

## **Sistema multifuncional automatizado para una máquina ojaleadora del ramo textil**

FLORES-GALVÁN, Francisco A.\*†, NAVAMORALES, Francisca, ALVA-GALLEGOS, Rodrigo y BALTAZAR-PLATA, Carlos Gustavo

*Universidad Tecnológica del Valle de Toluca. Carretera del Departamento del D.F. km 7.5, Santa María Atarasquillo, 52044 Lerma de Villada, Méx.*

Recibido Abril 11, 2017; Aceptado Junio 12, 2017

### **Resumen**

El proyecto descrito en este trabajo se realizó en una empresa del ramo textil, se diseñó un sistema automático en una máquina para coser ojal para trabajar tres diferentes dimensiones de ubicación del mismo. Las máquinas para coser ojal y botón son en su totalidad mecánica-neumáticas y sólo permiten una medida estándar por lo que cuando se requiere otra medida es necesario realizarlo de manera manual. Con el desarrollo del sistema automático para la máquina de coser ojal se logró reducir en un 36% el tiempo de cosido de ojal usando un controlador lógico programable, una pantalla HMI y componentes electroneumáticos. Para llegar a esto fue necesario identificar el funcionamiento de la máquina de coser ojal y el proceso que se realiza actualmente, después de esto se realizó el estudio de tiempos del método actual para evaluar las mejoras que se realizaron en la máquina y posteriormente se elaboró un programa que permite controlar la máquina de ojal para poder coser los seis botones a la distancia especificada para cada prenda. Finalmente, se muestran las reducciones de tiempo, mano de obra y beneficios para empresa.

**Textil, controlador lógico programable (PLC), automático, ojaleadora**

### **Abstract**

The project that was carried out in a textile company, an automatic system was designed in a machine to sew eyelet to work three different dimensions of location of the buttonhole, the machines for sewing buttonhole and button, are in total mechanical-pneumatic and solo Allow a single standard measure so when other measurement is required it is necessary to do it manually, the system was designed to allow the introduction of the garment automatically and to sew different distances and different amounts of grommets as required, thus optimizing production, Eliminate manual preparation times. The system was designed with simulations of design and programming, using a programmable logic controller (PLC).

**System, programmable logic controller (PLC), automatic, ojaleadora**

**Citación:** FLORES-GALVÁN, Francisco A., NAVAMORALES, Francisca, ALVA-GALLEGOS, Rodrigo y BALTAZAR-PLATA, Carlos Gustavo. Sistema multifuncional automatizado para una máquina ojaleadora del ramo textil. Revista de Investigación y Desarrollo 2017, 3-8:23-30

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: francisco.flores@utvtol.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

En los últimos dos siglos el trabajo manual ha sido reemplazado por la industria y la manufactura ya que con las grandes innovaciones que se dieron para la industria textil se originó un incremento en la capacidad de producción y disminución en el tiempo de realización dando paso a la producción en serie, simplificando tareas complejas en operaciones simples que cualquier obrero puede realizar, así la mano de obra no necesita ser especializada. La aparición de la máquina de coser abrió las puertas al campo laboral a la mujer y a personas con capacidades diferentes.

Ahora las máquinas se clasifican en dos grupos: las industriales, que como su nombre lo indica son las usadas para la industria, tienen mayor capacidad y mejor rendimiento, son de hierro y están adaptadas para coser todo tipo de material, son las usadas para la producción en serie. Por otra parte, están las domésticas, las máquinas que no están aptas para trabajar horas seguidas o para soportar telas pesadas, pero son las más usadas en los hogares ya que son menos robustas y más prácticas para transportar. Los modelos abarcan desde una máquina de zigzag básico con 1 o 2 puntadas, hasta la máquina electrónica que utiliza tecnología computarizada para controlar y seleccionar puntadas. Cada una puede llegar a tener hasta 30 puntadas, cada una diferente, ofreciendo gran versatilidad ya que anteriormente la pegada de botones solo se efectuaba a mano (Peña, 2012).

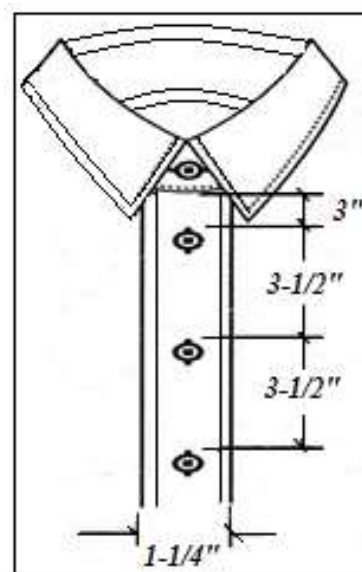
Las nuevas máquinas de coser intentan ser tan accesibles como los teléfonos inteligentes. Vienen con puntadas decorativas, hilados automáticos y pantallas táctiles para facilitar el uso. Hay aplicaciones de teléfonos inteligentes para combinar hilos con telas y software que digitaliza los diseños de los bordados.

Con el puerto USB, los usuarios pueden transferir una imagen de la computadora a la máquina de coser. Alguien con habilidades modestas puede lograr concretar un proyecto bastante complejo si usa una máquina avanzada. Pero la familiaridad con las técnicas de cosido y con la nueva tecnología sigue siendo imprescindible (Peña, 2012).

## Problema

Actualmente en la industria textil donde se realizó el proyecto toda prenda ya sea camisa, blusa o saco, debe llevar un botón y un ojal. Se contaba con una máquina automática para realizar el pegado de botón y el cosido del ojal, pero era antigua y sólo permitía realizar el cocido del ojal y el pegado del botón a una misma distancia y si se requería otra dimensión era necesario realizarlo manualmente.

La máquina de ojales que se tenía sólo puede realizar un tipo de prenda que es la camisa, en esta camisa se cosen 6 ojales ubicados según la especificación de la figura 1.



**Figura 1** Medida de modelo que se realizan en máquina para ojales. (Elaboración Propia)

El tiempo que se requiere para coser los 6 ojales es 0.612 minutos, este tiempo es un estándar independientemente si se realiza en la máquina o manualmente.

El tiempo promedio para realizar este proceso en la máquina es de 0.4907 minutos y el tiempo promedio para realizarlo manual es de 1.002 minutos.

En base a los datos obtenidos de la máquina que se usaba el tiempo de elaboración es de 0.4907 minutos que representa un 80% de los 0.612 min, es decir, realiza el proceso un 20% más rápido.

Para el diseño del sistema automático se toman otros modelos que se realizan (ver figura 2, 3), como se puede observar los modelos varían en el primer ojal y otros en la distancia que hay de botón a botón y de la orilla a botón, aunque la cantidad de ojales no cambia y sigue siendo la misma.

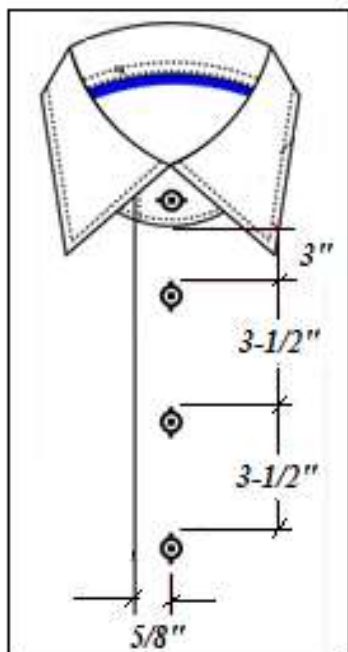


Figura 2 Modelo CA-001DNT. (Elaboración Propia)

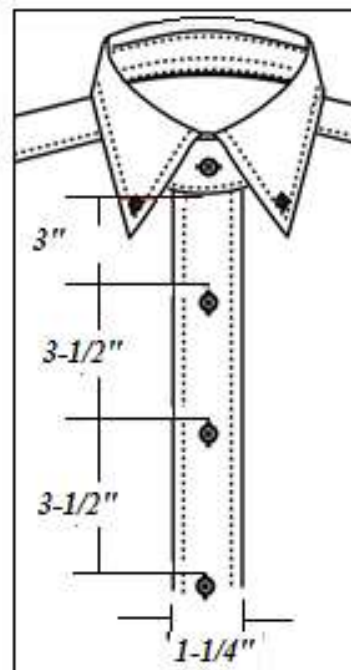


Figura 3 Modelo CA-165DNT. (Elaboración Propia)

### Objetivo General

Reducir en un 36% el tiempo de cosido de ojal mediante el diseño de un sistema automático con la programación de un controlador lógico programable instalado en la máquina para elevarla

### Desarrollo

Primeramente se revisa la máquina con la que se cuenta actualmente, y su funcionamiento



Figura 4 Máquina ojaladora (fotografía)

Posteriormente se presentan los diseños y simulaciones del sistema realizado en el software Solidworks

Para trabajar el proyecto se dividió en tres subsistemas, uno mecánico uno neumático y otro electrónico. sistema mecánico

Se revisaron las diferentes longitudes especificadas para la ubicación del ojal en cada modelo de camisa, como se requiere un movimiento longitudinal a la mesa para ajustar las distancias entre ojales, a las cuales se ajustará la mesa, se decidió por diseñar un mecanismo de manivela corredera, este mecanismo se acoplará a la sección de la mesa que moverá la prenda, por lo que se deberá elaborar la mesa para las necesidades del mecanismo.

Para hacer el cálculo de la carrera de la corredera se considera la medida máxima para coser ojal que es 6 ojales a 3 ½ pulgadas lo que da como resultado 21 pulgadas o bien 533 mm.

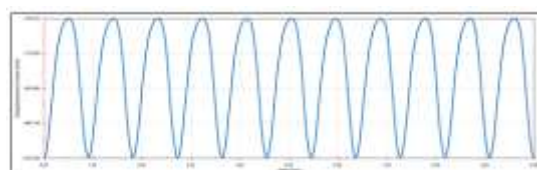
Para el diseño de este mecanismo se utilizó una longitud de 270 mm para la manivela lo que indica que se tendrá una carrera de 540mm que ajusta a las especificaciones.



**Figura 5** Mecanismo manivela-biela corredera. (Elaboración Propia)

La simulación obtenida del análisis realizado mediante Solidworks muestra el desplazamiento lineal del mecanismo diseñado,

Realizando la simulación en Solidworks obtuvimos que el desplazamiento real es de 54.864 cm comprendidos en un ángulo de 0 a 180 grados (ver figura 4.0), por medio de esta simulación se obtiene el tiempo que tarda en recorrer los 180 grados a una velocidad de 66 rpm.



**Figura 6** Desplazamiento lineal de mecanismo biela manivela corredera obtenido de simulación en Solidworks. (Elaboración Propia)

Este mecanismo se acopla al soporte de la prenda que se mueve sobre la longitud de la mesa, el total del diseño las piezas de acoplamiento y los ensambles se realizaron en el software solid words. (Ver anexos)



**Figura 7.**Ensamble de mesa para dimensionar la ubicación de ojales

### Sistema eléctrico

Para el accionamiento del mecanismo manivela, biela corredera se acoplara un servomotor por sus características de control y torque se seleccionó un motor AG01 analógico.

Con un par de giro máximo de 4.2 Nm, con 500 min<sup>-1</sup> máximas.



**Figura 8.** Actuador analógico AG01 (catálogo de producto)

Al contrario que una señal digital, la señal analógica mandada por el PLC muestra un transcurso sin escalonamientos y de la precisión en la longitud que se desee, la resolución está limitada por interferencias como “ruidos eléctricos” la señal analógica que tomaremos para su control será de 0 – 10V, con este actuador se pueden posicionar también tramos lineales muy largos y con gran precisión.

Se decidió seleccionar este actuador analógico AG01 por su sencillo comportamiento de regulación.

Reducidos trabajos de instalación y de montaje libre de mantenimiento y elevada productividad y calidad

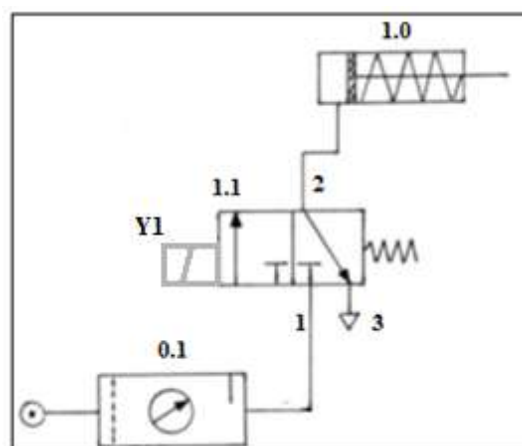
### Sistema Neumático

Para realizar la sujeción de la prenda se usará un sistema neumático integrado por la unidad de mantenimiento (unidad FRL) una electroválvula 3/2 NC y un cilindro de simple efecto.

Cantidad	Componentes
1	Electroválvula 3/2 de accionamiento con solenoide con reposicionamiento por muelle.
1	Cilindro (actuador) de simple efecto
1	1 Unidad de mantenimiento (F.R.L.)

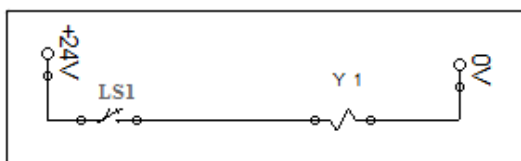
**Tabla 1** Componentes neumáticos (elaboración propia)

La función del pistón de simple efecto es una vez colocada la pieza, al accionar el botón de arranque, ya sea en modo manual o automático saldrá el vástago sujetando la prenda y una vez concluido el ciclo soltará la pieza.



**Figura 9** Mando directo de un cilindro de simple efecto con válvula monoestable de comando por solenoide y retorno por muelle

El control de este sistema se hará utilizando entradas y salidas digitales de 0 y 24V CC en el programa del PLC.



**Figura 10.** Mando directo de un cilindro de simple efecto con electroválvula con solenoide de comando eléctrico

Sistema electrónico

Programación del control en el PLC

Para el control se utilizó un PLC s7 300:

CPU: 135-2 DP

Modulo Digital: DI16xDC24

Modulo Analógico: AI4/AO2x8/8bit

HMI básico con un panel de resolución de 320 x 240 pix a color con Interface RS 485, y conexión ethernet.

El control del dispositivo de movimiento se realizó por medio del control de señales analógicas.

La programación de las entradas analógicas con señales serán de voltaje con un rango de 0 a 10 Volts, para el escalamiento de estas señales analógicas se consultó el tutorial del PLC.

El movimiento de datos se logró con una red industrial profibus que utiliza tecnología Manchester (por el mismo cable manda datos y transporta alimentación de voltaje) y su módulo de conexión para entablar la comunicación PLC-HMI

Se elaboró el programa del PLC considerando la lista de direcciones:

Salida analógica para controlar el servomotor.

En este caso, queremos controlar la velocidad de un servomotor mediante un convertidor de frecuencia. El variador tiene una consigna de 0- 10 Voltios. Con 0 voltios, el motor ira a 0 rpm y con 10 voltios, ira a 500 rpm Iremos dando un valor a MD100 entre 0 y 500, ese valor se convertirá en un valor en la salida analógica entre 0 y 27648, que a su vez hará que la salida analógica de una señal entre 0 y 10 Voltios..

Salida digital para controlar la electroválvula así accionando el pistón.

HMI panel para controlar el proceso ya sea con operador o computadora, las siglas HMI es la abreviación en ingles de interfaz Hombre-máquina.

Este software permitira una mejor comunicación con la máquina ojaleadora. Visualizar las variables en este caso las longitudes especificadas con objetos animados.

Permite al operador enviar señales al proceso mediante botones.

Almacena los valores de las longitudes para un analisis estadístico y/o control.

Las pantallas son una herramienta fundamental para que los operarios de planta puedan realizar su trabajo de la mejor manera posible, por ello su organización resulta tan importante. Debe resultar intuitivo y sencillo, tanto en las tareas comunes, como en la información del estado de la línea y en el control de los elementos básicos que incluyen motores y electroválvulas.

En el software de la pantalla se crea una conexión, está conexión define el modelo de PLC con que se va a trabajar, la dirección del PLC y la pantalla, el tipo de comunicación y la velocidad de transferencia.

En la pantalla se crea el control por medio de figuras para hacerlo más amigable en forma automática y manual

Modo automático. En este modo se definen las distancias que habrá entre cada ojal y al presionar el botón de inicio realizara un ciclo completo para coser los seis ojales, una vez que haya terminado se pueden modificar las distancias.



**Figura 11** Pantalla modo automático (software tiaportal)

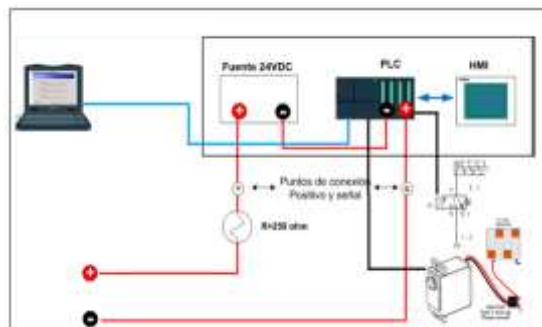
Modo manual. En este modo se coloca un deslizador el cual al seleccionar una distancia se mandara la señal para moverse a esa ubicación.



**Figura 12** Pantalla modo manual (software tiaportal)

Las herramientas utilizadas como los botones o indicadores, necesitan estar asociados a una variable, ya sea interna de la pantalla o de las definidas en el PLC.

Dependiendo del tipo de herramienta seleccionada, necesitará que la variable sea booleana, tipo word, tipo entero, etc... o que se indique si se desea poder modificar dicha variable o únicamente mostrar su valor.



**Figura 13** Diagrama de PLC función del sistema

**Resultados**

Realizando el estudio de tiempos y movimientos, el tiempo obtenido en recorrer 180 grados es 0.006500013 min, más 0.05 min por cada ojal, al coser los 6 ojales 0.30 min y agregando 0.0833335 min que es el tiempo que tarda el operador en introducir la prenda obtenemos 0.389833513 min. Como el tiempo estándar documentado para esta operación es de .612 min, se obtiene una mejora del 36.8 % con la ojaleadora modificada.

Máquina	Tiempo estándar	Porcentaje
Tiempo estándar	0.612	100.0%
ojaleadora actual	0.4907	19.8%
ojaleadora modificada	0.3898335	36.3%

**Tabla 2** Representación de porcentaje de eficiencia (elaboración propia)

### Costo de componentes

PLC S7 300		Siemens	\$9,500
Usb-mpi Cable Adaptador Siemens	+	Ebay	Siemens \$700
Modulo digital		Ebay	Siemens \$4,500
Modulo analógico		Amazon	Siemens \$6,000
Cable profibus		Ebay	Siemens \$850
HMI		Ebay	Siemens \$15,000
Construcción de la mesa		Propia	\$6000
Pistón neumático		Alibaba	FESTO \$800
Electroválvula		Alibaba	FESTO \$950

**Tabla 3** Representación costo de componentes (elaboración propia)

En la empresa producen al día son 300 camisas y blusas que esto para ellos es el 100% de su productividad, nuestra mejora es aumentar del 40% al 50 % de camisas con el proyecto ya que el operador manipula 2 máquinas.

Costo de una camisa \$280+iva o \$ 350+iva será el mismo precio al menos que el tipo de tela incremente su costo, pero los precios ya son otorgados dependiendo el diseño de la camisa o blusa que se requiera por cliente.

Costo Actual		Beneficio al año	
Sistema de ojaleado		Mayor producción	
Costo de sistema	\$55,300.00	Controla hasta 8 maquinas	\$255,850.00
Ojaleadora actual /anual por operador (8)	\$192,000.00	Con ojaleadora propuesta (4)	\$96,000.00
Producción de 9 horas y media		Producción de 9 horas y media	
Costos totales	\$ 247,300.00	Beneficios Totales	\$351,850.00

**Tabla 4** Costo Beneficio (elaboración propia)

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{costo}} = \frac{351,850.00}{247,300.00} = 1.42276$$

El proyecto es rentable.

### Conclusiones

Con la optimización de la máquina ojaleadora se logro una mejora en el tiempo estándar de producción reduciendo en un 36% el tiempo de cosido de ojal y en consecuencia un incremento en la productividad, con un sistema versátil y fácil de operar y suceptible de modificación en las longitudes de trabajo haciéndolo un sistema versátil.

### Referencias

José., M. T (1999) Programación Avanzada: Todo lo que siempre quisiste saber y nadie te había dicho. Obtenido de <http://isa.umh.es/asignaturas/ci/step%20720Avanzado.PDF>

Siemens AG. Software para controladores SIMATIC. Siemens ST 70 · (2015) obtenido de <http://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/catalog/es/simatic-st70-chap11-spanish-2015.pdf>

Lázaro., G. M. (2017) PLCs de Seguridad frente a PLCs de Propósito General. Siemens. Obtenido de Biblioteca virtual. [http://www.isa-spain.org/images/biblioteca\\_virtual/rt0502%20%20plc%20seguridad%20vs%20plc%20de%20prop%20C3%B3sito%20general.pdf](http://www.isa-spain.org/images/biblioteca_virtual/rt0502%20%20plc%20seguridad%20vs%20plc%20de%20prop%20C3%B3sito%20general.pdf)

Red industrial PROFINet: Tecnologías de control. Obtenido de [http://isa.uniovi.es/docencia/ra\\_marina/cuatri m2/Temas/11%20-%20PROFINet.pdf](http://isa.uniovi.es/docencia/ra_marina/cuatri m2/Temas/11%20-%20PROFINet.pdf)

Peña, D. M. (2012). LA REVOLUCIÓN DE LA MÁQUINA DE COSER. SCHEMA, 22.