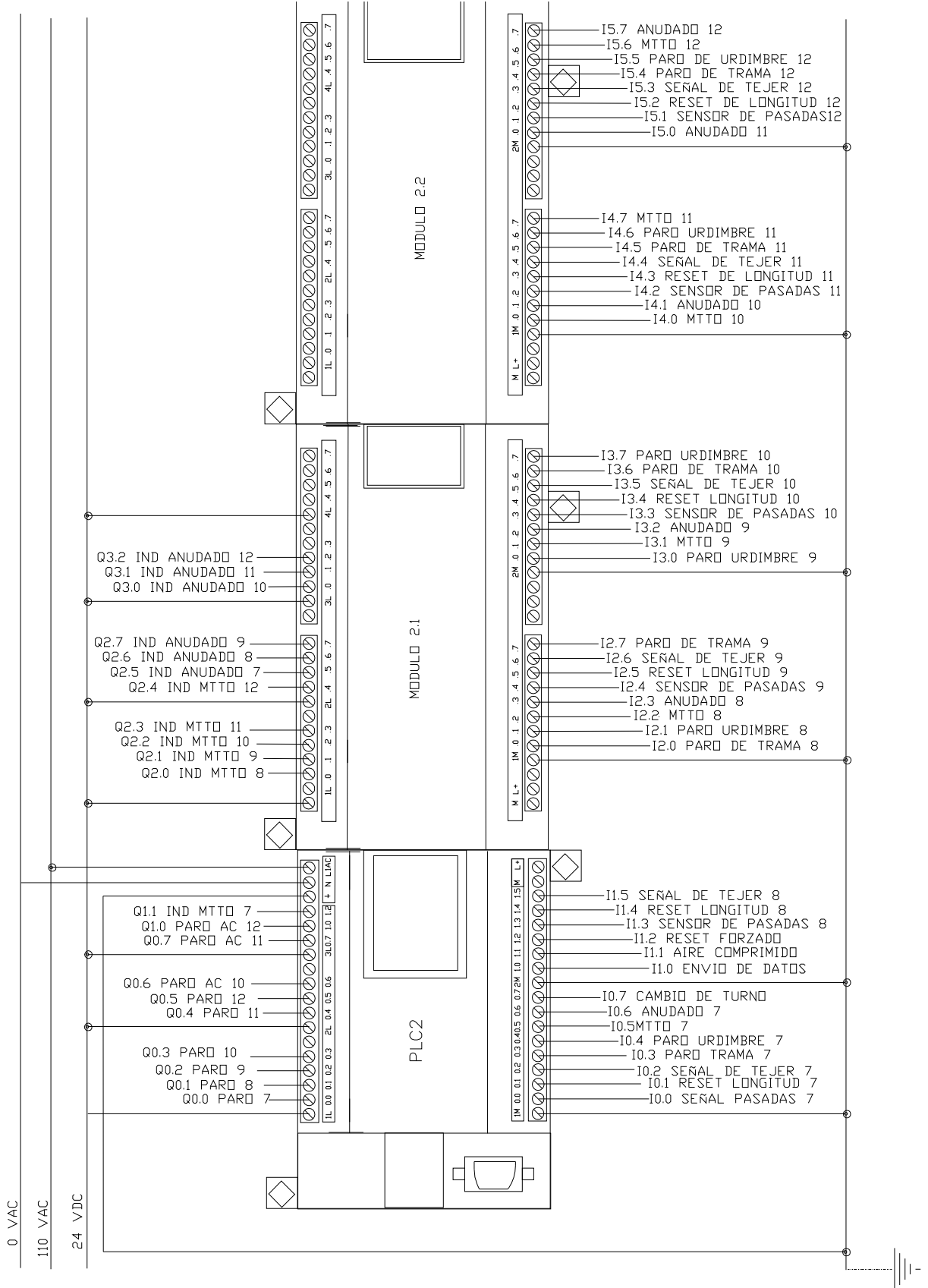


Figura 2.18 Esquema de distribución PLC2

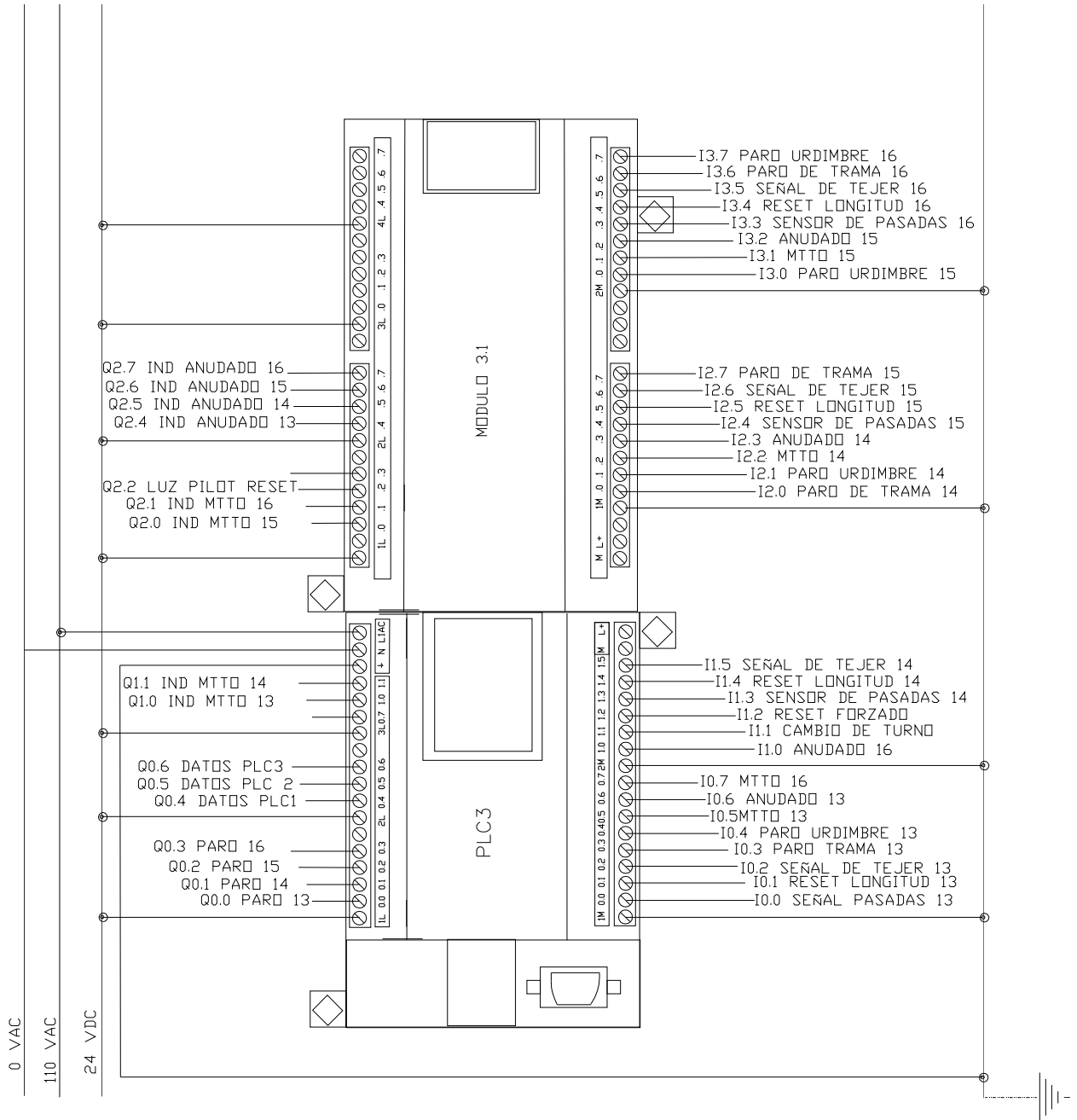
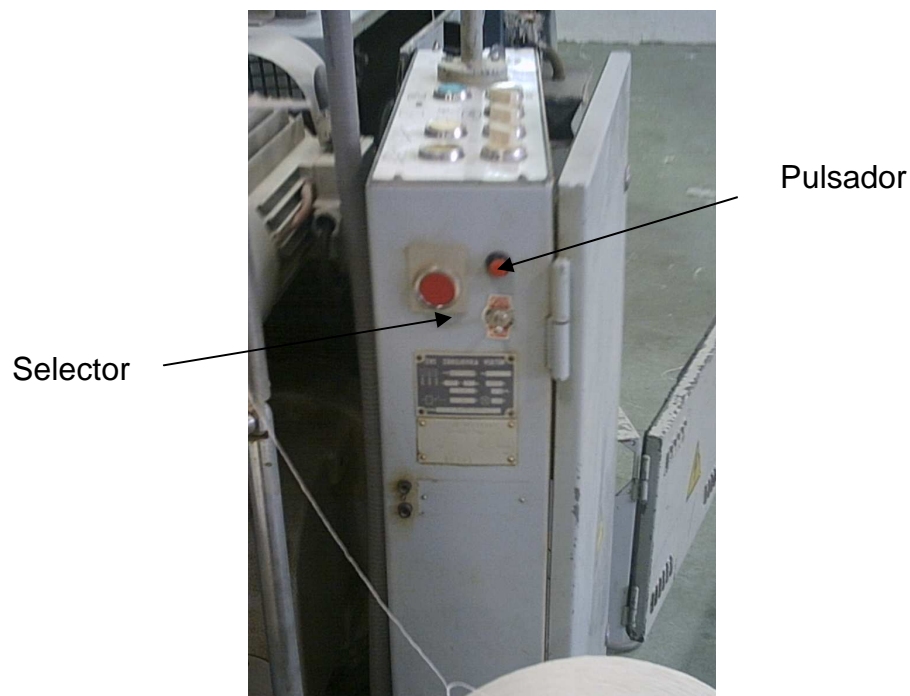


Figura 2.19 Esquema de distribución PLC3

Para reestablecer el valor del contador a cero se utiliza un pulsador ubicado en el tablero de distribución de cada máquina (que se denomina SC1). Adicionalmente, como existe la condición de que este reset no actúe si no se ha alcanzado la longitud preseleccionada, se coloca en el tablero de control un selector activado con llave que se lo denomina SC2, que, al activarse, permita realizar la reposición a cero en cualquier longitud y tendrá una luz de indicación. Se utiliza la activación con una llave para tener la seguridad de que sea operado únicamente por el personal autorizado para el efecto.

Para las entradas correspondientes a mantenimiento y anudado se instala un selector de tres posiciones SC3 en el lado posterior del tablero de distribución (Figura 2.20) conectado a la fuente de 24 Vdc instalada en el tablero de control.



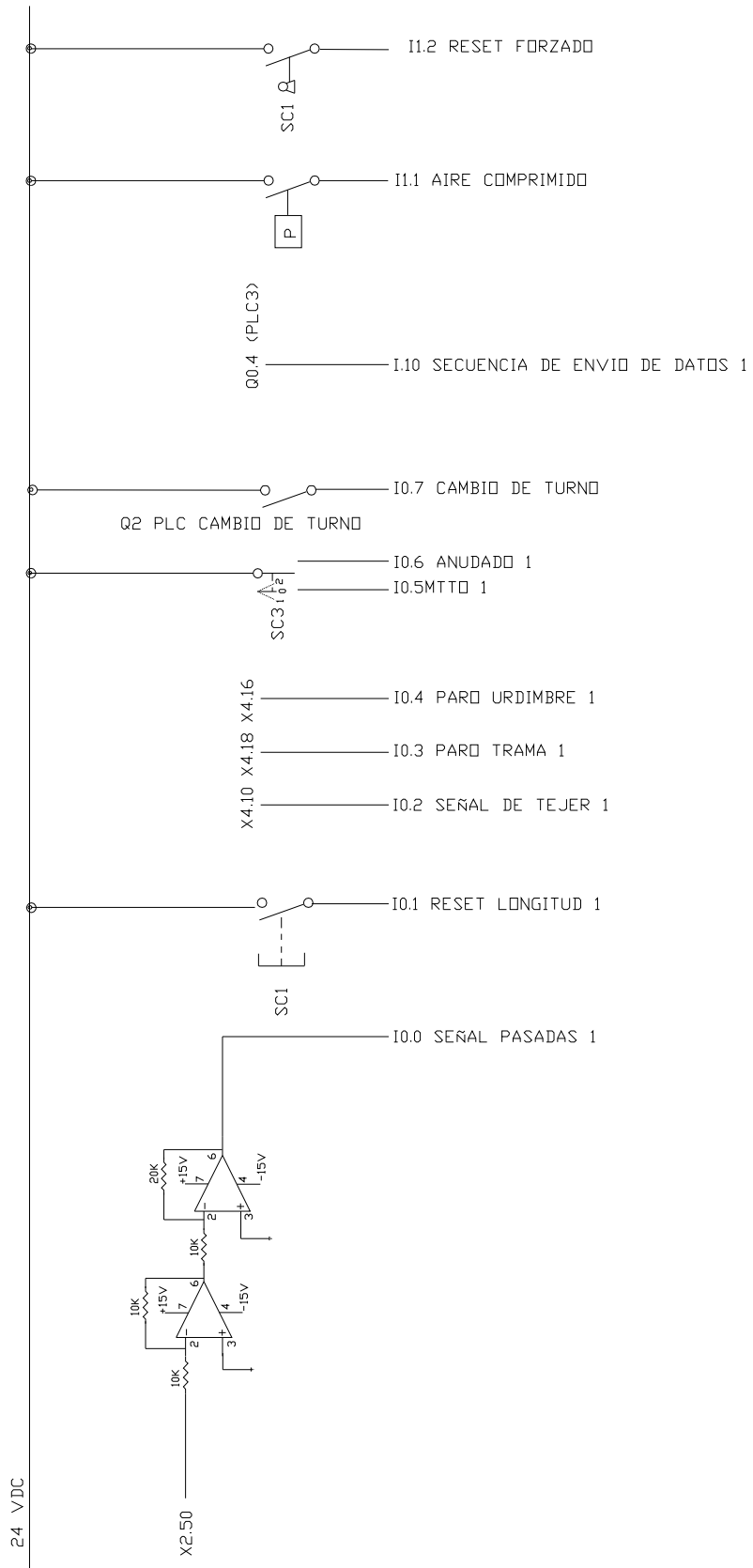
**Figura 2.20 Pulsador de reposición a cero y selector de tres posiciones**

La señal que se utiliza para conocer que existe un cambio de turno es suministrada por un PLC marca Siemens LOGO que controla la sirena de entrada

y salida de los turnos de trabajo. Una salida de relé (Q2) que se activa a las 06H00, 14H00 y 22H00 de este PLC servirá para este fin.

Para conocer que existe una disminución de la presión de aire comprimido se utiliza el interruptor de presión (Figura 2.7) calibrado para que se active cuando la presión disminuya de 6 bar.

Entonces la conexión para las entradas de la máquina número 1 y las señales adicionales es la que se muestra en la Figura 2.21 siguiente. Para el resto de máquinas se procede con el mismo esquema.



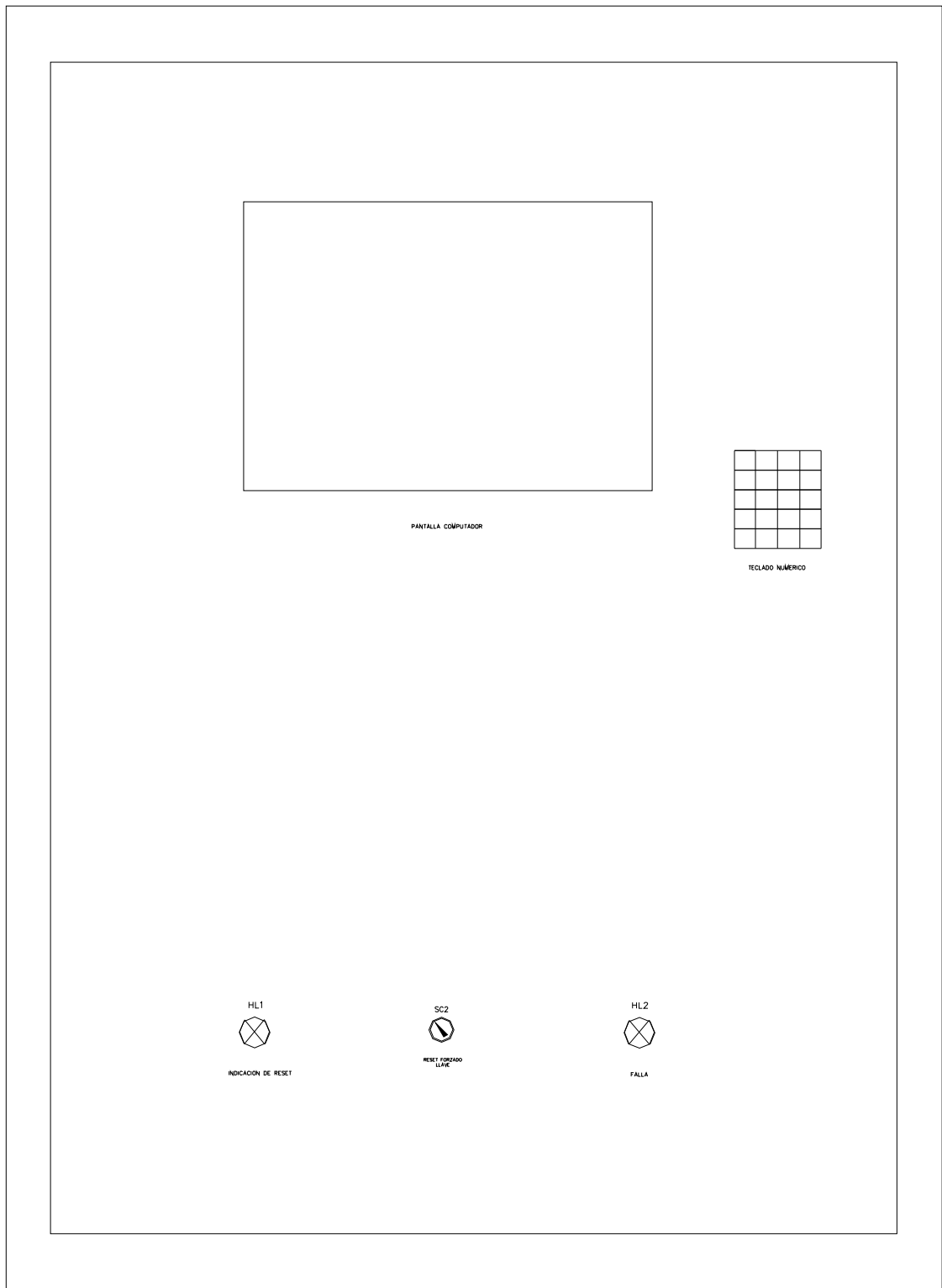
### **Figura 2.21 Esquema de conexión de entradas digitales**

El cable que se va a utilizar para conectar las entradas y salidas de los telares hasta el tablero de control será uno de 12 hilos # 24 AWG ya que las corrientes manejadas son relativamente pequeñas.

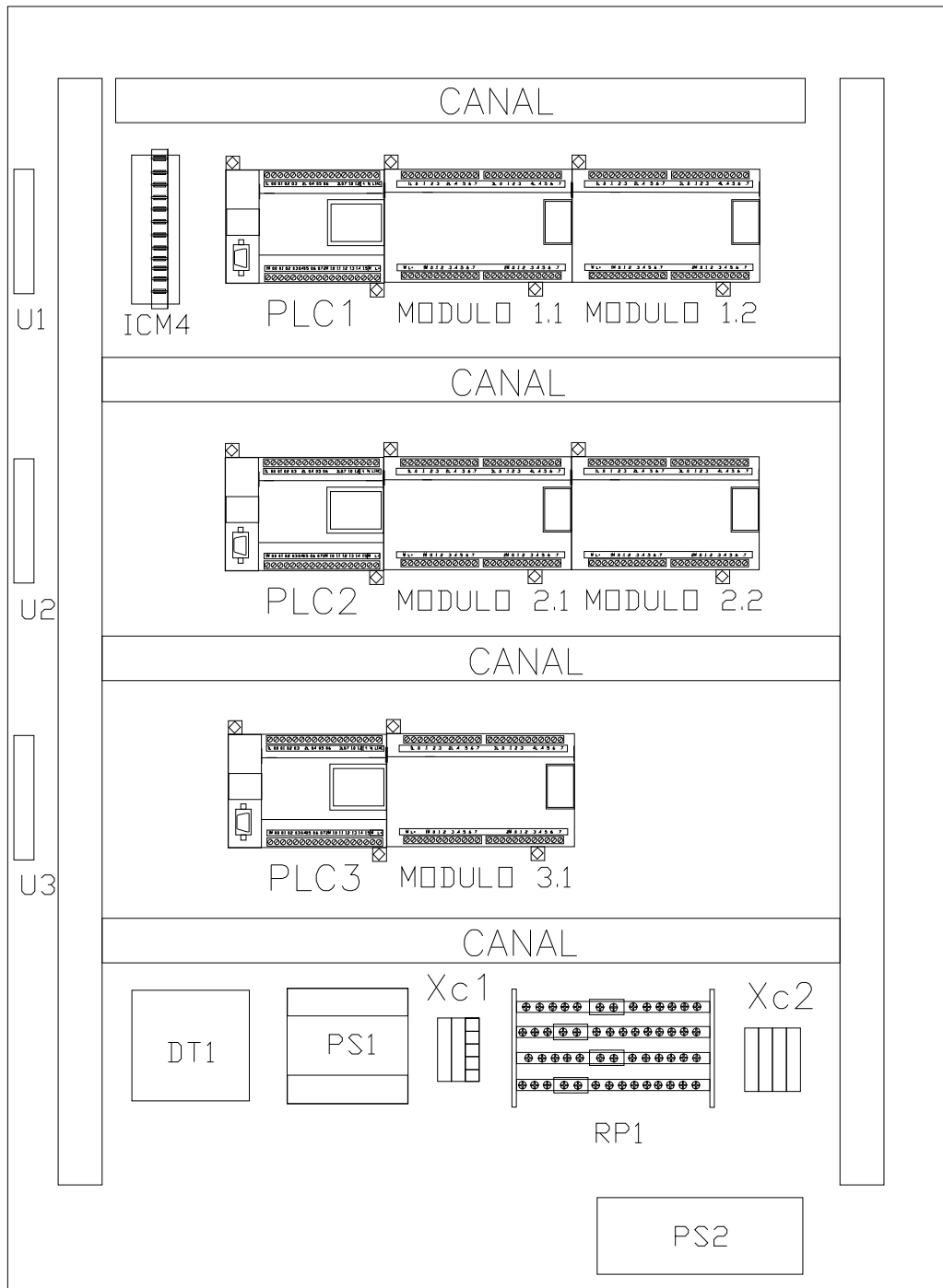
En la Figura 2.22a y 2.22b se puede observar la distribución física del tablero de control siguiente:

- PLCs y módulos de expansión de entradas/salidas digitales
- Módulo convertidor de RS232 a RS485
- Computador portátil
- Luces de indicación
- Contacto accionado por llave
- Detector de inversión y falta de fase
- Repartidor de carga de 4 polos
- Fuente e DC 24 V 2.5 A
- Fuente regulada de DC +15 0 -15 Vdc
- Placas electrónicas con circuitos amplificadores.





**Figura 2.22a Vista exterior del tablero del sistema de control de producción**

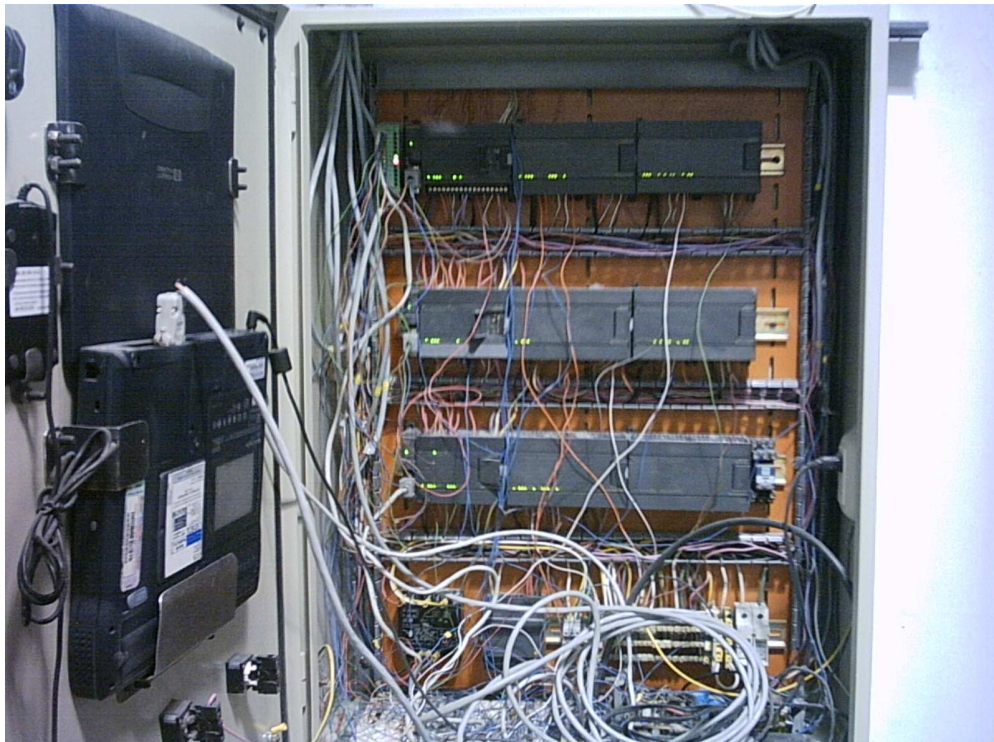


**Figura 2.22b Vista interior del tablero del sistema de control de producción**

En la Figura 2.23a y 2.23b se muestra el tablero de control durante la construcción del mismo.



**Figura 2.23a Tablero de control (exterior)**



**Figura 2.23b Tablero de control en construcción (interior)**

### 2.4.3 Interfaz de comunicación serial

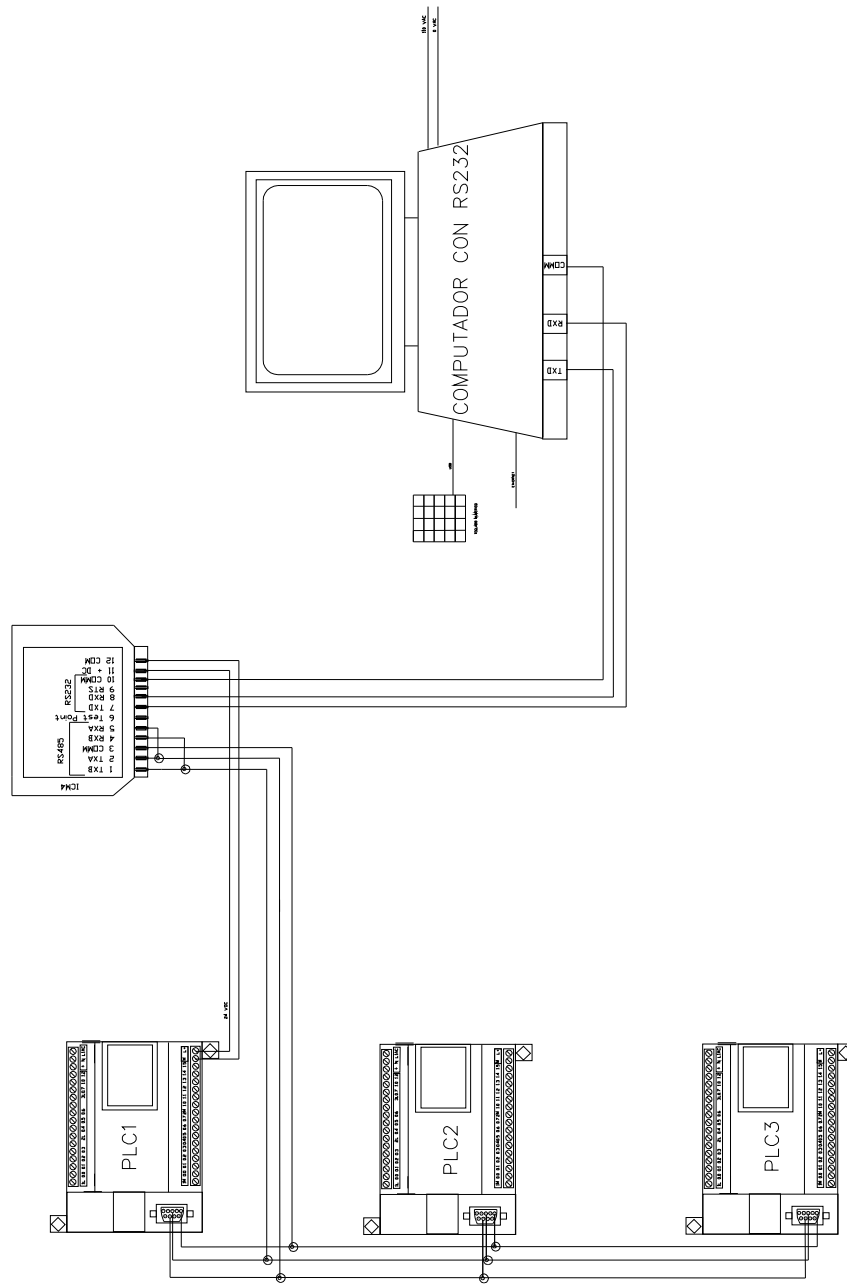
Para la comunicación entre los controladores lógicos programables y la computadora se utiliza una interfaz de comunicación que consiste en un módulo convertidor serial entre RS232 y RS485 cuyas características y especificaciones se encuentran en el ANEXO E.

Al puerto de cada PLC se conectan los puntos correspondientes a RS485 en paralelo, y la secuencia de comunicación es controlada por el PLC 3, habilitando la función de transmisión de datos uno a uno.

La configuración del puerto serial en el computador siempre deberá ser la misma de los PLCs conectados a él. Entonces es necesario configurar la dirección de nodo, la velocidad e transmisión, el bit de paridad y la longitud de los datos.

Para la alimentación de este convertidor se utiliza una fuente externa de entre 9 y 32 Vdc, con una intensidad máxima de trabajo de 75 mA. Los PLCs seleccionados poseen una fuente adicional para alimentación de sensores de 24 Vdc con una intensidad límite de 1.5 A.

La distribución de la comunicación se muestra en la Figura 2.24 siguiente:



**Figura 2.24 Distribución de comunicación**

Hasta aquí se ha descrito todo el rediseño realizado en la parte de hardware. En el capítulo siguiente se describe el diseño del software para el sistema de control, tanto de los PLCs como de la interfaz del usuario que permite visualizar el estado e información de las máquinas textiles INVESTA. **CAPÍTULO 3**

## **DESARROLLO DEL SOFTWARE DEL SISTEMA DE CONTROL E INTERFAZ DEL USUARIO**

### **3.1 Programación de los PLCs SIMATIC S7-200**

#### **3.1.1 Distribución de funciones y localidades de memoria**

Para la programación de los PLCs, en principio se debe distribuir las funciones y localidades de memoria de los mismos. Se requieren de 16 contadores, 4 marcas y 4 temporizadores por máquina, por lo que en el caso de los PLCs que controlan los grupos de seis máquinas la distribución se lista en la Tabla 3.1. Para el PLC que controla el grupo de cuatro máquinas la distribución se muestra en la Tabla 3.2.

<b>TELAR</b>	<b>1/7</b>	<b>2/8</b>	<b>3/9</b>	<b>4/10</b>	<b>5/11</b>	<b>6/12</b>
<b>PASADAS</b>	C0	C16	C32	C48	C64	C80
<b>METROS ROLLO ACTUAL</b>	C1	C17	C33	C49	C65	C81
<b>ROLLOS</b>	C2	C18	C34	C50	C66	C82
<b>TRAMA</b>	C3	C19	C35	C51	C67	C83
<b>URDIMBRE</b>	C4	C20	C36	C52	C68	C84
<b>METROS TURNO</b>	C5	C21	C37	C53	C69	C85
<b>METROS URDIDO</b>	C6	C22	C38	C54	C70	C86
<b>MINUTOS MTTO</b>	C7	C23	C39	C55	C71	C87
	C8	C24	C40	C56	C72	C88
	C9	C25	C41	C57	C73	C89
<b>MINUTOS ANUDADO</b>	C10	C26	C42	C58	C74	C90
	C11	C27	C43	C59	C75	C91
	C12	C28	C44	C60	C76	C92
<b>MINUTOS TEJIDO</b>	C13	C29	C45	C61	C77	C93
	C14	C30	C46	C62	C78	C94
	C15	C31	C47	C63	C79	C95
<b>MARCA DE ENVIO</b>	M0.0	M0.4	M1.0	M1.4	M2.0	M2.4
<b>MARCA 2</b>	M0.1	M0.5	M1.1	M1.5	M2.1	M2.5
<b>MARCA 3</b>	M0.2	M0.6	M1.2	M1.6	M2.2	M2.6
<b>MARCA 4</b>	M0.3	M0.7	M1.3	M1.7	M2.3	M2.7
<b>TEMP1</b>	T37	T41	T45	T49	T53	T57

<b>TEMP2</b>	T38	T42	T46	T50	T54	T58
<b>TEMP3</b>	T39	T43	T47	T51	T55	T59
<b>TEMP4</b>	T40	T44	T48	T52	T56	T60

**Tabla 3.1 Distribución de contadores, marcas y temporizadores máquinas de 1 a 12.**

<b>TELAR</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
<b>PASADAS</b>	C0	C16	C32	C48
<b>METROS ROLLO ACTUAL</b>	C1	C17	C33	C49
<b>ROLLOS</b>	C2	C18	C34	C50
<b>TRAMA</b>	C3	C19	C35	C51
<b>URDIMBRE</b>	C4	C20	C36	C52
<b>METROS TURNO</b>	C5	C21	C37	C53
<b>METROS URDIDO</b>	C6	C22	C38	C54
<b>MINUTOS MTTO</b>	C7	C23	C39	C55
	C8	C24	C40	C56
	C9	C25	C41	C57
<b>MINUTOS ANUDADO</b>	C10	C26	C42	C58
	C11	C27	C43	C59
	C12	C28	C44	C60
<b>MINUTOS TEJIDO</b>	C13	C29	C45	C61
	C14	C30	C46	C62
	C15	C31	C47	C63
<b>MARCA DE ENVIO</b>	M0.0	M0.4	M1.0	M1.4
<b>MARCA 2</b>	M0.1	M0.5	M1.1	M1.5
<b>MARCA 3</b>	M0.2	M0.6	M1.2	M1.6
<b>MARCA 4</b>	M0.3	M0.7	M1.3	M1.7
<b>TEMP1</b>	T37	T41	T45	T49
<b>TEMP2</b>	T38	T42	T46	T50
<b>TEMP3</b>	T39	T43	T47	T51
<b>TEMP4</b>	T40	T44	T48	T52

**Tabla 3.2 Distribución de contadores, marcas y temporizadores máquinas de 13 a 16.**

### 3.1.2 Programación del Sistema de Control

En el siguiente diagrama de flujo se muestra la implementación de los contadores para el primer telar. Para los siguientes será siempre la misma con los respectivos cambios del nombre de los contadores y de las localidades de memoria.

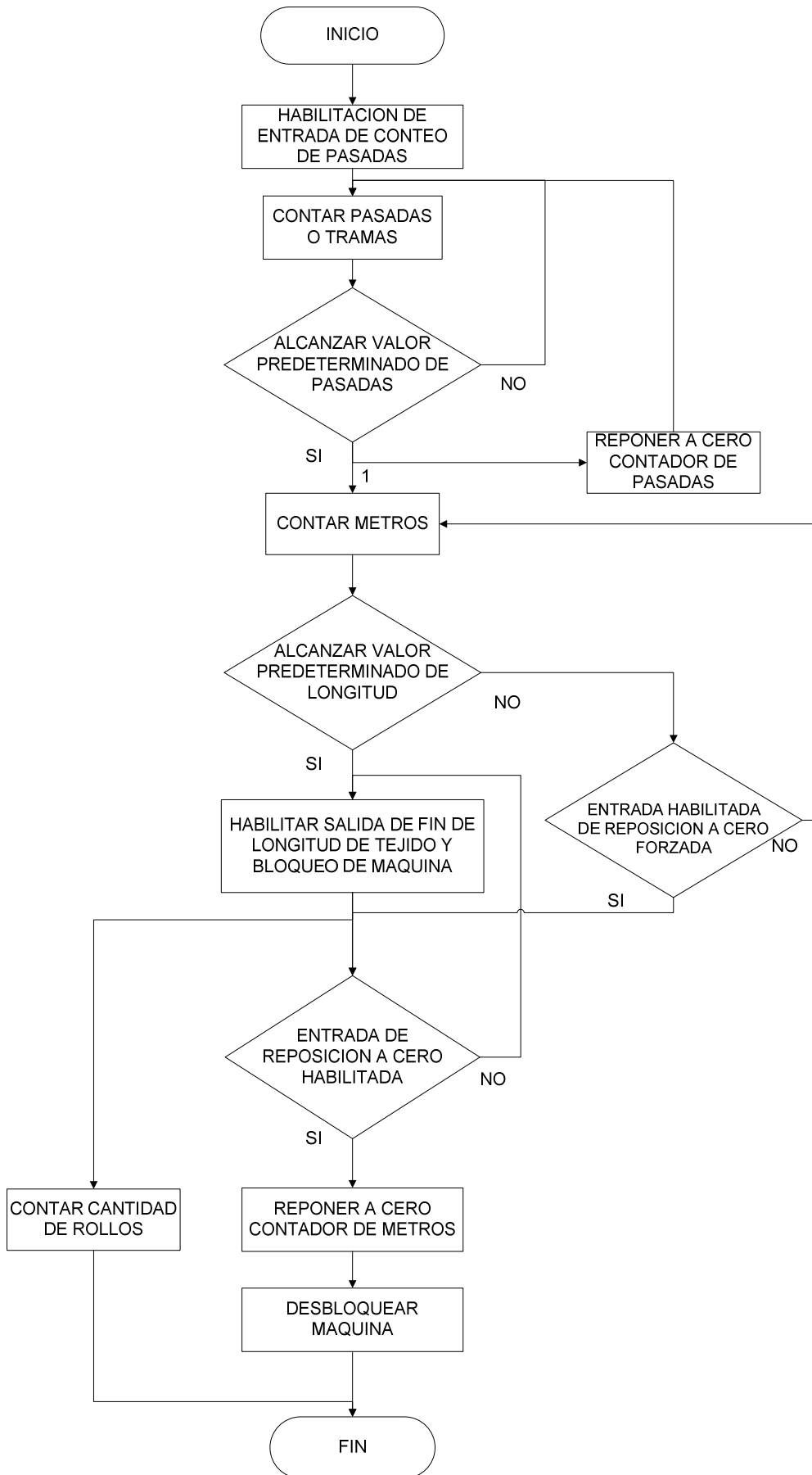
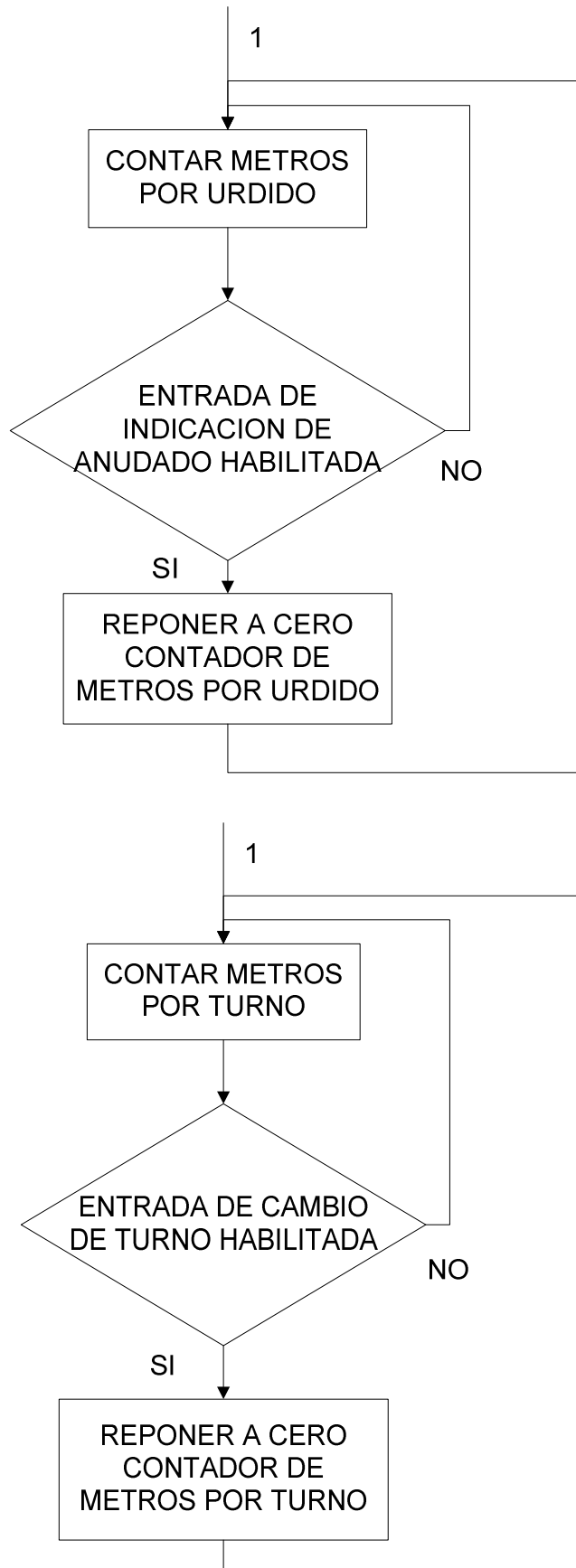


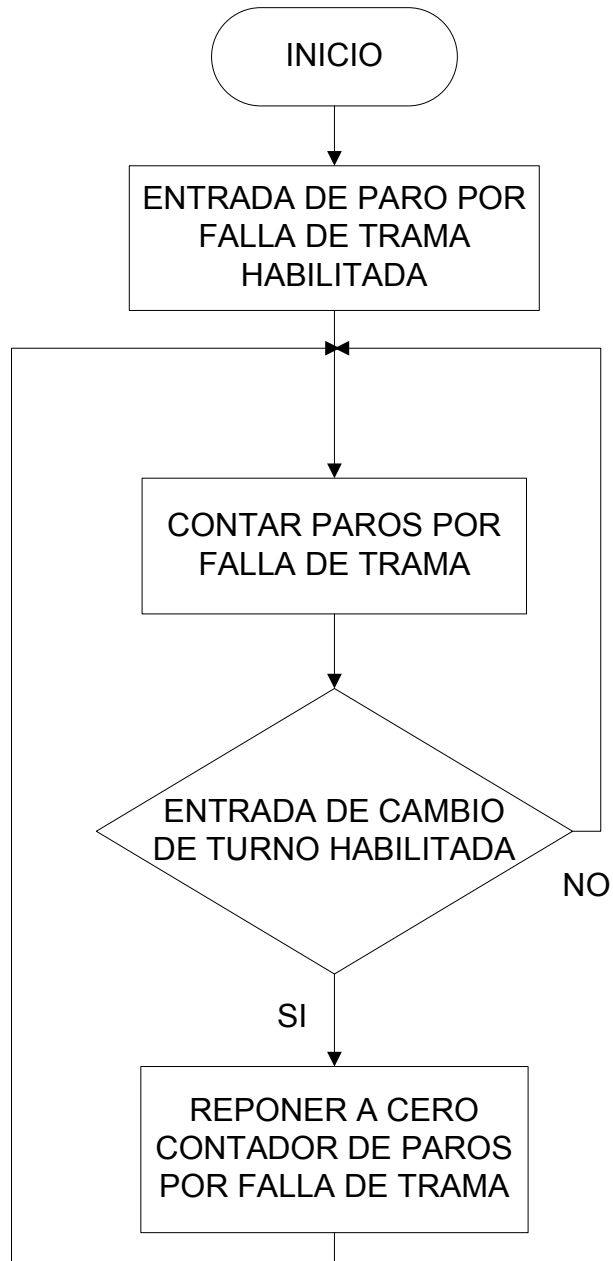


Figura 3.1 Diagrama de flujo de contadores

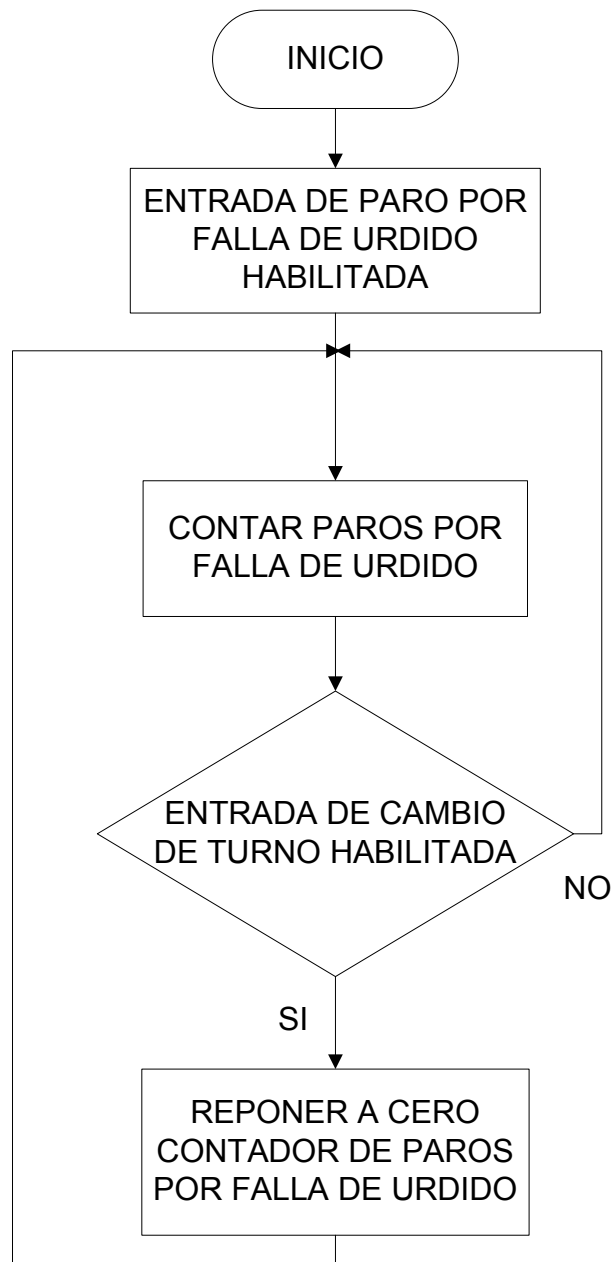


**Figura 3.1 Diagrama de flujo de contadores (Continuación)**

Además se cuentan los paros que se han producido por las siguientes causas: Pasada fallada de trama y ruptura de hilo de urdimbre.



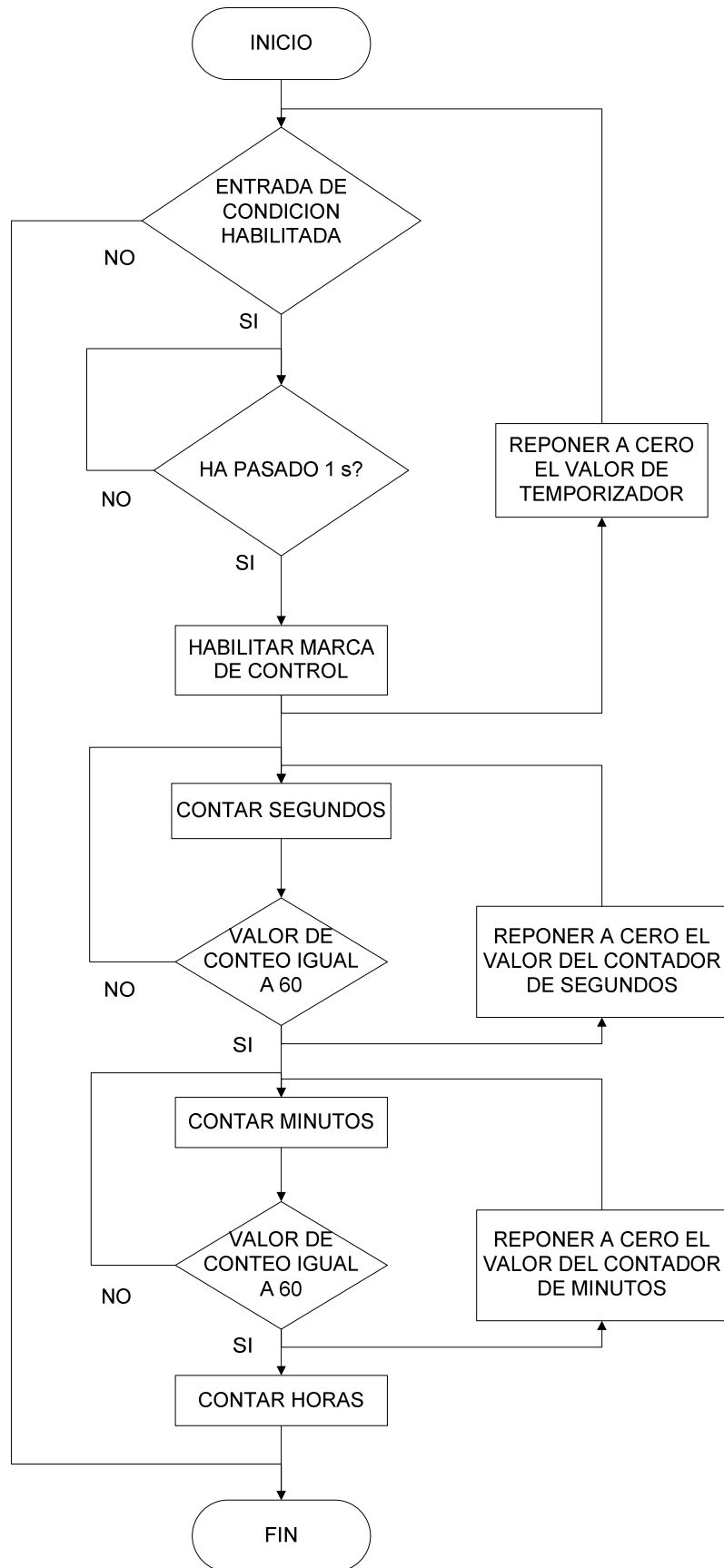
**Figura 3.2 Contador de pasada fallada de trama**



**Figura 3.3 Contador de pasada fallada de trama**

Para cada telar se han implementado tres contadores de horas (horómetros) para controlar el tiempo de las máquinas en cada condición o estado: es decir, para registrar el tiempo que la máquina ha permanecido tejiendo, detenida por causas de mantenimiento o detenida debido al proceso de anudado. En la Figura 3.4 se muestra el diagrama de flujo para un contador de horas en

general y el tiempo que se cuente dependerá del tipo de entrada habilitada por cada condición estado.



**Figura 3.4 Contador de pasada fallada de trama**

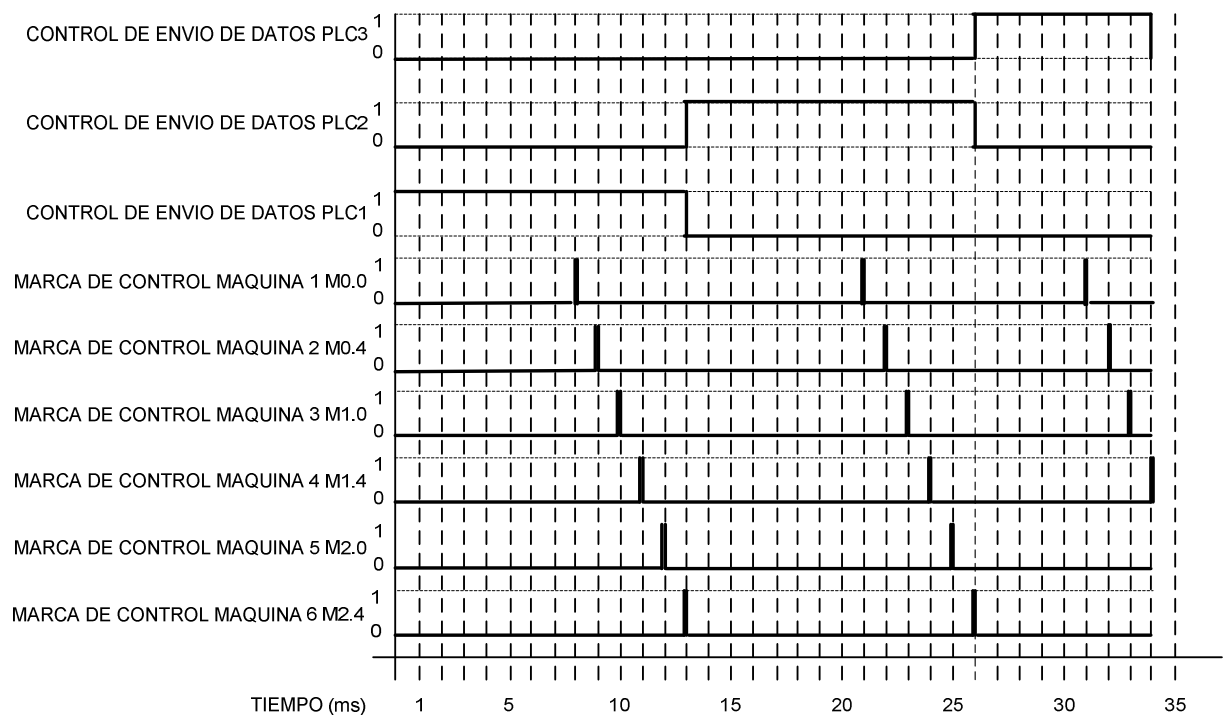
La asignación de las localidades de memoria de variables (VB para un byte o VW para una palabra) se muestra en la Tabla 3.3. En éstas, la información de la primera máquina textil se almacenará temporalmente y para las siguientes máquinas se cambiará en orden ascendente las centenas; así, para la segunda máquina controlada las localidades VB empezarán con 2 (VB201, VB202, etc.), para la tercera con 3, etc.

<b>FUNCIONES</b>	<b>LOCALIDADES DE MEMORIA PARA LOS DATOS</b>	<b>LOCALIDAD DE MEMORIA PARA EL SEPARADOR (;)</b>
NUMERO DE TELAR	VW101	VB103
C1 METROS ROLLO ACTUAL	VB104-VB106	VB107
C2 ROLLOS	VB108-VB111	VB112
C3 TRAMA	VB113-VB119	VB120
C4 URDIMBRE	VB121-VB127	VB128
STOP MANTENIMIENTO	VB129	VB130
STOP ANUDADO	VB131	VB132
TELAR ON	VB133	VB134
C5 METROS TURNO	VB135-VB138	VB139
C6 METROS URDIDO	VB140-VB143	VB144
AÑO-MES	VB145-VB148	VB149
DIA HORA	VB150-VB153	VB154
MINUTOS SEGUNDOS	VB155-VB158	VB159
C7- <del>C8</del> -C9 MINUTOS MANTENIMIENTO	VB166-VB167	VB168
C10- <del>C11</del> -C12 MINUTOS ANUDADO	VB175-VB176	VB177
C13- <del>C14</del> -C15 MINUTOS TEJIDO	VB184-VB185	VB186
GRABAR	VB187	
ASTERISCO	VB188	
RELOJ	VB0	
CONVERSION BCD DATOS	VB20	
CONVERSION BCD RELOJ	VB50	
CONVERSION ENTERO-ASCII	VB60-VB69	

**Tabla 3.3.- Distribución de localidades de memoria**

Los datos para cada máquina se transfieren a localidades de memoria mediante la habilitación de la marca de envío adjudicada a cada máquina (Tabla 3.1), manejando temporizadores y con la condición de que la última marca controle el inicio de los temporizadores de las marcas anteriores. Estas marcas también controlan el envío de datos de cada máquina. Por otro lado, para que la transferencia y la transmisión de datos se realice de manera ordenada y en

secuencia por cada PLC, se manejan las salidas Q0.4, Q0.5 Y Q0.6. La primera se mantiene encendida durante 13 ms que es el tiempo necesario para que todos los datos del PLC 1 se transfieran. De igual manera sucede con las siguientes salidas que controlan el PLC2 y el PLC3, respectivamente, excepto que en el PLC3 se mantiene encendida durante 10 ms como se muestra en el siguiente diagrama de tiempos de la transmisión de información.



**Figura 3.5 Diagrama de tiempos de transmisión de datos**

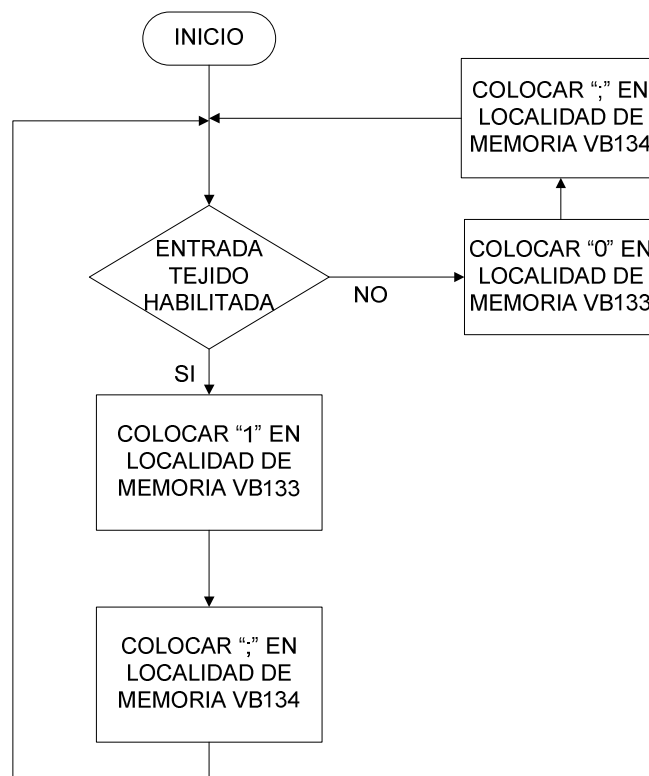
Para el envío de la información los bloques de caracteres cumplen con los siguientes requisitos:

Los bloques de caracteres se transmiten cada 36 ms y se adiciona al final del bloque un número 1 para cada cambio de turno de trabajo; es decir, a las 06H00, a las 14H00 y a las 22H00 para conocer a que turno corresponden los datos actuales que están siendo almacenados. No es necesario que se transmitan cuando la máquina cambia de estado ya que los horómetros se encuentran implementados en el mismo PLC.

El PLC envía un byte adicional (este byte es el número 1) en el bloque que indicará que esa trama se debe grabar.

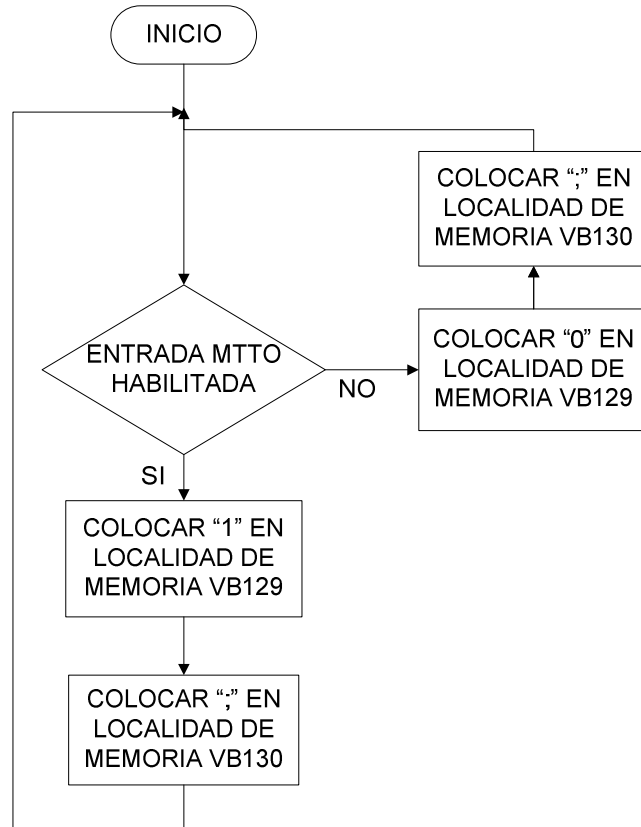
Los bloques de datos están conformados por: Número de telar: 2 bytes, Metros: 8 bytes, Número de rollos producidos: 8 bytes, Número de paros de trama: 8, Número de paros de urdimbre: 8, Número de puntos: 8. Y los bytes de estado del telar: Detenido por mantenimiento: 1 byte, Detenido por Anudado: 1 byte, Telar funcionando: 1 byte, Grabar: 1 byte, el separador será: “;” = ASCII (59). Para diferenciar la información de cada telar al final se pondrá un caracter ASCII (42).

Para diferenciar los estados de la máquina, si se encuentra tejiendo, en mantenimiento o se está realizando la operación de anudado, se envía un uno; de lo contrario, se envía un cero, como se puede observar en las Figura 3.6a, 3.6b y 3.6c. De la misma manera se procede con la señal de cambio de turno (Figura 3.7).

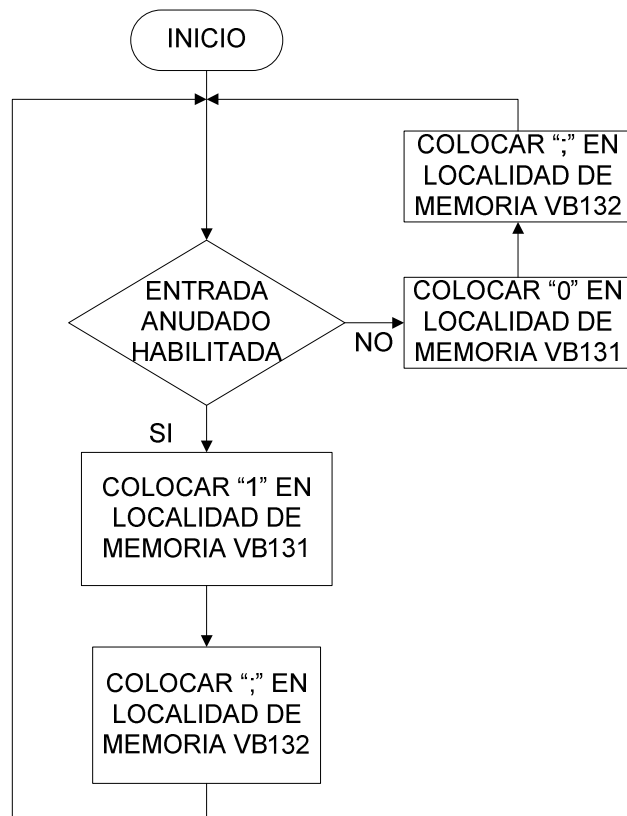


**Figura 3.6a Diagrama de flujo de indicación de tejido**

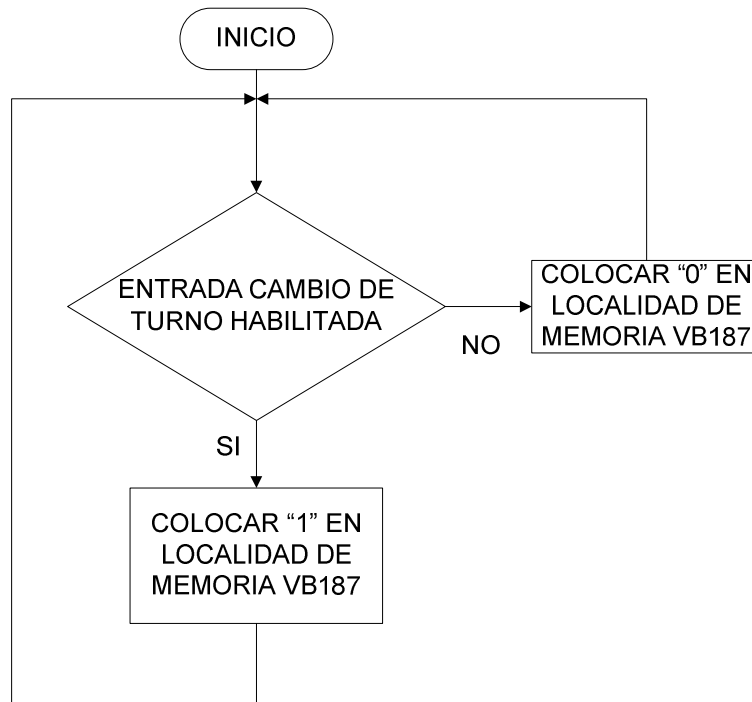




**Figura 3.6b Diagrama de flujo de indicación de mantenimiento**



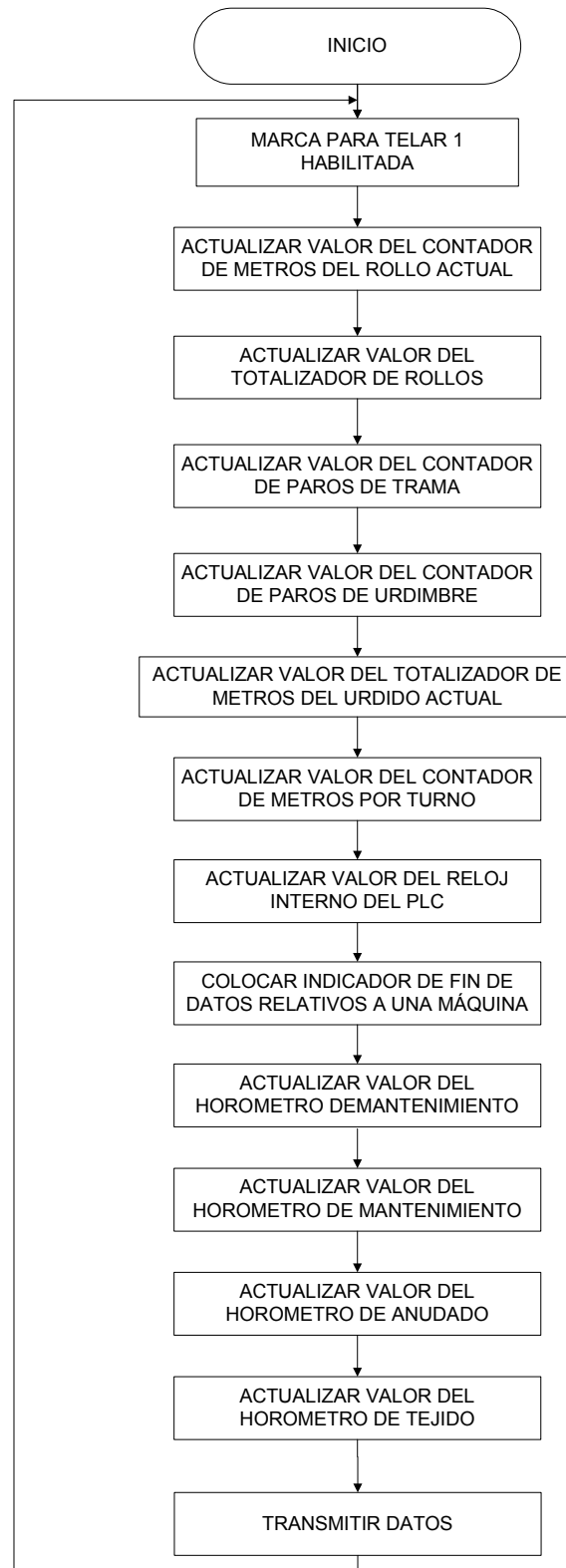
**Figura 3.6c Diagrama de flujo de indicación de anudado**



**Figura 3.7 Diagrama de flujo de indicación de cambio de turno**

Se tomará el dato que indica que existió un cambio de turno de tal manera que si produce un número 1 en la localidad VB187 se grabarán los datos correspondientes a la cadena que se envió.

Existen datos que son manejados por la misma marca que maneja la transmisión. A continuación se muestra la secuencia involucrada con la habilitación de la marca de control.



**Figura 3.7 Diagrama de flujo de los procesos que habilita la marca de control**

La estructura de las tareas del diagrama de flujo anterior se describe a continuación:

**Actualizar el valor del contador de metros del rollo actual**

Convertir de entero a un arreglo de caracteres ASCII el valor actual del contador de metros  
 Colocar los ocho bytes consecutivos del valor del contador desde la localidad VB60  
 Transferir en bloque los últimos tres bytes del valor del contador de pasadas  
 Colocar estos tres bytes desde VB104  
 Colocar ";" en ASCII en VB107

**Fin de tarea****Actualizar el valor del totalizador de rollos**

Convertir de entero a un arreglo de caracteres ASCII el valor del contador de rollos  
 Colocar los ocho bytes consecutivos del valor del contador desde VB60  
 Transferir en bloque los últimos cuatro bytes del valor del totalizador de rollos  
 Colocar estos cuatro bytes desde VB108  
 Colocar ";" en ASCII en VB112

**Fin de tarea****Actualizar el valor del contador de paros de trama**

Convertir de entero a un arreglo de caracteres ASCII el valor del contador de paros de trama  
 Colocar los ocho bytes consecutivos del valor del contador desde VB60  
 Transferir en bloque los últimos siete bytes del valor del contador de paros de trama  
 Colocar estos siete bytes desde VB113  
 Colocar ";" en ASCII en VB120

**Fin de tarea****Actualizar el valor del contador de paros de urdimbre**

Convertir de entero a un arreglo de caracteres ASCII el valor del contador de paros de urdimbre  
 Colocar los ocho bytes consecutivos del valor del contador desde VB60  
 Transferir en bloque los últimos siete bytes del valor del contador de paros de urdimbre  
 Colocar estos siete bytes desde VB121  
 Colocar ";" en ASCII en VB128

**Fin de tarea****Actualizar el valor del totalizador de metros del urdido actual**

Convertir de entero a un arreglo de caracteres ASCII el valor del totalizador de metros del urdido actual  
 Colocar los ocho bytes consecutivos del valor del contador desde VB60  
 Transferir en bloque los últimos cuatro bytes del valor del contador de metros de urdido  
 Colocar estos siete bytes desde VB140  
 Colocar ";" en ASCII en VB144

**Fin de tarea****Actualizar el valor del contador de metros por turno**

Convertir de entero a un arreglo de caracteres ASCII el valor del contador de metros por turno  
 Colocar los ocho bytes consecutivos del valor del contador desde VB60  
 Transferir en bloque los últimos siete bytes del valor del contador de metros por turno  
 Colocar estos siete bytes desde VB135

Colocar ";" en ASCII en VB139

**Fin de tarea**

**Actualizar el valor del reloj interno del PLC**

Leer hora y fecha actuales del reloj de hardware

Cargar hora y fecha en un búfer de tiempo de ocho bytes que empieza en VB0

Convertir el valor de año y mes codificado en binario en un valor entero

Cargar el resultado en VW50

Convertir el valor de día y hora codificado en binario en un valor entero

Cargar el resultado en VW52

Convertir el valor de minuto y segundo codificado en binario en un valor entero

Cargar el resultado en VW54

Convertir de entero a un arreglo de caracteres ASCII los valores de año y mes

Colocar los ocho bytes consecutivos desde VB60

Transferir en bloque los últimos cuatro bytes del valor del año y mes

Colocar estos cuatro bytes desde VB145

Colocar ";" en ASCII en VB149

Convertir de entero a un arreglo de caracteres ASCII los valores de día y hora

Colocar los ocho bytes consecutivos desde VB60

Transferir en bloque los últimos cuatro bytes del valor del día y hora

Colocar estos cuatro bytes desde VB150

Colocar ";" en ASCII en VB154

Convertir de entero a un arreglo de caracteres ASCII los valores de minuto y segundo

Colocar los ocho bytes consecutivos desde VB60

Transferir en bloque los últimos cuatro bytes del valor de minuto y segundo

Colocar estos cuatro bytes desde VB155

Colocar ";" en ASCII en VB159

**Fin de tarea**

**Colocar indicador de fin de datos relativos a una máquina**

Cargar "\*" (ASCII 42) en VB188

**Fin de tarea**

**Actualizar el valor del horómetro de mantenimiento**

Convertir de entero a un arreglo de caracteres ASCII el valor del contador de horas de mantenimiento

Colocar los ocho bytes consecutivos desde VB60

Transferir en bloque los últimos cinco bytes del valor del contador de horas de mantenimiento

Colocar estos cinco bytes desde VB160

Colocar ";" en ASCII en VB165

Convertir de entero a un arreglo de caracteres ASCII el valor del contador de minutos de mantenimiento

Colocar los ocho bytes consecutivos desde VB60

Transferir en bloque los últimos dos bytes del valor del contador de minutos de mantenimiento

Colocar estos dos bytes desde VB166

Colocar ";" en ASCII en VB168

**Fin de tarea**

**Actualizar el valor del horómetro de anudado**

Convertir de entero a un arreglo de caracteres ASCII el valor del contador de horas de anudado

Colocar los ocho bytes consecutivos desde VB60

Transferir en bloque los últimos cinco bytes del valor del contador de horas de anudado

Colocar estos cinco bytes desde VB169

Colocar ";" en ASCII en VB174

Convertir de entero a un arreglo de caracteres ASCII el valor del contador de minutos de anudado

Colocar los ocho bytes consecutivos desde VB60

Transferir en bloque los últimos dos bytes del valor del contador de minutos de anudado

Colocar estos dos bytes desde VB175

Colocar ";" en ASCII en VB177

**Fin de tarea****Actualizar el valor del horómetro de tejido**

Convertir de entero a un arreglo de caracteres ASCII el valor del contador de horas de tejido

Colocar los ocho bytes consecutivos desde VB60

Transferir en bloque los últimos cinco bytes del valor del contador de horas de tejido

Colocar estos cinco bytes desde VB178

Colocar ";" en ASCII en VB183

Convertir de entero a un arreglo de caracteres ASCII el valor del contador de minutos de tejido

Colocar los ocho bytes consecutivos desde VB60

Transferir en bloque los últimos dos bytes del valor del contador de minutos de tejido

Colocar estos dos bytes desde VB184

Colocar ";" en ASCII en VB186

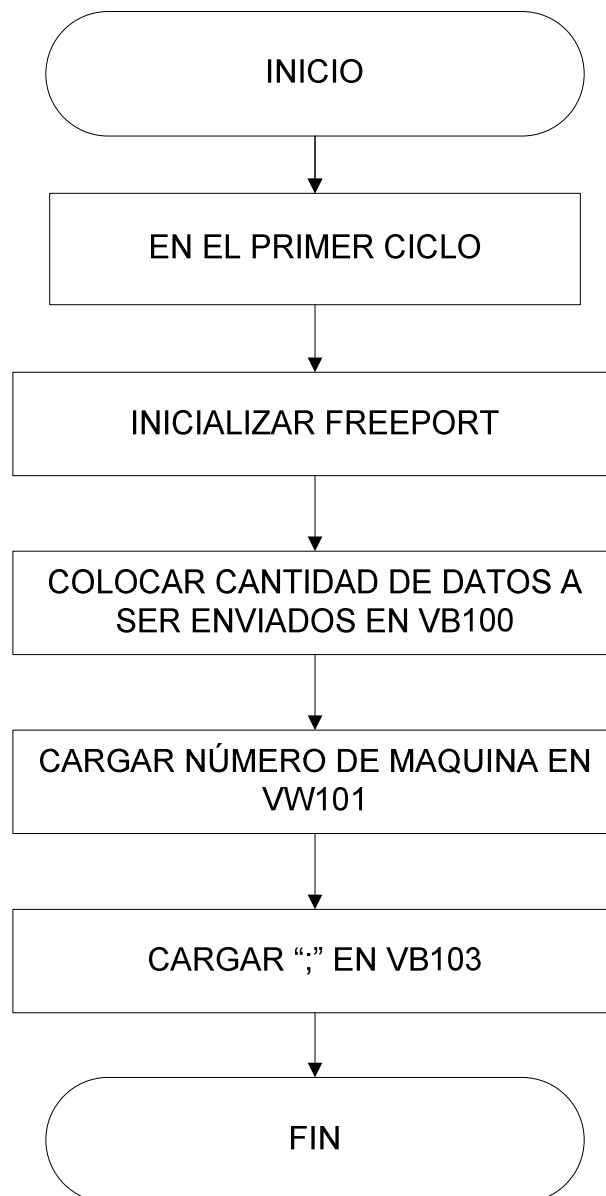
**Fin de tarea****Transmitir datos**

Transmitir en modo Freeport la cantidad de bytes correspondiente a VB100 desde el puerto 0

**Fin de tarea****3.1.3 Modo de comunicación Freeport**

El modo Freeport permite controlar el puerto de la CPU S7-224 desde el programa de usuario. Con el modo Freeport se pueden implementar protocolos de comunicación definidos por el usuario para comunicarse con numerosos dispositivos.

El modo Freeport soporta los protocolos ASCII y binario y se habilita utilizando la marca especial SMB30 (puerto 0). En este caso el programa utiliza la operación Transmitir mensaje (XMT) que sirve para transmitir hasta 255 caracteres desde el puerto COM del S7-200. Como se utiliza un bit de activación, además de configurar el puerto en modo freeport a 9600 bps, se mueve el valor del número de máquina a la dirección indicada.



**Figura 3.8 Diagrama de flujo de la configuración en “Freeport” y el número de máquina**

El modo Freeport sólo está activado cuando el S7-200 se encuentra en modo RUN. Si el S7-200 cambia a modo STOP se detiene la comunicación Freeport y el puerto de comunicación vuelve al protocolo PPI (point to point interfase) lo que permite utilizar el mismo módulo convertidor serial para descargar el programa de control.

La programación de los PLCs se la realiza utilizando el software Microwin versión 3.2 cuyo listado se encuentra en el ANEXO F. Ahí se detalla el programa implementado en los PLCs que monitorearán 6 máquinas; es decir, el PLC 1 y el PLC 2, con la diferencia de que se cambian las localidades de memoria y el control de las salidas destinadas para cada máquina.

Para el PLC 3 se utiliza la misma programación anterior pero solo para cuatro máquinas. Así mismo, se colocará el número de máquina en las localidades que correspondan. Adicionalmente se realiza la programación para la señal que controla la secuencia de envío de datos para los tres PLCs que ya se analizó en la Figura 3.5

Previamente a la utilización en el computador del programa de interfaz de usuario, y con el fin de eliminar errores el momento de la transmisión, se realizaron pruebas utilizando el Hyper Terminal de Windows, obteniéndose solamente la cadena de datos que los PLCs envían.

## **3.2 SISTEMA DE MONITOREO DE DATOS DE PRODUCCIÓN UTILIZANDO COMUNICACIÓN SERIAL.**

### **3.2.1 Desarrollo de la Interfaz con el Usuario**

El propósito de esta interfaz es la de observar, mediante el despliegue de colores y la información enviada por los PLCs, el estado actual del funcionamiento de las máquinas. Además se registrarán los datos correspondientes a cada una

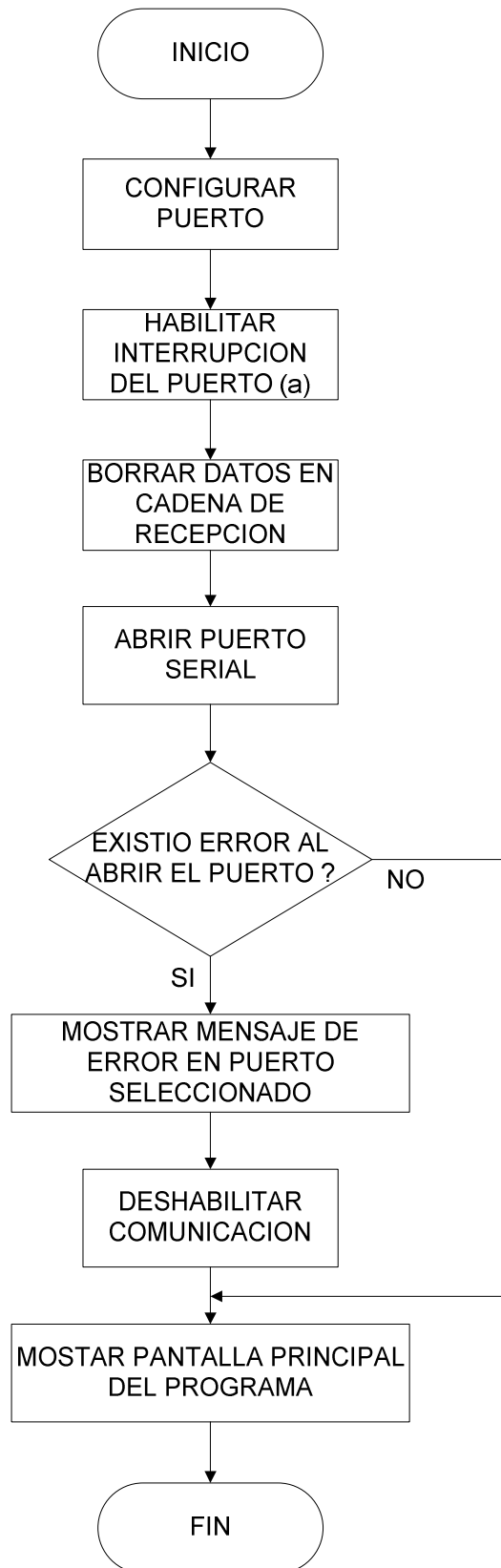


de las máquinas y se tendrá la opción de desplegar reportes en base a la información guardada.

Para que el sistema funcione correctamente, la velocidad de transmisión, la paridad, los bits de datos y el bit de parada deben coincidir tanto en el PLC como en el computador. En este caso se utiliza 9600 bps, sin paridad, 8 bits de datos y un bit de parada.

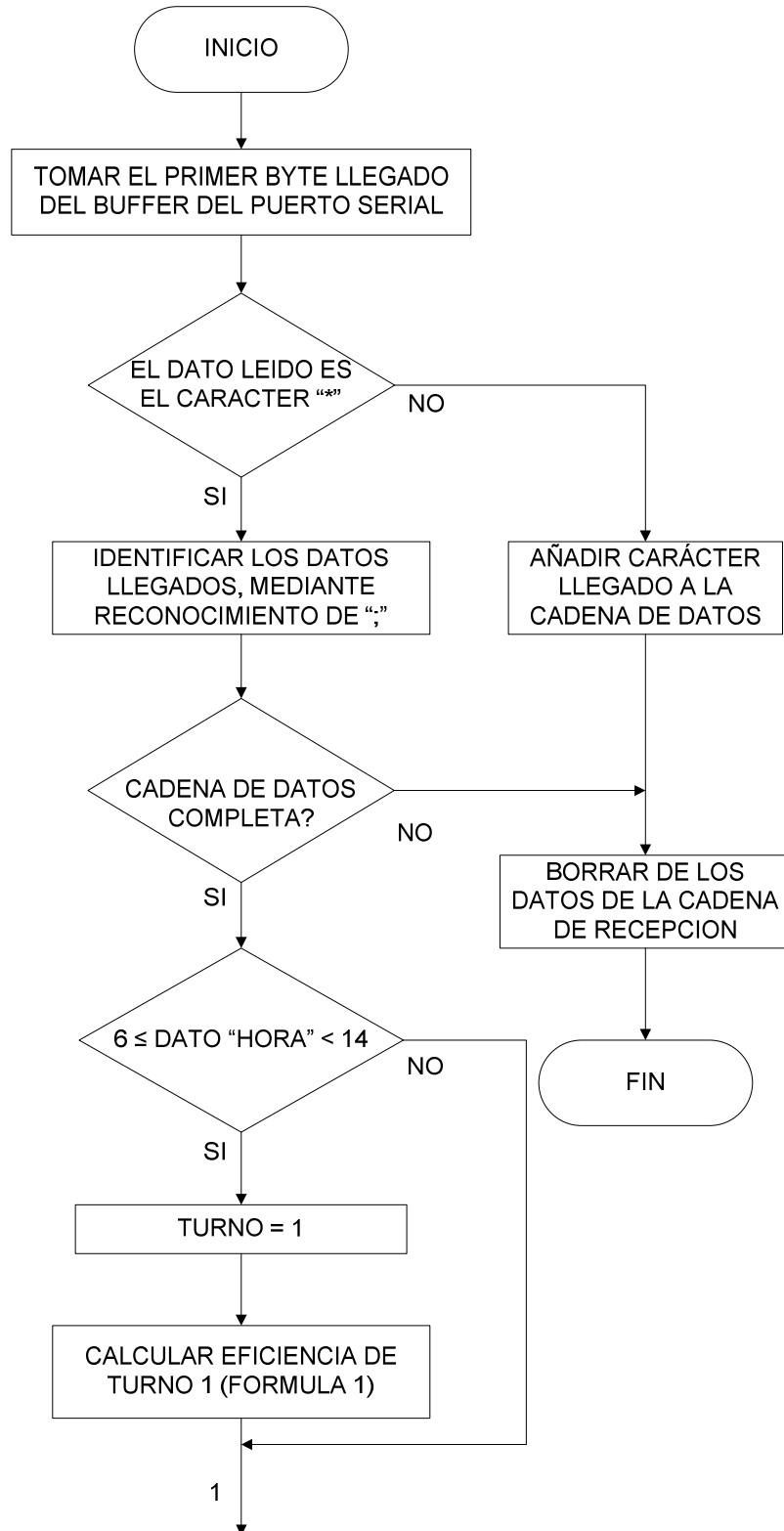
Para identificar cada dato se utilizó el separador “punto y coma” (“;”) y para identificar que los datos pertenecen a un telar específico se utilizó el separador “asterisco” (“\*”).

A continuación se muestran los diagramas de flujo que corresponden a las rutinas de programación de la interfaz con el usuario

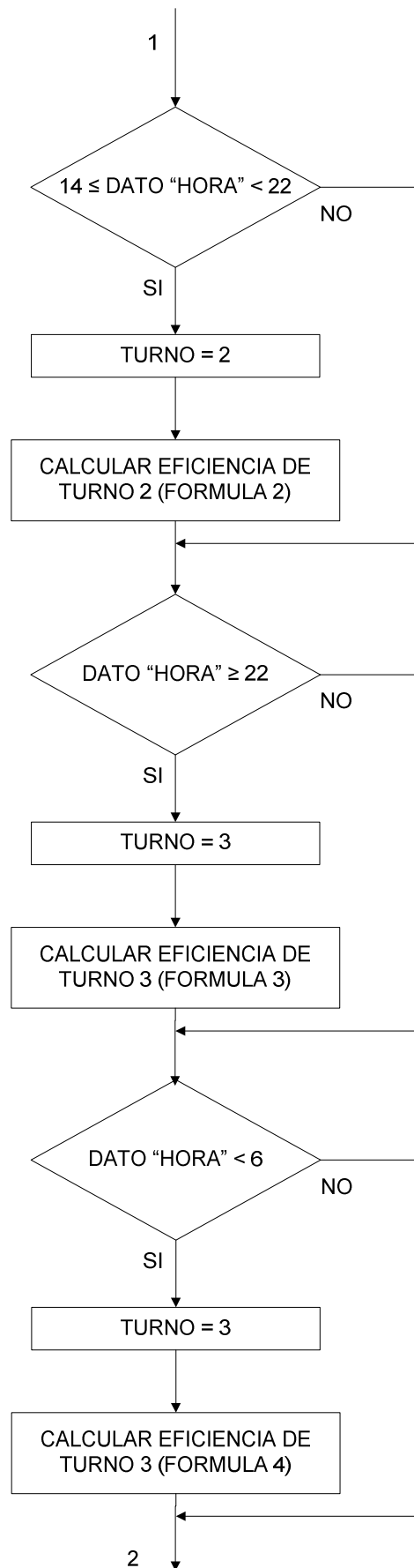


**Figura 3.9 Diagrama de flujo del programa principal**

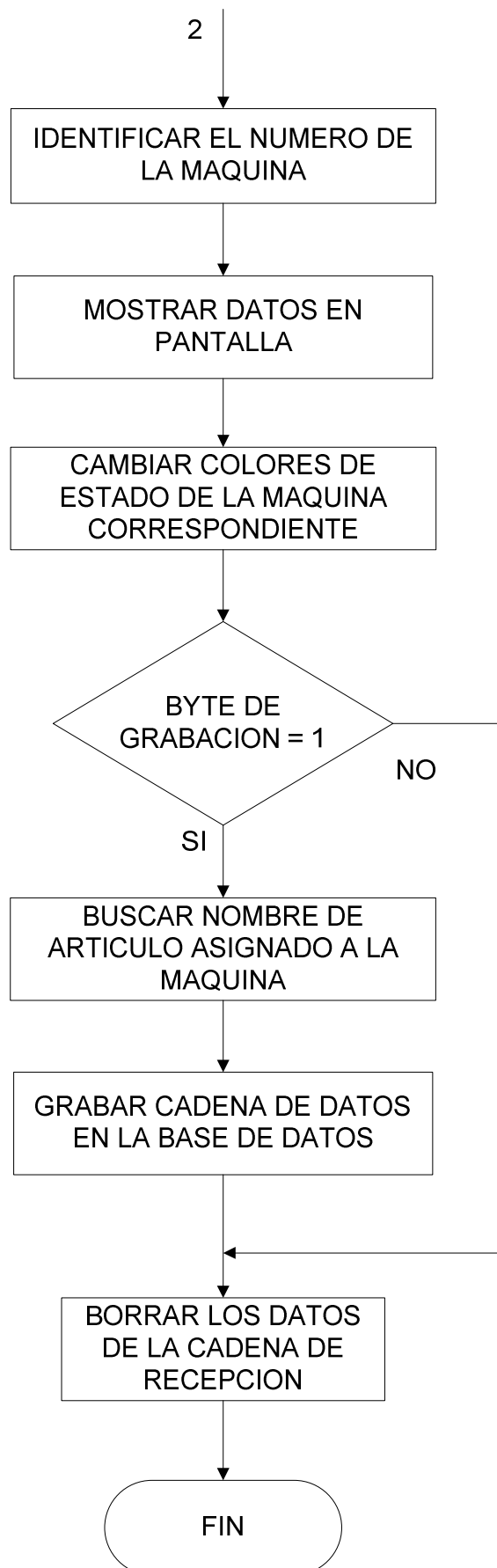
En el tercer bloque del diagrama de flujo anterior se tiene el proceso de habilitación de la interrupción del puerto serial, marcada con la letra (a). La siguiente es la ilustración del flujo que indica la rutina de interrupción de recepción de los datos.



**Figura 3.10a Interrupción de recepción y grabación de datos**



**Figura 3.10b Interrupción de recepción y grabación de datos**



### Figura 3.10c Interrupción de recepción y grabación de datos

El sistema graba toda la información obtenida cada cambio de turno en una base de datos y es capaz de desplegar consultas con selección de fechas.

Las fórmulas que se utilizan para los cálculos de las eficiencias que se despliegan en los diferentes turnos corresponden a una relación entre el tiempo que se ha mantenido tejiendo una máquina y el tiempo transcurrido del turno actual y son las siguientes:

- Para el primer turno:

$$FORMULA1 = \frac{HORASTEJIDO + \frac{MINUTOSTEJIDO}{60}}{(HORA ACTUAL - 6) + \frac{MINUTOSACTUAL}{60}} * 100$$

- Para el segundo turno:

$$FORMULA2 = \frac{HORASTEJIDO + \frac{MINUTOSTEJIDO}{60}}{(HORA ACTUAL - 14) + \frac{MINUTOSACTUAL}{60}} * 100$$

- Para el tercer turno:

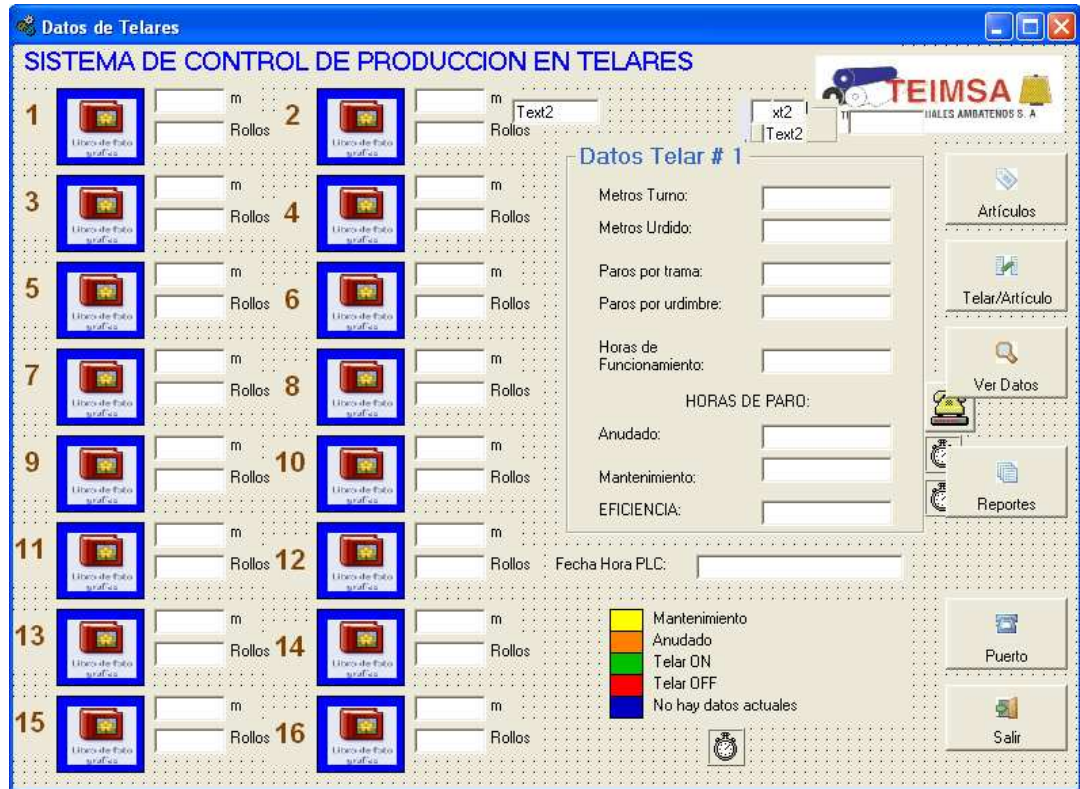
$$FORMULA3 = \frac{HORASTEJIDO + \frac{MINUTOSTEJIDO}{60}}{(HORA ACTUAL - 22) + \frac{MINUTOSACTUAL}{60}} * 100$$

$$FORMULA4 = \frac{HORASTEJIDO + \frac{MINUTOSTEJIDO}{60}}{(HORA ACTUAL + 2) + \frac{MINUTOSACTUAL}{60}} * 100$$

La pantalla principal de la HMI del sistema de control se muestra en la Figura 3.11. Junto a cada representación de las máquinas textiles o telares se visualizan la longitud en metros del rollo actual y la cantidad de rollos producidos por cada

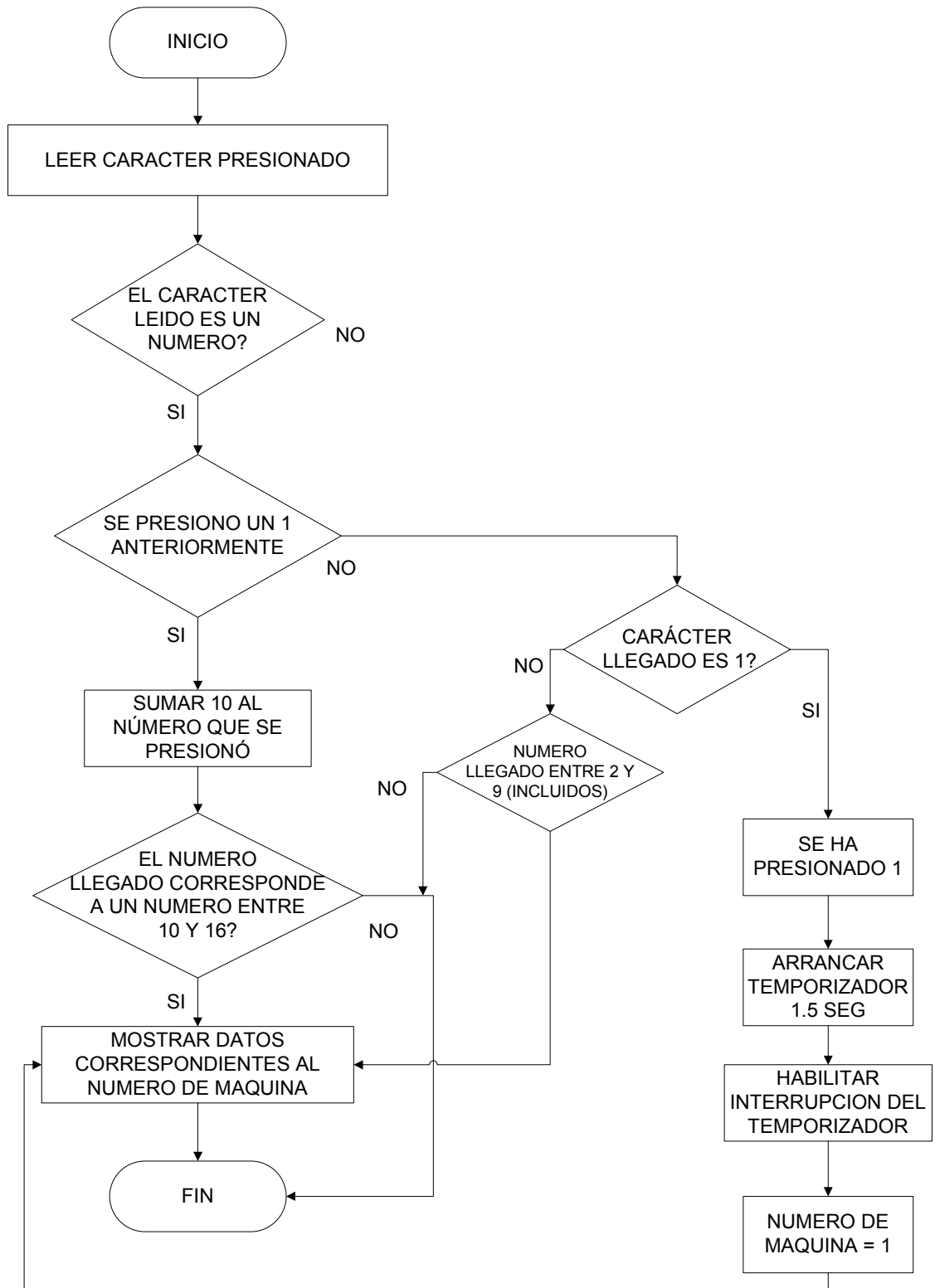


máquina. Para poder conocer los datos completos el sistema permite seleccionar el telar cuyos datos se desean desplegar, mediante el uso del teclado numérico.



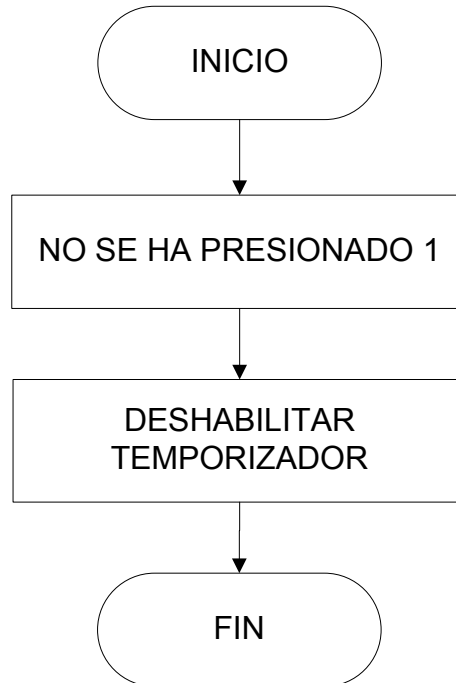
**Figura 3.11 Interfaz con el usuario**

Para habilitar la utilización del teclado numérico con el fin de visualizar al lado derecho de la pantalla principal, en el recuadro de “Datos Telar”, la información correspondiente a una de las máquinas, se ha implementado la subrutina de atención a los caracteres presionados en el teclado que es la siguiente:



**Figura 3.12a Subrutina de atención a los caracteres presionados en el teclado**

La subrutina de la interrupción del temporizador de 1.5 segundos es la siguiente:



**Figura 3.12b Subrutina de interrupción del temporizador de 1.5 segundos**

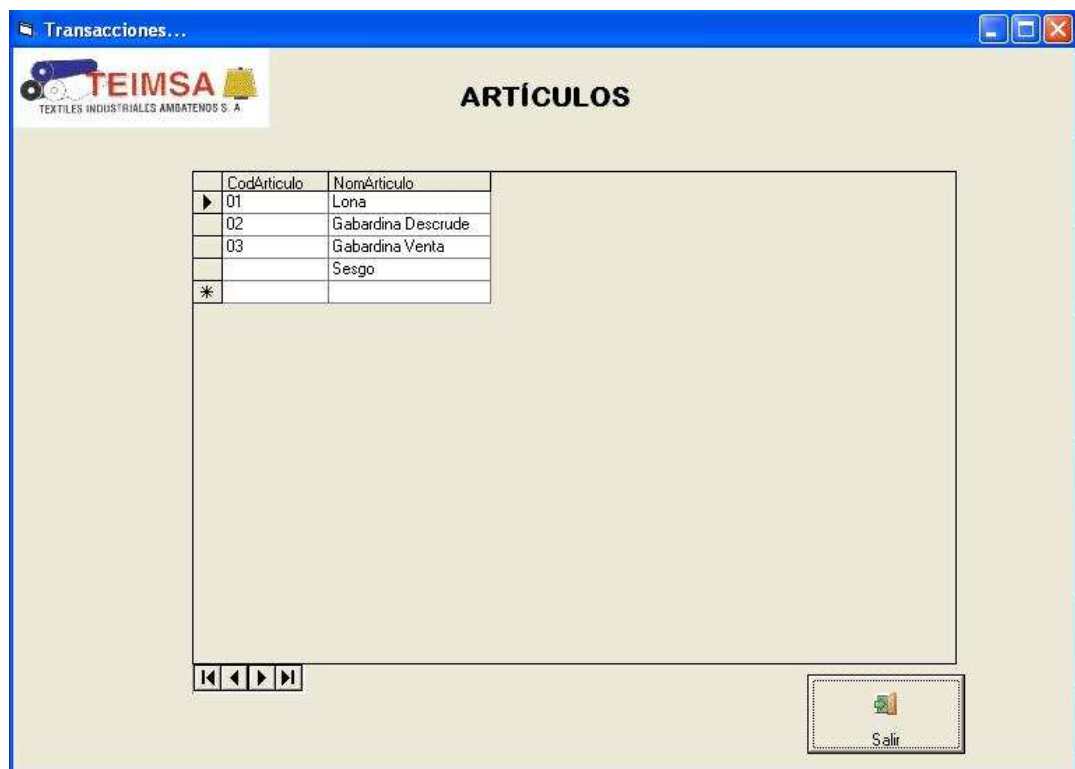
Como ya se analizó en el diagrama de flujo de la Figura 3.10c, la interfaz asigna un color al fondo de cada máquina dependiendo del estado de las mismas. La asignación de estos colores es la siguiente:

- Azul: No hay datos actuales
- Verde: Telar ON
- Rojo: Telar OFF
- Amarillo: Mantenimiento
- Anaranjado: Anudado

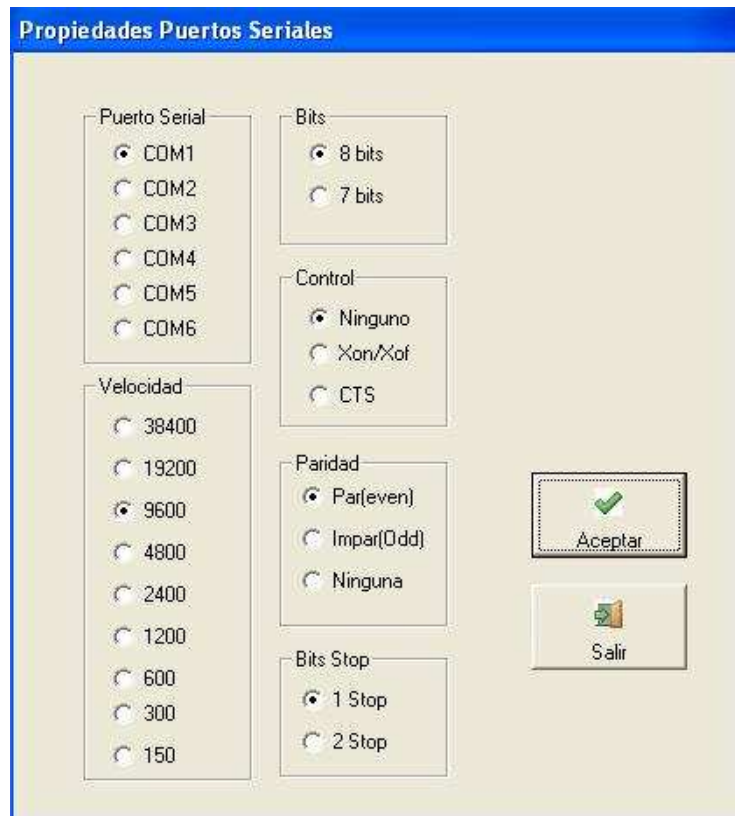
Los datos restantes para cada telar son: Fecha y hora del PLC, número de paros de trama, número de paros de urdimbre, tiempo de tejido, tiempo de anudado, tiempo de mantenimiento, metros de tejido producidos en el turno

actual, metros de urdido utilizado en el turno actual y cantidad de rollos producidos.

Se han diseñado pantallas adicionales que servirán para: Adjudicar un código a cada artículo (Figura 3.13) y cambiar las propiedades del puerto serial (Figura 3.14), a pesar de que las configuraciones de los puertos de los PLCs son fijas y se puede configurar el puerto del computador mediante las propiedades del puerto serial.



**Figura 3.13 Pantalla para adjudicar código a los artículos**



**Figura 3.14 Pantalla para cambio de las propiedades del puerto serial**

También se dispone de una pantalla para asignar a cada máquina el tipo de tela o artículo que está produciendo (Figura 3.15), otra pantalla que muestra la información que se ha grabado en la base de datos (Figura 3.16) y otra adicional llamada “acerca de” en la que se incluye la información sobre el sistema (Figura 3.17).

Datos Telar Artículo

**TEIMSA**  
TEXTILES INDUSTRIALES AMBATENOS S. A.

### TELAR - ARTÍCULO

NumTelar	Artículo
1	Gabardina Descrude
2	Sesgo
3	Gabardina Venta
4	Sesgo
5	Gabardina Venta
6	Sesgo
7	Gabardina Venta
8	Sesgo
9	Gabardina Descrude
10	Sesgo
11	Gabardina Descrude
12	Sesgo
13	Gabardina Descrude
14	Sesgo
15	Gabardina Venta
16	Sesgo
*	

Telar:

Artículo:

Salir

Figura 3.15 Pantalla para asignar el artículo cada máquina

Transacciones...

**TEIMSA**  
TEXTILES INDUSTRIALES AMBATENOS S. A.

### DATOS

NumTelar	MetrosRolloActua	NumRollos	NumParosTram	NumParosUrdimb	MetrosTurn	MetrosUrdid	FechaHoralnicio	FechaInicio
1	1	1	1	1	1	1	12/12/2012 13:21:00	06/12/2005
1	0	0	0	0	0	0		
1	2	3	4	5	10	11	06/12/2005 6:00:00	06/12/2005
1	2	3	4	5	10	11	06/12/2005 6:00:00	06/12/2005
1	2	3	4	5	10	11	06/12/2005 6:00:00	06/12/2005
1	2	3	4	5	10	11	06/12/2005 6:00:00	06/12/2005
1	2	3	4	5	10	11	06/12/2005 6:00:00	06/12/2005

Salir

**Figura 3.16 Pantalla para visualizar la información contenida en la base de datos**



**Figura 3.17 Pantalla para visualizar la información acerca de el sistema**

Para la emisión de reportes se han utilizado las funciones de Data Environment y Data Report propias del Visual Basic 6.0, que básicamente se refieren a la procedencia de la información y cuál es el filtro que se aplica para la misma. Ese filtro depende de qué se seleccione en la ventana de reportes las fechas, los artículos y el número del telar desde donde se desea obtener la información que se muestra en la pantalla que se ilustra en la Figura 3.18.

En resumen, el Data Report tiene como fuente de datos al Data Environment y se los utiliza de manera personalizada.


**Figura 3.18 Pantalla para emisión de reportes**

Respondiendo a las necesidades inmediatas de los departamentos de producción y control de calidad de TEIMSA se han diseñado los siguientes reportes:

- Reporte diario filtrando el tipo de artículo.
- Reporte diario filtrando el número de máquina.
- Reporte mensual filtrando el tipo de artículo, y
- Reporte mensual filtrando el número de máquina,

El diseño de estos reportes se puede observar en la Figura 3.19



Reporte Diario por Telar															
Encabezado de informe (ReportHeader)															
		<b>SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCION EN TELARES INVESTA</b> REPORTE													
%i															
Encabezado de página (PageHeader)															
Encabezado de grupo (Command1_Grouping_Header)															
ARTICULO:		Articulo [Command1_Grouping]													
Turno	NumRollo	ParosTrama	ParosUrd.	m.Turno	m.Urdido	FechaHora Grabación	Horas Mant.								
Detalle (Command1_Detail)															
Turno	NumRollo	NumParosTr	NumParosU	MetrosTurno	MetrosUrdid	FechaHoraGraba	HorasMant								
Pie de grupo (Command1_Grouping_Footer)															
TOTAL:		SUM(NumR	SUM(NumPar	SUM(NumPar	SUM(Metr	SUM(Horas									
Pie de página (PageFooter)															
%D				%t		Página: %p de %P									
Pie de informe (ReportFooter)															
RESUMEN:															
		NumRollo	ParosTrama	ParosUrd.	m.Turno	Horas Mant.									
		SUM(NumR	SUM(NumPar	SUM(NumPar	SUM(Metr	SUM(Horas									

**Figura 3.19 Diseño de reportes**

El código %i permite colocar el título del Data Report, %D la fecha, %t la hora y %P las páginas totales.

### 3.2.2 Listado del programa de monitoreo del sistema de control de producción.

El listado completo del programa de monitoreo del sistema de control de producción de las máquinas textiles INVESTA se encuentra en el ANEXO G.

Con esto se da por concluido el diseño del software necesario para el control y la recopilación y despliegue de la información. En el siguiente capítulo se describen las pruebas previas al funcionamiento del sistema y se realiza un análisis sobre los resultados obtenidos.

## CAPÍTULO 4

### PRUEBAS Y RESULTADOS DEL SISTEMA

#### 4.1 Pruebas preliminares de transmisión de datos

En principio se realizaron las pruebas correspondientes a la transmisión de la cadena de datos enviadas desde los PLCs, utilizando la función de Hyper Terminal de Windows, con el fin de corregir posibles errores en el orden y cantidad de caracteres que deben llegar al puerto serial del computador. Con esto se logró observar las cadenas de datos correspondientes a cada máquina, separadas por asteriscos ("\*"). Para la comprobación se han forzado las entradas de los contadores para obtener datos (ficticios) de la máquina número trece, separados por el punto y coma, y se muestran en la Figura 4.1 siguiente dentro del recuadro de color rojo.

```

443; 803;1115;5023; 0; 0; 84;17; 1810;15;0*05; 18; 233; 32767; 32767;0;0;
1; 33;3743; 803;1115;5023; 0; 2; 1; 1;25; 2034;37;0*06; 18; 87; 333;
1;0;0;1; 15;5066; 803;1115;5023; 15;12; 0;29; 2108;15;0*07; 139; 309;
3; 9;0;0;1; 38;2453; 803;1115;5457; 0; 0; 77; 5; 2181;45;0*09; 130;
223; 17; 3;0;0;0; 39; 846; 803;1115;5457; 0; 0; 33; 5; 1857; 3;0*
11;175; 241; 4; 2;0;0;0; 41; 514; 803;1115;5458; 0; 19; 142; 1; 20
52;30;0*12;164; 83; 2;0;0;0; 0;0;0;1; 27;2839; 803;1115;5458; 0; 0;
1;29; 2097;46;0*13; 6; 221; 0; 0;0;0;0; 0;1422; 803;1115;5556; 0
:12; 30;44; 1737;27;0*14;101; 83; 0; 0;0;0;0; 0;1422; 803;1115;55
56; 0; 2; 9;45; 1862;34;0*16;262; 93; 0; 0;0;0;0; 3;0;0;1; 26; 910; 803
1115;5556; 0;10; 0; 0; 2148;51;0*01; 3; 156; 7; 0;0;0;1; 0;29;7
552; 803;1115;5026; 36;28; 0; 0; 2029;57;0*02; 170; 87; 5; 0;0;0;0;
1; 28;3220; 803;1115;5026; 40;52; 108;34; 2211;22;0*03; 32; 271; 30;
67;0;1;0; 1; 0; 803;1115;5026; 0; 2; 0;41; 1880;57;0*04; 142; 72;
0;0;0;0;0; 0; 443; 803;1115;5026; 0; 0; 84;17; 1810;15;0*05; 18;
233; 32767; 32767;0;0;1; 33;3743; 803;1115;5026; 0; 2; 1;25; 2034;37;0*
07;139; 309; 223; 17; 3;0;0;0; 39; 846; 803;1115;5501; 0; 0; 77; 5; 21
81;45;0*09;130; 223; 17; 3;0;0;0; 38;2453; 803;1115;5501; 0; 0; 33; 5; 18
3; 5; 1857; 3;0*10; 26; 94; 1510; 1;0;0;0; 1;0;0;0; 24;9367; 803;1115;5501;
0; 1; 12;43; 2195;32;0*12;164; 83; 2; 0;0;0;1; 27;2839; 803;1115;5501;
0; 0; 1;29; 2097;46;0*13; 6; 221; 0; 0;0;0;0; 0;1422; 803
1115;5559; 0;12; 30;44; 1737;27;0*14;101; 83; 0; 0;0;0;0; 0;
408; 803;1115;5559; 0; 2; 9;45; 1862;34;0*16;262; 93; 0; 0;0;0;0; 3;0;0;
1; 26; 910; 803;1115;5600; 0;10; 0; 0; 2148;51;0*

```

Figura 4.1 Despliegue de datos a través del Hyper Terminal

Donde la correspondencia de los datos y la cantidad de bytes recibidos es la siguiente:

- Número de máquina o telar: 13 (dos bytes)
- Cantidad de metros del rollo actual: 6 (ocho bytes)
- Cantidad de rollos producidos: 221 (ocho bytes)
- Cantidad de paros de trama: 0 (ocho bytes)
- Cantidad de paros de urdimbre: 0 (ocho bytes)
- Detenido por mantenimiento: 0 (un byte)
- Detenido por anudado: 0 (un byte)
- Máquina tejiendo: 0 (un byte)
- Metros por turno: 0 (cuatro bytes)
- Metros por urdido:1422 (cuatro bytes)
- Año-mes: 803 (cuatro bytes)
- Día-hora:1115 (cuatro bytes)
- Minuto-segundo:5556 (cuatro bytes)
- Horas mantenimiento:0 (cinco bytes)
- Minutos mantenimiento:12 (dos bytes)
- Horas anudado:30 (cinco bytes)
- Minutos anudado:44 (dos bytes)
- Horas tejido:1737 (cinco bytes)
- Minutos tejido:27 (dos bytes)
- Indicación de grabación de datos:0
- Carácter de fin: \* (1 byte)

De lo anterior se puede mencionar que la transmisión de la cadena de datos para la máquina número 13 se está realizando de manera correcta y, debido a que la transmisión para todas las máquinas es idéntica, se pudo afirmar que la transmisión completa para todas las máquinas también es correcta.

#### **4.2 Pruebas de la interfaz del usuario**

Una vez que se ha confirmado que la cadena de datos está llegando de manera correcta se procedió a correr el programa de la interfaz de usuario para verificar que los datos obtenidos se muestren así mismo de manera correcta, comprobando la indicación de cambio de estado de las máquinas (indicado por colores) y el funcionamiento de selección de datos de cada máquina, mediante la utilización del teclado numérico.

Para esto se muestra la pantalla del sistema en funcionamiento, mostrando los datos actuales del Telar número 16.

**SISTEMA DE CONTROL DE PRODUCCION EN TELARES**

Id	Estado	m	Rollos
1	ON	15	138
2	ON	69	80
3	ON	112	255
4	ON	87	72
5	ON	68	220
6	OFF	155	83
7	ON	4	290
8	OFF	204	74
9	ON	72	207
10	ON	172	88
11	ON	30	229
12	ON	281	83
13	Mantenimiento	115	208
14	Anudado	214	82
15	OFF	55	249
16	Mantenimiento	290	90

**Datos Telar No. 16**

Metros Turno: 37  
Metros Urdido: 0  
Paros por trama: 12  
Paros por urdimbre: 3  
Horas de Funcionamiento: 6:45  
HORAS DE PARO:  
Anudado: 0:0  
Mantenimiento: 0:1  
EFICIENCIA: 90.1

Fecha Hora PLC: 2008/03/03 13:09:43

■ Mantenimiento  
■ Anudado  
■ Telar ON  
■ Telar OFF  
■ No hay datos actuales

**Figura 4.2 Pantalla principal de la interfaz del usuario con el sistema en funcionamiento.**

Como se puede observar, las máquinas, según el color del fondo de las imágenes de cada máquina, los telares 6, 8 y 15 se encuentran detenidos, en el 13 y 16 se ha colocado el selector en la posición de mantenimiento y en el 14 en

la posición de anudado; el resto de máquinas se encuentra en funcionamiento y produciendo tejido.

Para poder visualizar la presentación de un reporte, se forzó la entrada que habilita la grabación de datos y se obtuvo el reporte que se muestra en la Figura 4.3. Como se vio en el capítulo anterior estos reportes podrán ser diarios o mensuales y filtrados por máquina o artículo y se han incluido solamente algunos datos, que fueron los solicitados por el departamento de producción de la empresa.

Turno	NumRollos	ParosTrama	ParosUrd.	m.Turno	m.Urdido	FechaHora Grabación	Horas Mant.
0	135	0	0	0	4200	01/03/2008 19:00:04	36.47
0	135	0	0	0	4200	01/03/2008 19:00:14	36.47
0	135	0	0	0	4201	01/03/2008 19:00:22	36.47
0	135	0	0	0	4201	01/03/2008 19:00:36	36.47
0	135	0	0	0	4200	01/03/2008 19:00:00	36.47
0	135	0	0	0	4201	01/03/2008 19:00:32	36.47
0	135	0	0	0	4201	01/03/2008 19:00:43	36.47
0	135	0	0	0	4201	01/03/2008 19:00:25	36.47
0	135	0	0	0	4200	01/03/2008 19:00:11	36.47

**Figura 4.3 Presentación de los reportes.**

Durante el funcionamiento inicial se desplegaron ciertos errores sobre la existencia de divisiones por cero. Esto se logró eliminarlos colocando controles en cuanto a los datos en el programa principal. Estos controles corresponden a comparaciones de los datos que son denominadores en las fórmulas de cálculo de las eficiencias.

#### **4.3 Resultados acerca del Control de Longitud**

La medición y el control de la longitud de los rollos producidos de tejido se convirtió tal vez en el objetivo más importante durante el desarrollo del proyecto, y debido a que los resultados reales sobre el control de longitud son obtenidos de los datos generados en revisión puesto que la tensión aplicada a los tejidos desaparece en este proceso, se analizarán los datos provenientes del mismo para una máquina por cada clase de artículo (Gabardina Venta, Gabardina Descrude y Sesgo).

La distribución de la producción de artículos y la especificación de longitud de producción de los rollos de tejido actual en las máquinas textiles INVESTA es la siguiente:

Telar	Artículo	Longitud especificada (m)	Tolerancia	Límite superior	Límite inferior
1	Sesgo	306	+/- 2.5%	314	298
2	Sesgo	306	+/- 2.5%	314	298
3	Gabardina venta	160	+/- 2.5%	164	156
4	Sesgo	306	+/- 2.5%	314	298
5	Gabardina venta	160	+/- 2.5%	164	156
6	Sesgo	306	+/- 2.5%	314	298
7	Gabardina venta	160	+/- 2.5%	164	156
8	Sesgo	306	+/- 2.5%	314	298
9	Gabardina descrude	175	+/- 2.5%	179	171
10	Sesgo	306	+/- 2.5%	314	298
11	Gabardina descrude	175	+/- 2.5%	179	171
12	Sesgo	306	+/- 2.5%	314	298
13	Gabardina descrude	175	+/- 2.5%	179	171
14	Sesgo	306	+/- 2.5%	314	298
15	Gabardina descrude	175	+/- 2.5%	179	171
16	Sesgo	306	+/- 2.5%	314	298

**Tabla 4.1 Distribución de artículos y especificación de longitudes**

Considerando lo anterior, se ha escogido un telar por cada artículo para analizar sesenta datos de longitud de los rollos producidos, inicialmente entre los meses de septiembre y noviembre del año 2007 y luego entre los meses de

diciembre y febrero para observar la diferencia en la producción, asistida por el sistema implementado.

Para la producción del artículo Gabardina Venta se escogió la máquina número 5 y los datos se muestran a continuación:

<b>Rollo #</b>	<b>Longitud entre Septiembre y Noviembre (metros)</b>	<b>Longitud entre Diciembre y Febrero (metros)</b>	<b>Rollo #</b>	<b>Longitud entre Septiembre y Noviembre (metros)</b>	<b>Longitud entre Diciembre y Febrero (metros)</b>
<b>1</b>	163	156	<b>31</b>	161	159
<b>2</b>	153	157	<b>32</b>	159	158
<b>3</b>	168	157	<b>33</b>	162	157
<b>4</b>	160	158	<b>34</b>	158	157
<b>5</b>	159	198	<b>35</b>	158	161
<b>6</b>	163	156	<b>36</b>	185	156
<b>7</b>	172	157	<b>37</b>	156	200
<b>8</b>	167	162	<b>38</b>	157	157
<b>9</b>	169	160	<b>39</b>	156	160
<b>10</b>	158	156	<b>40</b>	158	156
<b>11</b>	162	157	<b>41</b>	159	158
<b>12</b>	155	159	<b>42</b>	156	157
<b>13</b>	169	192	<b>43</b>	159	157
<b>14</b>	172	157	<b>44</b>	170	158
<b>15</b>	161	158	<b>45</b>	183	199
<b>16</b>	167	157	<b>46</b>	161	156
<b>17</b>	160	157	<b>47</b>	166	159
<b>18</b>	162	158	<b>48</b>	120	157
<b>19</b>	158	161	<b>49</b>	143	157
<b>20</b>	155	156	<b>50</b>	165	158
<b>21</b>	169	199	<b>51</b>	169	158
<b>22</b>	185	156	<b>52</b>	180	160
<b>23</b>	155	158	<b>53</b>	183	198
<b>24</b>	174	158	<b>54</b>	184	163
<b>25</b>	156	157	<b>55</b>	164	158
<b>26</b>	158	157	<b>56</b>	164	160
<b>27</b>	169	157	<b>57</b>	165	156
<b>28</b>	152	157	<b>58</b>	100	158
<b>29</b>	153	199	<b>59</b>	182	157
<b>30</b>	165	156	<b>60</b>	161	158



Longitudes de rollos producidos Telar 5 Sep/2007-Nov/2007

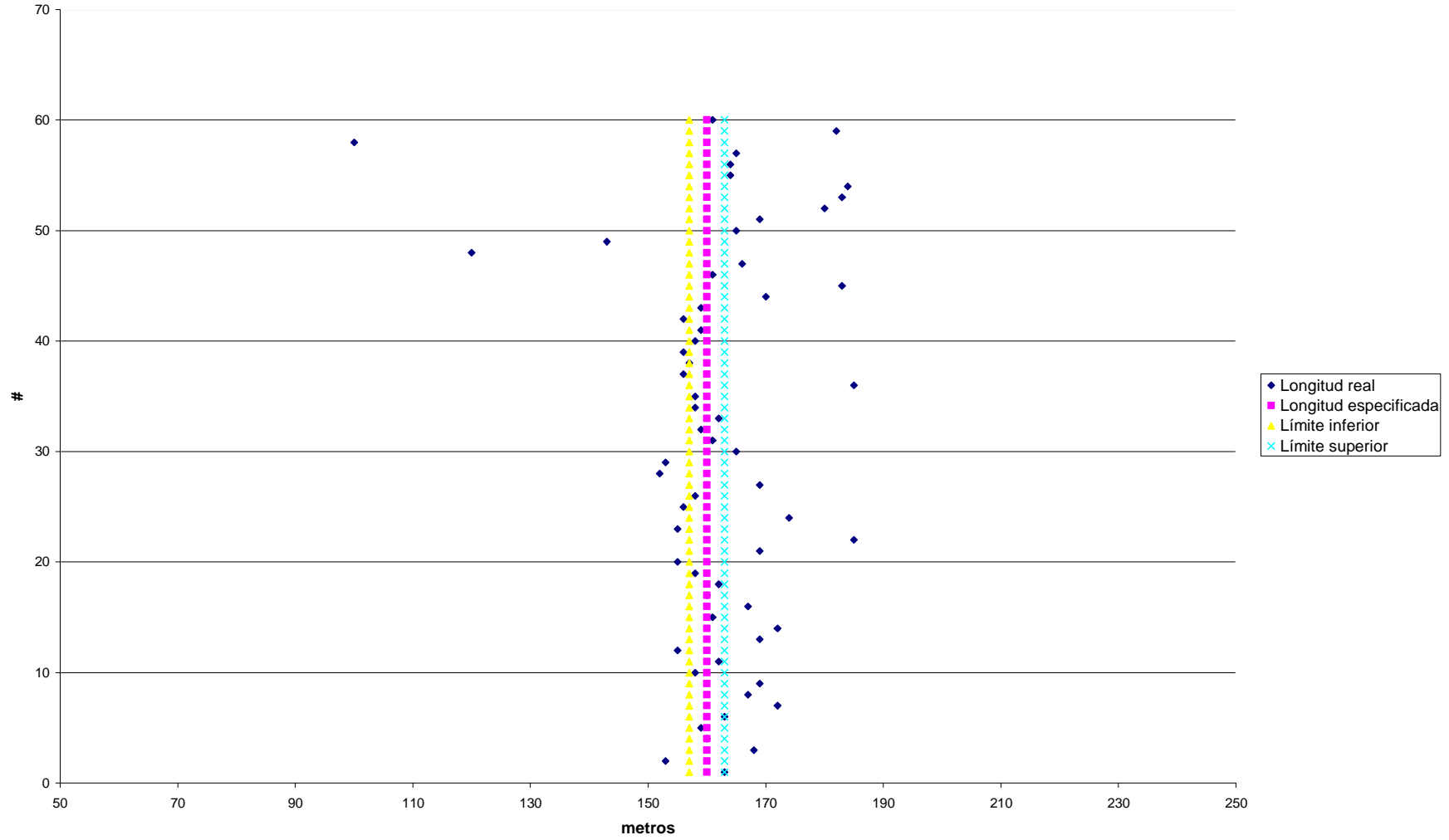
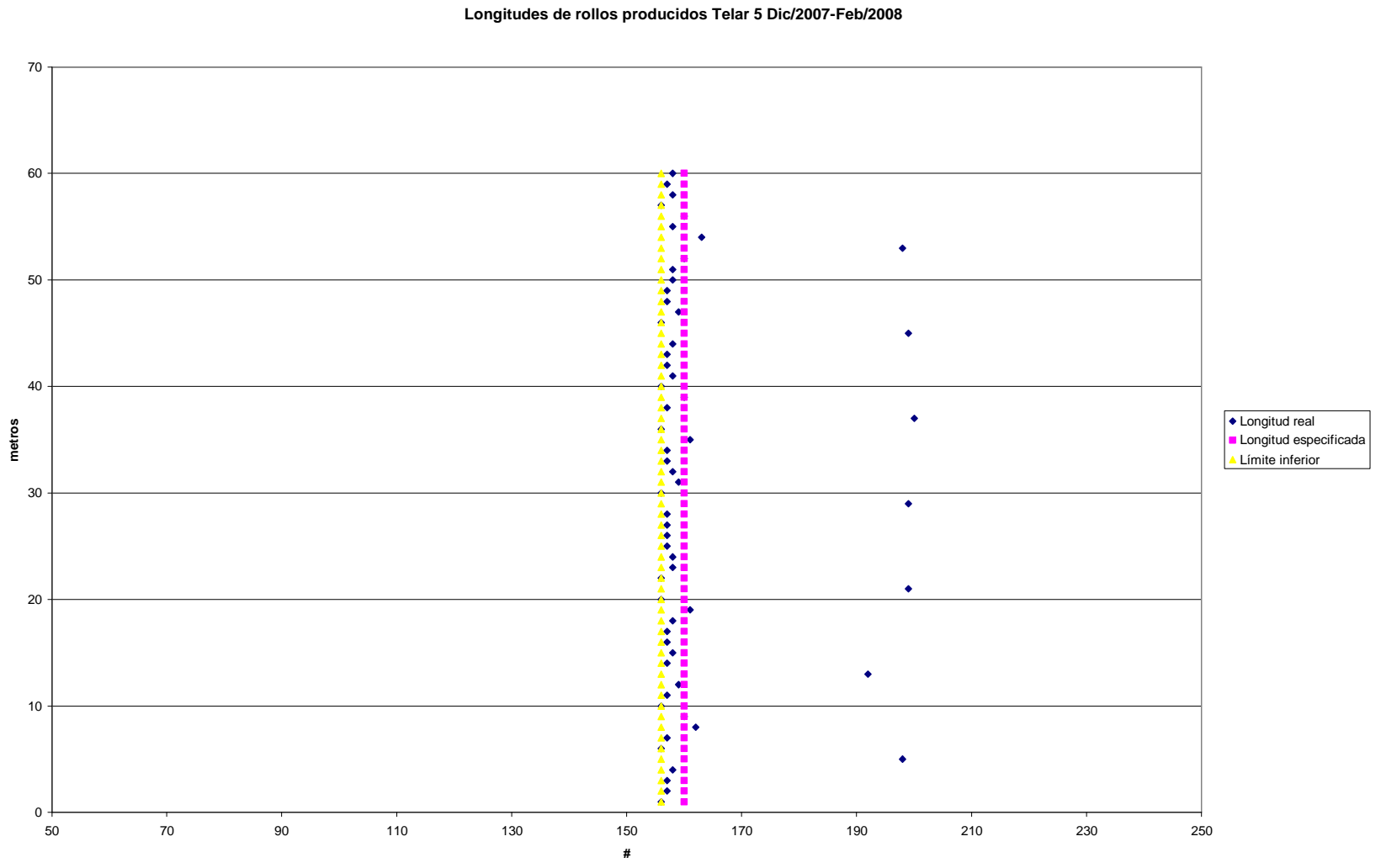


Tabla 4.2 Datos de longitud el telar 5

Figura 4.4 Datos telar 5 antes de la implementación del sistema



**Figura 4.5 Datos telar 5 después de la implementación del sistema**

Para la producción del artículo Gabardina Descrude se escogió la máquina número 11 y los datos se muestran a continuación:

<b>Rollo #</b>	<b>Longitud entre Septiembre y Noviembre (metros)</b>	<b>Longitud entre Diciembre y Febrero (metros)</b>	<b>Rollo #</b>	<b>Longitud entre Septiembre y Noviembre (metros)</b>	<b>Longitud entre Diciembre y Febrero (metros)</b>
<b>1</b>	153	173	<b>31</b>	174	175
<b>2</b>	150	172	<b>32</b>	177	175
<b>3</b>	173	176	<b>33</b>	175	175
<b>4</b>	142	176	<b>34</b>	176	175
<b>5</b>	175	174	<b>35</b>	176	176
<b>6</b>	179	174	<b>36</b>	176	173
<b>7</b>	169	174	<b>37</b>	176	172
<b>8</b>	170	171	<b>38</b>	156	175
<b>9</b>	179	171	<b>39</b>	196	176
<b>10</b>	169	175	<b>40</b>	178	177
<b>11</b>	180	176	<b>41</b>	186	175
<b>12</b>	169	175	<b>42</b>	133	176
<b>13</b>	180	176	<b>43</b>	172	173
<b>14</b>	166	175	<b>44</b>	191	170
<b>15</b>	179	173	<b>45</b>	174	175
<b>16</b>	160	173	<b>46</b>	184	175
<b>17</b>	162	176	<b>47</b>	187	175
<b>18</b>	171	175	<b>48</b>	180	174
<b>19</b>	167	174	<b>49</b>	184	175
<b>20</b>	163	175	<b>50</b>	117	176
<b>21</b>	172	174	<b>51</b>	183	171
<b>22</b>	100	172	<b>52</b>	175	175
<b>23</b>	129	172	<b>53</b>	185	176
<b>24</b>	163	176	<b>54</b>	174	172
<b>25</b>	175	175	<b>55</b>	190	169
<b>26</b>	179	175	<b>56</b>	192	175
<b>27</b>	175	175	<b>57</b>	106	175
<b>28</b>	178	198	<b>58</b>	174	175

<b>29</b>	169	143	<b>59</b>	192	176
<b>30</b>	184	174	<b>60</b>	182	175

**Tabla 4.3 Datos de longitud el telar 11**

Figura 4.6 Datos telar 11 antes de la implementación del sistema

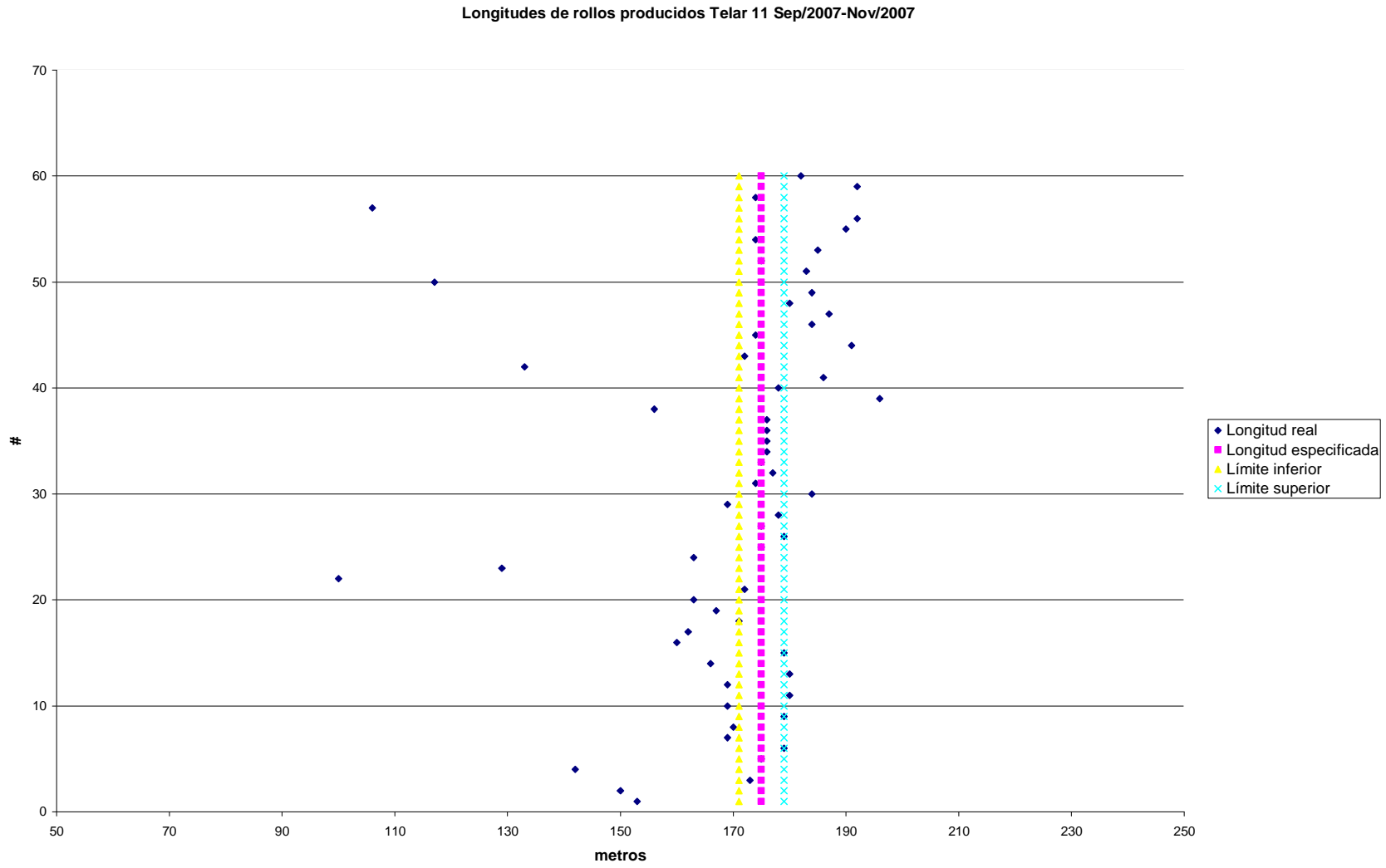
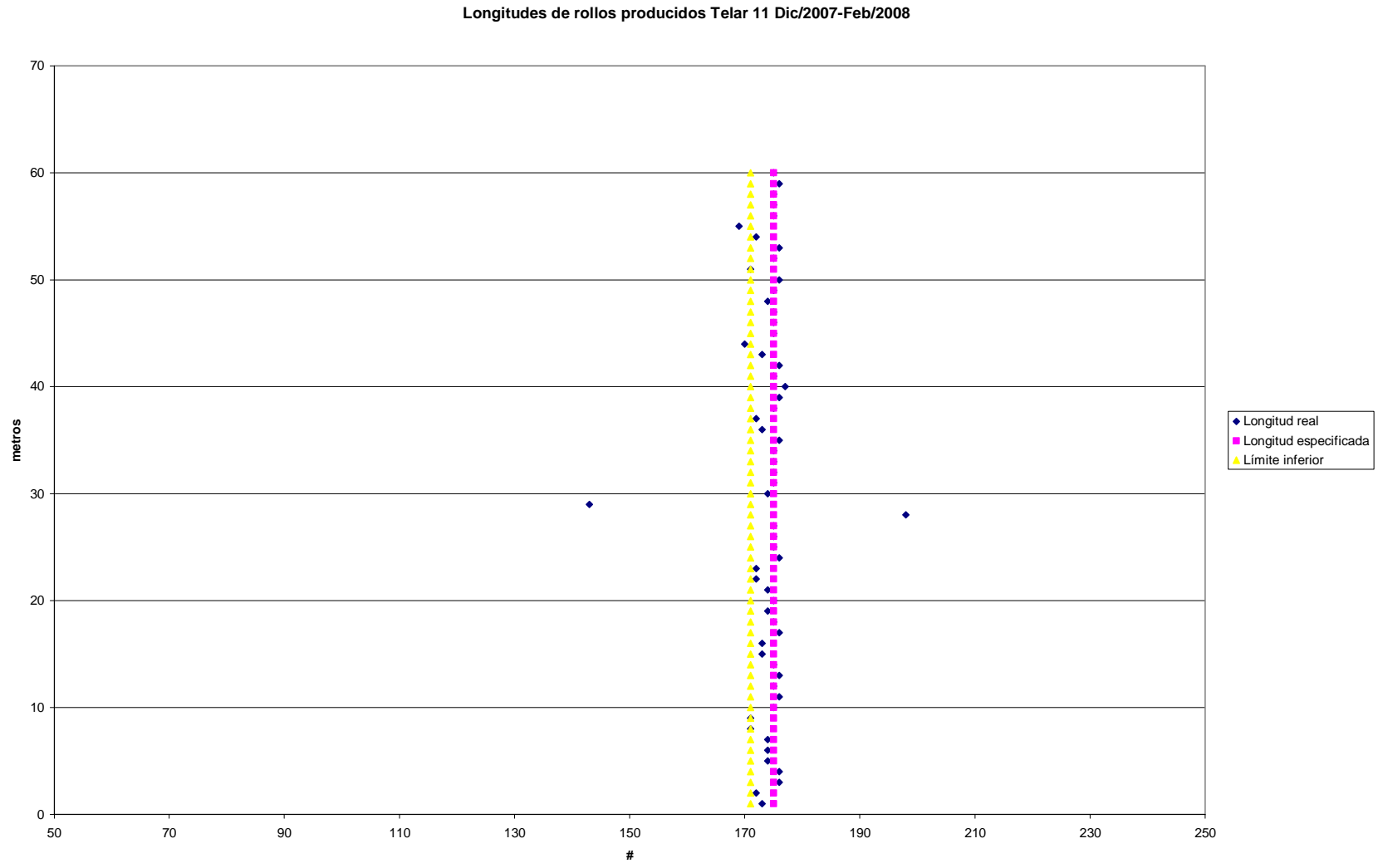


Figura 4.7 Datos telar 11 después de la implementación del sistema

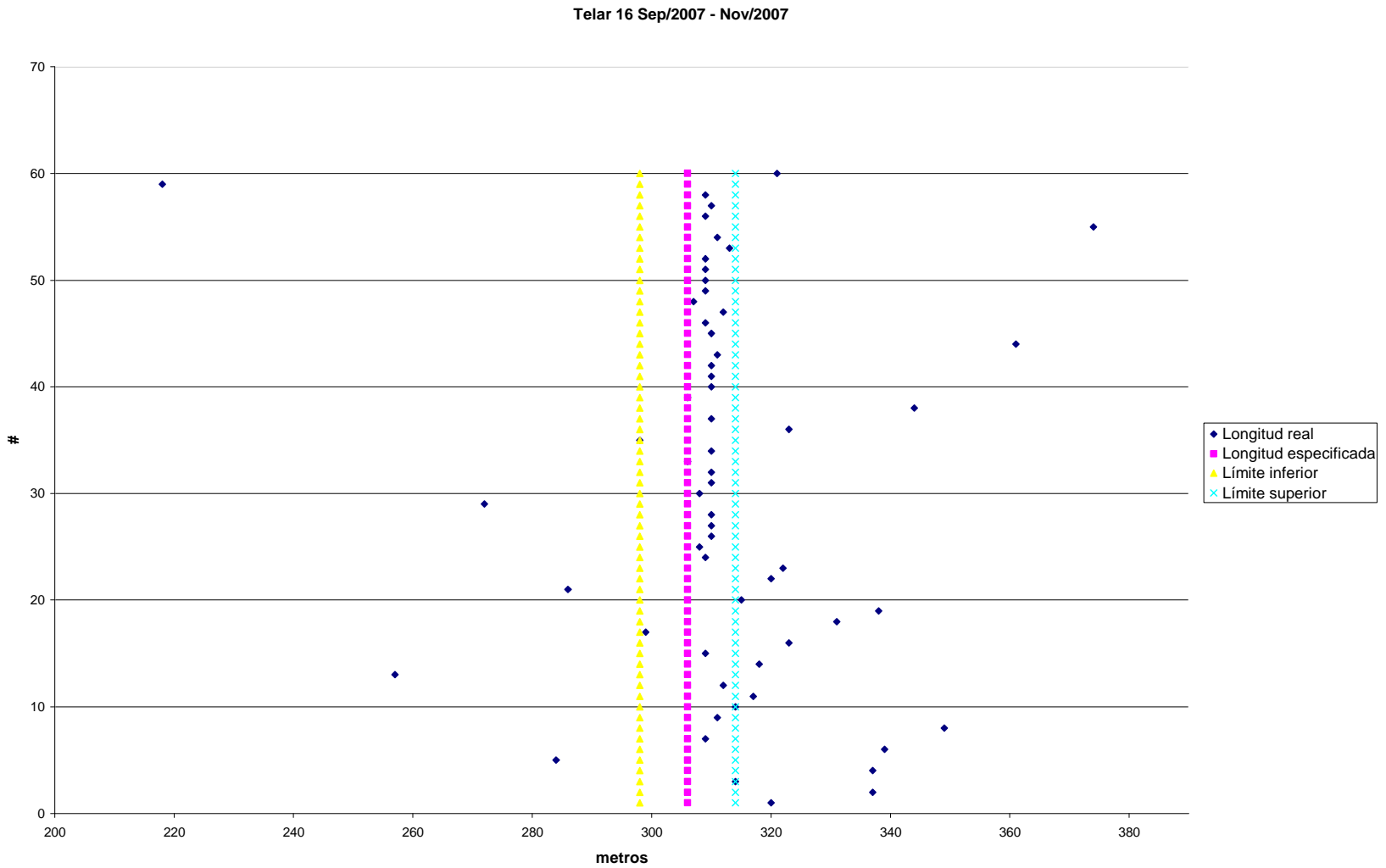


Por último, para la producción del artículo Sesgo se escogió la máquina número 16 y los datos se muestran a continuación:

<b>Rollo #</b>	<b>Longitud entre Septiembre y Noviembre (metros)</b>	<b>Longitud entre Diciembre y Febrero (metros)</b>	<b>Rollo #</b>	<b>Longitud entre Septiembre y Noviembre (metros)</b>	<b>Longitud entre Diciembre y Febrero (metros)</b>
<b>1</b>	320	306	<b>31</b>	310	307
<b>2</b>	337	342	<b>32</b>	310	307
<b>3</b>	314	306	<b>33</b>	306	306
<b>4</b>	337	307	<b>34</b>	310	425
<b>5</b>	284	306	<b>35</b>	298	306
<b>6</b>	339	307	<b>36</b>	323	306
<b>7</b>	309	306	<b>37</b>	310	305
<b>8</b>	349	307	<b>38</b>	344	306
<b>9</b>	311	306	<b>39</b>	306	305
<b>10</b>	314	324	<b>40</b>	310	306
<b>11</b>	317	306	<b>41</b>	310	305
<b>12</b>	312	307	<b>42</b>	310	370
<b>13</b>	257	305	<b>43</b>	311	306
<b>14</b>	318	307	<b>44</b>	361	305
<b>15</b>	309	305	<b>45</b>	310	305
<b>16</b>	323	306	<b>46</b>	309	306
<b>17</b>	299	306	<b>47</b>	312	304
<b>18</b>	331	306	<b>48</b>	307	306
<b>19</b>	338	413	<b>49</b>	309	306
<b>20</b>	315	306	<b>50</b>	309	396
<b>21</b>	286	307	<b>51</b>	309	306
<b>22</b>	320	305	<b>52</b>	309	307
<b>23</b>	322	306	<b>53</b>	313	308
<b>24</b>	309	306	<b>54</b>	311	304
<b>25</b>	308	306	<b>55</b>	374	306
<b>26</b>	310	303	<b>56</b>	309	306
<b>27</b>	310	302	<b>57</b>	310	305
<b>28</b>	310	306	<b>58</b>	309	304
<b>29</b>	272	306	<b>59</b>	218	306
<b>30</b>	308	306	<b>60</b>	321	308

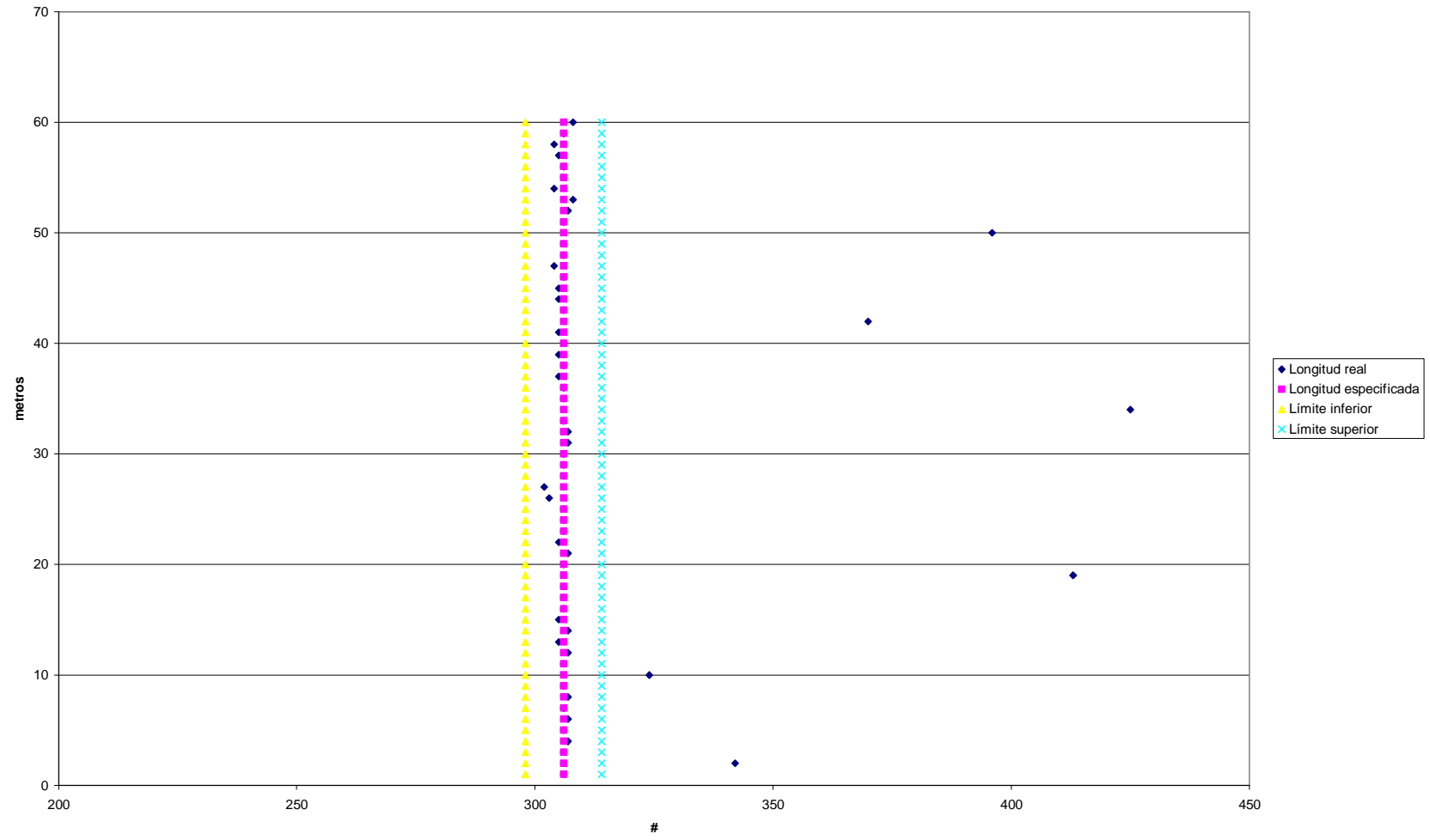
**Tabla 4.4 Datos de longitud el telar 16**

Figura 4.8 Datos telar 16 antes de la implementación del sistema





Telar 16 Diciembre/2007 - Febrero/2008



#### Figura 4.9 Datos telar 16 después de la implementación del sistema

En la Tabla 4.5 siguiente se muestra la cantidad de rollos dentro del rango antes y después de haber puesto en funcionamiento el sistema.

Telar	# Rollos dentro de especificación Sep/2007 - Nov/2007	Porcentaje (%)	# Rollos dentro de especificación Dic/2007 - Feb/2008	Porcentaje (%)
5	28	46,67	53	88,33
11	24	40,00	56	93,33
16	37	61,67	54	90,00

**Tabla 4.5 Rollos dentro de especificación**

Se puede observar en los gráficos que muestran las longitudes de los rollos, luego de haber puesto en funcionamiento el sistema todavía existen rollos fuera de la especificación (aproximadamente un 8% de la cantidad de la muestra analizada), pero en exceso de longitud. Esto se debe a que el último rollo que se puede producir de un urdido se teje hasta que se termine el urdido en mención. Por lo general, cuando se obtiene un rollo de mayor cantidad que la especificada se lo corta y el resto se negocia con el cliente a diferente precio, lo que provoca cierta pérdida económica. Pero este problema puede ser solucionado si de igual manera se controla la longitud de los urdidos producidos. Pero por otro lado, se puede mencionar que se ha incrementado notablemente la cantidad de rollos que se encuentran dentro de la especificación de longitud, lo que se traducirá en la disminución de pérdidas por cortes o rollos no aceptados por parte del cliente.

#### 4.4 Pruebas y Resultados sobre los tipos de causa de paro de máquina

Para conocer que los datos obtenidos y desplegados fueron los correctos se procedió a la comprobación mediante la generación provocada de paros de trama y de urdimbre.

En la mayoría de los casos se visualizó un cambio en el contador de paros del HMI cuando se provocaba uno en la máquina, pero en los telares 5 y 7 sucedió que cuando la entrada correspondiente a un paro de trama o de urdimbre era conectada, el contador se incrementaba rápidamente hasta alcanzar el valor límite superior (32767).

Se comprobó el funcionamiento correcto de la entrada del PLC conectándola directamente a la fuente de 24 voltios. Luego se intercambió la unidad electrónica A4 de los telares comprobando que en efecto se trataba de una falla de esa unidad.

Por último se comprobó que la reposición a cero de los contadores funcione correctamente.

#### **4.5 Pruebas y resultados de los Contadores de Horas y Reloj Interno**

Se comprobó la respuesta de los contadores de horas implementados a la señal de entrada que indica el cambio de estado de las máquinas, encontrándose satisfactorio el registro de las horas y minutos que tardan las entradas en activación.

Por otro lado al visualizar la información de la hora actual, se notaron cambios irregulares en los segundos. Esto se debe que se está recibiendo la hora y fecha de cada PLC, puesto que los relojes internos no están exactamente iguales. Esto se puede solucionar integrando un dispositivo que logre mantener iguales a los tres PLCs o tomando los datos del reloj interno de uno sólo de los tres PLCs.

#### **4.6 Ventajas del sistema**

Las ventajas obtenidas se basan en la disponibilidad inmediata de los datos de producción de las máquinas textiles INVESTA, frente al método de recopilación de información anterior que consistía en registrar manualmente los datos de los

puntos realizados para el cálculo de las eficiencias. Además de mantener los datos disponibles de manera confiable, se elimina el problema en los días de fin de semana, que dependían de un asistente de producción que, si por alguna razón no recopilaba la información a tiempo, los datos se perdían para siempre y se realizaba un estimado de las eficiencias del trabajo de los operadores, modificando la medición final de desempeño de cada trabajador.

Es decir, el uso del sistema hace que se pueda aprovechar el tiempo que anteriormente el personal designado gastaba en obtener, registrar, informar datos, en tareas que agreguen valor a la empresa.

Como ya se analizó, mejorando el control en la longitud de los rollos producido se disminuirán en gran escala las pérdidas por productos rechazados por el cliente.

Además, el sistema se convierte en una herramienta de ayuda no sólo para el departamento de producción, sino también para los departamentos de mantenimiento y control de calidad, debido a que maneja datos cuyo análisis corresponde a dichos departamentos, para luego tomar las acciones de control respectivas.

#### **4.7 Costos del proyecto**

Los costos de los equipos y materiales utilizados en el proyecto se detallan en la Tabla 4.6.

El software para la programación no ha aportado costo alguno debido a que se han utilizado versiones ya existentes que se pueden conseguir a través del Internet.

Otros rubros no incluidos pueden ser el costo del diseño y la mano de obra para la implementación. En este caso debido a las condiciones cambiantes del

mercado no se ha tenido una referencia exacta sobre a cuánto puede ascender la implementación completa del sistema.

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNIT. (USD)	TOTAL (USD)
PLC SIMATIC SIEMENS CPU 224	3	C/U	475,86	1427,58
MODULO DE EXPANSION PARA PLC SIMATIC	5	C/U	435,69	2178,45
DETECTOR DE FASES	1	C/U	56,19	56,19
FUENTE 24 VDC	1	C/U	90,64	90,64
BARRAS DE CONTROL	1	C/U	28,91	28,91
CONVERTIDOR RS232-RS485	1	C/U	130,00	130,00
FUENTE +/- 15VDC	1	C/U	30,00	30,00
PLACA AMPLIFICADOR	3	C/U	20,00	60,00
PORTAFUSIBLE 2A RIEL DIN	2	C/U	4,33	8,66
FUSIBLE 2 <sup>a</sup>	2	C/U	0,77	1,54
TRANSFORMADOR 220/24 VAC 300VA	1	C/U	97,36	97,36
INTERRUPTOR MAGNETICO 25 <sup>a</sup>	1	C/U	22,66	22,66
UPS 500VA	1	C/U	60,00	60,00
LUZ PILOTO ROJA	1	C/U	11,29	11,29
LUZ PILOTO VERDE	1	C/U	11,29	11,29
SELECTOR DOS POSICIONES ACCIONADO CON LLAVE	1	C/U	28,43	28,43
GABINETE METALICO MODULAR IP65 800X600X250	1	C/U	106,23	106,23
CABLE 12X24AWG	350	m	1,56	546,00
CABLE 4X12AWG CONCENTRICO	30	m	3,83	114,90
CABLE 1X14AWG	50	m	0,39	19,50
CANALETA RANURADA 40X40mm	4	m	2,45	9,80
RIEL DIN	2	m	2,98	5,96
			<b>TOTAL (USD)</b>	<b>5045,39</b>

**Tabla 4.6 Costo de equipos y materiales**

En el siguiente capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones del proyecto.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo, luego de analizar los resultados de las pruebas, se listan las conclusiones pertinentes. Además, luego de haber finalizado con este proyecto se extraen recomendaciones que podrían guiar este o futuros trabajos.

#### 5.1 Conclusiones

- Las pruebas mostraron que a veces los rollos no tienen la longitud especificada. Una condición para que esto suceda es que el operador no corte el rollo a tiempo, presionando luego el botón de reposición a cero del contador de metros, o no detiene la máquina. La máquina puede seguir funcionando y produciendo tejido en el mismo rollo que debió haber sido cortado. De lo indicado se concluye que se debe impartir la capacitación necesaria en el uso del sistema y, en último caso, implementar una protección adicional que evite que la intervención humana sea la causante de obtener productos no conformes.
- De los resultados obtenidos del control de longitud se puede observar que aproximadamente un 8% del total de los rollos obtenidos luego de poner en marcha el sistema, todavía están fuera de la especificación. Esto se debe primordialmente a que la longitud de los urdidos (de los que se obtiene aproximadamente 8 rollos) no es calculada de manera adecuada, por lo que se concluye que para obtener la mayor cantidad de productos dentro de las especificaciones, se debe extender los controles hacia todo aquello que pueda considerarse como materia prima para el proceso, que en este caso son los urdidos.
- El diseño y la implementación del sistema se ajusta completamente y de acuerdo al requerimiento de la información que se deseaba obtener

inicialmente. Por sus características se puede concluir que es susceptible de aceptar modificaciones si se producen cambios en la manera de manejar los procesos.

- Al obtener la información relacionada con las eficiencias, el tipo y cantidad de las causa de los paros y tiempos de funcionamiento de cada máquina, se concluye que, cuando se decida reemplazar progresivamente la maquinaria, al analizar sus datos históricos se tendrá el conocimiento necesario respecto a cuáles serían las máquinas que deben salir de operación en una primera fase de reemplazo.
- El uso del sistema no sólo ayuda al análisis mediante la recopilación de información, sino también durante la operación y mantenimiento, para evitar no conformidades en la producción de los diferentes artículos o tomar acciones inmediatas para la corrección de fallas en las mismas.
- Uno de los resultados de mayor importancia es el control que se ejerce sobre la longitud de los rollos producidos. Debido a que se ha incrementado en alrededor de un 40% la cantidad de rollos que se encuentran dentro de las especificaciones en cuanto a longitud, se puede concluir que, además de constituirse en un proceso de apoyo, el sistema ha aportado valor al negocio no solamente evitando pérdidas y desperdicio, sino también mejorando la imagen de la empresa en lo que se refiere a servicio al cliente.
- Se ha trabajado con equipos que se pueden conseguir localmente y que poseen popularidad en el mercado para que los repuestos se puedan conseguir de manera rápida y fácil, tratando de evitar mantener en stock cada uno de los elementos que conforman el sistema. De esta observación es posible concluir que el sistema no corre el riesgo de perder sus características o tornarse obsoleto dentro del tiempo para el cual fue destinado a funcionar (aproximadamente cinco años).

- Al obtener la fecha y hora de cada PLC se visualiza en la pantalla cambios anormales, sobre todo en los segundos. Esto se debe a que los relojes internos de los PLCs no se encuentran iguales. Considerando este hecho se concluye que se debe implementar una manera de mantener iguales los relojes internos, o tomar la fecha y hora solamente de uno de los tres PLCs.
- En los telares 5 y 7 al conectar las entradas de los contadores de los paros de trama y de urdimbre, se incrementaron de manera rápida. Se logró determinar que se debía a una anomalía en la placa electrónica A4 de estos telares, por lo que se concluyó que esta es una falla de los telares y no del sistema implementado y que se puede solucionar dando el respectivo mantenimiento a la placa electrónica en mención.
- Observando el desempeño y la confiabilidad del sistema, y teniendo en cuenta la seguridad y veracidad de la información que brinda tanto a los operadores del proceso de tejido como al personal involucrado de alguna manera con el mismo, se puede concluir que los componentes del sistema han sido seleccionados de manera correcta y que en efecto se encuentran funcionando de acuerdo a los objetivos planteados y a las necesidades de la empresa.

## **5.2 Recomendaciones**

- Es necesario asegurar el análisis de la información obtenida del sistema por parte del personal involucrado en la supervisión del proceso, para que esa información ayude de manera efectiva e inmediata a la mejora en la fabricación de los diferentes productos.



- Se debe ampliar el control y adquisición de datos de otros procesos para lograr manejar de manera global la planta industrial y así tener argumentos para la toma de decisiones sobre la administración de la empresa.
- Es recomendable implementar de manera inmediata un sistema de control de longitud para el proceso de urdido, con el cálculo correcto de la cantidad de metros necesarios para que los últimos rollos producidos en los telares no tengan exceso en la longitud.
- Definitivamente la realización de proyectos que incluyen una implementación y por tanto la aplicación real de los conocimientos, que no impliquen solamente un diseño o simulación, es complemento importante de la formación en una carrera de ingeniería, por lo que se recomienda dar el espacio y la importancia necesarios para impulsar el incremento de la práctica a la hora de desarrollar un proyecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SIMATIC Manual del sistema de automatización S7-200 (Siemens) No. Ref.:  
6ES7298-8FA24-8DH0 06/2004

CASTILLO, NARANJO, Estudio y diseño de un sistema de ventilación, limpieza y tratamiento de aire para la sección de tejeduría de la industria TEIMSA, Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico de la EPN, Quito, 1999

BOLTON, Control Engineering (William Bolton), 2da. Ed., 2001

Manual V-Setin Máquinas Textiles INVESTA PNF-170

Manual de Ajuste PIKANOL Omni Plus

BOYLESTAD, NASHELSKY, Electrónica TEORIA DE CIRCUITOS, 5ta. Ed., 1997

COUGHLIN, DRISCOLL, Amplificadores Operacionales, 4ta. Ed., 1999