



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898475*

RFC: ATII20618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

Año: VIII

Número: Edición Especial.

Artículo no.:40

Período: Junio, 2021.

TÍTULO: Corte por láser con Raspberry Pi para el trazado en los talleres de carpintería.

AUTORES:

1. Máster. Milton Guillermo Gordón Martínez.
2. Máster: Rosa Alicia Revelo Bolaños.
3. Máster: Diego Sebastián Gordón Revelo.

RESUMEN: El presente estudio expone una idea innovadora que implica el uso de la tecnología láser con Raspberry PI dirigida a las carpinterías, con el propósito de mejorar la precisión en el trazado en la madera; se empleó la ruta cuantitativa – cualitativa con un alcance descriptivo haciendo referencia a las principales características de los sistemas de corte por láser. En el proceso de investigación se determinó que hay problemas de precisión en el trazado y fallas en las herramientas manuales que se utilizan. El empleo de una máquina para el corte por láser no produce tantas virutas como el proceso convencional, puede ser utilizada para realizar contornos en la superficie de la madera, ajustes de silueta o piezas a manipular.

PALABRAS CLAVES: Corte, láser, sistema, trazado, talleres.

TITLE: Laser cutting with Raspberry Pi for layout in woodworking shops.

AUTHORS:

1. Master. Milton Guillermo Gordón Martínez.
2. Master. Rosa Alicia Revelo Bolaños.
3. Master. Diego Sebastián Gordón Revelo.

ABSTRACT: The present study exposes an innovative idea that involves the use of laser technology with Raspberry PI directed to carpentries with the purpose of improving the precision in wood tracing; the quantitative-qualitative route was used with a descriptive scope making reference to the main characteristics of laser cutting systems. In the research process, it was determined that there are problems of precision in the tracing and failures in the manual tools used. The use of a laser cutting machine does not produce as many chips as the conventional process, it can be used to make contours on the surface of the wood, silhouette adjustments or parts to be manipulated.

KEY WORDS: Cutting, laser, system, layout, workshops.

INTRODUCCIÓN.

Los sistemas de corte son conjuntos de herramientas y aplicaciones empleados para corte y trazado en distintos tipos de materiales. Hoy en día se dispone de una amplia variedad de sistemas de corte para su aplicación en labores del taller, de mayor o menor complejidad, dependiendo de las necesidades de este. Además, la selección de la herramienta más apropiada dependerá del tipo de corte que se vaya a realizar, del material de las piezas y la calidad de acabado que se desee (De los Monteros, 2013).

Alexis (2018) desarrolló un proyecto de investigación en el que indican un sistema de trazado y corte por láser, permitiendo trazados precisos y totalmente controlados; con los avances tecnológicos ha surgido la necesidad de trabajar con piezas más elaboradas y con acabados más precisos. El rayo

láser golpea la pieza a trazar y así calienta el material permitiendo que se funda y se realiza el trazado a medida que el cabezal se desplaza al vaporizar el material por los tramos y secciones deseados.

Padilla (2017) desarrolló una cortadora láser para papel con interfaz gráfica que realiza trazados, cortes y grabados en varios tipos de papel, y mediante el empleo de una interfaz de usuario gráfica donde se puede realizar el diseño deseado que se quiere trazar o esculpir. Se utilizó un diodo láser de baja potencia. Además de cortar papel, este sistema realiza grabados en fomix, madera y cartón.

Cadena, & Chasi (2017) implementan un sistema automático de corte, grabado y trazado; a través del empleo de un módulo láser de diodos para la optimización la productividad en el área de diseño y marquetería de la ferretería Color Think. En este proyecto se utilizó un módulo láser de 15 vatios. El máximo margen de error es del 1% con la velocidad más alta y la potencia al 100% durante el trazado en balsa y cartón (que pudieron ser cortados); y al esculpir en balsa, cartón, MDF, cuero, vidrio, acrílico y acetato.

Actualmente, en los talleres de carpintería de la ciudad de Tulcán, se ha observado que solamente emplean herramientas de corte manuales y tradicionales, existiendo imprecisión en el trazado, fricción excesiva durante el corte de materiales rígidos, el miedo de los trabajadores novatos ante el manejo de las herramientas que dispone el taller, el uso inadecuado de las herramientas y la obsolescencia en varias herramientas convencionales para corte y trazado de la madera.

Los efectos de la imprecisión en el trazado son los daños prematuros de las herramientas de corte y perforación motorizados, desperdicio inesperado del material usado por corte o trazado erróneo y lesiones a los trabajadores por forzar las herramientas, a pesar de que su uso es medio, trabajos mal efectuados en dichos talleres y por último desconfianza del consumidor que ha solicitado dicho trabajo. Los carpinteros de Tulcán solamente se limitan a la construcción de muebles, casas para mascotas, cajas, los cuales no son personalizados debido a que los talleres no cuentan con los recursos económicos y tecnológicos para ofrecer dicho servicio (Ayala, 2020).

Con relación en lo expresado anteriormente, se presenta el problema de investigación: ¿Cómo mejorar la precisión en el corte y trazado de la madera en los talleres de carpintería de la ciudad de Tulcán?, con el propósito de caracterizar el sistema de corte por láser con Raspberry PI para el mejoramiento de la precisión en el trazado de la madera, en los talleres de carpintería de la ciudad de Tulcán.

Para llevar a cabo la presente investigación, se emplean los paradigmas cuantitativo y cualitativo de la investigación, efectuando un estudio de tipo descriptivo y la utilización de los métodos analítico – sintético, inductivo – deductivo del nivel teórico del conocimiento, como técnicas se emplean la entrevista y la encuesta e instrumentos para la recopilación de datos la guía de entrevista y el cuestionario. Como consideración ética se toma en cuenta la confidencialidad en la recopilación y procesamiento de la información.

DESARROLLO.

Metodología.

La ruta de la investigación empleada para el diseño del sistema de corte por láser con Raspberry PI para el mejoramiento de la precisión en el trazado de la madera; en los talleres de carpintería fue de carácter mixta, porque se combinan los paradigmas cuantitativo y cualitativo de la investigación, el proceso de investigación de campo se le realiza en un contexto concreto de la ciudad de Tulcán y la representación de los datos obtenidos se lo hace a través de tablas estadísticas con su debida interpretación de los resultados. El diseño de investigación es de tipo transversal, porque permitió la caracterización de manera específica de la situación actual del problema motivo de este estudio (Viloria, Cadavid & Awad 2018).

La población de esta investigación se encuentra constituida por todos los artesanos dedicados a la carpintería de la ciudad de Tulcán; se contabilizó un total de 11 talleres de carpintería en los cuales

trabajan entre 2 a 3 personas (trabajadores), estableciendo una población de 30 personas quienes son los que conocen directamente los problemas que provocan el trazado de la madera para el proceso de corte. Como la población establecida es pequeña, como muestra se trabajó con todo el universo; es decir, los 30 carpinteros.

Los métodos empleados para el procesamiento de la información fueron el analítico – sintético, inductivo - deductivo y sistémico; de esta manera, el problema analizado fue dividido en partes, para realizar un estudio individual de sus componentes y los resultados integrados pueden ser generalizados a otras carpinterías a nivel del Ecuador (Llerena, Cejas, Oña, & Quintana, 2020). Como técnicas de investigación se utilizaron la encuesta dirigida trabajadores y la entrevista a 3 propietarios de las carpinterías, para el procesamiento estadístico de los resultados de las encuestas, estos se presentan a manera de tablas realizando un análisis por frecuencia relativa, atendiendo al porcentaje de extractos por cada pregunta consultada.

Metodología de Ingeniería de Software.

Con base en Chaves (2005), para desarrollar el aplicativo que conduce el dispositivo para realizar el trazado, se aplica el ciclo de vida clásico del software, el método en cascada; las etapas del modelo en cascada son las siguientes:

Análisis y definición de requerimientos. Consiste en recolectar e interpretar hechos sobre el sistema actual y las necesidades de información actuales y previsibles para el futuro, para detectar: lo que está bien, lo que está mal, lo que sobra y lo que falta. (Senn., Medal & Velasco, 1992). En esta fase se establecen los requerimientos lógicos funcionales del sistema de corte por láser con raspberry pi para el trazado en los talleres de carpintería.

Diseño del sistema y software. Consiste en planear y desarrollar un nuevo sistema que solucione los problemas detectados en el sistema actual y los supere ventajosamente (Senn., Medal & Velasco,

1992). En esta etapa se establecen los requerimientos físicos funcionales del sistema, tomando en cuenta el hardware y el software. En el hardware consta de la máquina con control numérico por computador (CNC), donde se instala una placa Raspberry PI como placa base del dispositivo y para manejar los servomotores y el cabezal de trazado. Como software se establece como al lenguaje de programación a Python por la compatibilidad con el puerto General Purpose Input Output (GPIO) de la placa Raspberry PI, con el cual se crea el aplicativo para manejar los motores y el cabezal primario. Se realizan los mapas del dispositivo, los diagramas de flujo y los algoritmos del proceso principal (trazado) y los subprocesos (selección de forma de trazado y asignación de atributos del trazado).

Implementación y prueba de unidades. Durante esta etapa, el diseño del software se lleva a cabo como un conjunto de programas; es decir, se desarrolla el código fuente del sistema de corte por láser con raspberry pi para el trazado en los talleres de carpintería con base en el lenguaje de programación Python. (Chaves, 2005).

Integración y prueba del sistema. Los programas se integran y prueban como un sistema completo para asegurar que se cumplan los requerimientos del software. En este caso, el aplicativo escrito en Python es probado directamente con los motores paso a paso y el cabezal de trazado, una vez instalado en el sistema operativo Raspbian (Velásquez & Gómez, 2013).

Funcionamiento y mantenimiento. En esta fase, el sistema se instala y se pone en funcionamiento práctico. El mantenimiento implica corregir errores no descubiertos en las etapas anteriores del ciclo de vida, es decir en el mantenimiento se realiza la depuración del código fuente, se determinan otros requerimientos una vez que se diagnostica a los usuarios del sistema sobre las próximas deficiencias o propuestas de mejora en la próxima versión.

Para el desarrollo del estudio también se tuvieron en cuenta criterios éticos, tales como: la confidencialidad que brinda seguridad en la recopilación y procesamiento en los datos y los resultados obtenidos, además se evidencia la honestidad intelectual en la presentación de los resultados de la investigación y las referencias de los autores que contribuyeron en el desarrollo del presente estudio.

Resultados.

En referencia en las entrevistas realizadas a propietarios de carpintería para la determinación de la viabilidad del sistema de corte por láser con Raspberry PI y mejoramiento de la precisión en el trazado, en los talleres de carpintería de la ciudad de Tulcán, se obtienen los siguientes resultados:

- ✚ Se ha notado la imprecisión en el trazado de la madera al elaborar mobiliario, que es la actividad más frecuentada por estos trabajadores, esto se debe porque los talleres no disponen de las herramientas tecnológicas necesarias para realizar trazados en la madera con mayor precisión y la elaboración de mobiliarios.
- ✚ Los problemas de precisión en el trazado de la madera más frecuentes que notaron estos carpinteros son: cuando se parte la madera y se despostilla el disco de la sierra circular, no solo se presenta en las herramientas de corte, sino que en el trazado influye la experiencia del trabajador.
- ✚ Los propietarios de las carpinterías entrevistados consideran que, si es necesario implementar en el taller un sistema de corte por láser para más precisión en el trazado de la madera al elaborar muebles y en trabajos personalizados en el mobiliario, si no también realizar tableros para divisiones, trazado de letras, figuras, fichas, elaboración de rompecabezas, juguetes, maquetas didácticas (como las que utilizan las escuelas de primaria y que están relacionados con el mundo o con lugares geográficos).

Resultados obtenidos de la aplicación de las encuestas.

En la tabla se visualizan los resultados sobre la consideración de la precisión en el trazado actual de la madera para la fabricación de mobiliario y trabajos personalizados.

Tabla 1. Precisión en el trazado actual de la madera.

Opciones	Cantidad	Porcentaje (%)
Buena	5	16,67%
Regular	23	76,67%
Mala	2	6,66%
Total	30	100%

Fuente. Encuestas aplicadas a carpinteros de Tulcán.

La siguiente tabla muestra los resultados sobre si ha recibido quejas o reclamos por parte de los clientes a causa de inconvenientes por trazado.

Tabla 2. Reclamos por causa de inconvenientes en el trazado.

Opciones	Cantidad	Porcentaje (%)
Si	12	40,00%
No	18	60,00%
Total	30	100%

Fuente. Encuestas aplicadas a carpinteros de Tulcán.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de consultar: ¿Conoce usted sobre la tecnología de trazado por láser?

Tabla 3. Conocimiento sobre la tecnología de trazado por láser.

Opciones	Cantidad	Porcentaje (%)
Si	6	20,00%
No	24	80,00%
Total	30	100%

Fuente. Encuestas aplicadas a carpinteros de Tulcán.

La tabla visualiza los resultados de la consulta: ¿Considera usted beneficioso implementar un sistema de trazado y corte por láser?

Tabla 4. Beneficios de un sistema de corte por láser en la carpintería.

Opciones	Cantidad	Porcentaje (%)
Si	28	93,33%
No	2	6,67%
Total	30	100%

Fuente. Encuestas aplicadas a carpinteros de Tulcán.

Por último, se consultó: ¿Estaría usted dispuesto a invertir en una máquina de trazado y corte por láser?

Tabla 5. Inversión en una máquina de trazado y corte por láser.

Opciones	Cantidad	Porcentaje (%)
Si	16	53,33%
No	14	46,67%
Total	30	100%

Fuente. Encuestas aplicadas a carpinteros de Tulcán.

Una vez diagnosticado el problema de la imprecisión del trazado en la madera con base en la metodología del desarrollo de sistemas, se diseñó y desarrolló el sistema de corte por láser con Raspberry PI para el mejoramiento de la precisión en el trazado de la madera, en los talleres de carpintería de Tulcán, obteniéndose los resultados que emite el sistema:



Figura 1. Resultados del sistema de corte por láser. Fuente: (Ayala, 2020).

La función de trazado del cuadrado consiste en trazar un cuadrado, donde la longitud de cada lado es un valor numérico entero ingresado por teclado. El recorrido del cabezal, en función de la cifra de la longitud que se ingresa por teclado, en la orden izquierda, abajo, derecha y arriba.

El trazado del círculo consiste en el trazado de la circunferencia a partir del radio ingresado por teclado. El desplazamiento del eje Y es el recorrido de la distancia del radio y a partir del ángulo del recorrido de la circunferencia se traza una recta que representa el seno de la división del número de grados por π sobre 180 y multiplicado por el radio y YC representa el coseno del número de grados por π sobre 180 y multiplicado por el radio. A medida que el bucle de conteo de grados del ángulo sigue, a partir del grado siguiente, el punto final toma la posición del punto inicial concurrente (Ayala, 2020).

Las funciones trigonométricas se seleccionaron en el presente proyecto porque en las curvas se exigen que el trazado sea preciso.

Función seno. Esta función presente en el aplicativo consiste en el trazado de la curva del seno, donde el ancho de esta curva es ingresado por teclado y es el resultado del cateto opuesto sobre la hipotenusa.

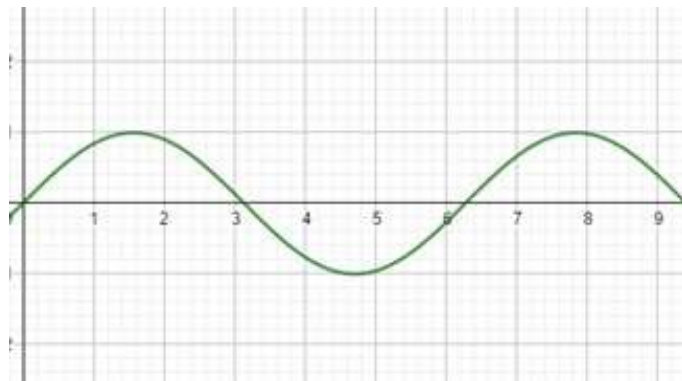


Figura 2. Gráfico de la función seno. Fuente. (Ayala, 2020).

Función coseno. La función de este aplicativo (graficar coseno) consiste en trazar la curva del coseno, donde el ancho de la curva de esta función trigonométrica (cateto adyacente sobre la hipotenusa) es ingresado por teclado.

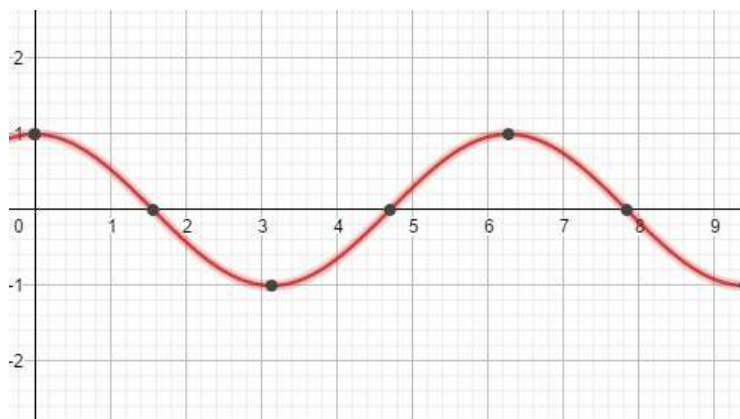


Figura 3: Gráfico de la función coseno. Fuente. (Ayala, 2020).

Función tangente. En esta función trigonométrica no soportan las tangentes de 90° y 270° porque los resultados son demasiado grandes o indeterminados. El ancho del gráfico de esta función es ingresado por teclado y para trazar esta figura se presiona la tecla “graficar tangente”.

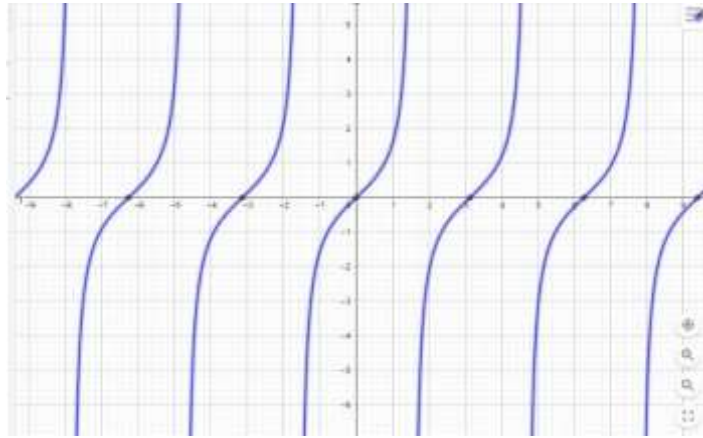


Figura 4. Gráfico de la función tangente. Fuente. (Ayala, 2020).

De igual manera, se pueden generar las funciones inversas cotangente, secante y cosecante. Además, el sistema fue validado por el criterio de tres (3) expertos en el área de sistemas e informática, obteniéndose como resultados:

Tabla 6. Validación por el criterio de expertos.

Indicador	Muy satisfactorio		Satisfactorio		Poco satisfactorio		No satisfactorio	
	Fre.	Porc.	Fre.	Porc.	Fre.	Porc.	Fre.	Porc.
Carácter tecnológico	3	100	0	0	0	0	0	0
Efectividad del sistema	3	100	0	0	0	0	0	0
Novedad científica	3	100	0	0	0	0	0	0
Viabilidad para la aplicación práctica	3	100	0	0	0	0	0	0
Actualidad	3	100	0	0	0	0	0	0

Fuente. Encuestas de validación aplicadas a expertos en el área de Sistemas e Informática.

Discusión de resultados.

Con base en la información presentada en la tabla 1, la mayoría de los carpinteros encuestados consideran que la precisión en el trazado actual de la madera para la fabricación de mobiliario y trabajos personalizados en el trazado va de regular a mala y en un bajo porcentaje consideran que es buena; esto puede darse porque se producen errores de trazado debido al uso exclusivo de

herramientas manuales de corte en la elaboración del mobiliario y en los trabajos personalizados, lo cual provoca que el trabajo final tenga varias fallas visibles; esto hace que los clientes queden insatisfechos. Para el mejoramiento del trazado en la madera se pueden utilizar sistemas de corte de láser, siendo una de las ventajas de utilizar la técnica láser es que al no hacerse contacto con el material evita desgastes, deformaciones y fracturas en la pieza, lo que permite cortar maderas muy frágiles (Mejía, 2015).

Según los resultados presentados en la tabla 2, la mayoría de los carpinteros consultados no han recibido quejas o reclamos por parte de los clientes a causa de inconvenientes por el trazado y en un bajo porcentaje indican que si han recibido reclamos; esto puede presentarse por errores de trazado manual de la fabricación de muebles y con esto presentar un producto con falencias visibles para el cliente, sobre todo en trabajos personalizados.

Se observa claramente en los resultados presentados en la tabla 3, que la mayoría de los carpinteros encuestados no conocen la tecnología de trazado por láser, puesto que es una tecnología que se está utilizando recientemente en tratamiento y modelado de la madera, y en un mínimo porcentajes de carpinteros si conocen la tecnología de trazado por láser, evidenciando que en Tulcán los talleres de carpintería que cuentan con tecnología láser para el corte y modelado de la madera son escasos.

Según Andino, Cascante, Flores, & Cali (2020), la problemática en las líneas de producción demandan que se cumplan estándares que resultarían difíciles de implementar mediante métodos convencionales. Un referente en la evolución del desarrollo tecnológico fue el control numérico computarizado adoptado en la segunda revolución industrial. Es importante estudiar y conocer teórica y prácticamente el comportamiento de una máquina CNC y experimentar su uso en procesos de producción y control de calidad de productos. El uso de máquinas CNC tiene la ventaja de efectuar trayectos que manualmente serían difíciles de lograr. La característica principal del uso de dispositivos automatizados es realizar incisiones muy limpias y finas con mucha precisión.

Como se hace notar en la tabla 4, la gran mayoría de los carpinteros encuestados manifiestan que, si existen beneficios al emplear un sistema de corte por láser en la carpintería, esto hace que sea necesario utilizar tecnología actual obteniendo una mejor precisión a la hora de realizar trazado y corte para la creación de mobiliario de buena calidad. A pesar de que la tecnología láser es utilizada recientemente en el campo de la carpintería, los beneficios serían notorios, como trazado de alta precisión, y menor generación de residuos en el taller. Además de la elaboración de mobiliario, el taller podría elaborar rompecabezas, adornos, fichas y maquetas didácticas.

Con relación a lo anterior, Krahmer (2008) indica que la utilización de una máquina para el corte por láser no produce tantas virtudes como el proceso convencional de corte, es perfecto para cortes previos y recortes finales, puede ser utilizado para realizar contornos en la superficie, ajustes de silueta o piezas a manipular y no produce rebabas en el caso de que la graduación sea la correcta.

Teniendo en cuenta los resultados de la tabla 5, la mayoría de los carpinteros consultados indican que sí están dispuestos a invertir en una máquina de trazado y corte por láser, por el gran beneficio para su trabajo, y con ello, se realizará trabajo de calidad lo cual es positivo, ya que los clientes asistirán al local para que se les confeccione sus muebles. El resto de los carpinteros encuestados manifiestan que no están dispuestos a invertir en una máquina de trazado y corte por láser, esto puede ser por el bajo presupuesto económico que ellos disponen. Con base en Ayala (2020), el presupuesto para la implementación del sistema es de 1 300,25 dólares.

Características básicas de un sistema de corte por láser con Raspberry Pi.

Las características del dispositivo Raspberry Pi b+ para llevar a cabo el proceso de trazado es necesario utilizar un computador, el cual permite administrar el trazado de la máquina en el material seleccionado por el trabajador.

El Ordenador empleado en la máquina es de marca Raspberry Pi; modelo 3 b+; sistema operativo Raspbian; procesador CPU + GPU Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC 1.4 GHz; RAM: 1 GB LPDDR2 SDRAM y almacenamiento: Memoria microSD 32 Gb. El Software para el control de la máquina es Python como lenguaje de programación y librería GPIO para el control del puerto de entrada y salida (Ayala, 2020).

Según Bahit (2018), dentro de los lenguajes informáticos, Python pertenece al grupo de los lenguajes de programación y puede ser clasificado como un lenguaje interpretado de alto nivel, multiplataforma, de tipado dinámico y multiparadigma. Python es un lenguaje de uso general, su diseño no obliga a los usuarios a adoptar un estilo particular. Esta característica del lenguaje motiva la creatividad y permite la elección entre varios paradigmas o metodologías de programación (Rodríguez, 2017).

Adicional al sistema, se debe utilizar una máquina de corte por láser, cuyos elementos y características son:

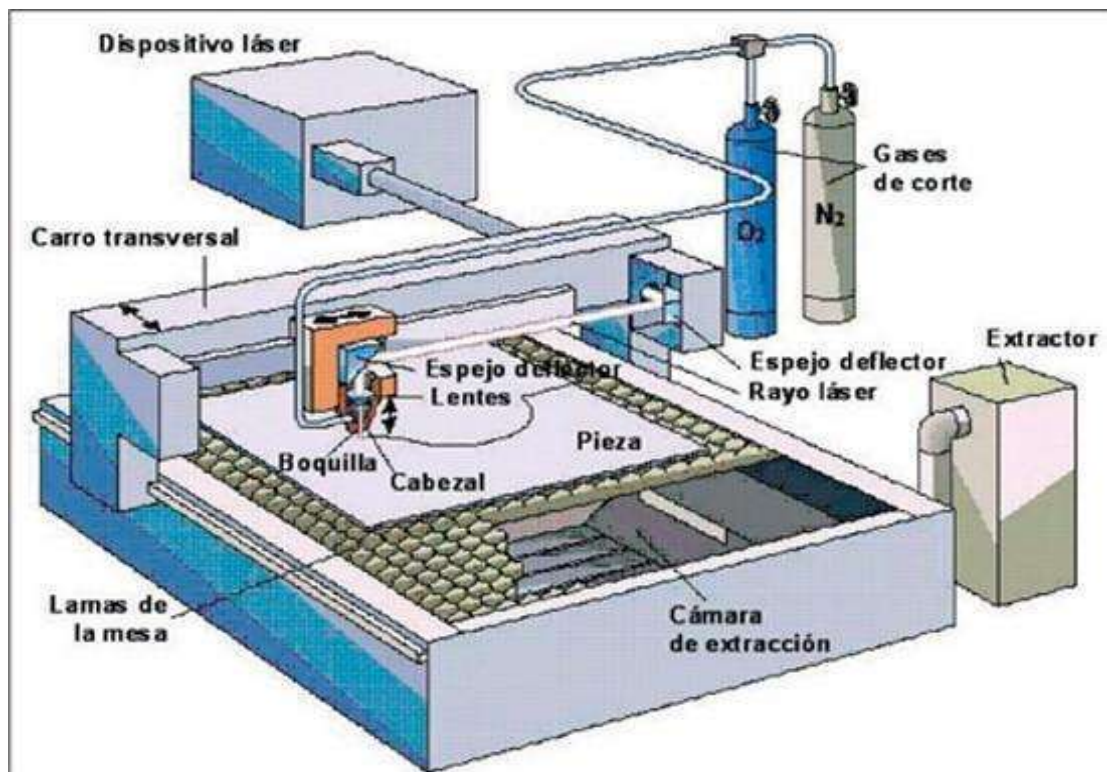


Figura 5. Esquema del proceso de corte por láser. Fuente: A partir de Mateos, et al (2003).

Las máquinas de corte láser proporcionan precisión en el movimiento de los ejes, el láser varía dependiendo del material que se desea cortar, utilizan un controlador CNC permitiendo la comunicación entre una interfaz gráfica de una computadora y demás elementos que constituyen la cortadora (Padilla, 2017); todo esto facilitando el trazado de cuadrados, rectángulos, círculos y las funciones trigonométricas.

Según Oteyza, Osnaya, Garcíadiego, & Hoyo (2001), las funciones trigonométricas se aplican no solamente en las ciencias y en la ingeniería, sino que se emplean en la arquitectura, la música, el diseño gráfico y el dibujo técnico.

El trazado de las gráficas de las funciones trigonométricas como experimento fue añadido al aplicativo en Python para la propuesta por las curvaturas y la aplicación de estas funciones al trazar el círculo. Se escogieron las funciones trigonométricas porque en las curvas es exigente la precisión en el trazado, sobre todo al realizar piezas redondas o curvas.

Con base en los resultados presentados en la tabla 6, correspondientes al criterio de expertos sobre el sistema de corte por láser con Raspberry Pi para mejorar la precisión en el trazado en los talleres de carpintería de Tulcán; todos los expertos consultados indican sobre el carácter tecnológico, la efectividad del sistema, la novedad científica, la viabilidad para la aplicación práctica y la actualidad son muy satisfactorias lo que hace viable que se implementen este tipo de sistemas en las diferentes carpinterías, permitiendo así el mejoramiento de la calidad en el trazado que se realizan dentro de estos talleres.

CONCLUSIONES.

En la actualidad, las carpinterías de Tulcán no cuentan con sistemas de láser, presentando sus productos con regularidades; con la implementación de un sistema de corte láser se pueden mejorar

los diseños y acabados en los cortes en la madera, optimizando los procesos y logrando un gran acabado e innovación en sus productos finales.

Se presentó las características del sistema de corte por láser desarrollado con base en una placa Raspberry PI, la misma que es un computador pequeño para controlar los componentes del dispositivo y el código fuente se lo desarrolló bajo el lenguaje de programación Python, además se emplearon las funciones trigonométricas para graficar las curvas y las figuras con una mayor precisión en el trazado y del trazado de piezas cuadradas y circulares.

La tecnología de trazado mediante láser es una tarea compleja, multidisciplinaria y polivalente porque se hace uso de todos los recursos de vanguardia de otras ciencias afines, lo que puede ayudar en el desarrollo e implantación de una nueva cultura tecnológica en todos los sectores artesanales, mejorando el desarrollo de proyectos tecnológicos, también crear las condiciones de apropiación de conocimientos y permitir su transferencia en los diferentes campos del conocimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Alexis, R. (2018). *Diseño y construcción de una máquina de corte y grabado láser en materiales de baja densidad para un centro de diseño gráfico* (Bachelor's thesis, Quito). Universidad Israel.
2. Andino, V. M. F., Cascante, J. C. C., Flores, D. I. C., & Cali, D. G. P. (2020). Diseño y Construcción De Una CNC Láser para Grabado en Madera. *TECH Carlos Cisneros*, 1(01), 1-8
3. Ayala, J. (2020). Sistema de corte por láser con raspberry pi para mejorar la precisión en el trazado, en los talleres de carpintería de la ciudad de Tulcán. (Bachelor's thesis). Universidad Regional Autónoma de los Andes, Uniandes, Ecuador.
4. Bahit, E. (2018). Introducción al lenguaje Python. Safe Creative. <https://www.researchgate.net/profile/Eugenia->

[Bahit/publication/333965199_Introduccion_al_Lenguaje_Python/links/5d0efe0c458515c11cf0eb75/Introduccion-al-Lenguaje-Python.pdf](https://bahit.com/publication/333965199_Introduccion_al_Lenguaje_Python/links/5d0efe0c458515c11cf0eb75/Introduccion-al-Lenguaje-Python.pdf)

5. Cadena Quimbita, A. M., & Chasi Bustillos, I. C. (2017). Sistema automático de corte y grabado utilizando un módulo láser de diodos para mejorar la productividad en el área de diseño y maquetería en la ferretería Color Think. Tesis de ingeniería, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador.
6. Chaves, M. A. (2005). La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 6(10), 1-13.
7. De los Monteros, J. E. (2013). Manual práctico de carpintería metálica. Madrid: Visión Libros.
8. Krahmer, D. M. (2008). Procesos de arranque de viruta y no convencionales que se aplican en la industria metalmecánica. *Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Mecánica*.
9. Llerena, M. Á. G., Cejas, M. N., Oña, L. X. C., & Quintana, J. X. I. (2020). Estudio sobre incongruencia en la decisión judicial por delito de tránsito por daños materiales concerniente a las instituciones de posesión y dominio. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 8, 161-176.
10. Mateos, S., Rico, J. C., Cuesta, E., & Valiño, G. (2003). Equipos y tecnologías para corte de chapa. Aspectos analíticos y tecnológicos del proceso de punzonado de chapa (1 parte). *Informador Técnico*, 67, 49-56.
11. Mejía Méndez, J. (2015). Diseño y construcción de un equipo tipo CNC de corte láser para materiales poliméricos. Tesis de maestro en ingeniería: Instituto Tecnológico de Mérida, México.
12. Oteyza, E. D. O., Osnaya, E. L., Garciadiego, C. H., & Hoyo, A. M. C. (2001). Geometría Analítica y Trigonometría. México: Editorial Pearson Education.

13. Padilla Ortiz, R. (2017). Diseño y construcción de una cortadora láser para papel con interfaz gráfica. Tesis de ingeniería. Universidad Técnica del Norte, Ecuador.
14. Rodríguez Betancourth, R. X. (2017). *Desarrollo e implementación de una aplicación para rescatar los datos que genera en tiempo real el sistema de automatización Carrier Comfort Network (CCN) en conjunto con el programa de control ComfortVIEW de Carrier* (Master's thesis, Espol). Escuela Politécnica del Litoral, Ecuador.
15. Senn, J. A., Medal, E. G. U., & Velasco, O. A. P. (1992). *Análisis y diseño de sistemas de información* (Vol. 2). México: McGraw-Hill.
16. Velásquez, S., & Gómez, C. (2013). Monitoreo de variables analógicas usando raspberry PI. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 17(69), 170-175.
17. Viloría Villegas, M. I., Cadavid, L., & Awad, G. (2018). Metodología para evaluación de impacto ambiental de proyectos de infraestructura en Colombia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 28(2), 121-156.

DATOS DE LOS AUTORES.

- 1. Milton Guillermo Gordón Martínez.** Magíster en Planeación/Evaluación de la Educación Superior. Docente de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Ecuador. E-mail: ut.miltongordon@uniandes.edu.ec
- 2. Rosa Alicia Revelo Bolaños.** Magíster en Planeación/Evaluación de la Educación Superior. Docente de la Unidad Educativa Fiscomisional “San Antonio de Padua”, Ecuador. E-mail: rosirevelob@yahoo.es
- 3. Diego Sebastián Gordón Revelo.** Magíster en Auditoría de Tecnologías de la Información. Docente de la Unidad Educativa Cayambe, Ecuador. E-mail: diego.gordonr@outlook.com

RECIBIDO: 30 de abril del 2021.

APROBADO: 10 de mayo del 2021.