

Automatización de telar electromecánico de lanzadera

J. G. Lema Vega

*Carrera de Ingeniería en Mecatrónica,
Universidad técnica del Norte
Ibarra, Ecuador*

jglemav@utn.edu.ec

Abstract— El presente proyecto pretende mejorar la producción de un telar de lanzadera convencional a través del diseño de un sistema automatizado que cumple las funciones de asistente del proceso de tejeduría y además, un mecanismo para facilitar el proceso de enrollamiento de urdimbre e implementarlos en un telar de lanzadera Northrop.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se refiere a la automatización de un telar electromecánico de lanzadera que consiste en un sistema que le permite a un telar convencional detectar la rotura y ausencia de hilo durante el proceso de tejido, además de dotar un mecanismo que facilita el proceso de enrollamiento de urdimbre en el telar de un taller semi-industrial.

Un telar de lanzadera convencional es incapaz de actuar por sí mismo en caso de presentarse alguna anomalía durante el proceso de tejido. El proceso de enrollamiento involucra a dos o más trabajadores durante una operación que requiere mucho esfuerzo humano.

Para analizar estas problemáticas es necesario mencionar las consecuencias que estas provocan. La primera, genera defectos en el producto final haciendo que la unidad producida sea descartada para su venta; la segunda, involucrar a dos o más operarios al proceso, provoca que se detenga la producción de los demás telares durante el enrollamiento de la urdimbre de un telar.

El interés de este trabajo nace por la necesidad del sector textil semi-industrial de la zona de Peguche de mejorar su producción, cualitativa y cuantitativa. Por otra parte, también surge la posibilidad de mejorar el rendimiento de los telares usados en la mayoría de los talleres locales aplicando la mecatrónica.

La investigación de campo es crucial en el desarrollo de este proyecto, ya que permite visualizar los requerimientos tanto del telar en particular como de todos los subprocesos que involucra la tejeduría. Se aplica además el método experimental para determinar las características de funcionamiento de ciertos procesos y elementos.

II. SISTEMA DE DETECCIÓN DE ROTURA DE HILOS

Los hilos de urdimbre y trama en un telar de lanzadera están propensos a sufrir roturas por diversas causas y consecuencia de ello es el posible descarte del producto para su venta; se diseña un sistema que recibe señales de sensores ubicados en lugares estratégicos del telar y los envía a un controlador lógico programable, que es el encargado de procesar la información y

detener el telar a través de actuadores con el objetivo de que el operario revise el daño y retome el proceso de tejeduría.

A. Desarrollo de la estructura para detectar rotura en urdimbre

El conjunto de barras y láminas aprovecha la tensión de la urdimbre existente entre el carrete y los lisos del marco, si un hilo se rompe, se pierde esta tensión, la lámina cae y se cierra un circuito eléctrico. Cada hilo de la urdimbre pasa por una fina lámina metálica y éstas a su vez van montadas en las barras; la distribución de las láminas puede variar en función del tipo de tejido a realizar. Se instalan tantas láminas como número de hilos tenga la urdimbre.

B. Desarrollo del mecanismo de accionamiento de freno

El mecanismo de leva y seguidor de cara plana mostrado en la figura 1 es sencillo y se apeg a las condiciones de trabajo del telar, además la fricción entre las superficies en contacto es mínima debido a que no está sometido a grandes revoluciones. Las bases para sujetar el mecanismo son diseñadas específicamente para el telar Northrop.

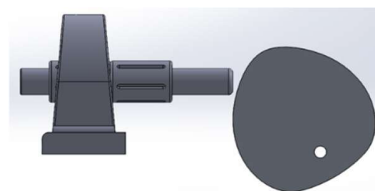


Fig. 1 Leva de disco con seguidor de cara plana

El diagrama de desplazamiento es un método gráfico que permite determinar la forma final de una leva en función de ciertos parámetros; se analiza la trayectoria que genera el recorrido de la leva en movimientos de ascenso, reposo y descenso [1]. El espacio disponible para instalar el mecanismo de leva es de 60mm desde el centro, además el vástago o seguidor del mecanismo debe tener una carrera mínima de 30mm para poder accionar el freno del telar, por lo que se determina la carrera máxima del vástago en 48mm con 8 subdivisiones horizontales de 6mm cada una, dando así 16 subdivisiones verticales, es decir, el perfil de la leva está descrita cada 22.5° de los 360° de una vuelta de la leva, se obtiene el diagrama de la figura 2 la cual tiene modificaciones en los extremos con el fin de evitar choques entre leva y vástago.

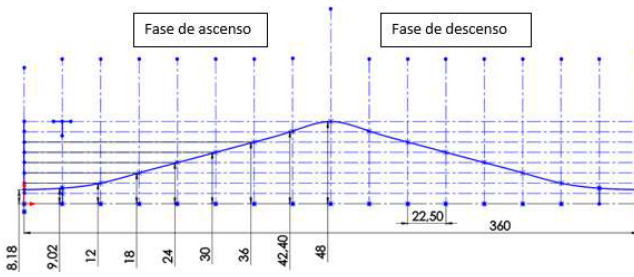


Fig. 2 Diagrama cinemático de desplazamiento de leva con movimiento uniforme modificado

El perfil obtenido se detalla en la figura 3.

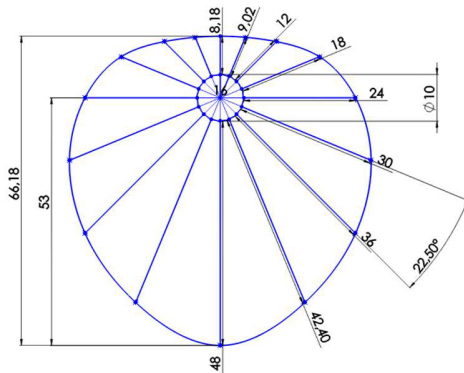


Fig. 3 Perfil de leva con circunferencia base de 10mm modificado

1) Cálculo de torque del motor para accionamiento del mecanismo de freno

Para el cálculo de fuerza de rozamiento (F_r) producido entre el seguidor de la leva y el deslizador lineal por bolas se aplica la siguiente ecuación [1].

$$F_r = \mu \cdot m \cdot g \quad [1]$$

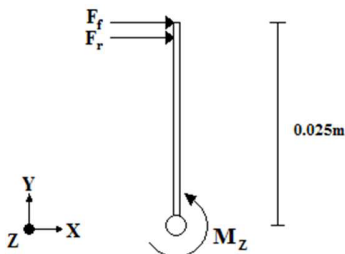


Fig. 4 Diagrama de cuerpo libre del mecanismo de freno

Aplicando la ecuación [2] del momento torsor en base al DCL se obtienen las características para el motor.

$$M_z = (F_f + F_r) \cdot d \quad [2]$$

C. Desarrollo de la estructura para detectar hilo en el husillo de la lanzadera

Un telar de lanzadera convencional no detecta cuando el hilo del husillo se termina, haciendo que el telar siga en funcionamiento aún sin el hilo de la trama. Este problema se da por descuido del operador, provocando defectos en la tela al

momento de intentar remediar la falla. Se propone un sistema que detecte oportunamente el hilo en el husillo y envíe esta señal al PLC en caso de que se termine el hilo. En la tabla 1 se determina el uso del sensor fotoeléctrico retroreflectivo.

TABLA I
CRITERIOS DE SELECCIÓN DE SENSOR PARA TRAMA

Característica de sensor	Inductivo	Capacitivo	Fotoeléctrico retroreflectivo	Ultrasónico
Detección de fibra textil	---	X	X	X
Dificultad para detectar colores	---	---	---	---
Diferenciación de metal, madera y fibra textil simultáneamente	---	---	X	---
Detección con variación de posición del objeto	---	---	X	X
Inmunidad a agentes externos (polvo)	---	X	X	---
Regulación para sensado innecesaria	X	---	X	X
Total características favorables	1	2	5	3

D. Dispositivo para determinar posición de batán

Se usa un sensor final de carrera para posicionar el batán en una zona segura para la detención del telar. En la figura 5 se puede apreciar las dos posiciones de trabajo del batán. Para la detención del telar el batán debe estar en la posición de regreso. Se usan además finales de carrera en el mecanismo de freno y en la leva para enviar la señal al PLC

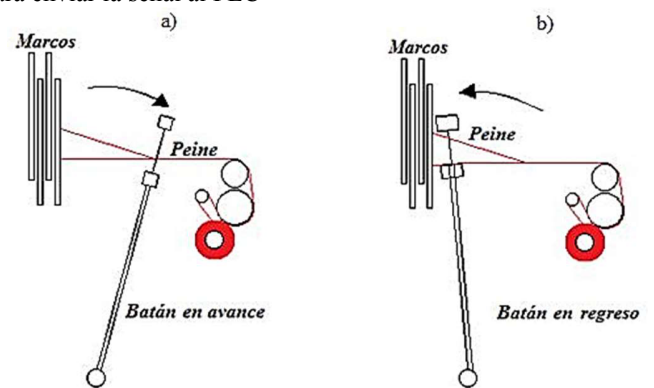


Fig. 5 Posición del batán, a) Batán en posición de avance, b) Batán en regreso

E. Diseño de la lógica de funcionamiento del sistema automatizado

El algoritmo planteado en la figura 5 muestra los procesos a

tomar en consideración al momento de la programación del controlador lógico programable. Es importante mencionar que el botón de paro de emergencia se ubica en la parte posterior del telar siguiendo las normas de seguridad para casos especiales.

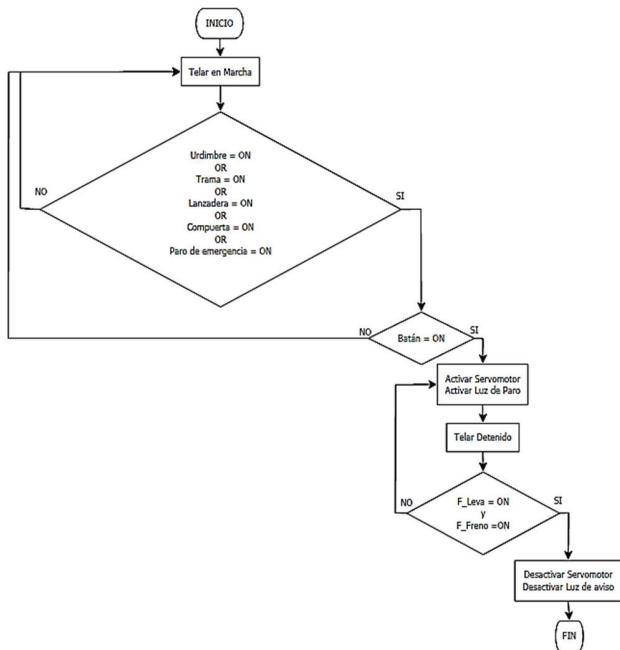


Fig. 6 Posición del batán, a) Batán en posición de avance, b) Batán en regreso

Se utiliza un PLC LOGO! 230RC basándose en la alimentación a 110 V y a su garantía en el sector industrial, la programación se lo realiza en bloques.

III. MECANISMO DE ENROLLAMIENTO DE URDIMBRE

El mecanismo tiene dos partes fundamentales: el mecanismo de sujeción de urdimbre y el mecanismo de enrollamiento

A. Mecanismo de sujeción

Se diseña un mecanismo en función a los siguientes requerimientos:

Los factores más importantes a tomar en cuenta para el diseño son:

- Mantener una tensión estable de la urdimbre durante el enrollamiento.
- Tensión de sujeción regulable para trabajar con urdimbres de minoles variados, es decir, diferentes cantidades de hilos.
- Evitar rotura de hilos de urdimbre durante el proceso de enrollamiento.
- El mecanismo debe ser ligero y desmontable.
- Adaptable a otros telares de lanzadera.

La figura 6 muestra el mecanismo de sujeción diseñado, la

guía en espiral evita que el hilo llegue a enredarse y romperse. La prensaestopa regula la tensión de la urdimbre. Esto permite utilizar este mecanismo en distintos telares.

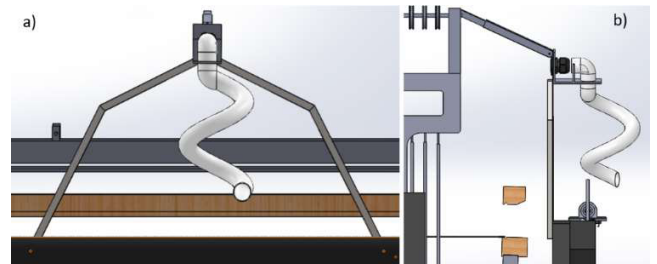


Fig. 7 Mecanismo de sujeción. a) Vista frontal, b) Vista lateral

A. Mecanismo de enrollamiento

Se diseña un mecanismo de engranajes para reducir la velocidad angular del motor hacia el carrete del telar. El telar cuenta con una corona que es aprovechada para este proyecto y el piñón se construye a partir de los datos de la corona. Para el cálculo de las magnitudes requeridas se aplica la figura 8.

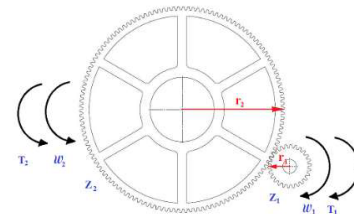


Fig. 8 Posición del batán, a) Batán en posición de avance, b) Batán en regreso

De la figura 8 se determinan las siguientes ecuaciones usadas para el cálculo del piñón.

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad [3]$$

Una vez obtenido el número de dientes del piñón se lo diseña para la posterior fabricación, las siguientes son las fórmulas usadas para el cálculo del piñón. Los valores de diámetro y espesor se los toma de la corona ya existente.

Paso circular:

$$p = \frac{d}{Z} \quad [4]$$

Módulo del diente:

$$m = \frac{d}{Z} \quad [5]$$

A. Cálculo de potencia del motor para el mecanismo de enrollamiento

El sistema de engranajes para el mecanismo de enrollamiento está formado por un piñón, conectado directamente al eje del motor eléctrico, y una corona, que recibe la potencia del piñón y los transmite al carrete.

Aplicando la relación de torque T en función del número de dientes Z mostrado en la ecuación [3] se determina que si el número de dientes del engranaje inducido es mayor que el del

engranaje motriz, el torque de salida es mayor que el torque de entrada y si el número de dientes del engranaje inducido es menor que el del motriz, el torque de salida es menor que el torque de entrada. Se puede, por tanto, determinar el torque generado en el piñón motriz por la fuerza F aplicada en el eje de la corona.

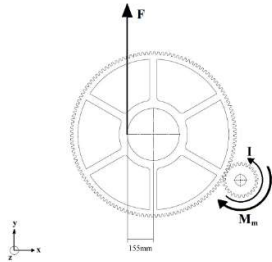


Fig. 9 Diagrama de cuerpo libre del sistema de engranajes

Del DLC del engranaje se calcula el torque aplicando la ecuación de momento torsor [6].

$$M_g = F \cdot d \quad [6]$$

Una vez que se tenga torque del motor se adquieren los materiales y se construyen el sistema automatizado y el mecanismo de enrollamiento. Se realizan pruebas de funcionamiento con el objetivo de validar la mejora del sistema en la producción del telar.



Fig. 9 Diagrama de cuerpo libre del sistema de engranajes

IV. FALLAS Y SOLUCIONES PRESENTADAS EN PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Se detallan las fallas presentadas durante las pruebas de funcionamiento y las soluciones aplicadas.

- Sensor fotoeléctrico no detecta al espejo catadióptrico por alta velocidad de la lanzadera (24m/s). Solución: El aumento en la longitud de la cinta en el husillo de 10mm a 20mm soluciona el problema de lectura del sensor.
- Falta de torque en el motor del mecanismo de freno, el telar no se detiene. Solución: Calibración de potenciómetro en el convertidor Buck de 4,8 a 6,0V DC.
- Excesivo ruido y contacto defectuoso en el sistema de engranajes del mecanismo de enrollamiento. Mala calibración del piñón. Solución: Recalibración de la base del motor trifásico.

V. CONCLUSIONES

- El sistema automatizado instalado en el telar Northrop permitió detectar oportunamente la rotura de hilos y además permitió al operario determinar visualmente la causa de la detención del telar mediante el uso de luces piloto; el operario tiene la posibilidad de diferenciar la causa de la detención del telar basándose en la luz piloto activada en cada parada.

- El mecanismo de enrollamiento mejoró el flujo de hilo de urdimbre durante el proceso de tejeduría, evitándose roturas en los lisos y paraurdimbre y por consiguiente se redujo el número de paradas del telar por fallas y el tiempo que el operario ocupaba para resolver el daño, disminuyendo el tiempo de tres minutos con el sistema convencional a un tiempo de 0.5 minutos (30 segundos) con el sistema automatizado como se comprueba en las tablas 28 y 29 de datos de producción.

- Algunos elementos del sistema, tanto de detección de rotura de hilos, como de enrollamiento de urdimbre, no fueron diseñados, sino que fueron analizados para determinar su resistencia y funcionalidad, esto debido a que se contó con algunas piezas recicladas que cumplieran con los requerimientos.

- Se usan barras bimetálicas de paraurdimbre de un telar diferente al Northrop porque no existe un modelo específico para este telar debido a su antigüedad. Las barras bimetálicas adquiridas fueron modificadas en su longitud.

- El hilo de trama que viaja en la lanzadera a través del batán tiene una trayectoria que no permite un control estable, por ello en este proyecto no se pudo detectar su rotura, pero la detección de ausencia de hilo de trama en la lanzadera brinda una alternativa a esta problemática.

- Luego de realizar pruebas de funcionamiento y rendimiento del telar con el sistema automatizado y el mecanismo de enrollamiento, se determinó que:

- El tiempo de parada del telar para reparar las fallas por rotura de urdimbre o trama disminuyó de 3 minutos a medio minuto, esto debido a que el operario ya no debía cortar parte del tejido y recalibrar la urdimbre, sino solamente amarrar el hilo roto.

- En función a las tablas 28 y 29 la producción diaria aumentó en 5 unidades.

- El desperdicio de materia prima por fallas se anuló casi en su totalidad debido a la oportuna detención automática del telar en caso de rotura de hilo.

- El operario tuvo mayor control del proceso en razón de que simultáneamente al proceso de tejeduría podía realizar un chequeo o control de funcionamiento correcto del telar.

REFERENCIAS

- [1] Departamento de Ingeniería Mecánica, «Teoría de mecanismos.» Universidad Carlos II de Madrid, Madrid, España, S.F..
- [2] R. Mott, Diseño de elementos de máquinas, México: Pearson, Educación, 2004.
- [] Las ecuaciones son obtenidas de la fuente [2].