



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MECATRÓNICA

Autor:

Corrales Delgado Jaime Eduardo

Director:

MSC. Andrés Marcelo Gordón Garcés





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

TEMA :

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE ROUTER CNC PORTÁTIL PARA EL MAQUINADO DE SUPERFICIES DE MADERA MEDIANTE EL USO DE SOFTWARE LIBRE PARA EL LABORATORIO DE MECATRÓNICA”





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



OBJETIVOS



OBJETIVO GENERAL.-

- Diseñar e implementar un prototipo de Router CNC portable a fin de mecanizar piezas de madera en 2D, mediante el uso de software libre para el laboratorio de Mecatrónica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.-

- Diseñar y seleccionar el sistema mecánico, eléctrico y electrónico que permita el correcto funcionamiento del prototipo Router CNC portable.
- Implementar un software de control en código abierto ideal para la interacción del prototipo robótico y el código obtenido bajo la vectorización de la imagen seleccionada para su posterior detalle.
- Realizar las pruebas necesarias de corte, vectorización y control de movimientos holonómicos del prototipo a fin de identificar ajustes requeridos en el sistema.





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA





Pertencen a una categoría



Grandes dimensiones



Trabajos Manuales



Se incorpora una Herramienta de corte



Router CNC

- Controlador CNC.
- Cama de corte.
- Sistemas de desplazamiento



RESUMEN.-

La presente investigación detallará el proceso de Diseño e implementación de una plataforma robótica con configuración omnidireccional con la finalidad de obtener un prototipo referido como “ROUTER CNC PORTABLE” el cual podrá realiza cortes personalizados en materiales blandos específicamente en madera mediante la vectorización de imágenes mediante la utilización de un software bajo los lineamientos de código abierto .





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



INTRODUCCIÓN



ROUTER MANUAL.-



- ✓ Puede ocasionar accidentes por mal manejo de la herramienta o inexperiencia del operario.
- ✓ Errores de precisión en el corte o tallado.
- ✓ Presenta cierta complejidad en el tallado a grandes dimensiones.
- ✓ Volumen de producción bajo.
- ✓ Mayor tiempo empleado por el operario.





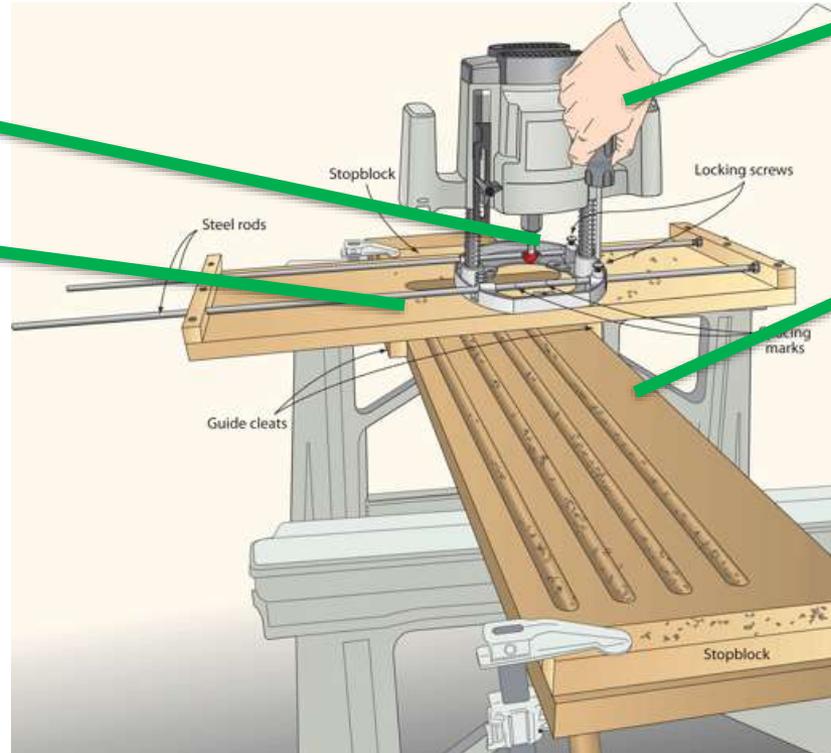
ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

EL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO .-

Fresa.

Bancada
de corte



Experiencia
del operario

Base de
sujeción





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ORDEN ETIMOLÓGICO.-

1



Router manual 1864.

2



Router en 1872
Jhon Barnes
USA.

Barnes Foot Power Former



3

Invención del router eléctrico



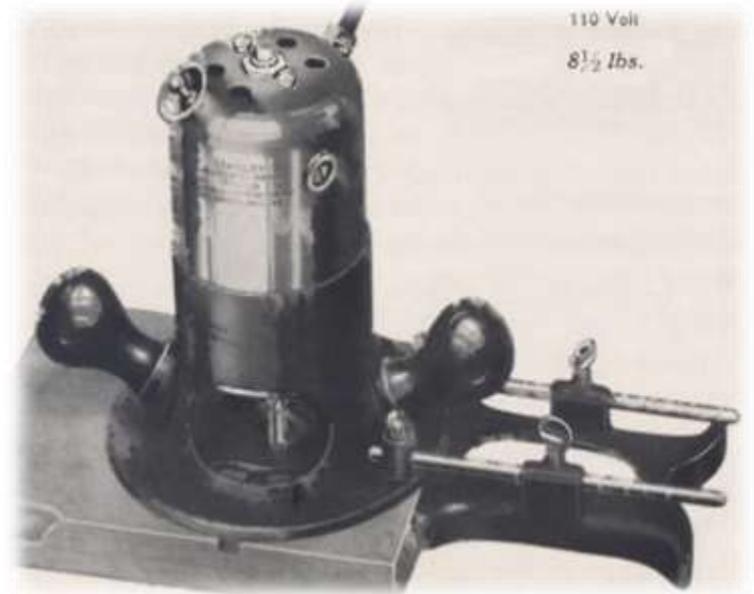
1905

- ✓ R.L Carter
- ✓ Kelley Electric Machine Co

4

Wonder Tool

1914-1918



Stanley Electric & Bosch Power Tool





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

5

1915 "ONRUSTER".



✓ Oscar & Rudy Onrusd

- ✓ Funcionaba con aire comprimido y una fresa modificada.
- ✓ Husillo a de 30000 rpm de giro
- ✓ No causaba daños a la madera
- ✓ Router de base fija actuales.



C.N.C: CONTROL NÚMÉRICO POR COMPUTADORA

Expansión industrial desde comienzos del siglo XX

Exigía mayor dotación de obreros al producto

Afectaba a:
La calidad, la precisión y repetitividad

Aumentaba los costos y disminuía la producción

M.I.T Máquina con un controlador y mando numérico C.N.C.

ANTES.- el desafío durante la primera mitad del siglo XX los avances tecnológicos cobraron impulso en la automatización de procesos de manufactura, para realizar automáticamente todas las tareas manuales de un operario.



C.N.C: CONTROL NÚMÉRICO POR COMPUTADORA

Expansión industrial desde comienzos del siglo XX

Exigía mayor dotación de obreros al producto

Afectaba a:
La calidad , la precisión y repetitividad

Aumentaba los costos y disminuía la producción

M.I.T Máquina con un controlador y mando numérico C.N.C.



Programación C.N.C

Instrucciones de acuerdo a un listado secuencial

Toda la información para el mecanizado de la pieza

Normas:
ISO 6983
EIA Rs274

Compuestas por instrucciones Generales y Misceláneas

Movimiento o acción se realiza secuencialmente

ISO (Organización Internacional de Normalización)
EIA (Alianza de Industrias Electrónicas).



Router C.N.C

Máquina herramienta de tres ejes de corte, automatizada con un control C.NC

Dispone la capacidad de manufacturar piezas a detalle

Configuración
Cartesiana

De acuerdo a
sus
prestaciones



Tipos de Router C.N.C



MESA FIJA
BRAZO EN VOLADIZO



MESA FIJA
PUENTE MÓVIL



Número de
Ejes

Complejidad y
Robustez de la
Maquinaria



Goldensign Internacional



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Especificaciones adaptables

Número de ejes

Área de trabajo

Precisión

Recorrido eje Z

Velocidad de avance

Velocidad de avance rápido

Potencia del husillo

Número de Revoluciones



TALLADO EN MADERA-



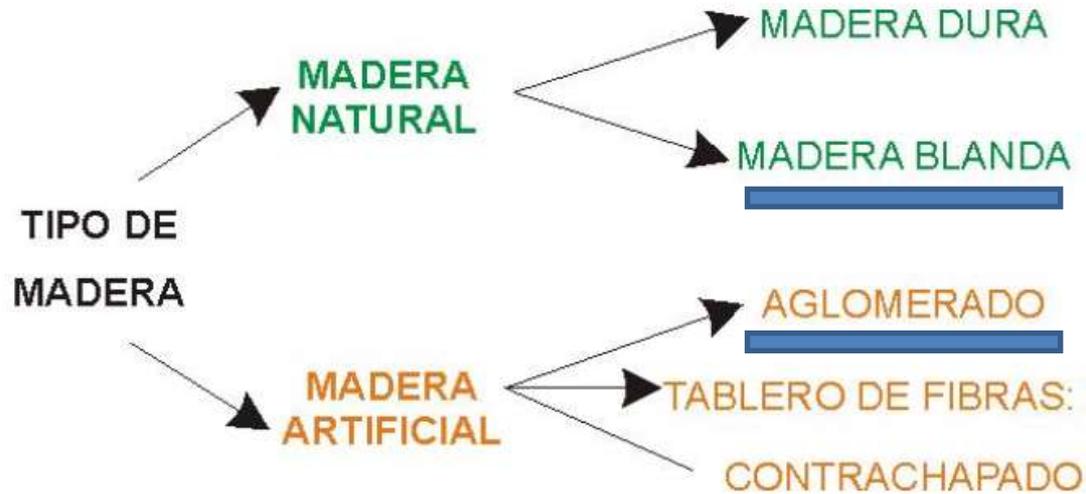
- ✓ Material celulósico muy versátil
- ✓ Recurso renovable de origen vegetal.

PROPIEDADES MECÁNICAS

DUREZA	RESITENCIA AL CORTE	CIZALLAMIENTO
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	



TIPOS DE MADERA



- ✓ Densidad: 700 a 1400 Kg/m³ .
- ✓ Roble, Fresno, Olivo.

- ✓ Densidad: 400 a 500 Kg/m³
- ✓ Pino, abeto, balsa.

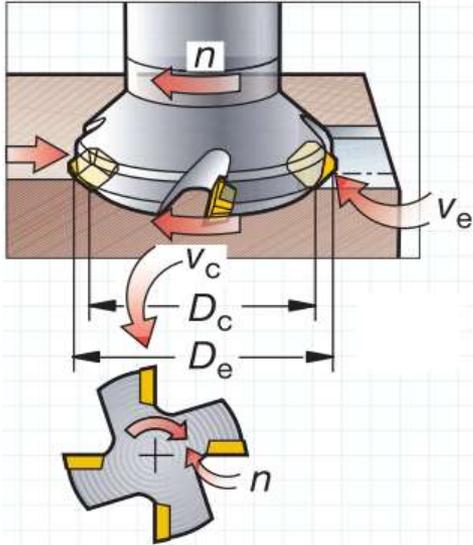


EL PROCESO DE RUTEADO.-

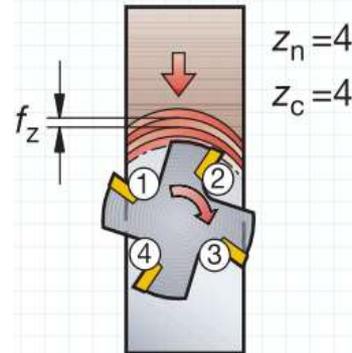
- ✓ Proceso similar al fresado
- ✓ La única diferencia es el tipo de materiales donde se realiza el detalle.



Parámetros de corte



- n = Velocidad del husillo, rpm (revoluciones por minuto)
- v_c = Velocidad de corte (m/min)
- v_e = Velocidad de corte eficaz (m/min)
- D_c = Diámetro de la fresa (mm)
- $D_e = D_{cap}$ = Diámetro de corte, (mm) (a la profundidad de corte)



- f_z = Avance por diente (mm/diente)
- v_f = Avance de mesa (mm/min)
- z_n = Número de dientes de la fresa (unidades)
- z_c = Número efectivo de dientes (unidades) (en empañe)
- f_n = Avance por revolución (mm/rev) ($f_z \times z_c$)
- n = Velocidad del husillo (rpm)

DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES DEL SISTEMA

- ✓ Para el desarrollo del proyecto se tomará como referencia al libro “Diseño y desarrollo de productos de acuerdo a Ulrich y Eppinger,
- ✓ Identificación de las necesidades del cliente
- ✓ Recopilar datos del cliente
- ✓ Interpretar los datos a términos de las necesidades de cliente
- ✓ Organizar las necesidades por jerarquías
- ✓ Establecer la importancia relativa de las necesidades



IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

Necesidad del cliente

- El router C.N.C debe tener por lo menos tres ejes para garantizar el corte óptimo.
- Puede realizar cortes de diseños personalizados
- Debe ser ligero a la hora de traslado.
- Se pretende realizar cortes sobre madera suave.
- El diseño del prototipo debe ampliar la zona de corte con facilidad
- El router debe ser estable en su estructura con el fin de garantizar el tallado sobre una superficie plana
- El programa de control debe ser gratuito y fácil de utilizar.
- El router a desarrollar debe tener un costo admisible para elaboración y mantenimiento



IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

Necesidad del cliente

- El Router permitirá aprender lenguaje de código Máquina.
- El software de control contará con un paro de emergencia
- Adaptabilidad de la herramienta de corte manual al eje de desbaste
- Tenga autonomía al momento de realizar el corte
- El operario deberá contar con un manual técnico del prototipo



IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

Necesidad del cliente

El router C.N.C debe tener por lo menos tres ejes para garantizar el corte óptimo.

Puede realizar cortes de diseños personalizados

Debe ser ligero a la hora de traslado.

Se pretende realizar cortes a detalle en dos dimensiones

El diseño del prototipo debe ampliar la zona de corte con facilidad no existe una área de corte limitante.

El router debe ser estable en su estructura con el fin de garantizar el tallado sobre una superficie plana

El programa de control debe ser

El router a desarrollar debe tener un costo admisible para elaboración y mantenimiento



RECOPILACIÓN DE DATOS DEL CLIENTE

CLIENTE		IDEAS PRINCIPALES	
LABORATORIO DE MECATRÓNICA ESPE-L		Router con control C.N.C con la opción de ampliar la zona de trabajo.	
	REQUERIMIENTOS	Portable	Ligero
Autónomo		Software libre	
		Permita la adaptabilidad de una herramienta de corte	



POSIBLE SOLUCIONES A REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE.

QUE'S	COMO'S
Cortes precisos en Madera de diseños personalizados	<ul style="list-style-type: none"> - Vectorización de imágenes mediante un software de análisis digital. -Obtención de código G del diseño propuesto. -Lectura del código máquina mediante un software de mando y posicionamiento. -Activación de actuadores mediante dispositivos electrónicos. -Diseño mecánico adecuado para una estructura sólida
Bajo costo de elaboración y mantenimiento	Disponibilidad de componentes en el mercado. Calidad de los materiales Consumo eléctrico, Materiales ligeros
Programa gratuito	Analizador grafico bajo la normativa de código abierto capaz de vectorizar un diseño y obtener el código máquina previo al tallado.

Una vez determinado las necesidades de los clientes es decir los (Que's) se desarrollará las posibles soluciones identificados con el nombre de los (Como's);

✓ *Factores primordiales que permitirán desarrollar la matriz QFD sin mayor complejidad.*



POSIBLE SOLUCIONES A REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE.

Ligero y portable	Diseño mecánico adecuado de una estructura sólida Utilización de Materiales ligeros. Disponibilidad de componentes de alta calidad Máquina-Herramienta desmontable
Cambio y desmonte de la máquina-herramienta	Diseño mecánico adecuado de una estructura sólida Máquina-Herramienta desmontable
Zona de trabajo extensible	Diseño mecánico- plataforma móvil. Sincronización de motores Disponibilidad de componentes de alta calidad
El router debe ser estable y fácil de utilizar en cualquier superficie	Diseño mecánico óptimo Estructura sólida.
HMI fácil de utilizar	Software de control bajo la normativa de código abierto



PONDERACIONES MATRIZ QFD.



NECESIDADES INTERPRETADAS	%
El desarrollo del prototipo en la etapa de diseño debe cumplir con las características de ser ligero , portable y compacta	25
Tenga la capacidad de ampliar la zona de trabajo y no dependa de una área de corte en específica.	15
El prototipo mediante la utilización de tarjetas electrónicas idóneas permitirá la activación de los actuadores mecánicos con el fin de obtener el desplazamiento a precisión sobre superficies planas.	13.5
Control de actuadores mecánicos de acuerdo a lineamientos de posición y precisión verificados en un software de mando	12
El prototipo puede incorporar características de funcionamiento similares a un router de grandes dimensiones o la combinación de plataformas móviles para el desplazamiento autónomo.	11
El prototipo debe tener como mínimo tres ejes de acción para garantizar el corte a detalle. (No se descarta la utilización de la configuración cartesiana)	10.5
El software de control y análisis digital debe tener los lineamientos de código libre.	6.5
El prototipo debe permitir el cambio y desmonte de la máquina herramienta de una manera fácil y rápida	6.5
TOTAL	100



ETAPAS FUNCIONALES DEL SISTEMA .

DISEÑO MECÁNICO	DISEÑO ELECTRÓNICO	SOFTWARE DE CONTROL
Estructura portable	Tarjeta de mando	Firmware de control
Estructura Eje de corte	Drivers de control	Interprete de código G
Selección de actuadores	Fuentes de alimentación	Software de vectorización
Selección de acoples y sujetadores	Módulo de comunicación	Control por posición y precisión
Análisis C.A.D	<u>PRUEBAS</u>	Corte a detalle de diseños vectorizados



DISEÑOS REFERIDOS COMO ROUTER CNC PORTABLE



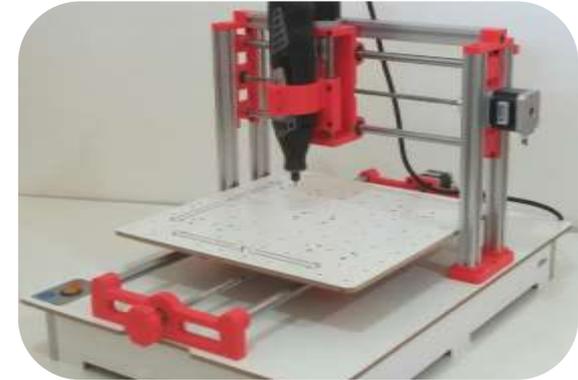
HANDBOOT

IMPORTADA



SHAPER CNC

IMPORTADA



**ROUTER
CONVENCIONAL**

DISEÑO TRADICIONAL

CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

	HANDIBOOT	SHAPER CNC	DISEÑO CONVENCIONAL
Material de la estructura	Aluminio Acero ASTM-36	Fibra de vidrio, plástico, y algunas partes con impresión en 3D y acoples de aluminio	Aluminio acero ASTM-36
Configuración	Configuración cartesiana.	Robot móvil	Configuración cartesiana
Numero de ejes	Tres ejes de corte	Solo eje de corte	Tres ejes de corte
Área de corte	Eje X: 152 mm Eje Y: 203 mm Eje Z: 76 mm	No tiene restricciones en cuanto sino un simulador digital.	Eje X: 300 mm Eje Y: 350 mm Eje Z: 150 mm
Autonomía	Máquina autónoma con botón de inicio	Necesita de un operario para realiza el corte.	Máquina autónoma con botón de inicio
Portabilidad en Kg	20.4 Kg	19.8 Kg.	25 Kg
Materiales que puede cortar	Madera y materiales suaves	Madera y materiales suaves	Madera y materiales suaves



CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

	HANDIBOOT	SHAPER CNC	DISEÑO CONVENCIONAL
Acople para la máquina herramienta	Acople de aluminio	Incorporado a la estructura del dispositivo.	Acople de aluminio
Software	Privativo	Privativo	Libre
Extras	Envío del corte a taller mediante una aplicación móvil.	Disponen de una cámara web que le permite activar un asistente de corte virtual mediante la utilización de una cinta propia del equipo	Utiliza una plataforma que permite vectorizar imágenes y obtener de manera instantánea el Código G
Manufactura	Importada	Importada	Desarrollada en el País



PONDERACIÓN DE DISEÑOS

Módulos	HANDIBOOT		SHAPER		ROUTER CONVENCIONAL	
	Valor	Importancia	Valor	Importancia	Valor	Importancia
Tipo de estructura y material que la conforma	2	40%	4	80%	2	40%
Numero de ejes	2	40%	4	80%	2	40%
Área de corte	1	20%	5	100%	1	20%
Nivel de Portabilidad en Kg	4	80%	4	80%	3	60%
Materiales que puede cortar	3	60%	3	60%	2	40%
Acople de máquina herramienta	4	80%	4	80%	4	80%
Software	2	40%	2	40%	5	100%
Autonomía	4	40%	2	40%	4	40%
Nivel de importancia		4		5.6		4.2



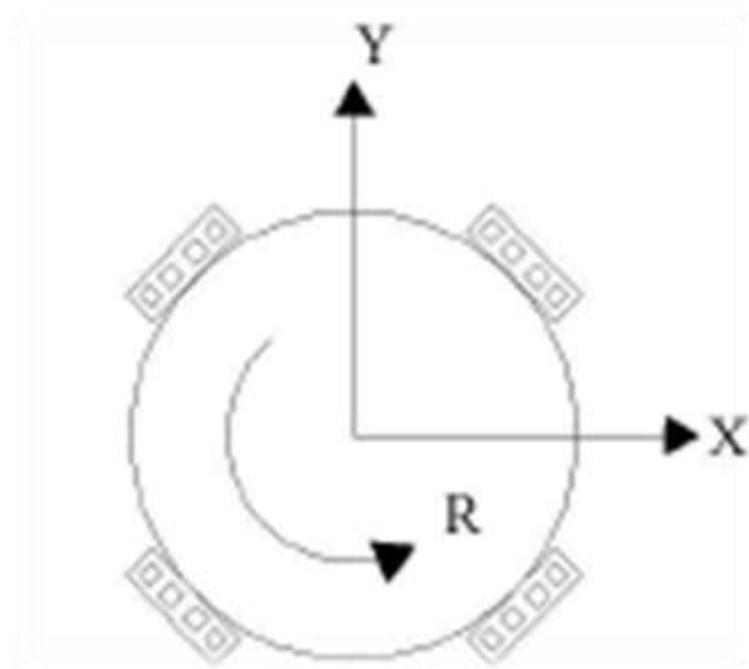
SISTEMA DE LOCOMOCIÓN

- ✓ Estabilidad
 - ✓ Maniobrabilidad
 - ✓ Control
 - ✓ Tracción
 - ✓ Capacidad de subir pendientes
 - ✓ Mantenimiento
 - ✓ Impacto ambiental
 - ✓ Gastos de libertad
- ✓ Robot holonómico
 - ✓ peso distribuido uniformemente



LOCOMOCIÓN MEDIANTE RUEDAS

- ✓ Diseño mas alternativo mas frecuente
- ✓ Si un obstáculo cuyas dimensiones es igual o mayor al radio de sus ruedas el robot obtendrá dificultades para pasar el obstáculo



LOCOMOCIÓN ONIDIRECCIONAL

- ✓ Mayor libertad en el movimiento
- ✓ El tipo de locomoción varia por el tipo de ruedas es decir mecanum o omnidireccionales
- ✓ Realizar movimientos complejos reduciendo restricciones cinemáticas



SELECCIÓN DE LAS LLANTAS

Tipo de llanta	Capacidad de carga	Peso	Fricción	Costo	Promedio	Interés
Doble-Universal	5	5	3.5	5	4.5	90 %
Universal	5	4.5	4.5	3.5	4.375	87.5%
Mecanum	5	3.5	5	2.5	4	80%

Información técnica proporcionada por AndyMark,

Modelos de llantas

Llantas omnidireccionales de tipo Universal y Doble.

Mecanum

Material aluminio

Diámetro de 127 mm

Carga de admisible de 8 kg.



SELECCIÓN DEL TIPO DE CONFIGURACIÓN

Configuración de la plataforma	Tres ruedas	Pts.	Cuatro Ruedas	Pts.
Control y dirección	Nivel de complejidad Moderado	3.5	Nivel de complejidad fácil y moderado =4.5	4.5
Estabilidad	Limitada	2.5	Excelente	5
Tracción	De acuerdo a las variaciones de las velocidades	2.5	Mayor tracción de acuerdo al diseño ergonómico	4.5
	Promedio	=2.83	Promedio	= 4.66
	% de interés	56.6 %		93.3 %



VARIABLES PREVAS DE DISEÑO C.A.D

Variables	Datos	Unidades
Capacidad de carga	15 [valor máximo]	kg
Numero de ruedas	4	
Tipo de tracción	Omnidireccional	
Diámetro de las ruedas	127 [parámetro comercial]	mm
Velocidad	[valor a sustentar]	
Distribución de llantas	Cuadrada	
Angulo de distribución	45	Grados
Peso total del prototipo	10 valor meta	kg
Tipo de superficie	Plana	
Material	Madera.	
Alimentación	[ítem por determinar]	





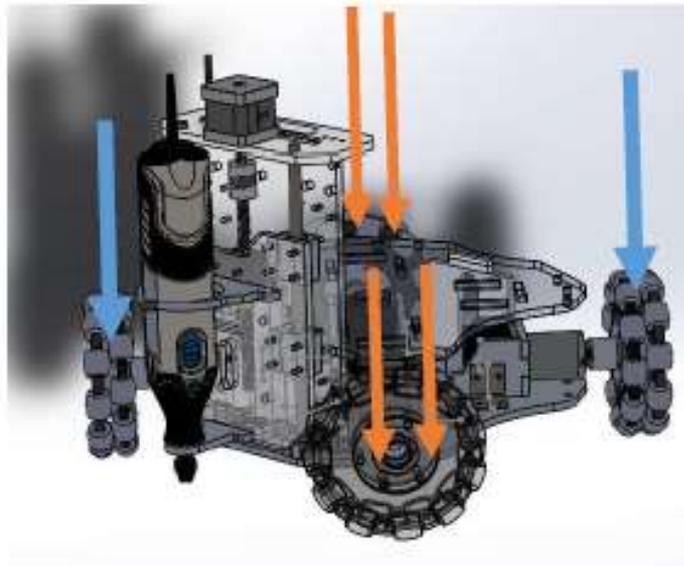
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



PARÁMETROS DE DISEÑO.



PLATAFORMA MÓVIL



ÍTEM.	DESCRIPCIÓN:	FORMULA	O	VALOR
		UNIDAD		
g	Gravedad	$\frac{m}{s^2}$		9.81
m_d	Masa de diseño permisible (máximo)	kg		15
$W_{permisible}$	Peso de diseño permisible	$P_d = m_d \cdot g$		147N
Plataforma				
M_{p1}	Peso de la base de aluminio	kg		1.5
M_{p2}	Peso de la base Acrílico	kg		0.8
M_{p3}	Peso de rodamientos lineales, chumaceras, ejes, tornillo sin fin, corona	kg		0.8
M_{p4}	Peso de elementos de sujeción y bridas de sujeción	kg		0.5
M_{rue}	Peso de cada rueda omnidireccional *	0.48		1.92
	4	kg		
$M_{tplatfo}$	Peso total de componentes que integran la plataforma.	kg		<u>4.84</u>
Elemento externo a considerar				
M_{mot}	Peso de la herramienta de corte mototool o drill.	kg		<u>0.76</u>

PLATAFORMA MÓVIL

M_{t2elec}	Peso aproximado de elementos de control y electrónica	kg	2
W_{total}	Peso total del prototipo	kg	7.6
f	Factor de carga – sobredimensionamiento de un 10% para los componentes que integran la plataforma para condiciones no diseñadas los elementos que constituyen la plataforma	%	10
$M_{factcar}$	$M_{factcar} = M_{rplatfo} * 10\%_{sobredime}$	kg	5.324
$M_{diseño_cal}$	Peso de diseño calculado	kg	12.92 13
$W_{diseño_cal}$	$W_{diseño_cal} = M_{diseño_cal} * g$	N	127.53 N
Condicion de	$W_{diseño_cal} < W_{permisible}$	N	<u>CUMPLE</u>
Fuerza de	F_{rs}	N	89.271 N
rozamiento	F_{rk}	N	51.012 N



FRESADO

$$V_c = \frac{D_e \cdot \pi \cdot N}{1000}$$

Ecuación 1

Donde:

$$\pi = 3.1416$$

$D_e = 3.175 \text{ mm}$ (Diámetro de la fresa).

$N = \text{Revoluciones por minuto.}$

Tabla 14.

Velocidad de corte (m/min) y Avance (mm/min)

	Fresa de vástago		Fresa plato de cuchilla	
	DESBASTE	AFINADO	DESBASTE	AFINADO
Latón	35	55	50	60
Metales ligeros	160	180	250	300



FRESADO

Avance / diente

Madera maciza	0.10-0.35
Madera seca	0.10-0.40
Plástico	0.04-0.06
Aluminio	0.05-0.12
Tableros MDF	0.06-0.12
Tableros de fibra dura	0.08-0.12
Tableros laminados	0.08-0.12

Fuente: (Maldonado Galarza, 2015)

$$S_z = 0.12 \left[\frac{\text{Avance}}{\text{Diente}} \right]$$



FRESADO

Normalización de las profundidades de fresado

ANCHO DE CORTE Y PROFUNDIDAD DE FRESADO

	Fresado con terminación y con única pasada	Fresado en desbaste	Fresado en afinado
Fresas cilíndricas	Todo el ancho de la fresa $a=3\text{mm}$	Todo el ancho de la fresa $a= 5 \text{ a } 8 \text{ mm}$	Todo el ancho de la fresa $a=1 \text{ mm}$
Fresas frontales de mango	Ancho igual al diámetro de la fresa $a= 2\text{mm}$	La mitad del diámetro de la fresa $a= 4\text{mm}$	Igual al diámetro de la fresa $a= 5\text{mm}$
Fresas de disco	$A=$ ancho de la fresa como máximo	$A=$ la mitad del ancho de la fresa	$A= 5\%$ ancho de la fresa
Fresas de forma	$A=$ todo el perfil en pequeñas formas	$A=1$ pasada 45%	$A= 10 \%$ de la altura de su forma

Fuente:(Maldonado Galarza, 2015)



FRESADO

Parámetros	Datos	Unidades
Velocidad de corte	160	m/min
Velocidad de avance	3849.79	Mm/min
Espesor de viruta	0.16779	Mm
Diámetro de la fresa	3/8	Pulgadas
Avance por diente	0.12	Mm
Sección de viruta	0.48	Mm ²
Número de dientes de la fresa	2	N/A
Velocidad del husillo	16040.81	RPM
Angulo de posición	90	
Fuerza de corte	21.2	N



Una vez determinado el valor de la fuerza de corte o desbaste de materiales blandos en este caso madera en superficies planas y la fuerza necesaria para vencer la inercia del prototipo el torque total



$$T = (F_{rk} + F_c) * \frac{\theta_{\text{llanta omnidireccional}}}{2} \quad \text{Ecuación 6a}$$

$$T_{\text{estatico}} = (89.271 + 19.104) * \frac{0.127m}{2} = 6.88 \text{ Nm}$$

$$T_{\text{dinamico}} = (51.012 + 19.104) * \frac{0.127m}{2} = 4.45 \text{ Nm}$$

En donde el torque en cada rueda viene referido por el torque estático

$$T_{\text{rueda}} = \frac{T}{2} = \frac{6.88 \text{ Nm}}{2} = 3.44 \text{ Nm}$$

$$T_{\text{rueda}} = \frac{T}{2} = \frac{4.45 \text{ Nm}}{2} = 2.225 \text{ Nm}$$

$$1 \text{ onza} * \text{pulga} = 0.007062 \text{ Nm}$$

$$3.44 \text{ Nm} * \frac{1 \text{ onza} * \text{pulg}}{0.007062 \text{ Nm}} = 487.11 \text{ onzas} * \text{PULG}$$



SELECCIÓN DE LOS ACTUADORES MECANICOS

Ponderación Servo Motores vs Motores paso a paso.

Parámetro	Ponderación	servomotor		Motor pasos a con caja planetaria	
Precisión	30%	5	30%	5	30%
Funcionamiento	15%	4	12%	4	12%
Torque	25%	4	12%	5	12%
Vida útil	10%	3	6%	4	4.8%
Costo	20%	2	8%	5	20%
TOTAL	100%		68 %		78.8 %





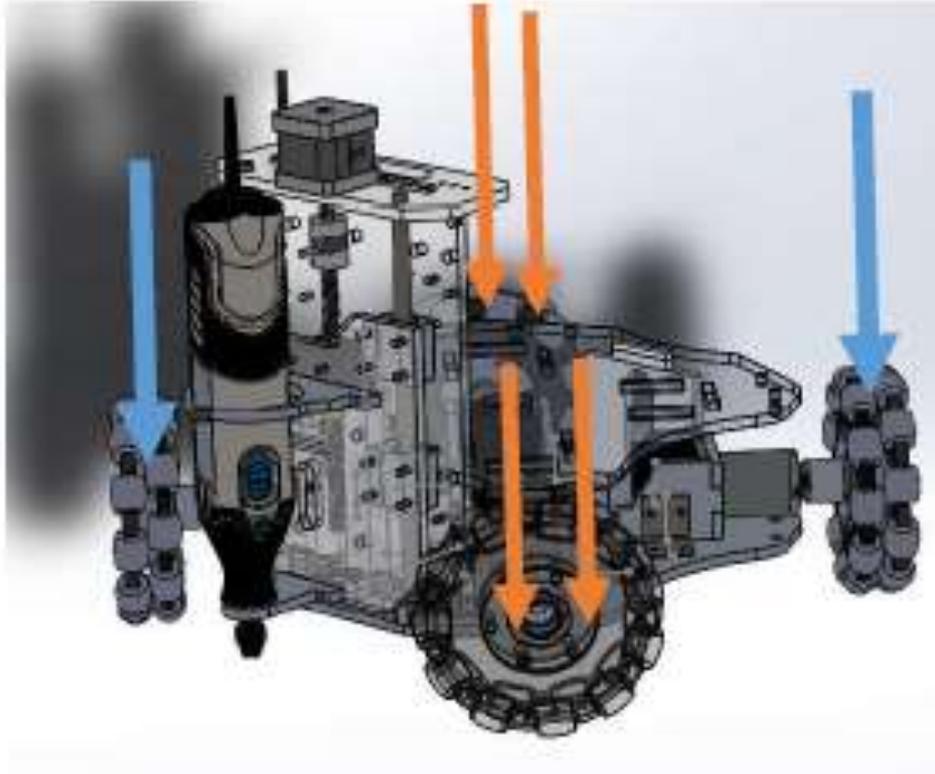
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.

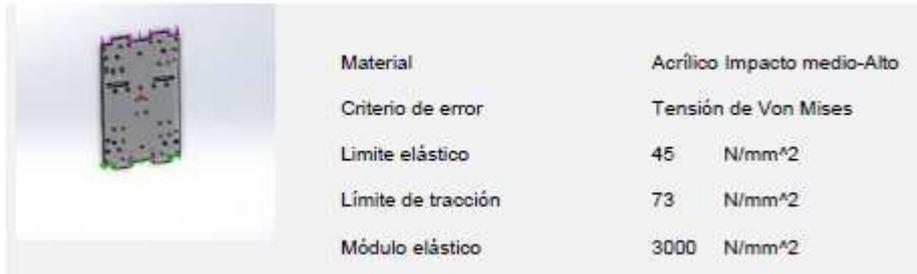
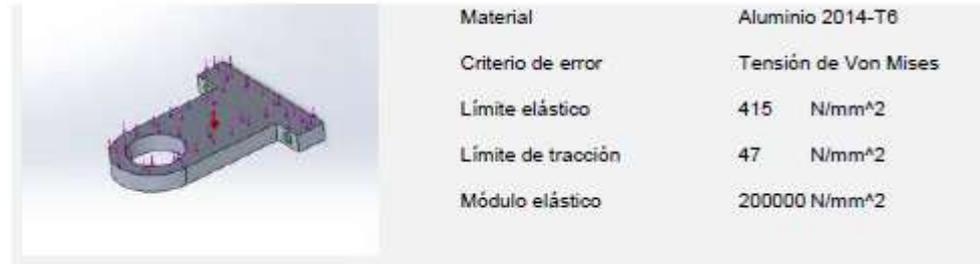
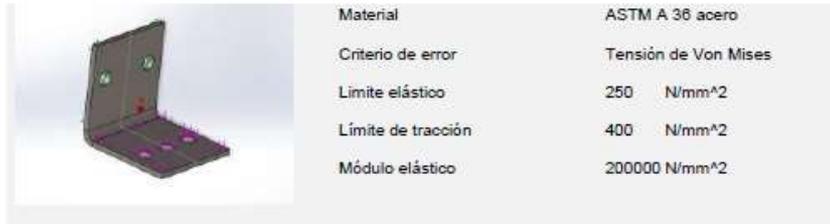
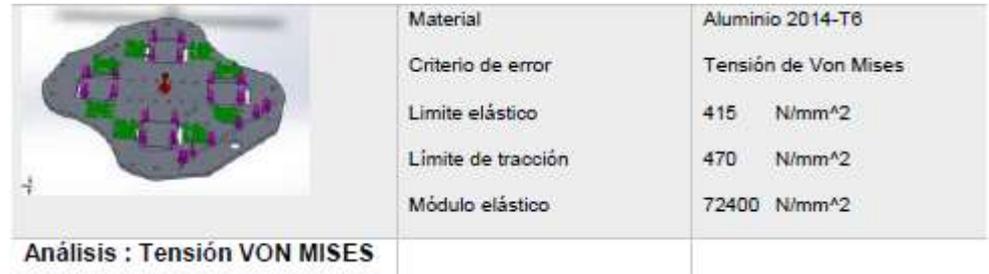


PROTOTIPO ROUTER CNC



ANÁLISIS C.A.D

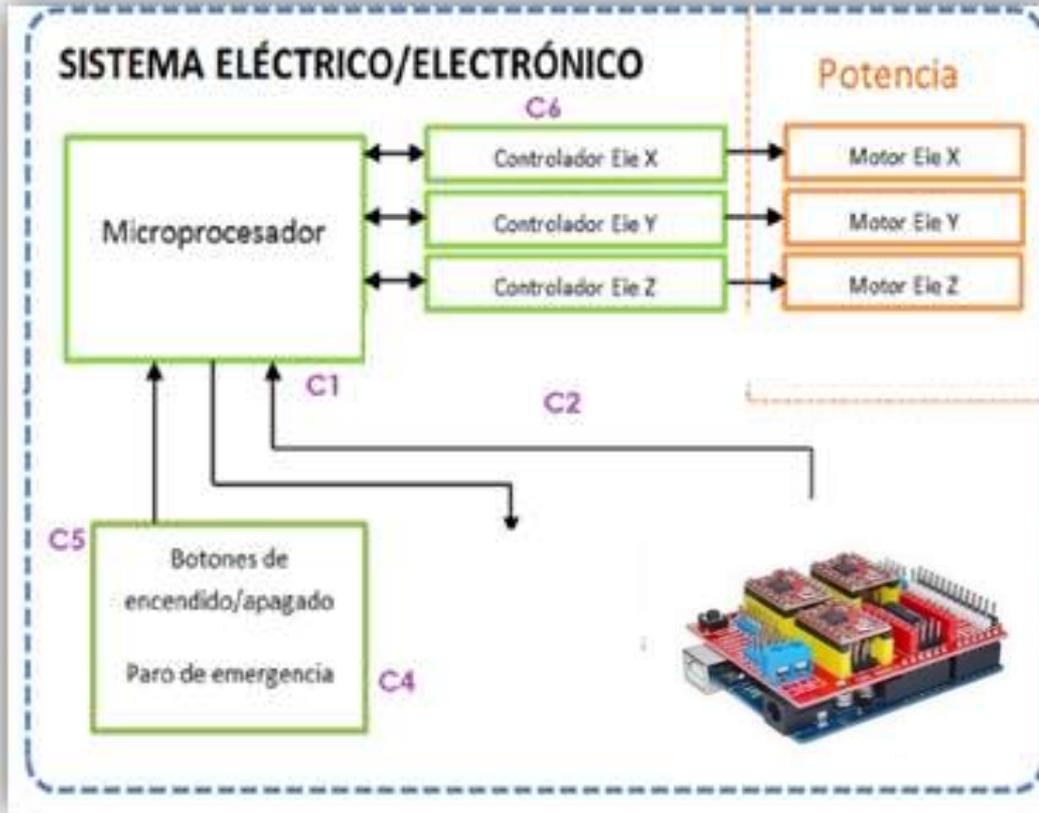
- ✓ Teoría de Von Mises
- ✓ Desplazamientos resultantes:
- ✓ Factor de seguridad.



ENSAMBLE ESTRUCTURA MECÁNICA



SISTEMA ELECTRICO/ ELECTRÓNICO

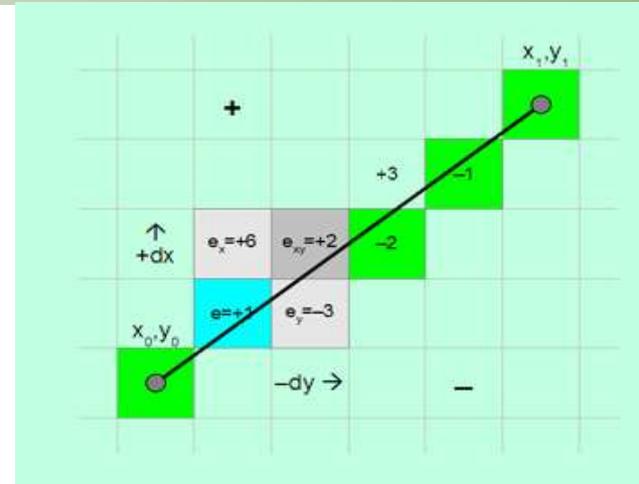


PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO

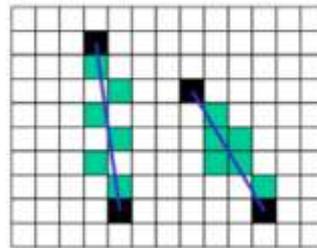
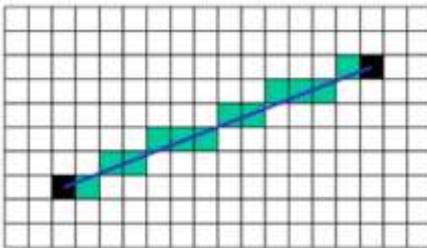
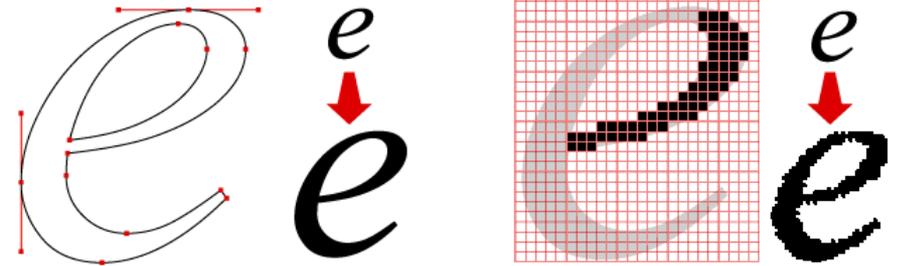


SOFTWARE ANALIZADOR DIGITAL

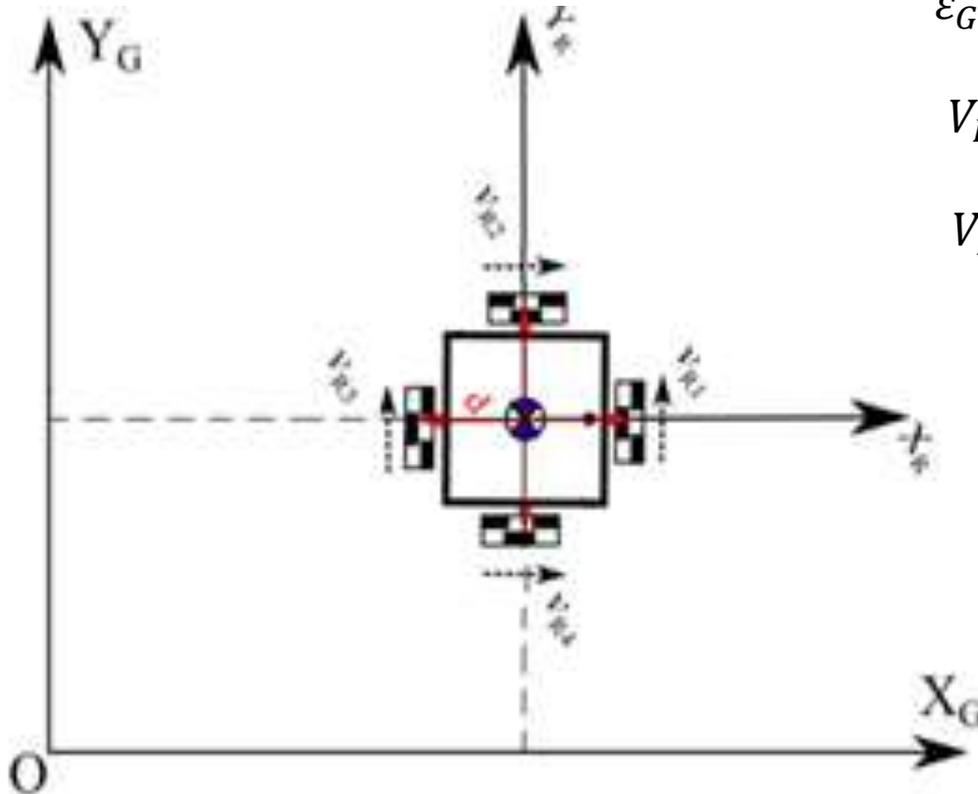
Algoritmo de Bresenham:



INKSCAPE



MODELADO DE LA PLANTA



Velocidad del robot

$$\varepsilon_R = [X_R \ Y_R \ \theta_R]^T$$

$$\varepsilon_G = [X_G \ Y_G \ \theta_G]^T$$

$$V_R = \begin{bmatrix} V_{R1} \\ V_{R2} \\ V_{R3} \\ V_{R4} \end{bmatrix}$$

$$V_{R2} = V_{R4} = \dot{X}$$

$$V_{R1} + V_{R3} = \dot{X}$$

$$V_{R1} = V_{R3} = \dot{Y}$$

$$V_{R2} + V_{R4} = \dot{Y}$$

$$\begin{bmatrix} \dot{X} \\ \dot{Y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{R1} \\ V_{R2} \\ V_{R3} \\ V_{R4} \end{bmatrix}$$

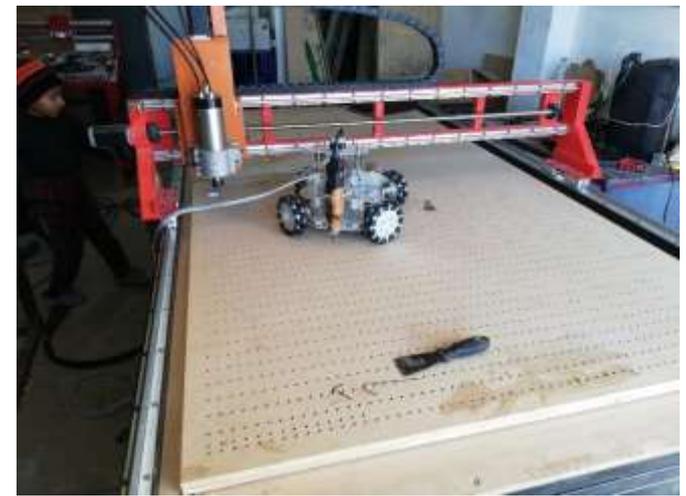
$$V = \dot{\omega} * r$$

$$\begin{bmatrix} \dot{X} \\ \dot{Y} \end{bmatrix} = r \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_{R1} \\ \omega_{R2} \\ \omega_{R3} \\ \omega_{R4} \end{bmatrix}$$

Velocidad del robot VS velocidad de las ruedas



PRUEBAS



CONCLUSIONES

- ✓ Mediante la sinergia correcta de sistemas Mecatrónicos se logró realizar un Router CNC móvil y portable mediante la combinación de una plataforma robótica con locomoción omnidireccional y un eje de corte acoplada a una máquina- herramienta referida como Drill obteniendo cortes de diseños personalizados en ciclos continuos y con una medida de preferencia mayor a 55 cm.
- ✓ El prototipo puede realizar cortes lineales con una semejanza del 60% de la imagen vectorizada cuando son diseños menores a 55 cm, estos cortes pueden ser estrellas, cuadrados o rectángulos, pero no círculos ya que se pierde por el desplazamiento lineal a causa del diámetro de ruedas de 127mm.
- ✓ Se determinó que la configuración de cuatro ruedas con tipo de locomoción omnidireccional permitió al prototipo desarrollado el desplazamiento sobre una superficie de corte permitiendo así crear una brecha de mejora para reemplazar la idea de un Router de grandes dimensiones y espacio físico a un robot móvil que realice cortes.



CONCLUSIONES

- ✓ Mediante la sinergia correcta de sistemas Mecatrónicos se logró realizar un Router CNC móvil y portable mediante la combinación de una plataforma robótica con locomoción omnidireccional y un eje de corte acoplada a una máquina- herramienta referida como Drill obteniendo cortes de diseños personalizados en ciclos continuos y con una medida de preferencia mayor a 55 cm.
- ✓ El prototipo puede realizar cortes lineales con una semejanza del 60% de la imagen vectorizada cuando son diseños menores a 55 cm, estos cortes pueden ser estrellas, cuadrados o rectángulos, pero no círculos ya que se pierde por el desplazamiento lineal a causa del diámetro de ruedas de 127mm.
- ✓ Se determinó que la configuración de cuatro ruedas con tipo de locomoción omnidireccional permitió al prototipo desarrollado el desplazamiento sobre una superficie de corte permitiendo así crear una brecha de mejora para reemplazar la idea de un Router de grandes dimensiones y espacio físico a un robot móvil que realice cortes.



CONCLUSIONES

- ✓ Se llega a confirmar que el funcionamiento idóneo del GRBL lo hace posible por el Algoritmo de Bresenham ya que después de la vectorización de una imagen en mapa de bits el firmware de control analiza, interpreta y envía el número de pulsos de acuerdo a la trayectoria vectorizada, dicha trayectoria trabaja bajo el mismo principio del algoritmo el cual analiza la cercanía de dos píxeles o mapa de bits y permite crear una línea recta en forma simultánea ideal para obtener diseños de cualquier forma y tamaño en un prototipo CNC.
- ✓ Se logra concluir que la utilización de software de conversión digital llamada INKSCAPE trabaja de forma oportuna para obtener el código G de cualquier diseño mediante la extensión Unicorm Gcode tool, se debe realizar ciertas correcciones de tratamiento de la imagen previo a la vectorización en mapa de bits para el desarrollo del prototipo router C.N.C portable permitiendo obtener códigos G con notables número de líneas de programación y sin errores.



RECOMENDACIONES

- ✓ Mejorar el sistema de maniobrabilidad con tracción omnidireccional cambiando el tipo de control para que pueda realizar movimientos rotacionales toda la plataforma.
- ✓ Se puede incorporar sensores ópticos o encoders adaptables a los actuadores mecánicos utilizados en el prototipo con el fin de determinar la posición del corte cuando se realice los movimientos lineales una vez mejorado el control.
- ✓ Implementar un sistema de aspiración ya que durante el desbaste de los diseños existe residuos que pueden afectar a la vida útil de la herramienta y a la tarjeta de control y drivers de activación.



RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda en carácter particular cambiar la herramienta de corte ya que es un limitante en cuanto se refiere al rango de operatividad y diseño estas máquinas puede trabajar a ciclo continuo de 30 min de acuerdo a la hoja técnica del fabricante, cabe denotar que durante las pruebas el equipo respondió en óptimas condiciones pese a haber excedido el tiempo mencionado
- ✓ El software de control bCNC puede adaptar mayor grado de automatización y prestaciones no solo para el proceso de fresado sino más bien para edición y desarrollo de diseños CAD en alto relieve.





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Gracias

