

**AUTOMATIZACIÓN DEL DESEÑOLLADOR DE URDIMBRE DEL TELAR  
S400 EN FABRICATO**

**JOSÉ EDILBERTO GARCÍA NARANJO  
CARLOS MARIO VELÁSQUEZ ARBOLEDA**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA  
2012**

**AUTOMATIZACIÓN DEL DESENCROLLADOR DE URDIMBRE DEL TELAR  
S400 EN FABRICATO**

**JOSÉ EDILBERTO GARCÍA NARANJO  
CARLOS MARIO VELÁSQUEZ ARBOLEDA**

**Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Electrónica**

**Asesor técnico  
Carlos Alberto Monsalve Jaramillo  
Ingeniero de Sistemas**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA  
2012**

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	8
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	9
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	9
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. OBJETIVOS	11
3.1 OBJETIVO GENERAL	11
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4. REFERENTES TEÓRICOS	12
4.1 MANUFACTURA DE LA TELA	12
4.2 TELAR S400	15
4.3 MOTOR	16
4.4 VARIADOR DE VELOCIDAD	17
4.5 CARACTERÍSTICAS DEL VARIADOR SINAMIC SG 110	19
4.6 SENSOR INDUCTIVO	21
4.7 CONTACTOR	22
4.8 TRANSFORMADOR	23
5. METODOLOGÍA	25
5.1 TIPO DE PROYECTO	25
5.2 MÉTODO	25
5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	25
5.3.1 Fuentes primarias	25
5.3.2 Fuentes secundarias	25
6. RESULTADOS DEL PROYECTO	26
7. CONCLUSIONES	40
8. RECOMENDACIONES	41

BIBLIOGRAFÍA

42

CIBERGRAFÍA

43

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Estructura de la tela	12
Figura 2 Estructura del telar	13
Figura 3 Partes del motor	17
Figura 4 Variador de velocidad electrónico	18
Figura 5 Conexiones eléctricas fuente motor (Kosow I. L., 1982)	19
Figura 6 Vista frontal variador	20
Figura 7 Bornes de conexión potencia variador	20
Figura 8 Bornera de control variador	20
Figura 9 Sensor inductivo	21
Figura 10 Bloques funcionales del sensor inductivo	22
Figura 11 Contactor	23
Figura 12 Transformador de potencia	23
Figura 13 Diagrama de conexión control de velocidad	36
Figura 14 Diagrama de flujo control desenrollador	37
Figura 15 Diagrama de flujo tesis	38

## LISTA DE FOTOS

	Pág.
Fotografía 1 Telar S400	15
Fotografía 2 Bloque mecánico desenrollador	28
Fotografía 3 Palancas regulador mecánico	28
Fotografía 4 Sistema mecánico de freno regulador	29
Fotografía 5 Bloque de rueda libre	29
Fotografía 6 Caja conexiones eléctricas	30
Fotografía 7 Cáster desenrollador	32
Fotografía 8 Caja reductora en banco de prueba	34
Fotografía 9 Caja reductora propuesta conectada a la máquina	35

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Datos técnicos del variador SINAMIMIC – GS110	44
Anexo 2 Ficha técnica del sensor inductivo	45
Anexo 3 Plano eléctrico del telar Saurer S400	46
Anexo 4 Parámetros principales del variador	47
Anexo 5 Descripción de funciones en el panel de control del variador	48
Anexo 6 Conjunto de partes retiradas del desenrollador	49
Anexo 7 Partes retiradas del desenrollador	50
Anexo 8 Embrague retirado del desenrollador	51

## **INTRODUCCIÓN**

La globalización del mercado ha creado la necesidad a las empresas a producir telas de mejor calidad para competir con productos de todo el mundo, por esta razón la mayor parte las empresas se han visto forzadas a automatizar la maquinaria y los procesos de producción. Mantener un desenrollado uniforme de los hilos de urdimbre constituye un 80% de la buena calidad de la tela que se produce, actualmente, el sistema mecánico del telar S400 de la empresa Fabricato presenta muchas variaciones en el desenrollado, lo que causa mala calidad en las telas, pues toma una apariencia ondulada que es considerada un daño grave y genera rechazos por parte del cliente. Este proyecto pretende sustituir el mecanismo actual de desenrollado del telar S400 por un moto reductor con un variador de velocidad y un sensor inductivo que garantice un desenrollado uniforme y que mejore la calidad significativamente. En este proyecto se encuentra el procedimiento realizado para la automatización del desenrollador desde su estado actual hasta su puesta en marcha final, pero teniendo como objetivo implementar un sistema automático en el telar y que permita la tensión constante de la urdimbre.

## **1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Fabricato es una empresa ubicada en Bello (Antioquia), que cuenta aproximadamente con 7.000 empleados distribuidos en 5 filiales, su actividad es producir y comercializar hilos y telas en todos los géneros como algodón ,lino, poliéster y las mezclas de estos para el mercado nacional e internacional.

En buena parte la calidad de la tela depende de la tensión y del control de la velocidad para desenrollar la urdimbre en la máquina; actualmente hay máquinas con desenrollador electrónico, aunque la máquina S400 no cuenta con este sistema. Se ha consultado con el personal de la empresa y se han hecho investigaciones, con respecto a trabajos o modificaciones realizadas a este tipo particular de máquina, pero no se cuenta con ningún registro; el análisis sobre el funcionamiento de desenrollador electrónico en otro tipo de telares será el primer punto de partida para el sistema automático que se busca implementar.

El sistema actual de desenrollado mecánico de urdimbre ha causado muchas pérdidas a la empresa, por los defectos causados al no tener un funcionamiento uniforme, que en ocasiones hacen más crítico el problema de la calidad en el producto final, otro aspecto importante son los sobrecostos ocasionados por mano de obra y repuestos.

Si este sistema no se implementa las pérdidas y los defectos en la calidad del producto continuarán, corriendo el riesgo de perder los clientes por la no conformidad del producto, lo que sería muy grave para la empresa.

### **1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿Mejorará la calidad con la automatización del desenrollador de urdimbre en el telar s400?

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Con este proyecto se pretende actualizar tecnológicamente el telar s400 que se considera una máquina de muchos años de trabajo, pero que vale la pena modernizarla por su versatilidad para trabajar todo tipo de tela.

Es importante resaltar que con este proyecto la empresa se ahorrará mucho dinero en repuestos, descuentos a los clientes y devoluciones del producto que generan otra inversión para reponerlo nuevamente al cliente, o en el mejor de los casos, pactar con el cliente que reciba el producto a menor precio; en ocasiones con descuentos hasta del 50% del precio inicial.

La empresa se beneficiará actualizando esta máquina porque al hacer una pequeña inversión, generará una mejora del 40 % en la calidad de la tela, con esta mejora se podrá dar un mejor precio a sus clientes.

Con el desenrollador de urdimbre automático se cubrirá en parte la falta de tecnología que se presenta en la máquina y que impide fabricar un producto que sea más competitivo en el mercado nacional e internacional.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Implementar un sistema automático para el desenrollador de urdimbre del telar S400 en Fabricato que permita la tensión constante de la urdimbre.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Revisar el sistema de desenrollado para conocer físicamente la máquina S400 y su funcionamiento.

Calcular y diseñar el circuito que permita regular y controlar la velocidad del desenrollador de urdimbre para mantener un funcionamiento uniforme en el regulador.

Acondicionar e instalar un motor en la máquina con todos sus accesorios, sistema de control y cables necesarios para su funcionamiento.

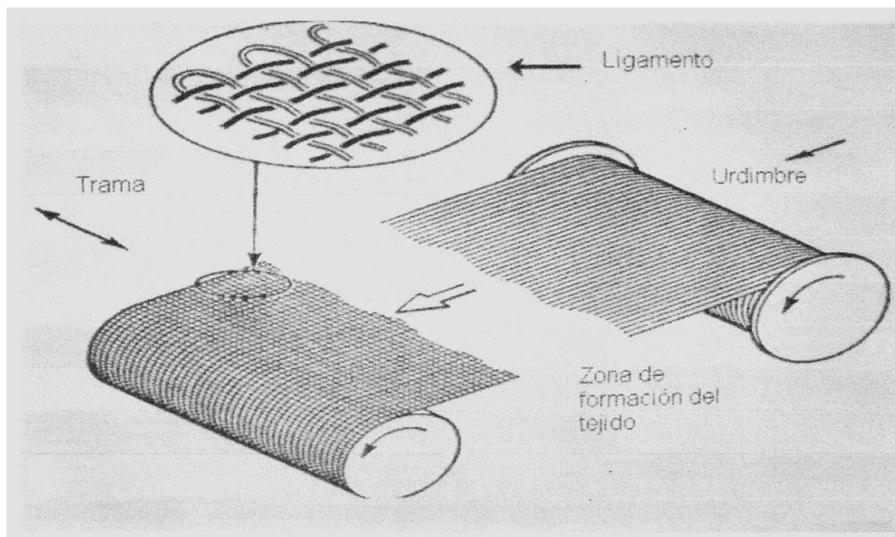
Implementar el montaje y realizar los acoples eléctricos y mecánicos entre la máquina y el nuevo sistema.

Hacer pruebas iniciales para corregir fallas y problemas, posteriormente entregar el proyecto.

## 4. REFERENTES TEÓRICOS

### 4.1 MANUFACTURA DE LA TELA

Figura 1 Estructura de la tela



La tela es una estructura más o menos plana, lo bastante flexible para poder transformarse en prendas de vestir y en textiles para uso doméstico o industrial. Las telas (ver figura 1) se elaboran a partir de fibras, hilos o de la combinación de estos elementos. El proceso de fabricación de las telas determina el aspecto, la textura y el tipo, por ejemplo:

Géneros: Telas de hilos de algodón 100% mezclado con poliéster adecuados para la confección de sábanas, sobre sábanas y manteles.

Gabardinas: Telas de tejido diagonal 2x1 de algodón 100% o mezclado con poliéster.

Burda: Tejido con hilos flotantes por una de las caras.

Entretela: Tela tejida o aglomerada que se utiliza para dar cuerpo a una prenda.

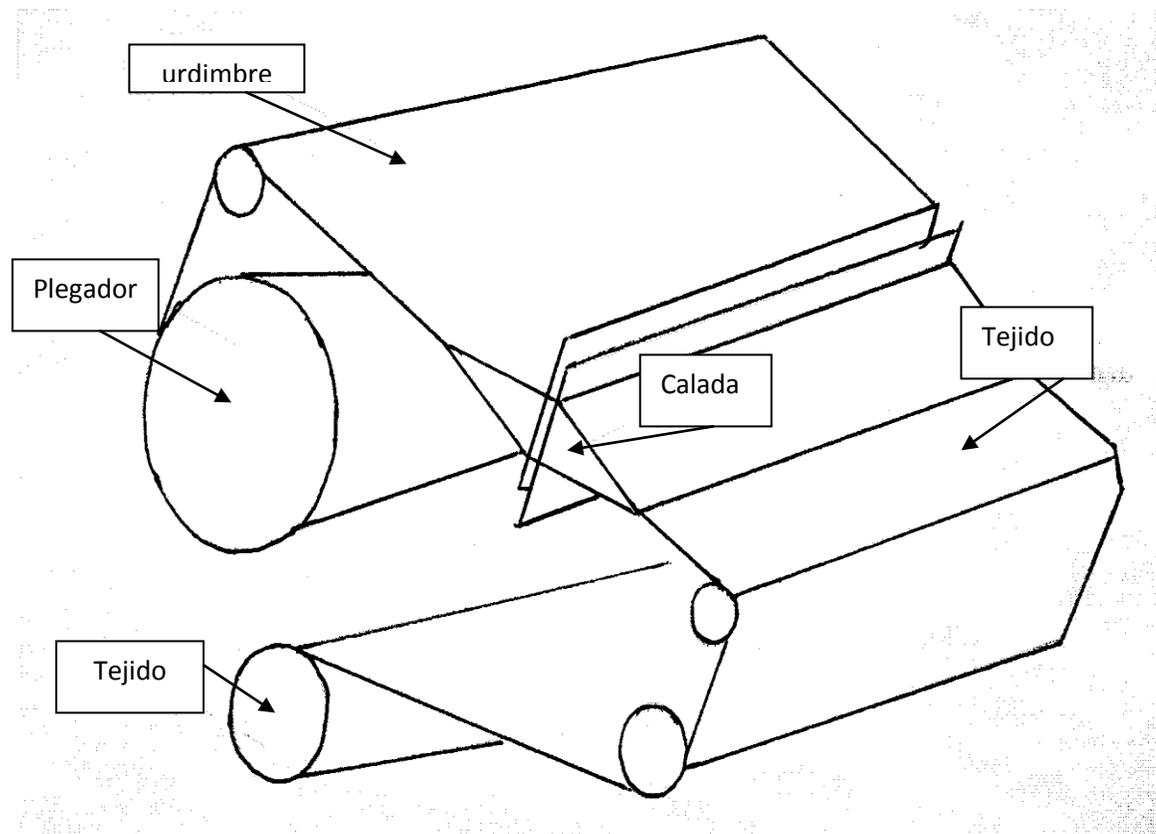
Driles: Telas de tejido diagonal 3x1 derecho o izquierdo, de hilos de algodón 100% o mezclado con poliéster, son apropiados para la confección de pantalonería.

Trama: Son los hilos que atraviesan la tela a lo ancho de la misma.

Urdimbre: Son los hilos que forman un ángulo de 90 grados con la trama y son los que le dan la longitud a la pieza de tela.

Las máquinas de tejer denominadas telares se componen de varios módulos, cada uno de estos cumple una función dentro del proceso de fabricación de la tela; a continuación describimos los módulos más representativos; en la figura 2 se puede observar la estructura del telar.

Figura 2 Estructura del telar



Telar: Máquina encargada de entrelazar los hilos de urdimbre y trama para formar la tela.

Desenrollador: Mecanismo encargado de desenvolver uniformemente y con una tensión constante los hilos de urdimbre que se encuentran en el plegador.

Plegador: Cilindro con dos escudos en ambos lados donde se enrollan los hilos de urdimbre.

Motor reductor: Es un motor con un mecanismo que reduce la velocidad de rotación de su eje.

Marcos: Son cuadros que tienen implementados unas hojas metálicas con una perforación en el centro por donde se pasan los hilos de urdimbre.

Inserción de trama: Es el transporte del hilo a lo ancho del tejido por medio de diferentes métodos como por ejemplo: pinzas, aire, chorro de agua, proyectil y lanzaderas.

Calada: Es la abertura que se forma con los marcos y los hilos de urdimbre contenidos en ellos con la ayuda de un mecanismo llamado Dobby que puede ser de excéntricas o maquinilla.

Batan: Mecanismo que remata el hilo de trama en el borde de tejido con la ayuda del peine.

Dobby o formador de calada: Mecanismo encargado por medio de excéntricas, discos o servomotores de darle movimiento a los arneses de acuerdo al diseño suministrado.

Agujas: Son unas lanzas con unas pinzas en su extremo para realizar el transporte y transferencia del hilo de trama a través de la calada formada por los hilos pasados por las mallas de los marcos.

Busca pasadas: Es un dispositivo auxiliar de la máquina para posicionarla en la pasada correcta después de un paro por trama, urdimbre y paro manual.

Carter: Es una caja metálica que aloja los mecanismos operativos de una máquina y cumple adicionalmente con la función de actuar como depósito de aceite para el mecanismo allí provisto.

#### **4.2 TELAR S400**

En la Fotografía 1 se observa un telar S400 fabricado en Francia en los años 80 con una velocidad de inserción de trama de 400 tramas por minuto, un ancho nominal de 190 cm y una capacidad de marcos de 24 cuadros (Manual del telar S400).

Fotografía 1 Telar S400



El movimiento se realiza de la siguiente manera: el motor principal se comunica con una correa trapezoidal a una célula embrague-freno y este a su vez con una correa dentada al eje principal de la máquina, a cada lado del eje principal hay un cárter que contiene la excéntrica que le da movimiento al eje del batan donde están anclados los soportes del perfil del peine que es el que ajusta la pasada o hilo de trama, al lado izquierdo va una polea con una correa dentada que comunica el eje principal con el busca pasadas y el dispositivo formador de calada llamado Dobby que es el que se encarga de darle movimiento, de acuerdo a un patrón, a los marcos o arneses; además tiene dispositivos electrónicos de paro cuando reviente un hilo de urdimbre o trama, por falta de lubricación y emergencia en caso de que sea necesario (Manual del Telar S400).

Saurer tiene la característica de trabajar todo tipo de tejido desde muy liviano hasta muy pesado, gran versatilidad para modificar parámetros mecánicos lo que es muy útil a la hora de trabajar con estilos muy complicados; esto es lo que permite lograr una buena calidad del tejido y hacerla competitiva en el mercado nacional e internacional.

Su sistema de agujas sin pista para insertar la trama permite trabajar telas con hilos de filamento o fibras continuas con gran rendimiento en calidad y eficiencia en la producción, sus reguladores de tejido y urdimbre son mecánicos lo que representa una desventaja al momento de controlar la tensión de la urdimbre (Manual del Telar S400).

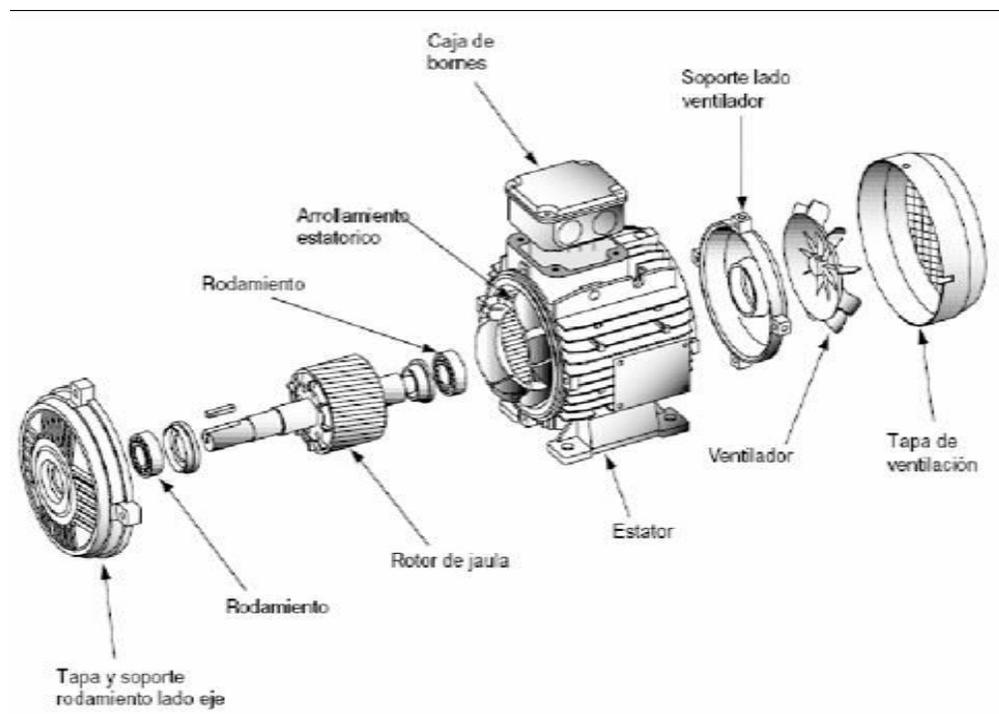
### **4.3 MOTOR**

Es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas, tiene como función suministrar energía de rotación (en forma de cupla mecánica) a una carga mecánica que debe moverse, los tipos de motores más usados en la industria son motores de corriente continua y motores trifásicos de corriente alterna; estos últimos pueden

ser monofásicos o trifásicos de acuerdo con la necesidad del sistema. (Kosow I. L., 1982) (Cherta, 1974).

La figura 3 presenta las partes que conforman un motor de inducción, el cual trabaja con un sistema trifásico de corriente alterna, este tipo de motor fue el utilizado para el desenrollador de urdimbre propuesto.

Figura 3 Partes del motor



#### 4.4 VARIADOR DE VELOCIDAD

En un sentido amplio es un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores; hoy en día, existen infinidad de marcas que ofrecen variadores de velocidad para ser utilizados en la industria. En general presentan una familia completa de productos con diferentes prestaciones de acuerdo a la potencia (Kosow I. L., 1982)

Un variador de velocidad electrónico se compone básicamente de dos placas electrónicas: placa de control y placa de potencia, estas placas están separadas debido a que manejan distintos niveles de potencia, utilizan por lo tanto protecciones independientes. Puede reemplazarse cualquiera de ellas en forma individual, las conexiones para ambas placas se realizan en forma separada.

La placa de potencia se alimenta desde la red eléctrica y entrega potencia al motor, contiene los dispositivos electrónicos de potencia tales como transistores de potencia. IGBT o tiristores, esta placa varía con la potencia del motor a controlar, incluye además las borneras para la alimentación Vac, conexión del motor y en ocasiones borneras para colocar elementos de potencia adicionales (tales como resistencias de frenado).

Figura 4 Variador de velocidad electrónico



La placa de control incluye todos los circuitos que realizan el control de la frecuencia y/o la tensión, enviando los pulsos de control a los circuitos en la tarjeta de potencia; en la placa o tarjeta de control, se localizan también, los interruptores para inicializar parámetros y los conectores de comunicación con el panel frontal o el elemento de diálogo.

## 4.5 CARACTERÍSTICAS DEL VARIADOR SINAMICSG110

Estos tipos de variadores son convertidores de frecuencia para regular velocidad en motores trifásicos, los diferentes modelos cubren un margen de potencia de 120 W a 3,0 kW, los convertidores están controlados por microprocesador y utilizan tecnología GBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) de última generación, esto los hace fiables y versátiles. Un método especial de modulación por ancho de impulsos con frecuencia de pulsación seleccionable permite un funcionamiento silencioso del motor y extensas funciones de seguridad ofrecen una protección excelente tanto del convertidor como del motor.

Con sus ajustes por defecto realizados en fabrica, SINAMICS G110 es ideal para una gran gama de aplicaciones sencillas en el control de motores con patrón voltaje – frecuencia (V/f); los valores para configurarlo se modifican con el panel BOP (Basic Operator Panel) o bien mediante la interface USS.

Figura 5 Conexiones eléctricas fuente - motor (Kosow I. L., 1982)

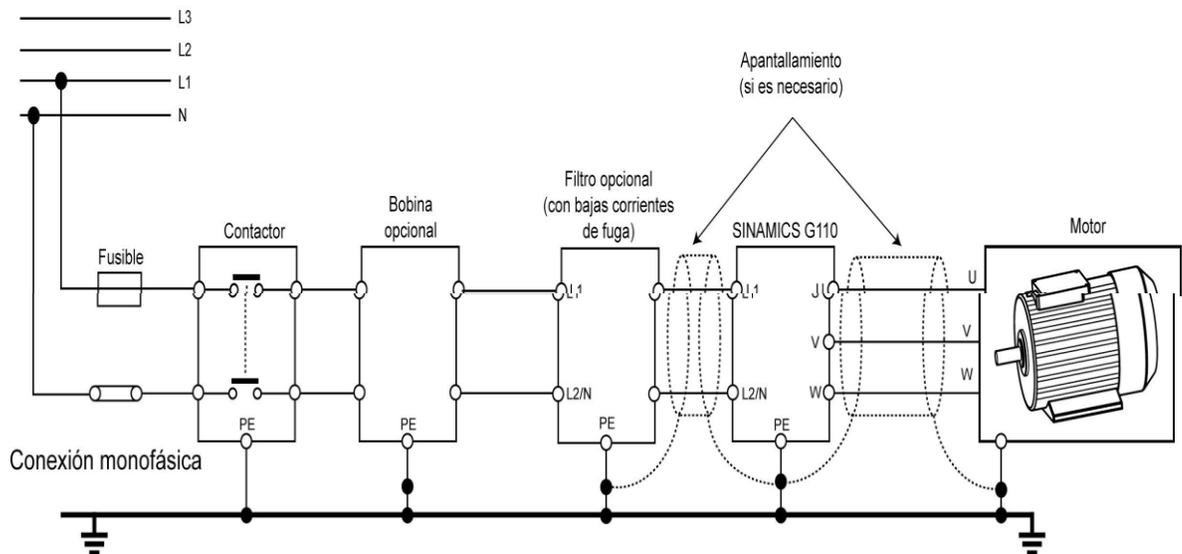


Figura 6 Vista frontal variador

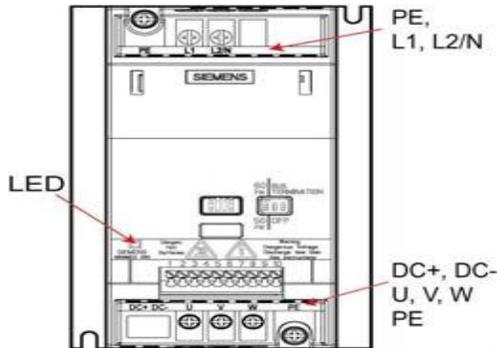


Figura 7 Bornes de conexión potencia variador

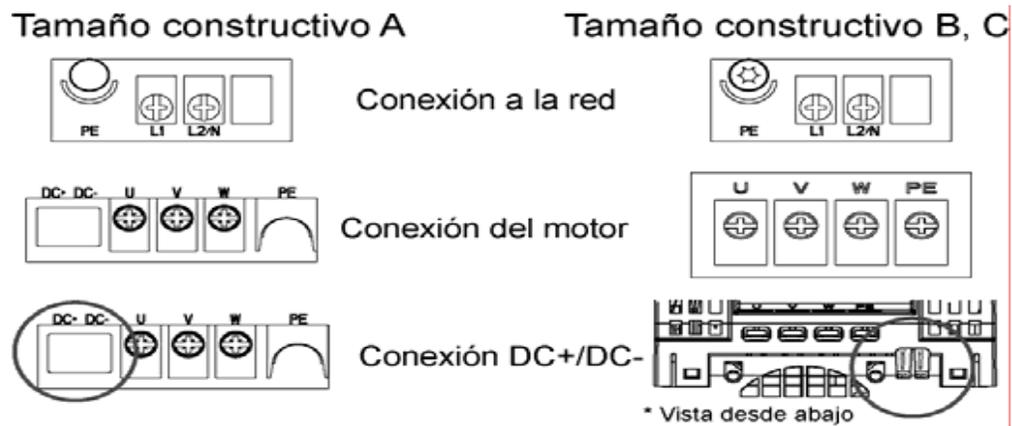
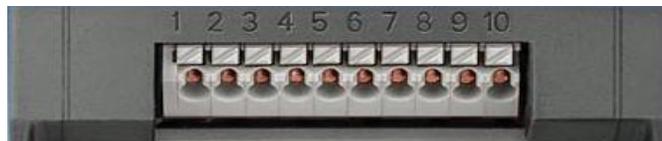


Figura 8 Bornera de control variador



Bornes

- 1 DOUT- Salida digital (-)
- 2 DOUT+ Salida digital (+)
- 3 DIN0 Entrada digital 0
- 4 DIN1 Entrada digital 1

5 DIN2 Entrada digital 2

6 - Salida +24 V / máx. 50 mA

7 - Salida 0V Variante **Analógica USS**

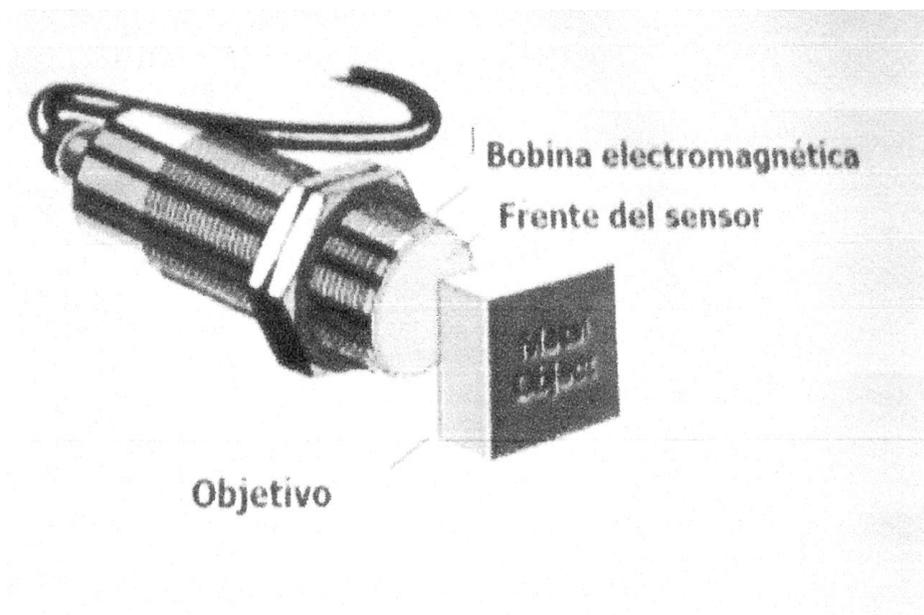
8 - Salida +10 V RS485 P+

9 ADC1 Entrada analógica RS485 N

#### 4.6 SENSOR INDUCTIVO:

Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirven para detectar materiales metálicos ferrosos, son muy utilizados en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos en una aplicación determinada. Los sensores de proximidad inductivos incorporan una bobina electromagnética la cual es usada para detectar la presencia de un objeto metálico conductor, este tipo de sensor ignora objetos no metálicos, los sensores se componen de un oscilador, una bobina, un regulador de voltaje, disparador y núcleo de ferrita.

Figura 9 Sensor inductivo

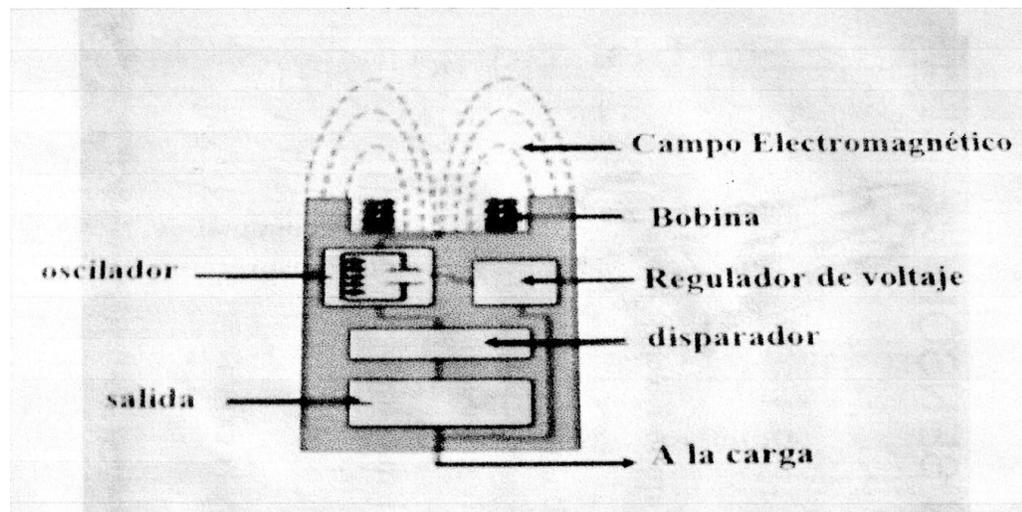


Cuando un objetivo metálico entra al campo, circulan corrientes de Eddy dentro del objetivo (Areny, 2007), esto aumenta la carga en el sensor, disminuyendo la amplitud del campo electromagnético, el circuito de disparo monitorea la amplitud del oscilador y a un nivel predeterminado, conmuta el estado de la salida del sensor, conforme el objetivo se aleja del sensor, la amplitud del oscilador aumenta

a un nivel predeterminado, el circuito de disparo conmuta el estado de salida del sensor de nuevo a su condición normal.

Los sensores de proximidad tienen bobinas de ferrita enrolladas en el núcleo, estas pueden ser blindadas o no blindadas. Los sensores no blindados generalmente tienen mayor distancia de censado que los sensores blindados. (Areny, 2007)

Figura 10 Bloques funcionales del sensor inductivo



#### 4.7 CONTACTOR:

Es un dispositivo electromecánico de mando, que actúa de forma similar a un interruptor, y que puede ser gobernado a distancia, a través del electroimán que lleva incorporado, el contactor lleva como elementos esenciales:

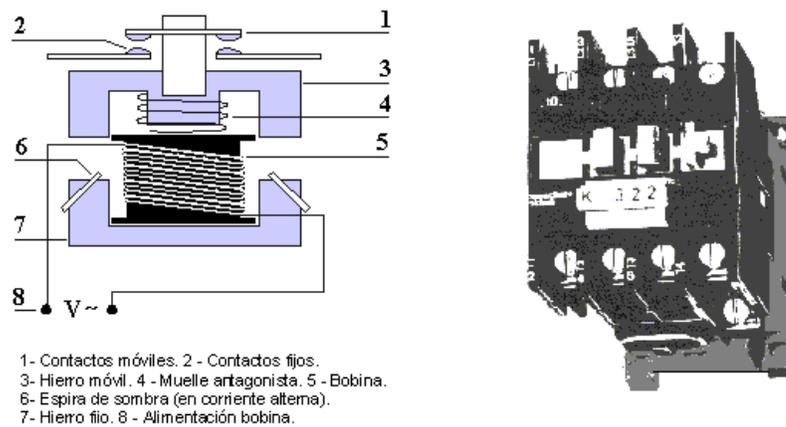
Contactos principales: Usados para alimentar el circuito de potencia.

Contactos auxiliares: Empleados para alimentar a la propia bobina y a otros dispositivos de mando y lámparas de aviso.

La bobina: Es quien realiza la apertura o cierre de los contactos, ya sean los principales o auxiliares.

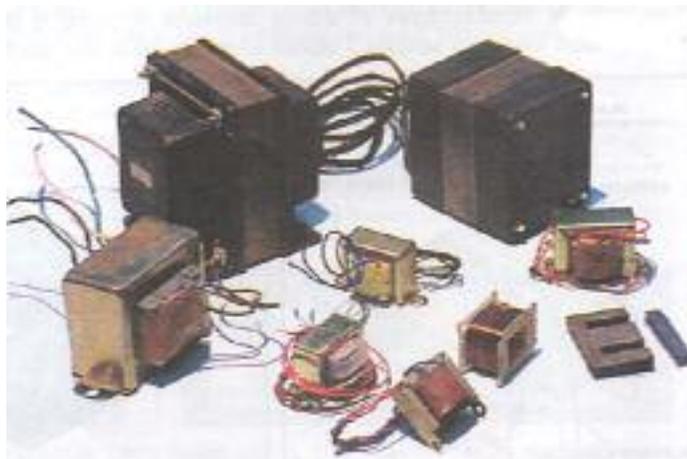
La nomenclatura para el contactor es, KM con subíndice numeral ejemplos KM1, KM2, las entradas de las fases se designan con L1, L2, L3(R, S, T) y U, V, W para las salidas; en los contactos auxiliares, los números impares son para las entradas y los pares para las salidas.

Figura 11 Contactor



## 4.8 TRANSFORMADOR

Figura 12 Transformador de potencia



El transformador es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de tensión, en energía alterna de otro nivel de tensión, por medio de interacción electromagnética, manteniendo la frecuencia y la potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal (esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida; la potencia está dada por el producto de la tensión secundaria y la corriente secundaria es decir:

Potencia útil = tensión secundaria x corriente secundaria.

El transformador está constituido por dos o más bobinas de material conductor, aisladas entre sí eléctricamente y por lo general enrolladas alrededor de un mismo núcleo de material ferromagnético. La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo. (Kosow I. L., 1982)

## **5. METODOLOGIA.**

### **5.1 TIPO DE PROYECTO.**

Aplicado: porque va encaminada a la producción de bienes y servicios; en este caso es un rediseño para cambiar un sistema totalmente mecánico de regulación de velocidad a otro controlado electrónicamente.

### **5.2 MÉTODO**

Deductivo: porque parte de una teoría que ya existe en cuanto a la regulación de desenrollado en la máquina S400, que va a permitir dar una solución específica a un problema que se presenta en la calidad del producto en el área de telares en Fabricato.

### **5.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

**5.3.1 Fuentes primarias:** Se realizó una entrevista con el jefe técnico del área de telares para tratar el problema de la calidad del producto, se hizo observación directa del funcionamiento de la máquina, manuales originales de la máquina y docentes.

**5.3.2 Fuentes secundarias:** Para complementar la investigación se utilizó internet, consulta en otras tesis y visitas a la biblioteca.

## 6. RESULTADOS DEL PROYECTO

El telar S400 consta de varios módulos para el tejido de la tela, uno de estos módulos es el desenrollador de urdimbre; que en la actualidad lo constituyen una serie de palancas y levas con los cuales se controla la tensión de los hilos de urdimbre.

Todo este sistema se cambió por un conjunto de sensor inductivo, variador de velocidad, caja reductora y señales digitales las cuales se encargan de regular la tensión de la urdimbre, además de los elementos de control antes mencionados son necesarios otros componentes eléctricos y mecánicos que se describen a continuación.

El punto de partida es conocer el funcionamiento en conjunto de los acoples eléctricos y mecánicos que realizan el control constante en la tensión de urdimbre; después de conocer las condiciones de trabajo de la máquina se procederá a la fabricación de los piñones que se implementarán en una caja tipo reductor en donde se acoplara el motor. Para los ensayos preliminares de la caja reductora se tendrá a disposición una máquina en la cual se podrán realizar dichas pruebas, con el fin de corregir los posibles inconvenientes que se puedan presentar en el engranaje de los piñones. Este sistema de piñones consta de un piñón helicoidal y otro piñón estilo sinfín que recibirá el eje del motor instalado en la caja reductora; el diseño de la piñonería estará dispuesto de tal forma que se tenga una velocidad relativamente alta en el conjunto motor variador para tener un ajuste más preciso en la tensión del desenrollador de urdimbre. (Budynas, 2008)

La caja de piñones estará sumergida en aceite apto para este trabajo continuo y así evitaremos paradas inesperadas por falta de lubricación. El sistema de piñones en conjunto con el variador nos dará un par sostenido, así no será

necesario el sistema de frenado que se tiene actualmente con una banda; el cual se descalibra con mucha facilidad.

Del sistema eléctrico existente se tomarán las señales de marcha y parada del motor principal, para dar arranque y paro al motor de tensión de urdimbre; las causas de parada seguirán siendo por hilo de urdimbre reventado, falta de lubricación de la máquina, falta de sincronismo en los otros sistemas relacionados y reviente de trama.

Los parámetros de configuración para la tensión de la urdimbre serán modificados por los mecánicos expertos en la sincronización y puesta en marcha del telar o en su defecto por los electricistas e instrumentistas, que necesiten intervenir el sistema de tensión según los requisitos y pruebas realizadas por los supervisores o el departamento de calidad.

En la visita a la empresa para conocer el estado actual de la máquina se explicó por parte de uno de los integrantes cada una de las funciones de las palancas y las levas que cumplen con el desenrollado de la urdimbre.

En la Fotografía 2 se muestra la parte de la correa de freno y el bloque que realiza el movimiento de la rueda dentada que va conectada al plegador de urdimbre, este bloque se encuentra conformado por una caja con una excéntrica que va engranada a la polea del motor principal, en la excéntrica hay un maquinado donde se acopla una palanca con un rodillo que le da el movimiento a la palanca colisa (Fotografía 3); este engranaje por medio de un trinquete se acopla al piñón de la rueda libre (Fotografías 4 y 5). Este piñón permite el movimiento en un solo sentido para evitar que el plegador se devuelva. La palanca colisa, antes mencionada, va conectada a una media luna y a un brazo palpador, este brazo palpador se encarga de censar el diámetro de la urdimbre enrollada en el plegador; o sea que el brazo palpador determina de acuerdo a su posición si la palanca colisa se mueve con mayor o menor ángulo para lograr que el plegador

gire más rápido o más despacio, en la medida que esté lleno o a punto de terminar la urdimbre. (Manual del Telar S400)

Fotografía 2 Bloque mecánico desenrollador



En la Fotografía 2 se presenta el regulador mecánico el cual presenta mucha dificultad para darle ajuste y el personal que lo realice debe tener un alto conocimiento del mecanismo, si se espera lograr una buena regulación de la tensión de la urdimbre.

Fotografía 3 Palancas del regulador mecánico



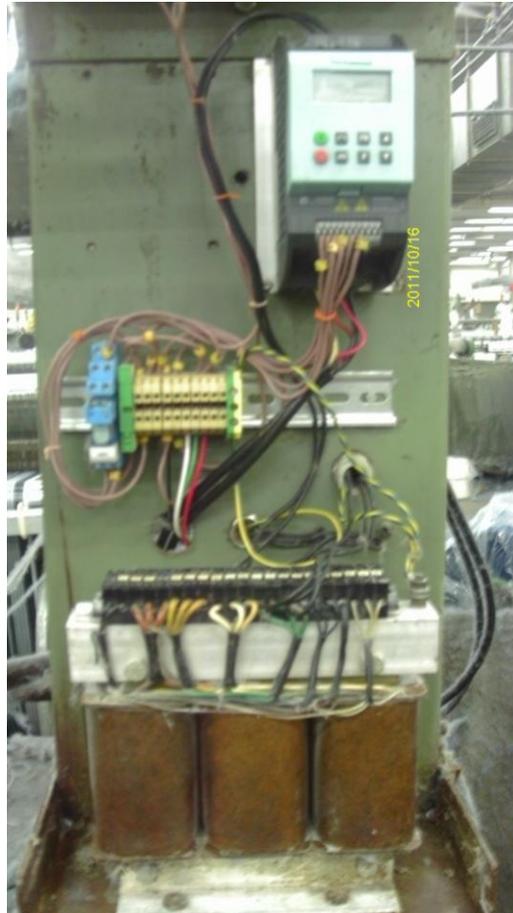
Fotografía 4 Sistema mecánico de freno del regulador



Fotografía 5 Bloque de rueda libre



Fotografía 6 Caja conexiones eléctricas



Se diseñó la caja metálica donde se instaló el variador, el transformador y los cables necesarios para su funcionamiento, se escogió un motor de 0.2 Kw con 1780 rpm y con una tensión de trabajo a 220V, el motor fue conectado en delta o conexión para bajo voltaje. Se implementó un interruptor de dos posiciones para el avance y retroceso del motor en caso de que sea necesario para labores de cambio del plegador y mantenimiento del sistema.

Se utilizó un transformador que se encontraba disponible en el taller eléctrico con una relación de transformación de 440vac a 220vac para el suministro de potencia del conjunto motor variador; ya que el voltaje que maneja el salón de producción

es de 440V. El variador utilizado fue la referencia G110 de Siemens, con una potencia máxima de trabajo de 3Kw, capacidad suficiente para el sistema que se pretende montar.

Las señales para la marcha y parada del variador se tomaron de la caja de mando principal, específicamente de un contacto auxiliar normalmente abierto de Km2; esto evita que el motor se active cuando la máquina esta parada por algún motivo, se cablea además una señal desde la salida de paro urdimbre a la entrada digital del variador para que el mismo realice su paro automático

El sensor inductivo a 24 vdc NPN que realiza el control para el avance ; en el anexo 3 se encuentra el plano eléctrico donde se puede visualizar el número de la bornera del conjunto variador motor se instaló en la parte trasera de la máquina, activado este por una platina metálica, que de acuerdo a su posición nos dará la tensión de urdimbre deseada.

Para la caja reductora se usaron dos piñones rectos de 30 y 60 dientes, un sinfín de 7 dientes con una inclinación de 75 grados una sola entrada y un piñón de 30 dientes en el eje del motor con una inclinación de 15 grados, estos últimos trabajan en baño de aceite en la caja reductora para lograr un buen deslizamiento, el aceite utilizado es Mobil HW-90 se usó este aceite porque inicialmente trabajamos con Mobil gear 629 pero presentó calentamiento en la caja reductora, al presentarse este problema se consultó con el lubricador del área, quien nos recomendó el aceite antes mencionado.

En las Fotografías 7, 8 y 9 se muestra la caja reductora que fue diseñada en el taller mecánico donde se cortaron las partes y se tomaron las medidas para las perforaciones, después del proceso de soldadura, se fabricó el piñón y el sinfín para lograr la unión entre la caja reductora y las ruedas del cárter del regulador.

Fotografía 7 Cáster desenrollador



El motor está conectado perpendicularmente al eje del sinfín y a su vez este acoplado a una rueda dentada, este sistema nos permite reducir notablemente la potencia que necesita al motor al momento de arrancar lo que conlleva a una disminución en el tamaño de los elementos de maniobra y accesorios para manejar la potencia del motor.

Para calcular el torque necesario en el motor de esta máquina se aplicó la ecuación que relaciona el torque y las RPM. Con los HP. (Budynas, 2008)

Con la siguiente ecuación calculamos el torque:

$$T = \frac{HP \times 5252}{RPM}$$

$T$  = Torque

HP = Caballos de fuerza

5252 = Constante

RPM = Revoluciones por minuto

1 HP = 746 vatios

De la placa del motor se tomó la potencia del motor de 0.2Kw para convertir a HP multiplico por 1.34102 que da como resultado 0.328 HP y las RPM son 1780.

En el variador se programó para trabajar a 5hz, con este valor y las RPM del motor calculamos la velocidad de régimen:

$$RPM \text{ de regimen} = \frac{RPM \text{ del motor} \times frecuencia \text{ de trabajo del variador}}{frecuencia \text{ de la red}}$$

$$RPM \text{ de regimen} = \frac{1780 \text{ RPM} \times 5 \text{ Hz}}{60 \text{ Hz}}$$

Frecuencia de la red = 60Hz.

Después de hacer los cálculos el resultado es: 148.33 RPM.

Para hallar el torque aplicamos la ecuación antes mencionada

$$T = \frac{0.328 \times 5252}{148.33} = 11.61 \text{ lb/pie}$$

Este resultado lo pasamos a Nm (Newton – metro) multiplicando por la constante 1.356, obteniendo el valor de 11.61Nm, con este valor aplicamos la ecuación siguiente:

$$kW = \frac{Nm \times RPM}{9554}$$

$$kW = \frac{11.61Nm \times 148.33}{9554} = 0.180 \text{ kW}$$

De los recursos existentes en Fabricato se consiguió un motor de 0.2 kW el cual cumple con los cálculos realizados.

Fotografía 8 Caja reductora en banco de prueba



En la Fotografía 8 se ve el montaje de los piñones entre el motor y el eje del cárter del regulador, se puede observar la simplicidad del sistema en la caja reductora a la hora de realizar una reparación o intervención en el desenrollador; esto minimiza los tiempos de parada y mejora la productividad de la máquina.

En Fotografía 9 se muestra la caja reductora conectada al motor y al cárter del desenrollador de urdimbre disponible para la prueba, este conjunto se dejó trabajando por espacio de 24 horas para observar y corregir fallas en el diseño; después de dos horas de trabajo, se frenó la caja de piñones; la falla se presentó por falta de alineación entre el piñón sinfín y el eje el cárter. Al momento de acoplar o ensamblar la caja reductora, no se verifico que las partes laterales y perimetrales queden con ángulos de 90°; esto ocasiono que los piñones y el sinfín

queden desalineados, bloqueados o pegados cuando el desenrollador asume la carga con los hilos de urdimbre tensados, después de corregir esta desalineación la caja reductora funciona normalmente.

Fotografía 9 caja reductora propuesta conectada a la máquina



Luego se realizó el acondicionamiento y montaje en la máquina para su puesta en marcha.; durante los primeros minutos el sistema no trabajó, problema presentado por la mala parametrización del variador en la asignación del par de arranque y frecuencia de trabajo del motor, se reconfiguro el variador con un patrón  $V/F = 0$  (parámetro de configuración P1300)<sup>1</sup> y una frecuencia de activación de 5 Hz; se puso en marcha nuevamente el sistema y se realizó seguimiento a la calidad del tejido con este nuevo control de tensión implementado; el comportamiento del desenrollador con la nueva configuración fue apropiado para el tipo de tela que se estaba produciendo en este momento. Es de recordar que cada tipo de tela producida por el telar tiene características diferentes, por lo tanto puede ser necesario ajustar los parámetros del variador y la posición del sensor según la tela a producir.

---

<sup>1</sup> Ver anexo 4 característica lineal

Figura 13 Diagrama de conexión control de velocidad

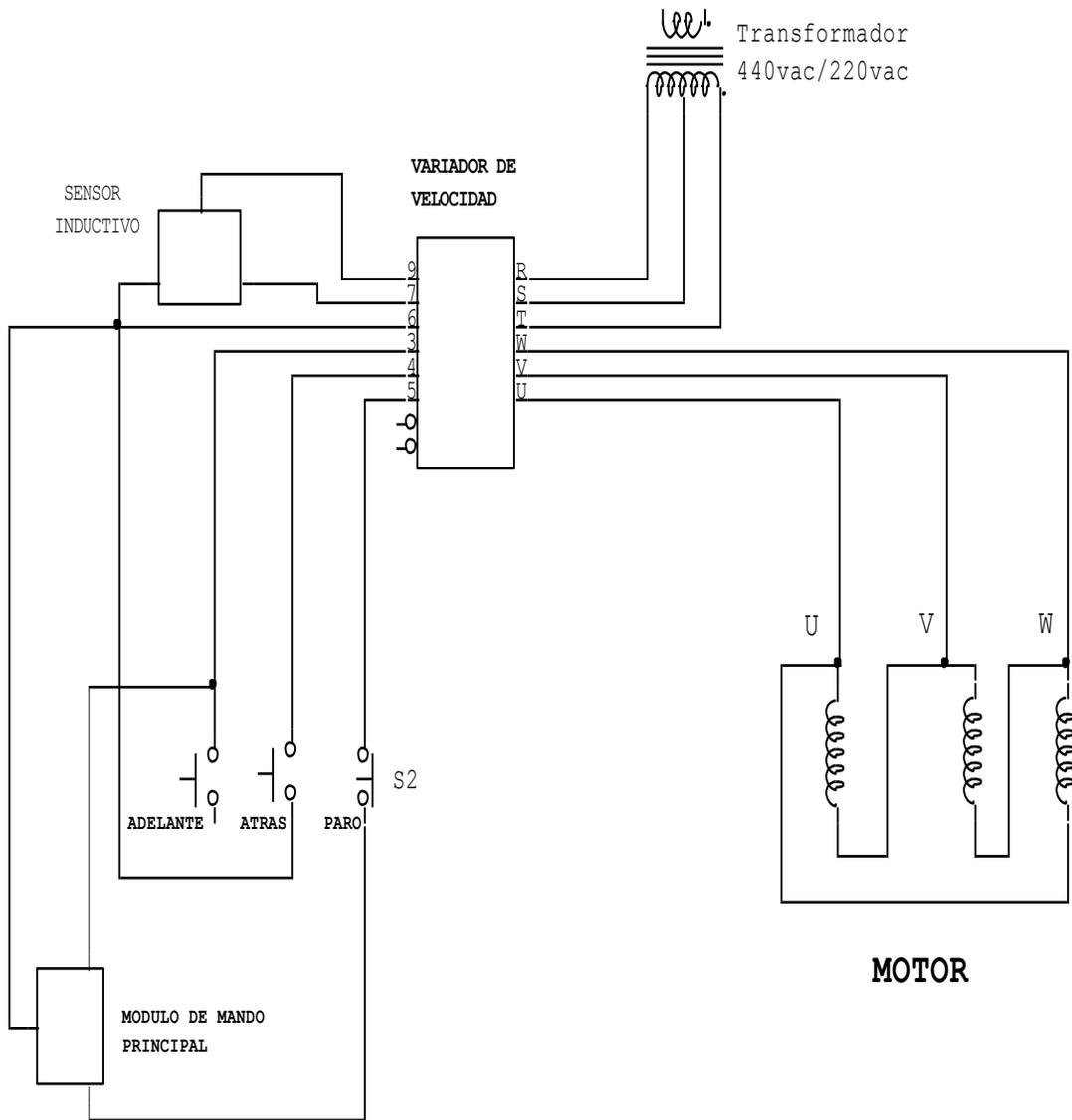


Figura 14 Diagrama de flujo control desenrollador

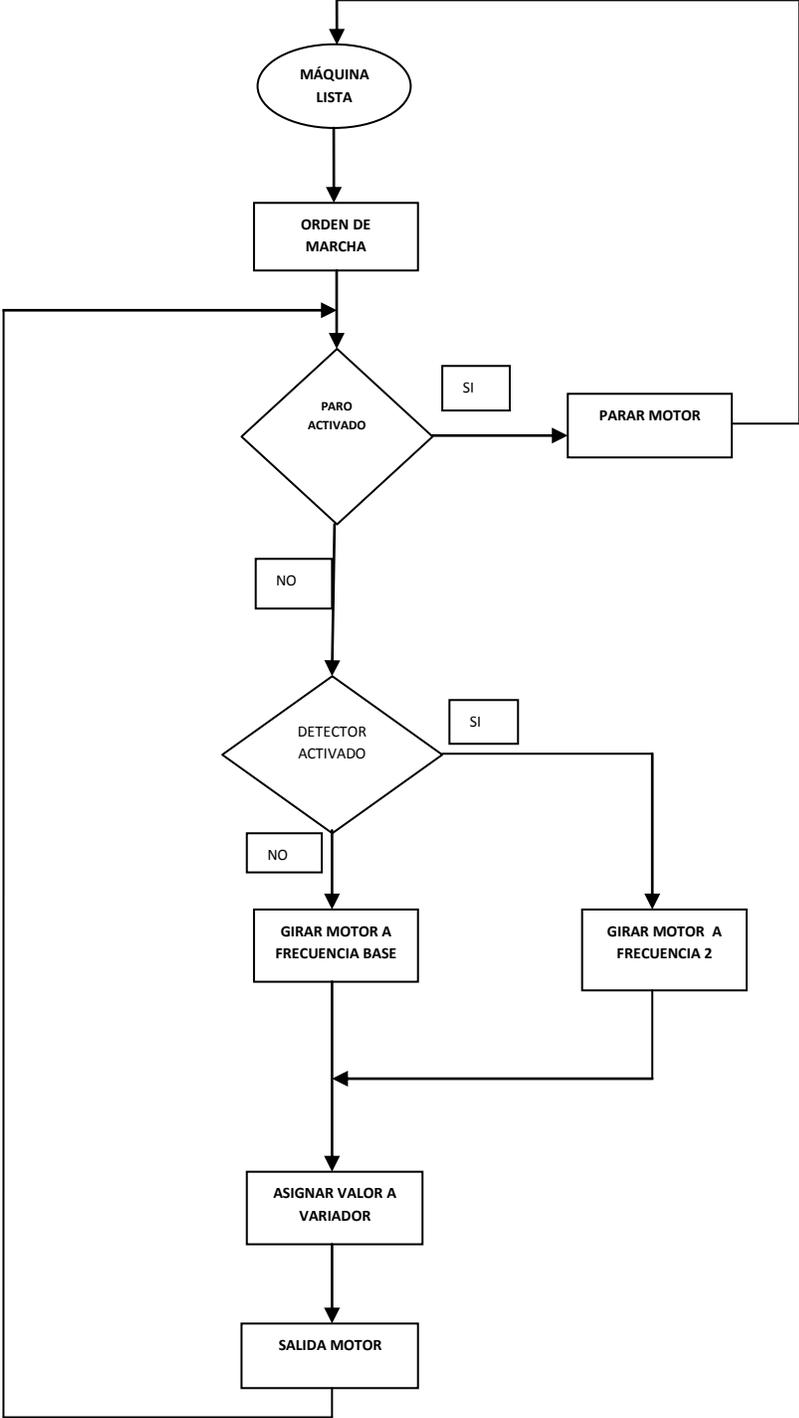
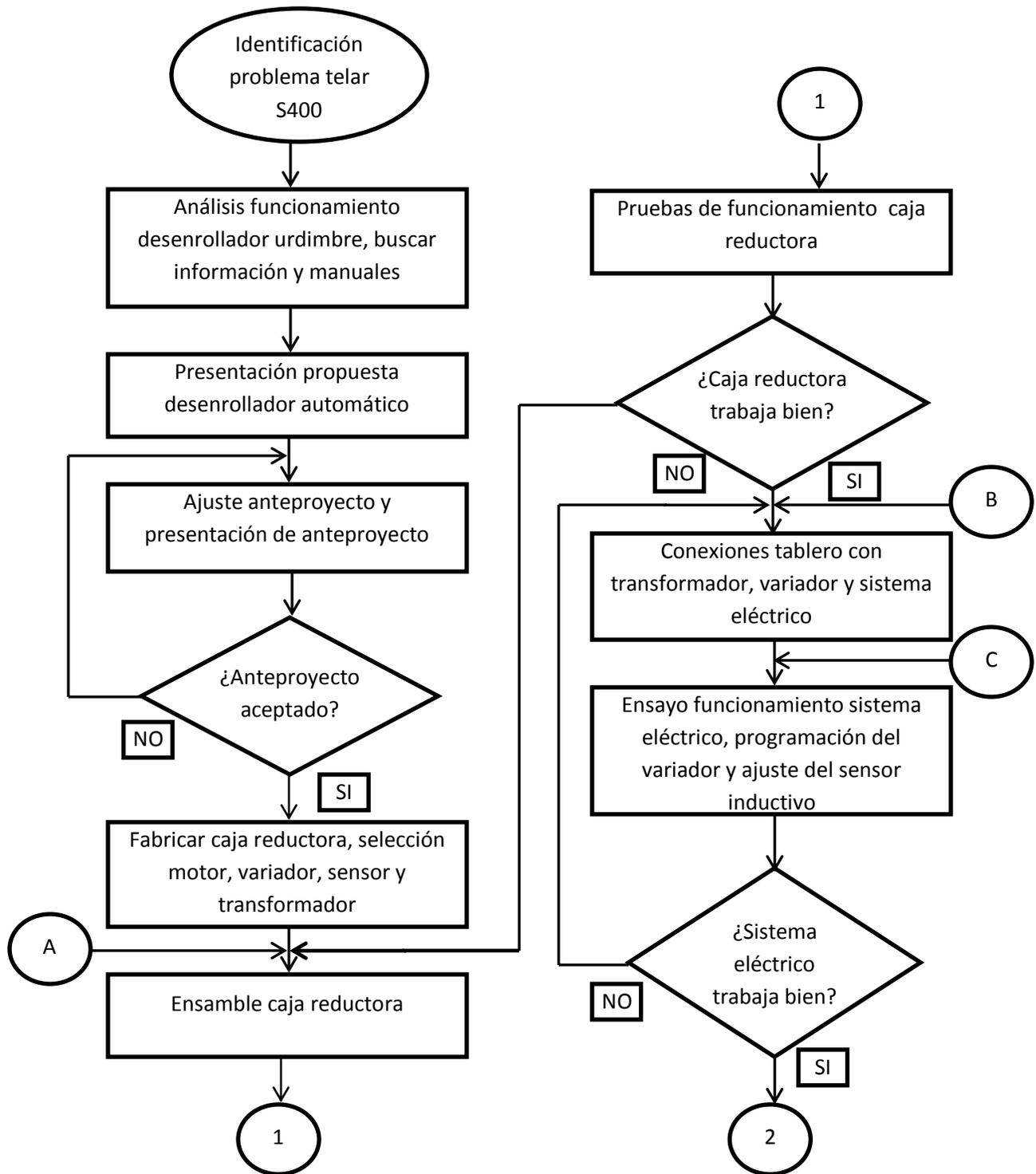
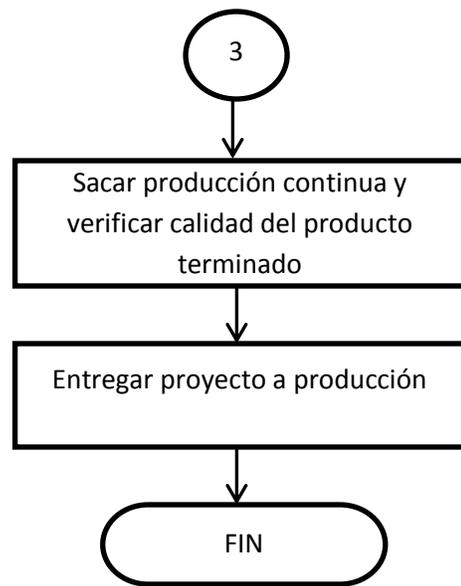
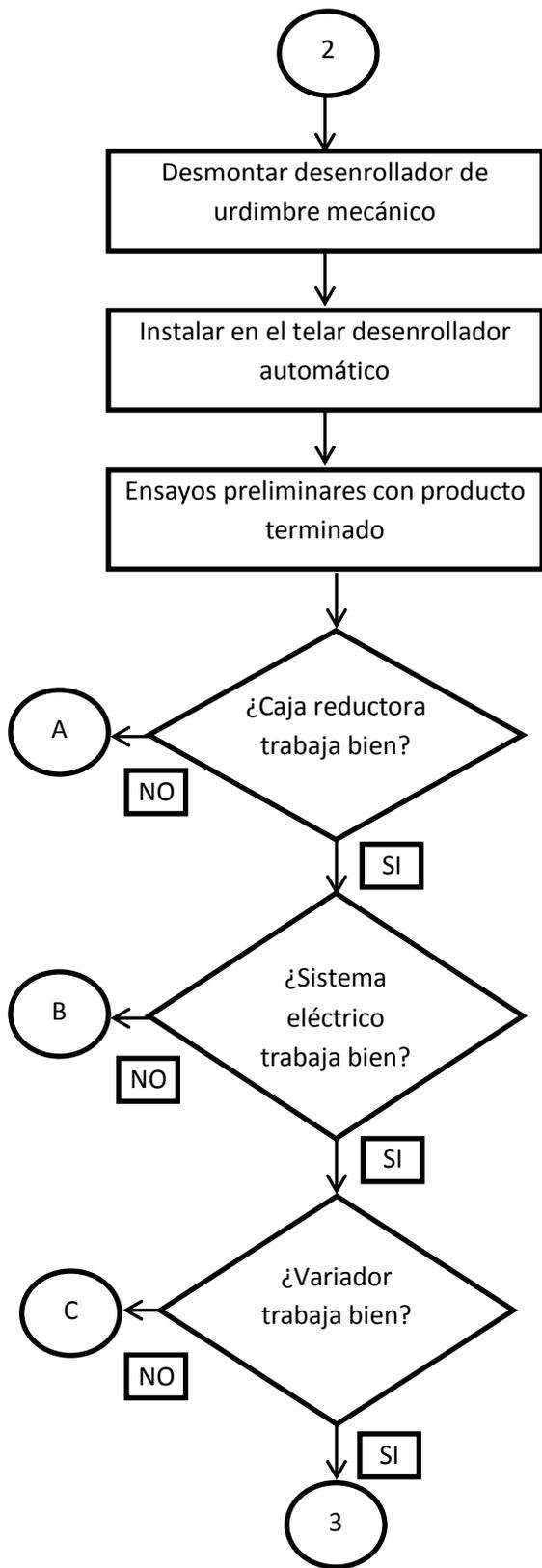


Figura 15 Diagrama de flujo tesis





## **7. CONCLUSIONES**

Se logró implementar un sistema automático de control en lazo abierto para mantener la tensión en el desenrollador de urdimbre; esto se pudo hacer instalando un conjunto de motor reductor en la parte trasera de la máquina (Ogata, 1998), además la sincronización entre la posición del sensor inductivo y la configuración del variador de velocidad complementaron los excelentes resultados del producto terminado con este nuevo sistema

En el tiempo que se mantuvo trabajando el nuevo sistema del desenrollador se logró disminuir la frecuencia de paros en la máquina por reviente de hilo; reviente que se presentaba por la excesiva tensión en los hilos de urdimbre, al no tener un sistema que controlara dicha tensión.

Con esta nueva mejora se pudo disminuir de un 40 % a un 10 % el rechazo del producto terminado por defectos de calidad, además rebajar ostensiblemente el inventario de repuestos, gracias a la cantidad de levas y engranajes eliminados de la máquina modificada.

## 8. RECOMENDACIONES

Se recomienda Instalar una caja reductora con mayor relación, así se tiene un modo de trabajo continuo en el desenrollador de urdimbre, es decir, variador de velocidad a baja frecuencia, y cuando el sensor envíe la señal de hilos de urdimbre muy tensados, configurar el variador para que trabaje a una velocidad mayor.

Incorporar fuentes o sistemas de filtrado por transcientes y/o armónicos, estos armónicos son generados por los módulos de conversión electrónico que utiliza el variador para el cambio de frecuencia. Estas interferencias pueden generar malos funcionamientos en la misma máquina o en equipos adyacentes. (Cherta, 1974)

Un sistema completamente automático se puede lograr, incorporando al proyecto un P.L.C, sensores analógicos ubicados en la entrada del urdimbre y en el rodillo bobinador de la tela. De este modo se podría programar el P.L.C con módulos P.I.D que entreguen una salida analógica al variador para un control en lazo cerrado con mayor precisión (Mmaloney, 2006), (Cherta, 1974) (Ogata, 1998)

Realizar pruebas preliminares y contar con la asesoría de los especialistas y proveedores de los aceites, con el fin de utilizar el más apropiado según el sistema de piñones y caja reductora que se utilice en el diseño.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ARENY, Ramon Pallas. *Sensores Acondicionadores de Señal*. Barcelona, España: Marcombo S.A., 2007. 480p.

BUDYNAS, Richard. *diseño En Ingeniería Mecánica de Shigley*. Mexico: McGraw Hill Interamericana. 2008. 883p.

CHERTTA, Manuel. *Curso Moderno de Máquinas Eléctricas Rotativas*. Barcelona, España: Editores Tecnicos asociados. 1974. 272p.

DORF, Richard. *Sistemas Automáticos de Control Teoría y Práctica*. Massachusetts, U.S.A: Addison - Wesley Publishing Company. 1978. 663p.

KOSOW, Irving.. *Control de Máquinas Eléctricas*. Barcelona, España: Reverte S.A. 1982. 429p.

KOSOW, Irving. *Máquinas Eléctricas y transformadores*. Barcelona, España: Reverte S.A.. 1982. 429p.

DIEDRICH, Saurer. Manual de ajustes S400. 1980. 120p.

MALONEY, Timothy. *Electronica Industrial Moderna*. Naucalpan de Juarez, Mexico: Prentice Hall. 2006. 845p.

OGATA, Katsuhico. *Ingeniería de Control Moderno*. Naucalpan de Juarez, Mexico: Prentice Hall. 1998. 997p.

## **CIBERGRAFÍA**

[www.galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas.](http://www.galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas)

[www.dte.uvigo.es/recursos/inductivos.](http://www.dte.uvigo.es/recursos/inductivos)

[www.nichese.com/contactor.html.](http://www.nichese.com/contactor.html)

[www.es.wikipedia.org](http://www.es.wikipedia.org)

[www.comunidaddeelectronicos.com/articulo/transformadores.](http://www.comunidaddeelectronicos.com/articulo/transformadores)

[www.melcsa.com/herramientas/gener.](http://www.melcsa.com/herramientas/gener)

[www.4x4community.co.za](http://www.4x4community.co.za)

[www.bvs.per.paho.org/bvsacd.](http://www.bvs.per.paho.org/bvsacd)

Anexo 1 Datos técnicos del variador SINAMIMIC – GS110.

Rango de potencia 0,12 ... 3,0 kW.

Tensión de red 1 AC 200 ... 240 V  $\pm 10\%$

Frecuencia de red 47 ... 63 Hz

Frecuencia de salida 0 ... 650 Hz

$\text{Cos}\phi \geq 0,95$

Rendimiento del convertidor

En modelos < 0,75 kW 90 ... 94%

En modelos  $\geq 0,75$  kW  $\geq 95\%$

Tiempo de ciclo 300 s.

Corriente de precarga no superior a la corriente asignada de entrada

Método de control Característica  $U/f$  lineal (con elevación de tensión parametrizable);

Característica/  $f$  cuadrática;

Capacidad de sobrecarga... Corriente de sobrecarga 1,5 x corriente asignada de salida (es decir, 150% de sobrecarga) durante 60s después 0,85 x corriente asignada de salida (85%) durante 240 s.

## Anexo 2 Ficha técnica del sensor inductivo



### INDUCTIVE SENSORS M12 x 1



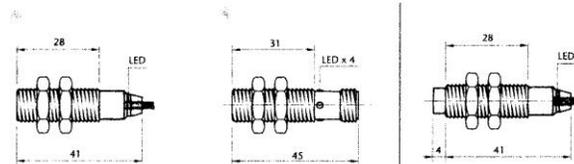
CYLINDRICAL SHORT HOUSING S SERIES  
3/4 WIRES D.C.  
CONFORMING TO EN 50044  
VERSION-C

- STANDARD SWITCHING DISTANCE
- ★ EXTENDED SWITCHING DISTANCE
- ◻ EMBEDDABLE (FLUSH MOUNTING)
- ◻ NOT EMBEDDABLE (NON FLUSH MOUNTING)

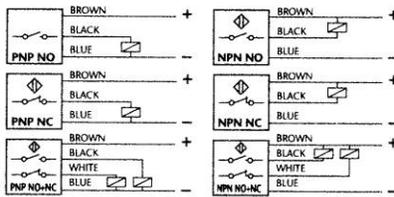
#### TECHNICAL CHARACTERISTICS

Dimensions mm

	NPN		NO		SI12 - C2 NPN NO S		SI12 - C2 NPN NO H S		SI12 - CE4 NPN NO S		
	3 WIRES D.C.		NC		SI12 - C2 NPN NC S		SI12 - C2 NPN NC H S		SI12 - CE4 NPN NC S		
		PNP		NO		SI12 - C2 PNP NO S		SI12 - C2 PNP NO H S		SI12 - CE4 PNP NO S	
		NC		SI12 - C2 PNP NC S		SI12 - C2 PNP NC H S		SI12 - CE4 PNP NC S			
AMPLIFIED	NPN	NO+NC									
4 WIRES D.C.	PNP	NO+NC									
ANTIPHASE	PNP	NO+NC									
Switching distance (Sn)		mm	2		2		10 + 30		4		
Continuous voltage (residual ripple ≤10%)		V					< 10%				
Hysteresis (%Sn)		mm					1000				
Switching frequency		Hz					≤ 3				
Repeatability		% of Sn					200				
Max output current		mA					< 15				
Absorption at 24Vdc		mA					< 1.8				
Voltage drop (sensor ON)		V					Incorporated				
Short circuit protection							Incorporated				
Led							- 25 ÷ + 70				
Temperature limits		°C					67	Depending on connector		67	
Degree of protection		IP					Nickelled brass				
Housing											
Cable PVC		2m	3 x 0.25 mm <sup>2</sup>							3 x 0.25 mm <sup>2</sup>	
Connector plug							H				



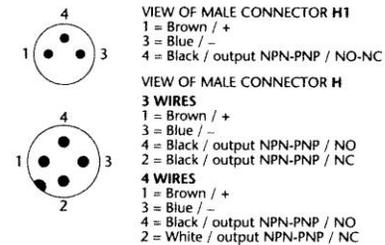
#### WIRING DIAGRAMS



N.B.: On request is available cable for sensors with different length 3.5 - 7.5 - 5 - 10 metres.

#### CONNECTION WITH H1 - H PLUGS

FOR THE CONNECTORS SEE PAGE 85



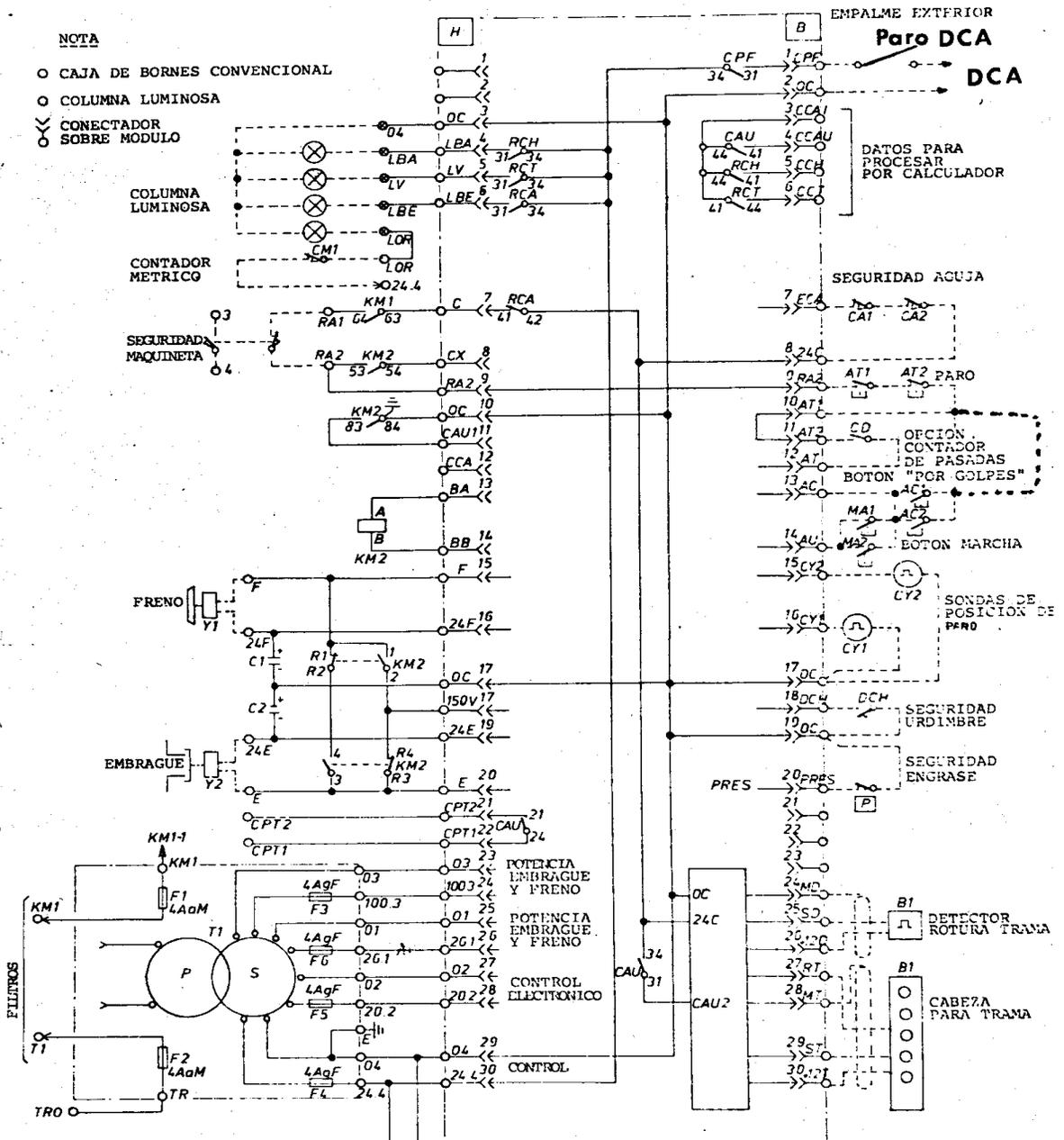
Meyer industrie-Electronic GmbH -- MEYLE

Carl-Bosch-Strasse 8  
40525 Lengenich/Germany  
internet: www.meyle.de

Tel: (+49) 054 81 93 85-0  
Fax: (+49) 054 81 93 85-12  
E-Mail: sa@meyle.de

Anexo 3 Plano eléctrico del telar Saurer S400

**EMPALMES MODULO PRINCIPAL**



#### Anexo 4 Parámetros principales del variador

P0003 = 2	Aplicación estándar.
P0010 = 1	Guía básica ( datos del motor).
P0100 = 2	60 Hz
P0304 =	230V
P0305 =	1 Amperio
P0307 =	0.2 Kw (potencia del motor)
P0308 = 0	COS $\varphi$ automático
P0310 =	60 Hz (frecuencia nominal del motor)
P0311 =	2800 RPM (velocidad del motor)
P0335 = 0	Autoventilado.
P0640 =	150 % Límite de intensidad de sobre carga
P0700 = 1	Selección de fuente de ordenes bop (teclado)
P1000 = 2	Consigna analógica
P1080 =	5 Hz
P1082 =	60 Hz Frecuencia máxima.
P1120 =	0.5 s Tiempo de aceleración
P1121 =	0.05 s Tiempo de desaceleración.
P1300 = 0	V/F Característica lineal.
P3900 = 1	Inicio de puesta en marcha con borrado de ajustes de fábrica.

## Anexo 5 Descripción de funciones en el panel de control del variador

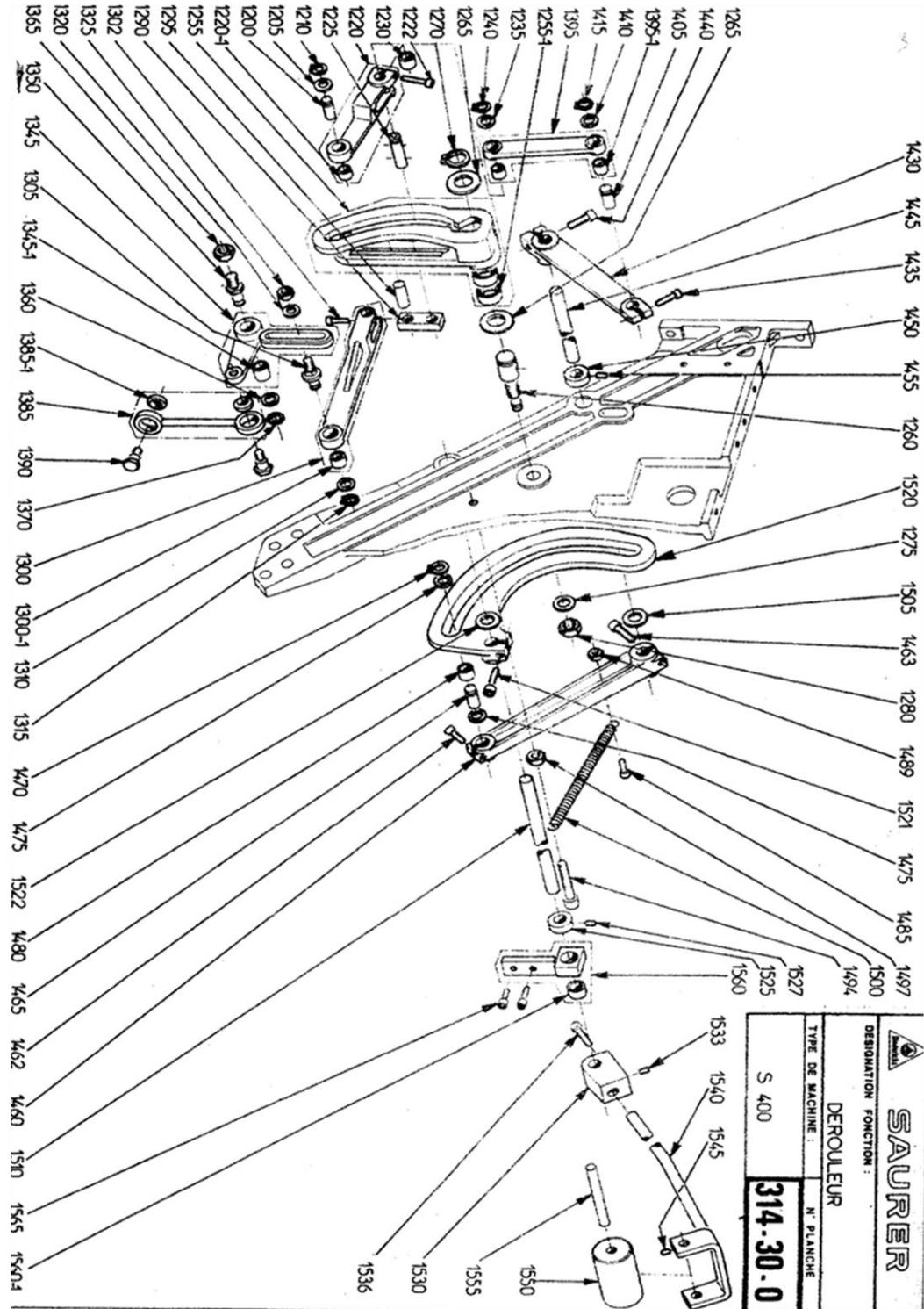
### BOP (Opción)

#### Botones y sus funciones en los paneles

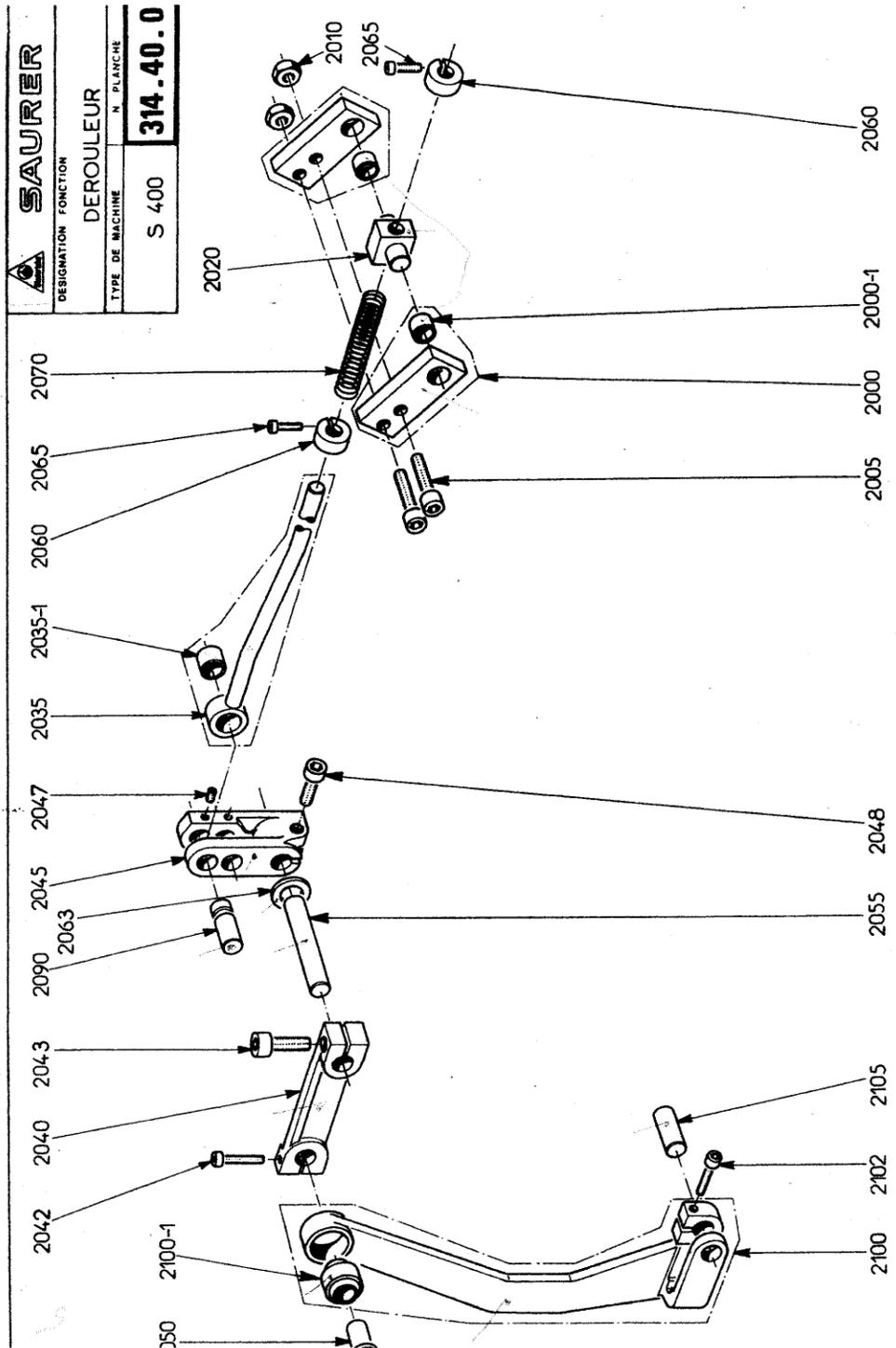


Panel/ Botón	Función	Efectos
	Indicación de estado	La pantalla de cristal líquido muestra los ajustes actuales del convertidor.
	Marcha	Al pulsar este botón se arranca el convertidor. Por defecto está bloqueado. <b>Para activarlo: P0700 = 1 o P0719 = 10 ... 15</b>
	Parada	OFF1 Pulsando este botón se para el motor siguiendo la rampa de deceleración seleccionada. <b>Para activarlo: P0700 = 1 o P0719 = 10 ... 15</b> OFF2 Pulsando el botón dos veces (o una vez prolongada) el motor se para de forma natural (inercia hasta parada). <b>Esta función está constantemente activada.</b>
	Invertir sentido	Pulsar este botón para cambiar el sentido de giro del motor. El inverso se indica mediante un signo negativo (-) o un punto decimal intermitente. Por defecto está bloqueado. <b>Para activarlo: P0700 = 1 o P0719 = 10 ... 15.</b>
	Jog motor	Pulsando este botón en estado "listo" el motor arranca y gira a la frecuencia Jog preseleccionada. Pulsando este botón mientras el convertidor no tiene salida hace que el motor arranque y gire a la frecuencia Jog preseleccionada. El motor se detiene cuando se suelta el botón. Pulsar este botón cuando el motor está funcionando carece de efecto.
	Función	Este botón sirve para visualizar información adicional. Funciona pulsándolo y manteniéndolo apretado. Muestra lo siguiente comenzando por cualquier parámetro durante la operación: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tensión en circuito intermedio (indicado mediante d - unidades en V).</li> <li>2. Frecuencia de salida (Hz)</li> <li>3. Tensión de salida (o - unidades en V).</li> <li>4. El valor seleccionado en P0005. (Si P0005 se ha configurado de tal forma que se muestra uno de los datos indicados arriba (1 - 3), no aparece el valor correspondiente de nuevo).</li> </ol> Cualquier pulsación adicional hace que vuelva a visualizarse la sucesión indicada anteriormente. <b>Función de salto</b> Pulsando brevemente el botón Fn es posible saltar desde cualquier parámetro (rxxx o Pxxx) a r0000, lo que permite, si se desea, modificar otro parámetro. Una vez retornado a r0000, si pulsa el botón Fn irá de nuevo a su punto inicial. <b>Acusar</b> Cuando aparecen mensajes de alarma y error, se pueden acusar, pulsando el botón Fn.
	Acceder a parámetros	Pulsando este botón es posible acceder a los parámetros.
	Subir valor	Pulsando este botón se sube el valor visualizado.
	Bajar valor	Pulsando este botón se baja el valor visualizado.

Anexo 6 Conjunto de partes retiradas del desenrollador



Anexo 7 Partes retiradas del desenrollador.



Anexo 8 Embrague retirado del desenrollador.

