REVISTA INCAING
ISSN 2448 9131

Diseño de un prototipo de máquina aplicadora de tinta en agujeros de cinturones de cuero

[1]

Chocoteco Campos, José Abel; Partida Ochoa, Gonzalo; Mojarro Magaña, María; González Vázquez, Luis Gabriel; Cuevas Chávez, Jorge Iván; Cortes Solares, Guy Yaoyotzin

Resumen - Este artículo presenta el diseño y desarrollo de un prototipo de máquina aplicadora de tinta en agujeros de cinturones de cuero. Este dispositivo se concibió con el propósito de optimizar el proceso de aplicación de tinta, específicamente en la industria talabartera. Este trabajo no solo representa un avance técnico en la automatización de procesos artesanales, sino que también plantea nuevas posibilidades para la modernización de la producción de cinturones de cuero, contribuyendo al desarrollo continuo de la industria talabartera. En última instancia, este artículo sienta las bases para futuras investigaciones y perfeccionamientos, marcando un hito en la convergencia entre la tradición artesanal y la innovación tecnológica.

Índice de Términos - Máquina aplicadora de tinta, Aplicación de tinta, Automatización artesanal, Cinturones de cuero, Industria talabartera.

I. INTRODUCCIÓN

La tradición talabartera en Atoyac, Jalisco, ha florecido a lo largo de los años, destacándose por su destreza artesanal en la confección de diversos productos de cuero, entre ellos, cinturones, fundas para celular, carteras y llaveros [1]. Este municipio, se erige como un epicentro reconocido en la producción de cinturones, consolidando su identidad en la industria talabartera [2].

En el corazón de esta tradición, los artesanos locales han perfeccionado la creación de cinturones de folia, destacando diseños con perforaciones a lo largo de su extensión, agregando un toque distintivo a estos accesorios de cuero. Sin embargo, el proceso manual de aplicación de tinta en los agujeros de estos cinturones ha suscitado desafíos que afectan la eficiencia y elevan los costos de producción.

En este contexto, surge la necesidad de explorar soluciones innovadoras que optimicen la autenticidad artesanal sin comprometer la eficiencia. En particular, la ausencia en el mercado de una máquina especializada para la aplicación de tinta en los orificios de los cinturones ha llevado a la ejecución manual de esta tarea, con pinceles y algodones, conllevando errores frecuentes y ralentizando las líneas de producción en los talleres locales.

El presente artículo tiene como objetivo principal presentar un diseño innovador: una máquina aplicadora de tinta diseñada para optimizar el proceso de entintado de orificios en cinturones de folia. A través de este enfoque, se busca no solo preservar la autenticidad y la calidad artesanal, sino también mejorar la eficiencia, reducir costos y potenciar la productividad en la industria talabartera local. Esta iniciativa se enmarca en la búsqueda constante de soluciones pragmáticas que, sin perder la esencia del trabajo manual, permitan un avance significativo en la manufactura de productos de cuero.

II. MARCO TEÓRICO

El diseño de una máquina aplicadora de tinta en agujeros de cinturones de cuero, en el contexto de la tradición talabartera en Atoyac, se nutre de fundamentos teóricos que abarcan tanto aspectos culturales como tecnológicos. En el marco de la antropología cultural, la tradición talabartera en Atoyac, se erige como un fenómeno sociocultural de gran relevancia. La confección de productos de cuero es parte integral de la identidad y el patrimonio cultural de la región. Esta conexión profunda con la artesanía del cuero influye en las preferencias estéticas de la comunidad y establece el contexto para la introducción de innovaciones tecnológicas en el proceso productivo. El artículo publicado en [3], brinda un panorama detallado sobre la industria del cuero en México, y destaca la importancia económica de las micro, pequeñas y medianas empresas especializadas en la confección de productos de cuero, subrayando la necesidad de soluciones que mejoren la eficiencia y reduzcan costos en la producción de artículos de cuero.

La introducción de maquinaria y tecnología en procesos artesanales ha sido objeto de estudio en el ámbito de la sociotecnología [4-5]. En este contexto, la integración de sistemas automatizados en la producción artesanal no solo

busca optimizar la eficiencia, sino también preservar la autenticidad del trabajo manual. Este enfoque teórico respalda la propuesta de diseñar una máquina aplicadora de tinta que complementa la destreza artesanal en Atoyac. La utilización del programa GRBL para el control de motores paso a paso en sistemas CNC (Control Numérico por Computadora) es un pilar técnico en el diseño de la máquina aplicadora de tinta. La plataforma GRBL, junto con programas como Universal G-Code Sender, ofrece una solución versátil para la coordinación precisa de movimientos en máquinas automatizadas [6], como la que se propone en este trabajo.

III. DESARROLLO DEL PROTOTIPO

El desarrollo del prototipo de máquina aplicadora de tinta se fundamenta en una cuidadosa integración de componentes mecánicos en el diseño y la aplicación de tecnología para asegurar la efectividad y la adaptabilidad del dispositivo. A continuación, se detalla el proceso de construcción, desde la estructura hasta la incorporación de elementos clave.

A. MATERIALES Y COMPONENTES MECÁNICOS

El éxito del prototipo radica en la minuciosa elección de materiales y componentes mecánicos que aseguren tanto la funcionalidad como la durabilidad del diseño. La Figura 1 muestra los elementos empleados en la manufactura del prototipo.

Figura 1: Materiales y componentes mecánicos empleados en la construcción del prototipo.

Por otro lado, la esencia operativa del prototipo reside en la armoniosa integración de componentes destinados al control y la interfaz del sistema. La Figura 2 muestra estos elementos, cuya elección estratégica busca garantizar una operación precisa y eficiente del dispositivo, sin comprometer la simplicidad y la accesibilidad en su manejo.

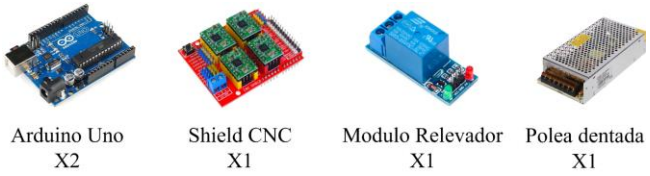

Figura 2: Componentes utilizados en el control del prototipo.

B. DISEÑO DE LA BASE DEL ENTINTADOR

La fase de diseño de la máquina se inicia con la creación de una estructura sólida y funcional, centrada en la eficacia y la adaptabilidad a diferentes dimensiones y estilos de cinturones con orificios. El proceso de construcción se desglosa en etapas que aseguran la integración coherente de los componentes esenciales.

El primer paso implica el ensamblado de dos carros móviles diseñados para el desplazamiento transversal a lo largo de dos perfiles cortos de aluminio de 20x40, como se visualiza en la Figura 3.

Figura 3: Carros móviles para desplazamiento transversal.

Posteriormente, se incorpora un tercer carro móvil diseñado específicamente para desplazamientos longitudinales a lo largo de otro perfil de aluminio de 20x40, según se muestra en la Figura 4.

Figura 4: Carro móvil para desplazamiento longitudinal.

Estos carros móviles, ensamblados sobre placas de aluminio, sirven de base para el montaje de motores y ruedas en V, estratégicamente ubicadas en cada carro. Esta disposición garantiza un desplazamiento suave, preciso y equitativo a lo largo de los perfiles de aluminio,

minimizando la fricción y contribuyendo a la estabilidad operativa del prototipo.

La siguiente fase se centra en la creación de la base del entintador, una estructura con capacidad para desplazamientos del elemento entintador en el eje vertical. Esta base se conecta al carro que se desplaza en el eje longitudinal, como se ilustra en la Figura 5. En el diseño de esta base, se prioriza la integración con el sistema existente, utilizando placas de aluminio para garantizar estabilidad y durabilidad.

Figura 5: Base mecánica del entintador.

La conexión entre la base del entintador y el carro del eje longitudinal se logra mediante elementos de fijación, asegurando un movimiento coordinado y sin fricciones no deseadas. Este diseño modular se concibe con flexibilidad operativa en mente, permitiendo la adaptación eficiente a diferentes tamaños de cinturones.

Durante el montaje, se enfatiza la simplicidad y eficiencia en el diseño de los carros móviles. Las placas de aluminio, seleccionadas por su resistencia y ligereza, sirven como una base robusta y liviana para albergar los componentes. Los motores, cuidadosamente elegidos por su potencia, eficiencia y amplio uso [7], se fijan en la placa mediante sujeciones precisas.

La introducción de poleas dentadas en los motores, junto con la banda dentada dispuesta en ángulo, permite un ajuste adecuado de la tensión. Esta configuración favorece la estabilidad y la suavidad en la transmisión del movimiento entre los componentes, asegurando un desplazamiento eficiente a lo largo de la estructura principal del prototipo.

Para la siguiente etapa, se utiliza un marcador de metal, cuya parte superior es cortada y su contenido de tinta es vaciado. Este marcador específico presenta la peculiaridad de liberar líquido al ejercer presión sobre la punta, manteniéndose cerrado al dejar de aplicar presión. Esta característica se aprovecha para su adaptación al proceso de aplicación de tinta en los cinturones.

El procedimiento incluye el vaciado completo del líquido original del marcador, seguido de la recarga con una tinta especial destinada para los cinturones. Se modifica la parte superior del marcador para incorporar un cuello con una tapadera, permitiendo la conexión de una manguera transparente, como se ilustra en la Figura 6a.

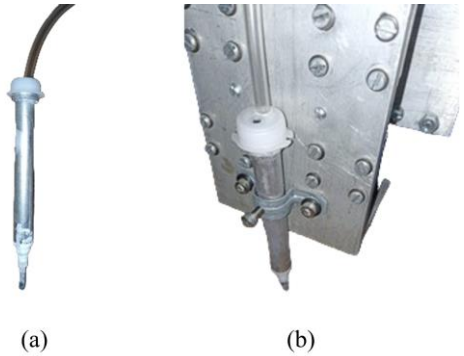

Figura 6: (a) Marcador de metal adaptado que hace la función de entintador; (b) Sujeción del entintador a la base mecánica.

La adaptación del marcador se asegura mediante una abrazadera para tubos que proporciona una sujeción firme y estable alrededor del marcador. En el centro de la abrazadera, se practica un agujero estratégico para agregar un tornillo que actúa como mecanismo de fijación, asegurando la posición del marcador durante la operación del prototipo, según se muestra en la Figura 6b.

C. CONTROL Y CONFIGURACIÓN

La tarjeta Arduino desempeña un papel central en la operación del prototipo al generar dos señales para cada controlador A4988: una para la dirección (DIR) y otra para el paso (STEP). Cada controlador, a su vez, emite cuatro señales para las bobinas de cada motor (2B, 2A, 1A e IB), controlando así el movimiento del eje del motor. La Figura 7 presenta un diagrama de cableado mínimo para conectar un microcontrolador a un controlador de motor paso a paso A4988 en modo de paso completo, brindando una referencia visual necesaria para el conexionado. Esta configuración permite el control simultáneo de los cuatro motores, garantizando un desempeño coordinado y eficiente.

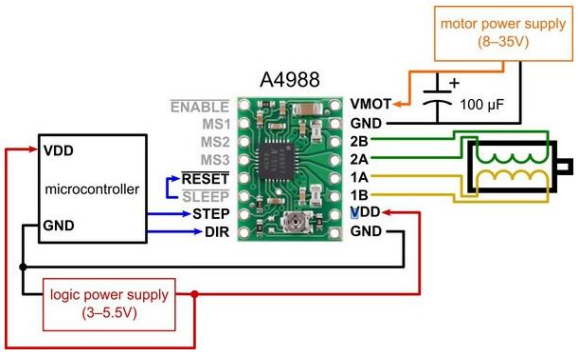

Figura 7: Diagrama de cableado mínimo para conectar un microcontrolador a un controlador de motor paso a paso A4988 en modo de paso completo. Fuente [8].

La Figura 8 muestra parte de la conexión de los motores con el Arduino UNO, la shield CNC y los drivers A4988 [9], ofreciendo una visión de la disposición de algunos componentes.

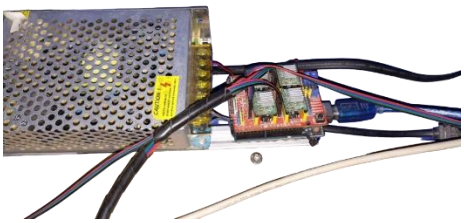

Figura 8: Conexionado de los motores con el Arduino UNO, la shield CNC y los drivers A4988.

La Figura 9 ilustra la conexión de la bomba de tinta y el relevador con los Arduinos. Se incorpora un interruptor al circuito, permitiendo el control manual de la bomba. Esta adición estratégica asegura que la tinta destinada al marcador solo se libere cuando sea necesario, evitando posibles desperdicios y optimizando el consumo de recursos.

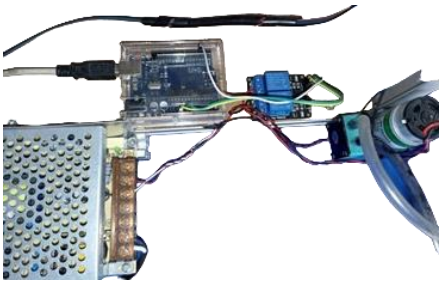

Figura 9: Conexionado de la bomba de tinta y el relevador con el Arduino.

El proceso de conexión de circuitos se planifica de manera clara y ordenada, destacando la importancia de un control eficiente tanto de la bomba de tinta como de los motores. Esta organización asegura una operación precisa y coordinada del prototipo, evitando desgaste innecesario de recursos y optimizando la eficiencia del sistema.

D. GENERACIÓN DE PUNTOS Y TRAYECTORIAS

Para la generación de puntos, se emplea el programa GRBL, ampliamente reconocido y disponible para descarga desde fuentes confiables en línea. La Figura 10 muestra la interfaz del programa, que desempeña un papel importante en el control eficiente de los motores.

Figura 10: Interfaz del programa GRBL.

La aplicación Universal G-Code Sender, utilizada en su versión 2.0, facilita la comunicación con la placa Arduino y los drivers A4988. Su interfaz visual intuitiva simplifica el envío de comandos G-Code, proporcionando a los operadores un entorno fácil de entender y controlar (ver Figura 11).

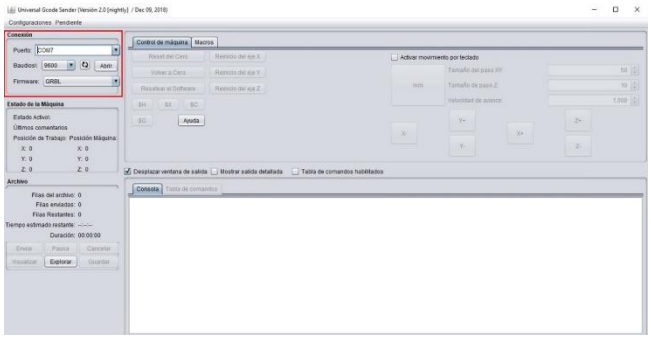

Figura 11: Interfaz de la aplicación universal G-Code Sender.

En la consola del Universal G-Code Sender, mostrada en la Figura 12, se realizan los ajustes de los parametros para garantizar el funcionamiento adecudo de la máquina. La selección del puerto, la configuración de baudios y la definición de valores de pasos para los ejes son elementos importantes para la precisión y la coherencia en los movimientos.

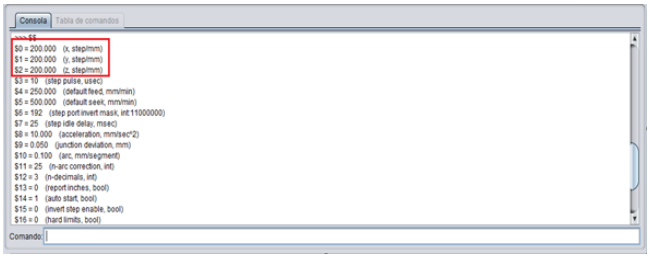

Figura 12: Consola del programa Universal G-Code Sender.

Para seguir una secuencia específica, como la disposición de agujeros en el cinto, se utiliza la aplicación Inkscape. Después de dibujar solo los agujeros y tomar medidas físicas del cinto, la imagen se vectoriza y se guarda en

formato de Código G. La interfaz de Inkscape se presenta en la Figura 13.

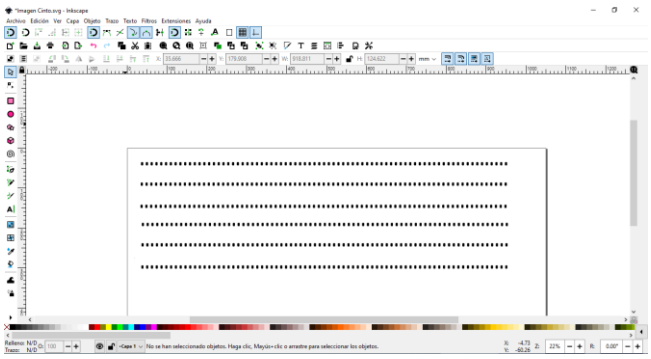

Figura 13: Interfaz de la aplicación INKSCAPE.

Finalmente, en Gcode Sender, se carga el archivo G generado, y la función de visualización muestra la trayectoria que seguirá la máquina, como se ilustra en la Figura 14. Tras verificar las posiciones y conexiones, hacer clic en "Enviar" inicia automáticamente el movimiento de los motores, garantizando una ejecución precisa y coordinada del prototipo.

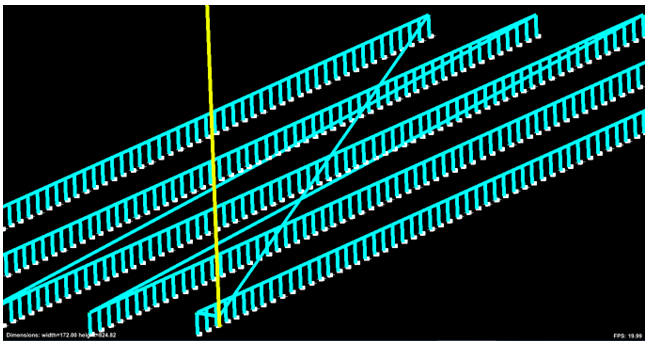

Figura 14: Visualización del trayecto que el entintador seguirá.

IV. RESULTADOS

El diseño de la máquina aplicadora de tinta para agujeros de cinturones de cuero destaca por su adaptabilidad a una amplia gama de proyectos de aplicación de tinta. Esta versatilidad sugiere su potencial utilidad en aplicaciones artísticas, decorativas o industriales que requieran un proceso preciso y controlado. Las Figuras 15 y 16 ofrecen una visualización del prototipo integrado.

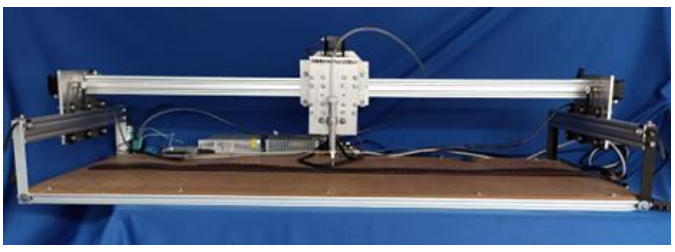

Figura 15: Prototipo diseñado.

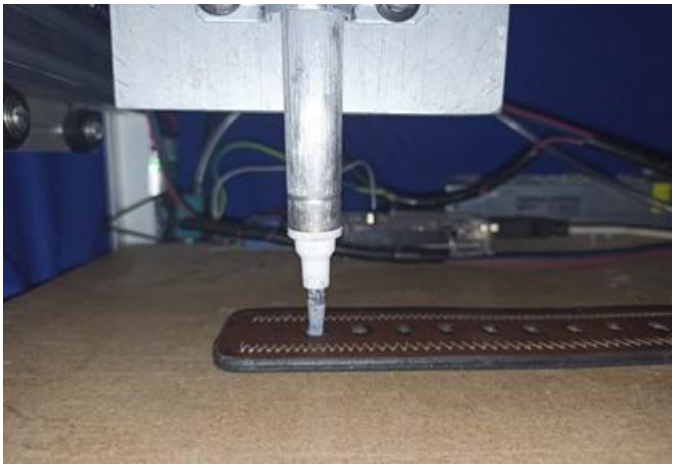

Figura 16: Punta entintando uno de los agujeros del cinturón.

La estructura actual del diseño confirma la capacidad del prototipo para cumplir con éxito sus objetivos esenciales, que incluyen agilizar el proceso de aplicación de tinta, reducir el tiempo necesario y minimizar los errores asociados con la aplicación manual. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, hasta ahora, la funcionalidad del prototipo ha sido evaluada exclusivamente en un entorno de laboratorio. A pesar de ello, la implementación práctica podría presentar desafíos específicos relacionados con el entorno y la aplicación real.

V. CONCLUSIONES

En conclusión, el diseño y desarrollo del prototipo de la máquina aplicadora de tinta para agujeros de cinturones de cuero representan un paso importante hacia la mejora de los procesos en la industria talabartera. La adaptabilidad del prototipo a diversos proyectos de aplicación de tinta abre nuevas posibilidades en términos de aplicaciones artísticas, decorativas e industriales. No obstante, es importante destacar que la implementación práctica podría plantear desafíos específicos que deben abordarse de manera cautelosa.

El presente trabajo sienta las bases para futuras investigaciones y mejoras en el diseño, considerando la retroalimentación de los usuarios y la optimización continua para adaptarse a los entornos y necesidades específicas de la industria talabartera. En última instancia, el prototipo ofrece una solución prometedora para mejorar la eficiencia y la precisión en la aplicación de tinta en cinturones de cuero perforados, contribuyendo así al avance y la modernización de las prácticas artesanales en este sector.

VI. RECONOCIMIENTOS

Reconocer a las autoridades del Tecnológico Nacional de México, campus Ciudad Guzmán, el apoyo brindado para realizar esta investigación con la participación de estudiantes y docentes. El presente manuscrito fue elaborado en el marco de los proyectos de investigación denominados “Diseño, prototipado y fabricación de equipo para empresas regionales”, con clave M00-PR-03-R02 No. 18503, “Diseño de troqueles para incentivar la economía de las empresas familiares de talabartería de la comunidad de Atoyac, Jalisco” con clave M00-PR-03-R02 No. 18278, y "Diseño de un diplomado para la formación en investigación científica y tecnológica para docentes del TecNM", con clave M00-PR-03-R01 No. 18668,

REFERENCIAS

[1] Red de portales Jalisco. (2021) Atoyac Jalisco México. Disponible en https://www.jalisco.gob.mx/es/jalisco/municipios/atoyac

[2] Martínez, P. J. D. (2018). *Atoyac, viento y tiempo*. Gobierno del Estado de Jalisco. ISBN 978-607-98171-7-6

[3] Avatar Digital Marketing. (2021). " El crecimiento de la industria del cuero y sus artesanos en México ". Recuperado de: https://perre.mx/blogs/el-blog-de-perre/el-crecimiento-de-la-industria-del-cuero-y-sus-artesanos-en-mexico

[4] Aranda Santamaría, R., Flores García, J. M., Soto Valois, D. M., & Molina Olvera, T. Alemania como alternativa para la exportación de artesanía mexicana (Doctoral dissertation).

[5] Hernández Romero, M. L. (2021). La talabarteria como oficio de arte en aras de desaparición: Propuesta para su revalorización en la Ciudad de León, Guanajuato. Ruta Talabartera León.

[6] GRBL. (2023). Página oficial del proyecto GRBL. Disponible en: https://github.com/grbl/grbl

[7] Samanta, B. (2023). Actuators. In Introduction to Mechatronics: An Integrated Approach (pp. 237-263). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-29320-7_9

[8] Pololu Robotics & Electronics. (2010). A4988 Stepper Motor Driver Carrier. Recuperado 2 de junio de 2023, a partir de https://www.pololu.com/product/1182

[9] Kruger B. (2013). Arduino-CNC-Shield-Schematics. Available in: https://blog.protoneer.co.nz/arduino-cnc-shield/arduino-cnc-shield-schematics/