



**Facultad de Ingeniería
Ingeniería Mecatrónica**

**Programa Especial de Titulación:
“DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA
MÁQUINA DE CORTE CARTESIANO
PARA MAYÓLICAS EN EL PROCESO DE
ENCHAPADO EN PISOS DE EDIFICIOS
RESIDENCIALES”**

Autor: Flores Palermo, Steffi Chary Chris

para optar el Título Profesional de

Ingeniero Mecatrónico

Lima – Perú

2019

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios por haberme permitido terminar mi carrera profesional, a mis padres por todo el apoyo que me han brindado para mi realización profesional y por siempre haberme estado apoyando en cumplir todas mis metas personales, a mi hermano que siempre ha sido mi apoyo emocional y a mis amigos que no dudaron en apoyarme en todo el proceso.

AGRADECIMIENTO

Agradezco, a mi mamá por siempre estar apoyándome a la distancia y brindándome soporte. a mi papá que a su manera no me dejó rendirme en la culminación de mi tesis, a mi hermano Oscar Daniel por ser sin saberlo quien me da ganas de superarme día a día.

De igual forma agradezco a mi tía Ana quien durante varios años me ha apoyado como si fuera su hija y a cuidado de mí y mi hermano con mucho cariño.

Agradezco a los docentes que me guiaron en la realización del presente trabajo y que me inculcaron sus conocimientos durante mi etapa universitaria.

También agradezco a mi amigo Peter quien me dio el empujón para iniciar el presente trabajo, a Luigui y Joaquin quienes me ayudaron a resolver mis dudas y apoyaron en el proceso.

RESUMEN

El presente trabajo muestra la realización del diseño y automatización de una máquina de corte cartesiano para mayólicas en el proceso de enchapado en pisos de edificios residenciales, con la finalidad de disminuir el tiempo que tarda el proceso, ya que actualmente los operarios lo realizan de manera empírica, ocurriendo errores de cálculos lo que conlleva a gastos de recursos innecesarios. El diseño se lleva a cabo empleando.

“Design methodology for mechatronics systems” VERIN DEUTSCHER INGENIEURE (VDI 2206) (VDI 2206, 2003), este método optimiza cada etapa con criterios de evaluación que conducen a la mejora del diseño.

Se inicia la investigación de los antecedentes evaluando el estado de la tecnológica, recurriendo a máquinas ya realizadas, evaluando sus pro y contras, y rescatando lo necesario para un correcto diseño y automatización de la máquina que facilite su uso.

En el marco teórico observamos los principales conceptos que se debe tener para el diseño y automatización de la máquina.

En la explicación de los detalles, se presentó los documentos requeridos para el diseño de la máquina y ver la forma más sencilla de automatizarla.

Palabras claves: Diseño mecánico, máquina de corte, automatización.

ABSTRACT

The present work shows the realization of the design and automation of a cartesian cutting machine for majolica tiles in the plating process in residential buildings, in order to reduce the time it takes the process, since currently the operators do it in a way empirical, calculations errors occur which leads to unnecessary resource expenses. The design is carried out using "Design methodology for mechatronics systems" VERIN DEUTSCHER INGENIEURE (VDI 2206) (VDI 2206, 2003), this method optimizes each stage with evaluation criteria that lead to the improvement of the design.

The investigation of the antecedents begins evaluating the state of the technological one, resorting to machines already realized, evaluating their pro and cons, and rescuing the necessary thing for a correct design and automation of the machine that facilitates its use.

In the theoretical framework we observe the main concepts that must be taken for the design and automation of the machine.

In the explanation of the details, the required documents were presented for the design of the machine and to see the easiest way to automate it.

Keywords: Mechanical design, cutting machine, automation

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	2
ASPECTOS GENERALES	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.1.2 Formulación del problema	4
1.1.3 Hipotesis	4
1.2 Definición de objetivos.....	5
1.2.1 Objetivo general	5
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.3 Alcances y limitaciones	5
1.3.1 Alcances.....	5
1.3.2 Limitaciones	6
1.4 Justificación y motivación	6
1.4.1 Justificación práctica	6
1.4.2 Motivación.....	7
1.5 Estado del arte	8
1.6 Antecedentes del proyecto	9
1.6.1 Antecedentes a nivel internacional	9
1.6.2 Antecedentes a nivel nacional	10
CAPITULO 2	11
MARCO TEÓRICO	11
2.1 Fundamento teórico.....	23
2.1.1 Principales unidades eléctricas	11
2.1.2 Formulas eléctricas más importantes	14
2.1.2.1 Ley de ohm.....	14
2.1.2.2 Potencia eléctrica.....	14
2.1.2.3 Energía eléctrica.....	15
2.1.2.4 Capacidad eléctrica	15

2.1.2.5	Reactancia inductiva.....	15
2.1.2.6	Reactancia capacitiva.....	16
2.1.2.6	Reactancia inductiva del motor.....	16
2.1.2.7	Intensidades de corriente para motores.....	17
2.1.2.8	Factor de potencia.....	18
2.1.2.10	Rendimiento.....	18
2.1.2.11	Fase y ángulo de fase.....	18
2.1.3	Magnitudes y unidades más utilizadas.....	19
2.1.3.1	Fuerza.....	19
2.1.3.2	Peso.....	19
2.1.3.3	Par.....	19
2.1.3.4	Potencia.....	20
2.1.3.5	Momento de inercia de una masa que gira alrededor de un eje.....	20
2.1.3.6	Tiempo de aceleración o desaceleración.....	21
2.1.3.7	Reducción de velocidad (i) en una transmisión.....	22
2.1.3.8	Momento de inercia de una masa que gira alrededor de un eje.....	20
2.2	Desarrollo de ingeniería.....	22
2.2.1	Máquinas de corte cartesiano.....	23
2.2.2	Proceso de enchapado de mayólicas.....	23
2.2.3	Lenguaje de programación.....	23
2.2.3.1	Ciclo de vida de un software.....	24
2.2.3.2	Algoritmo.....	24
2.2.3.3	Herramientas de un algoritmo.....	25
2.2.4	Características y parámetros del producto.....	26
	CAPITULO 3.....	27
	DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.....	27
3.1	Distribución por etapas.....	27
3.2	Preliminar.....	28
3.2.1	Lista de exigencias.....	29
3.2.2	Determinación de la estructura de funciones.....	30
3.2.3	Conceptos de solución.....	35
3.2.4	Puntos de orientación.....	36
3.3	Calculos de datos.....	37
3.3.1	Declaración de variables a usarse.....	37
3.3.1.1	Variables de entrada de la mayólica.....	37
3.3.1.2	Variables de entrada de la habitación.....	37
3.3.1.3	Variables de calculos.....	38

3.3.2	Cálculos para la determinación de cantidad de cortes y medidas.....	38
3.4	Programación.....	40
3.4.1	Arduino.....	40
3.4.2	Calculo de datos en el software arduino	42
3.5	Diseño.....	48
3.5.1	Ejes.....	48
3.5.1.1	Eje Y.....	48
3.5.1.2	Eje X.....	50
3.5.1.3	Eje Z.....	51
3.5.2	Mesa de trabajo.....	52
3.5.3	Análisis de elementos finitos sobre los componentes estructurales.....	52
3.5.3.1	Materiales utilizados	53
3.5.3.2	Posicionamiento y uniones de la estructura	55
3.5.3.3	Análisis de la estructura.....	59
3.6	Etapa de electrónica y potencia.....	61
3.6.1	Cálculo para elegir un motor.....	61
3.6.2	Conexión Arduino- Bluetooth	66
3.6.3	Disipación de calor	66
3.6.4	Finales de carrera	67
3.6.4.1	Configuración de los finales de carrera	68
3.6.5	Etapa de potencia	69
3.6.6	Parada de emergencia	72
3.7	Integración	72
3.7.1	Bluetooth HC-06.....	75
	CAPITULO 4	77
	RESULTADOS	77
4.1	Resultados.....	77
4.1.1	Análisis de la aplicación	77
4.1.2	Análisis de costos y beneficios	79
4.2	Mejoras a futuro	80
4.2.1	Material en acero inoxidable 316L.....	80
4.2.2	LOTO	80
4.2.3	PLC.....	80
4.2.4	Fibra óptica	80
	CONCLUSIONES	82
	RECOMENDACIONES	83
	BIBLIOGRAFÍA	84

ANEXOS	89
Anexo A: (Cronograma)	90
Anexo B: (Organigrama)	101
Anexo C: (Metodología).....	103
Anexo D: (Programación).....	106
Anexo E: (Piezas)	129
Anexo F: (Lista de exigencias)	140
Anexo G: (Diagrama de flujo)	144
Anexo H: (Datasheet del motor Nema 23).....	146
Anexo I: (Aplicación)	149
Anexo J: (Driver HY-DIV268N-5A)	151

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Máquinas cortadoras de mayólicas	8
Tabla 2. Principales unidades eléctricas	11
Tabla 3. Principales unidades mecánicas	13
Tabla 4. Lista de exigencias resumida	29
Tabla 5. Materiales que conforman las piezas de las estructuras a analizar	54
Tabla 6. Propiedades de los materiales utilizados en el diseño de las Estructura	55
Tabla 7. Características del motor seleccionado	63
Tabla 8. Resumen de presupuesto	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planteamiento del problema.....	4
Figura 2. Ciclo de vida de un software	24
Figura 3. Partes de un algoritmo	24
Figura 4. Representación grafica de diagrama de flujo	25
Figura 5. Mayólica.....	26
Figura 6. Etapas del funcionamiento de la máquina	27
Figura 7. Etapas del proceso	28
Figura 8. Caja negra	30
Figura 9. Mayólica con lados.....	37
Figura 10. Piso de habitación con mayólica	37
Figura 11. Arduino Mega 2560.....	41
Figura 12. Inicialización de variables.....	42
Figura 13. Medidas de la máquina	43
Figura 14. Conexión bluetooth	44
Figura 15. Entradas y salidas con sus pines	45
Figura 16. Cabezal estado inicial	46
Figura 17. Calculo de corte	46
Figura 18. Profundidad de corte del eje Z	47
Figura 19. Subir cabezal para otro corte	47
Figura 20. Rodamiento lineal	49
Figura 21. Husillos de bolas	50
Figura 22. Representación eje Y con piezas que lo componen	50
Figura 23. Representación eje X con piezas que lo componen	51
Figura 24. Representación eje Z con piezas que lo componen	51
Figura 25. Representación de la mesa de trabajo	52
Figura 26. Representación pieza A y eje horizontal B	55
Figura 27. Desplazamiento de la pieza	58
Figura 28. Posición del carro en dirección “Y” donde ocurre esfuerzo estático máximo	59
Figura 29. Posición del carro en dirección “X” donde ocurre esfuerzo estático máximo	59
Figura 30. Posición del carro en dirección “Z” donde ocurre esfuerzo estático máximo	59

Figura 31. Representación del motor	61
Figura 32. Conexión mosfet canal P IRF9540 con motor 1 pap Nema 23	64
Figura 33. Relación de frecuencia.....	65
Figura 34. Arduino Mega con bluetooth	66
Figura 35. Foto de final de carrera	67
Figura 36. Representación de final de carrera normalmente abierto	68
Figura 37. Conexión de los finales de carrera	68
Figura 38. Conexión mosfet canal P IRF9540 con motor 1 pap Nema 23	69
Figura 39. Conexión mosfet canal P IRF9540 con motor 2 pap Nema 23	70
Figura 40. Conexión mosfet canal P IRF9540 con motor 3 Nema 23	71
Figura 41. Conexión de la app con la máquina	72
Figura 42. Estatus de la máquina.....	73
Figura 43. Medidas solicitadas por la app	73
Figura 44. Número de mayólicas enteras y a cortar	74
Figura 45. Botones de Start y Stop	75
Figura 46. Bluetooth Hc-06	75
Figura 47. Arduino conectado con bluetooth HC-06.....	76
Figura 48. Ingresando valores solicitados	77
Figura 49. Resultados de cantidades	78
Figura 50. Estado conectado de la máquina	79

INTRODUCCIÓN

El trabajo que se presenta consta de cuatro capítulos, de los cuales se puede observar en el capítulo I en el cual se exponen los objetivos de la realización de la máquina, los alcances, se explica la problemática que se tiene, la cual dio inicio al presente proyecto a la vez se muestra el estado de arte donde se enumera los modelos de máquinas que existen actualmente en el mercado para su análisis y mejora.

En el capítulo II se dan los conceptos y fórmulas que se utilizaron para la realización del presente trabajo.

En el capítulo III, podemos observar el diseño y automatización de la máquina distribuidas por etapas, a partir de esta información se seleccionarán los materiales, sensores, actuadores y equipos de control que se requieren en el sistema, se detalla también los cálculos que se realizara con los datos ingresados y el proceso de automatización que se tuvo para que la maquina cumpla su función de corte.

Y en el capítulo IV, se puede observar las conclusiones y las recomendaciones del presente proyecto.

CAPITULO 1

ASPECTOS GENERALES

1.1. Definición del Problema

1.1.1. Descripción del Problema

A nivel mundial estamos viviendo un crecimiento constante en el sector de construcción civil debido a varios factores, pero sobre todo al factor demográfico, es por esto que se están comenzando a implementar previsiones mundiales basadas en el apoyo del avance de la tecnología. Romero (2017) nos dice que: La población en las grandes áreas urbanas sigue creciendo, lo que lleva a una mayor demanda de viviendas, de transportes y de infraestructuras. Además, el envejecimiento de la población (que afecta sobre todo a Occidente, aunque también a países como Japón), derivará en importantes cambios en la inversión inmobiliaria.

En América Latina, la construcción civil es considerada una de las actividades más importantes ya que genera trabajo y aporta en la economía de los países. Según PROMPERU (2015) "la Ciudad de México (México), Panamá (Panamá), Bogotá y Lima (Perú), son las ciudades de América Latina consideradas en auge para la inversión inmobiliaria".

En el Perú y específicamente en Lima estamos viviendo el denominado Boom de la industria de la construcción. Como lo menciona Huerta (2012) "El Perú vive desde fines de la última década del siglo XX un sostenido crecimiento de la industria de la construcción, impulsado, sobre todo, por el aumento de los ingresos económicos de los hogares, las mayores inversiones públicas y privadas, ambas consecuencias directas del crecimiento económico y, asimismo, por la mejora de las condiciones

de financiamiento para la adquisición de vivienda públicas. Se trata, sin duda, del duradero boom del sector inmobiliario peruano, cuyo epicentro es Lima Metropolitana y sus réplicas en menor escala en otras ciudades del interior como Arequipa, Trujillo, Chiclayo, Piura, Ica, Huancayo, Cajamarca, Huaraz, entre otras.

En la construcción de los edificios se ha detectado que existe un proceso lento en el área de acabados, específicamente en el enchapado de mayólicas de los pisos. Tanto en el cálculo de las mayólicas necesarias y los cortes que se les debe hacer de acuerdo al área habitacional del piso.

La causa principal que se ha encontrado de este problema es la falta de automatización que existe en este proceso ya que los cálculos son realizados de manera empírica por los obreros.

De no corregirse este problema se puede tener graves consecuencias económicas para el sector construcción civil como la penalidad que se pagaría de no entregar la obra terminada en los plazos estipulados, creando de esta forma falta de credibilidad de la constructora que lo realizo. También afectaría en el gasto de recursos al comprarse material en exceso.

Si el enchapado de mayólicas de los edificios presenta un proceso lento se podría implementar una máquina de corte cartesiano para mayólicas que realice mediante una aplicación los cálculos necesarios para el correcto tamaño de corte según las áreas ingresadas.



Figura 1. Planteamiento del problema.

Elaboración Propia

1.1.2 Formulación del problema

Conociendo los inconvenientes que existen en el área de acabados en el sector de construcción, para poder mejorar el proceso existente en la parte de cálculos para determinar el corte y tamaño de las mayólicas para un piso, se plantea la siguiente pregunta.

¿De qué manera se hará el diseño y la automatización de una máquina de corte cartesiano para mayólicas en el proceso de enchapado de pisos de edificios residenciales?

1.1.3 Hipótesis

El diseño y la automatización de una maquina de corte cartesiano para mayolicas, mejorara el tiempo de cálculo de las mayólicas y el proceso previo.

1.2 Definición de objetivos

1.2.1 Objetivo general

Diseñar y automatizar una máquina de corte cartesiano para mayólicas en el proceso de enchapado en pisos de edificios residenciales que optimice el tiempo del proceso.

1.2.2 Objetivos específicos

Describir el área de acabados en el cálculo y corte de mayólicas de los edificios antes de la implementación de la máquina.

Desarrollar del software que calcule los datos necesarios para el corte de las mayólicas de acuerdo a las áreas ingresadas.

Configurar la comunicación del software con la máquina de corte cartesiano.

Seleccionar los materiales, dispositivos y componentes idóneos para la realización del proyecto.

1.3 Alcances y limitaciones

1.3.1 Alcances

El siguiente trabajo tiene un alcance de ámbito social ya que para alcanzar la finalidad y responder las hipótesis se analizó el comportamiento de los obreros del área de acabados en el sector construcción civil de un edificio.

De igual manera cuenta con un alcance de ámbito geográfico o espacial que considera el proceso de enchapados de mayólicas de los edificios de la ciudad de Lima.

En cuanto al alcance temporal este se refiere a que se realizó el presente proyecto en el año 2018.

1.3.2 Limitaciones

Este proyecto cuenta con algunas limitaciones respecto a la muestra ya que la presente se ha circunscrito a áreas habitacionales regulares y a cerámicas rectangulares de hasta 60 cm por lado, y no puede generalizarse a otros ámbitos.

1.4 Justificación y motivación

1.4.1 Justificación práctica

Este proyecto presenta justificación teórica ya que cuenta con aporte teórico de los autores más destacados que hacen referencia a las variables de estudio.

De igual forma presenta justificación práctica a la medida que ayuda a solucionar un problema o a prevenirlo.

A la vez presenta una justificación económica puesto que contribuye con el ahorro de recursos en el sector de construcción civil y a posibles penalidades que tendrían que pagar en caso de no entregar las obras a tiempo de no resolverse este problema.

También cuenta con una justificación social en razón porque se analiza el comportamiento de los obreros al momento de realizar empíricamente el proceso de enchapado de mayólicas de los pisos de edificios residenciales.

Cuenta también con una justificación metodológica ya que está aportando con un instrumento creado para este fin, el cual es el diseño y la automatización de la máquina en el proceso de enchapado de mayólicas.

También con una justificación legal en cuanto se haya aplicado las normas ISO para su diseño.

Además, cuenta con una justificación investigativa puesto que los resultados del presente proyecto darán inicio a que se continúen los estudios en este campo y quizá se puedan estudiar otras variables que acá no se han considerado y otros métodos de optimizar el tiempo en el proceso de enchapado de mayólicas de los pisos de edificios residenciales.

1.4.2 Motivación

El presente proyecto profesional brinda los beneficios, que se obtienen al incorporar estas nuevas tecnologías en el sector de construcción civil, siendo esto parte de una mejora continua que se debería seguir en pro de la mejora del área de acabados de los edificios residenciales.

En las futuras máquinas que se vayan a realizar, se deberían de considerar las mejoras tales como el control de calidad de la mayólica.

1.5 Estado del arte

En la Tabla 1 se muestra máquinas que actualmente se pueden encontrar en el mercado, modelos que se encargan de ayudar a los operarios especialistas en el corte de mayólicas para pisos residenciales, estos equipos tienen diversas características.

Tabla 1

Maquinas cortadoras de mayólicas

Nombre de la maquina cortadora de mayólica	IMAGEN	Descripción la maquina	Dimensión (cm)	Material	Precio (S/.)	Peso (Kg)
Cortadora de cerámica eléctrica TC620 Einhell (Promart Homecenter, 2019)		Control eléctrico manual requiere 1 operario	61x32.5x90	Metal y plástico	1,099.00	34.4
Maq Cortadora Speed92 Plus C/E (Maestro, 2019)		Control manual, requiere un operario	15X70X20	Metal	950.00	25.2
Cortadora Speed 92 Magnet (Rubi, 2019)		Control manual, requiere un operario	21X104X25	Metal y plástico	1,449.00	28.1
Tronzador a 14" 2200 W Dewalt (Sodimac, 2019)		Control manual, requiere un operario	28x45x65	Metal y plástico	649.00	17

Elaboración propia

1.6 Antecedentes del proyecto

1.6.1 Internacionales

Rosales (2017) El proyecto titulado "Diseño y Prototipo de un Sistema Mecatrónico Brazo - Percutor" propuesto por la Universidad de Ciencias Aplicadas de Brandemburgo, tiene como finalidad el diseñar y fabricar un sistema el cual permita ejecutar un sonido o serie de sonidos de manera periódica. El sistema deberá asemejar el sonido producido por una persona tocando el instrumento. El sistema consiste en un xilófono suspendido en una estructura produciendo un movimiento similar a un péndulo simple. Mediante el uso de diversos sensores y calculando varios parámetros, se obtendrá una ecuación que predecirá la posición del sistema y el momento exacto en el cual deberá tocar el xilófono. La simulación del sonido cuando un humano toca el xilófono se realizará modelando al sistema percutor como un sistema de inercia torsional elástico amortiguado, con comportamiento similar al de un péndulo torsional, produciendo así un golpe estilo hitrelease. Como primer punto se aborda el diseño mecánico y estructural del sistema, desarrollando todos los planos y modelados necesarios, y realizando las simulaciones que corroboran el correcto diseño, procediendo a la siguiente etapa, manufactura. El diseño fue realizado en base a los recursos disponibles en el laboratorio, tratando de utilizar la menor cantidad de material posible para optimización de costos. Posteriormente, se realiza el diseño electrónico del sistema.

Yáñez, L., Enrique, J., Cachumba, M., & Andrés, E. (2018) En el presente trabajo se desarrolló un robot de tipo cartesiano de corte por plasma, este tiene ejes en movimiento y se desarrolla con el control numérico computarizado para utilizarse en el laboratorio de manufactura de la universidad de las fuerzas armadas de Ecuador.

RAMON, L., & ALEXIS, R. (2018) En esta tesis se muestra la construcción y diseño de una máquina para el corte y grabado en materiales mediante laser. Está basado en otras máquinas CNC con parecidas funciones que actualmente se encuentran siendo usadas en el mercado.

1.6.2 Nacionales

Acero (2015) Esta Tesis está basada en el diseño y construcción de una máquina seleccionadora automática para la región de Puno, esta máquina cumple la función de la clasificación por tamaños de los granos de haba seca y en el requerimiento del sector agroindustrial el cual trabaja para la producción agrícola, su principal fin es el de reducir tiempos en la clasificación del grano de haba seca. Los mecanismos se realizaron de acuerdo a la necesidad que presenta el sector, Se logró que en esta máquina se pueda clasificar 18 [kg/min] de granos de haba seca en 3 variedades, lo cual representa un gran avance para la construcción y diseño de una máquina actualmente.

Peña (2018) La presente tesis consiste en el diseño de una máquina que se encarga de seleccionar y deshuesar aceitunas, para realizarla se hizo una investigación de cual seria el proceso idóneo para el diseño de la maquina, obteniendo como resultado que la maquina propuesta garantice su rentabilidad y efectividad por el proceso que conlleva y su rapidez al ejecutarlo.

Mariano (2017) El presente trabajo desarrolla una máquina de lavado de plásticos, este proceso es multiformato. El proyecto con diferentes análisis se enfoca en predecir problemas que pueden surgir en toda la línea de producción y corregirlos antes de que sucedan.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamento teórico

En este capítulo me centrare en los conceptos fundamentales para la realización del diseño y automatización de una máquina de corte cartesiano de mayólicas para el proceso de enchapado en los pisos de los edificios residenciales.

La máquina cuenta con un sistema tridimensional lo cual es muy ventajoso ya que el tercer eje Z se podría utilizar para tener una mejor precisión de corte, movimiento, velocidad y sobre todo de calidad. (León y Torres, 2016)

2.1.1 Principales unidades eléctricas

Para realizar un correcto análisis del motor y de los componentes electrónicos y mecánicos a usar en el desarrollo de la máquina debemos tener en claro conceptos fundamentales como las principales unidades eléctricas, las cuales podemos ver en la tabla 2 y la vez tener en claro las principales unidades mecánicas, las cuales podemos ver en la table 3.

Tabla 2

Principales Unidades Eléctricas

Magnitudes	Simbolo	Unidad SI	Simbolo	Definición
Intensidad	I	Amperior	A	
Tensión	U	Voltio	V	$1 V = 1 W / 1 A$
Conductibilidad	G	Siemens	S	$1 S = 1 A / 1 V$
Resistencia óhmica	R	Ohmio	Ω	$1 \Omega = 1 / 1 S = 1 V / 1 A$
Carga electrica	Q	Culombio	C	$1 C = 1 A \cdot 1 s$

Capacidad eléctrica	C	Faradio	F	$1 F = 1 C/1 V = 1 A \cdot 1 s/1 V$
Inductancia	L	Henrio	H	$1 H = 1 V \cdot 1 s/1 A$
Flujo magnético	ϕ	Weber	Wb	$1 Wb = 1 T \cdot 1 m^2$
Intensidad de campo magnetico	H	Vatio	A/m	
Potencia	P	Vatio	W	$1 W = 1 A \cdot 1 V$
Trabajo	W	Newton metro	Nm	$1 J = 1 W \cdot 1 s$
Energía eléctrica	W	Kilovatio hora	KWh	$1 kWh = 3,6 \cdot 10^3 kJ$
Frecuencia	f	Herzio	Hz	$1 Hz = 1 \text{ periodo/s}$
Frecuencia angular	\square		1/S	$\omega = 2 \pi \cdot f$
Potencia activa	P	Vatio	W	
Potencia reactiva	P_x	Voltiamperio reac.	VAr	
Potencia aparente	P_z	Voltiamperio	VA	
Resistencia reactiva	X	Ohmio	Ω	
Resistencia aparente	Z	Ohmio	Ω	
Energía activa	W	Kilovatio hora	kWh	
Energía reactiva	Wx	Kilovatio amperio reactivo hora	kVArh	
Energía aparente	Wz	Kilovatio amperio hora	kVA	

Fuente: (Roldán, 2005, p. 100)

Tabla 3

Principales Unidades Mecánicas

Magnitudes	Símbolo	Unidad SI	Símbolo	Definición
Longitud	l	Metro	m	1 km = 1.000 m
Superficie	A	Metro cuadrado	m^2	
Volumen	V	Metro cúbico	m^3	
Masa. Peso	m	Kilogramo	kg	
Densidad	ρ	<i>kilogramo/m³</i>	<i>kg/m³</i>	
Tiempo	t	Segundo	s	
Frecuencia	f	Herzio	Hz	
Número de revoluciones	n	Inverso del segundo	1/s	
Velocidad	v	<i>Metro/segund</i>	<i>m/s</i>	
Aceleración	a	<i>Metro/s²</i>	<i>m/s²</i>	
Velocidad angular	ω	Radian/s	Rad/s	$\omega = 2\pi \text{ rad. s}$
Fuerza debida al peso	F	Newton	N	1 N = 1 kgm/s ² 1 kp = 0,981 daN
Presión	p	Pascal	Pa	1 Pa = 1 N/m ² 1 bar = 10 ⁵ Pa
Potencia	P	Kilovatio	KW	1 kW = 10 ³ Nm/s
Trabajo	W	Newton metro	Nm	1 Nm = 1 J = 1W.s
Energía eléctrica	W	Kilovatio hora	kWh	1 kWh = 3,6 . 10 ³ kJ
Momento de giro	T	Newton metro	Nm	1 kpm = 0,981 daNm
Momento flexor	M	Newton metro	Nm	1 kpm = 0,981 daNm
Momento de inercia de la	J	Kilogramo m^2	kgm ²	

masa				
Temperatura	T	Kelvin	k	1 °K= 1 °C
Ángulo	γ	Radián	rad	$2 \pi rad = 360^\circ$
				$1 rad = 57^\circ 3$
				$1^\circ = 0,01745 rad$
	γ	Kilovatio amperio hora		

Fuente: (Roldán, 2005, p. 101)

2.1.2 Formulas eléctricas más importantes: Detallaremos las formulas principales a usarse en el desarrollo de la máquina.

2.1.2.1 Ley de ohm:

La fórmula de Ley de OHM se representa en la ecuación (1.1):

$$I = \frac{U}{R} ; R = \frac{U}{I} ; U = R \times I \quad (1.1)$$

Donde:

I = Intensidad en amperios. [A]

U = Tensión en voltios. [V]

R = Resistencia en ohmios. [Ω]

2.1.2.2 Potencia eléctrica:

La fórmula de Potencia Eléctrica (1.2):

$$P = \frac{U^2}{R} ; P = U \times I ; P = R \times I^2 \quad (1.2)$$

Donde:

P = Potencia en vatios. [W]

2.1.2.3 Energía eléctrica:

La fórmula de Energía Eléctrica se representa en la ecuación (1.3):

$$W = \frac{U^2}{R} \times t ; U = R \times I^2 \times t ; W = P \times t \quad (1.3)$$

Donde:

W = Energía en julios. [J]

t = Tiempo en segundos. [t]

2.1.2.4 Capacidad eléctrica:

La fórmula de Capacidad Eléctrica se representa en la ecuación (1.4):

$$C = \frac{Q}{U} \quad (1.4)$$

Donde:

C = Capacidad en faradios. [F]

Q = Cantidad de electricidad en culombios. [C]

U = Tensión en voltios. [V]

2.1.2.5 Reactancia inductiva:

La fórmula de Reactancia Inductiva se representa en la ecuación (1.5):

$$X_L = 2\pi \times f \times l \quad (1.5)$$

Donde:

X_L = Reactancia en ohmios. [Ω]

f = Frecuencia en hercios. [Hz]

L = Capacidad en faradios. [f]

2.1.2.6 Reactancia capacitiva:

La fórmula de Reactancia Capacitiva se representa en la ecuación (1.6):

$$X_c = \frac{1}{2\pi \times f \times l} \quad (1.6)$$

Donde:

X_c = Reactancia en ohmios. [Ω]

f = Frecuencia en hercios. [Hz]

L = Capacidad en faradios. [f]

2.2.2.7 Reactancia inductiva del motor:

La fórmula de Reactancia Inductiva se representa en la ecuación (1.7):

$$n = \frac{60 \times f}{f} \quad (1.7)$$

Donde:

n = Número de revoluciones por minuto. [r.p.m]

f = Frecuencia de la red en hercios. [Hz]

p = Numero de pares de polos del motor. [$1p=N+S$]

2.1.2.8 Intensidades de corriente para motores:

La fórmula en monofásica inductiva se representa en la ecuación (1.8):

$$I = \frac{p}{U \times \cos \varphi \times n} \quad (1.8)$$

La fórmula en trifásica inductiva se representa en la ecuación (1.9):

$$I = \frac{p}{\sqrt{3} U \times \cos \varphi \times n} \quad (1.9)$$

La fórmula en trifásica inductiva se representa en la ecuación (1.10):

$$I = \frac{p}{U \times n} \quad (1.10)$$

Donde:

I = Intensidad en amperios. [A]

U = Tensión en voltios. [V]

P = Potencia del motor en vatios. [W]

n = Rendimiento del motor.

$\cos \varphi$ = Factor de Potencia.

2.1.2.9 Factor de potencia:

La fórmula del factor de potencia se representa en la ecuación (1.11):

$$\cos \varphi = \frac{P}{P_z} \quad (1.11)$$

Donde:

P = Potencia activa.

P_z = Potencia aparente. [V]

2.1.2.10 Rendimiento:

La fórmula del Rendimiento se representa en la ecuación (1.12):

$$\cos \varphi = \frac{P_u}{P_a} \quad (1.12)$$

Donde:

n = En %.

P_u = Potencia útil.

P_a = Potencia absorbida.

2.1.2.11 Fase y ángulo de fase:

a) Fase: "Se llama fase a cada una de las posiciones que ocupa un punto móvil en una trayectoria" (Roldán, 2005, p.18).

b) Angulo de Fase: "Se llama ángulo de fase al ángulo determinado por un punto móvil respecto al punto de partida ($\alpha=\omega xt$)" (Roldán,2005, p.18).

2.1.3 Magnitudes y unidades más utilizadas: basándonos en la aplicación y uso de motores y máquinas en general.

2.1.3.1 Fuerza:

La fórmula de la fuerza se representa en la ecuación (1.13):

$$F = m \times a \quad (1.13)$$

Donde:

F = Fuerza en Newton. [N]

m = Masa en kg.

a = Aceleración en m/s^2 .

2.1.3.2 Peso: “El peso de un cuerpo es la fuerza que aplicada a la masa le comunica una aceleración en la caída libre igual a la de la gravedad” (Roldán,2005, p.20).

$$G = 9,81 \text{ m/s}^2 \quad (1.14)$$

2.1.3.3 Par:

La fórmula del Par de una fuerza se representa en la ecuación (1.15):

$$M = F \times r ; M = \frac{9.550 \times P}{n} \quad (1.15)$$

Donde:

M = Par. [Nm]

$m =$ Fuerza. [N]

$r =$ Radio en m.

$P =$ Potencia. [KW]

$n =$ Velocidad en r.p.m.

2.1.3.4 Potencia: “Potencia es la cantidad de trabajo realizada por unidad de tiempo” (Roldán,2005, p.20).

La fórmula de la Potencia se representa en la ecuación (1.16):

$$P = M \times \omega ; P = \frac{M \times n}{9.550} \quad (1.16)$$

Donde:

$M =$ Par. [Nm]

$\omega =$ Velocidad angular. [rad/s]

$P =$ Potencia. [KW]

$n =$ Velocidad en r.p.m.

2.1.3.5 Momento de inercia de una masa que gira alrededor de un eje:

La fórmula de la Masa puntual se representa en la ecuación (1.17):

$$J = M \times R^2 \quad (1.17)$$

La fórmula del Cilindro lleno que gira alrededor de su propio eje se representa en la ecuación (1.18):

$$J = \frac{M \times R^2}{2} \quad (1.18)$$

La fórmula del Cilindro hueco que gira alrededor de su propio eje se representa en la ecuación (1.19):

$$J = \frac{M \times (r_1^2 + r_2^2)}{2} + \quad (1.19)$$

Donde:

J = Momento. [Kgm^2]

M = Par. [Nm]

r = Radio en m.

2.1.3.6 Tiempo de aceleración o desaceleración:

La fórmula de la fuerza se representa en la ecuación (1.20):

$$t = \frac{J \times \omega}{M_a} \quad (1.20)$$

Donde:

t = Tiempo. [s]

J = Momento de inercia. [Kgm^2]

a = Aceleración en m/s^2 .

ω = Velocidad angular. [rad/s]

M_a = Par de aceleración o desaceleración en Nm.

2.1.3.7 Reducción de velocidad (i) en una transmisión:

La fórmula de la Reducción de velocidad (i) en una transmisión se representa en la ecuación (1.21):

$$i = \frac{n_e}{n_s} \quad (1.21)$$

Donde:

i = Relación, valor numérico sin unidad.

n_e = Velocidad a la entrada, en r.p.m.

n_s = Velocidad a la salida, en r.p.m.

2.2. Desarrollo de ingeniería:

Actualmente lo que diferencia a las grandes industrias de las pequeñas es el uso correcto de sus recursos para poder ofrecer productos de calidad en grandes masas.

La automatización de la producción hace además que la calidad dependa cada vez menos de las habilidades artesanales y de la experiencia de los operarios no especializados, por los que las empresas que instalan factorías en esos países alcanzan rápidamente niveles aceptables de calidad en sus productos (...) En la actualidad, El mejor valor añadido que uno puede agregar a su empresa es el de la posesión, creación y aplicación de tecnología avanzada, que se basa en una buena investigación y generando ingeniería. (Avilés, 2005, p.4)

Además, para el correcto diseño de una máquina, que cumpla con los estándares de calidad se tiene que realizar una serie de análisis mecánicos sobre subsistemas y componentes tanto en las primeras fases como después de culminar el diseño.

2.2.1 Máquinas de corte cartesiano:

Cuando hacemos alusión a una maquina de corte cartesiano debemos tener en cuenta que contamos con un diagrama cartesiano, cual consta en dividir el plano en cuatro partes llamadas cuadrantes mediante dos rectas perpendiculares entre sí (horizontal y vertical respectivamente). Dichas rectas se cortan en un punto que recibe el nombre de origen de coordenadas, entonces, se consideran cortes rectos respecto a los ejes con los que se cuente; en este caso XYZ.

2.2.2 Proceso de enchapado de mayólicas:

Se refiere al proceso de colocación de las mayólicas sobre una superficie, esta puede ser piso o pared dependiendo de la aplicación que se requiera.

2.2.3 Lenguaje de programación:

El lenguaje de programación sirve para escribir diversos programas para diferentes aplicaciones, esto permite a comunicación usuario vs máquina (Marcelo, 2014, p. 18).

Hay 3 tipos de lenguajes de programación:

- Lenguaje de máquina.
- Lenguaje de bajo nivel.
- Lenguaje de alto nivel.

2.2.3.1 Ciclo de vida de un software:

Todas las creaciones y construcciones de los diferentes softwares que existen por más pequeño que sea ha tenido un proceso con etapas como se muestra en la Figura 2.



Figura 2. Ciclo de Vida de un Software
Elaboración propia desarrollada en Visio

2.2.3.2 Algoritmo:

“Procedimiento el cual se encarga de resolver un problema computacional siguiendo varios pasos precisos definidos y finitos” (Marcelo, 2014, p.20).

La solución de un algoritmo debe contar con tres partes fundamentales, las cuales se puede observar en la figura 2-15.



Figura 3. Partes de un algoritmo
Elaboración propia desarrollada en Visio

2.2.3.3 Herramientas de un algoritmo:

A) Diagrama de flujo: “Se representa de forma gráfica utilizando símbolos normalizados por ANSI, los cuales expresan instrucciones de forma sucesiva los cuales se deben seguir con el fin de dar solución al problema” (Marcelo, 2014, p. 21).

Estas representaciones gráficas las podemos observar en la Figura 4.

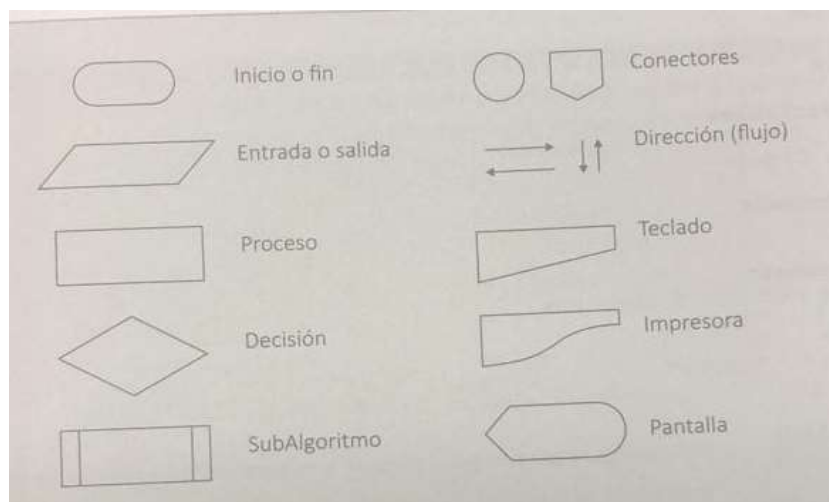


Figura 4. Representación gráfica de diagrama de flujo

Fuente: (Marcelo, 2014, p. 21)

B) Pseudocódigo: Permite que se exprese una serie de instrucciones en un lenguaje común (cualquier idioma), con el fin de hacer fácil la lectura de la resolución del programa (Marcelo, 2014, p.22).

2.2.4 Características y parámetros del producto:

El presente proyecto se basa en la realización de una máquina de corte cartesiano de mayólicas por fresa para pisos de edificios residenciales, las mayólicas deben ser rectangulares y de hasta 60 cm por lado como máximo.



Figura 5. Mayólica

Elaboración propia desarrollada en Visio

CAPITULO 3

DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

En el presente capítulo se determinará el diseño y la automatización de una máquina de corte cartesiano de mayólicas para el proceso de enchapado de pisos de edificios residenciales, se tomará como base la mejor solución, la distribución de cálculos será por etapas de diseño:

3.1 Distribucion por etapas

En la Figura 6 se describe las funciones para las etapas de uso y funcionamiento de la máquina.

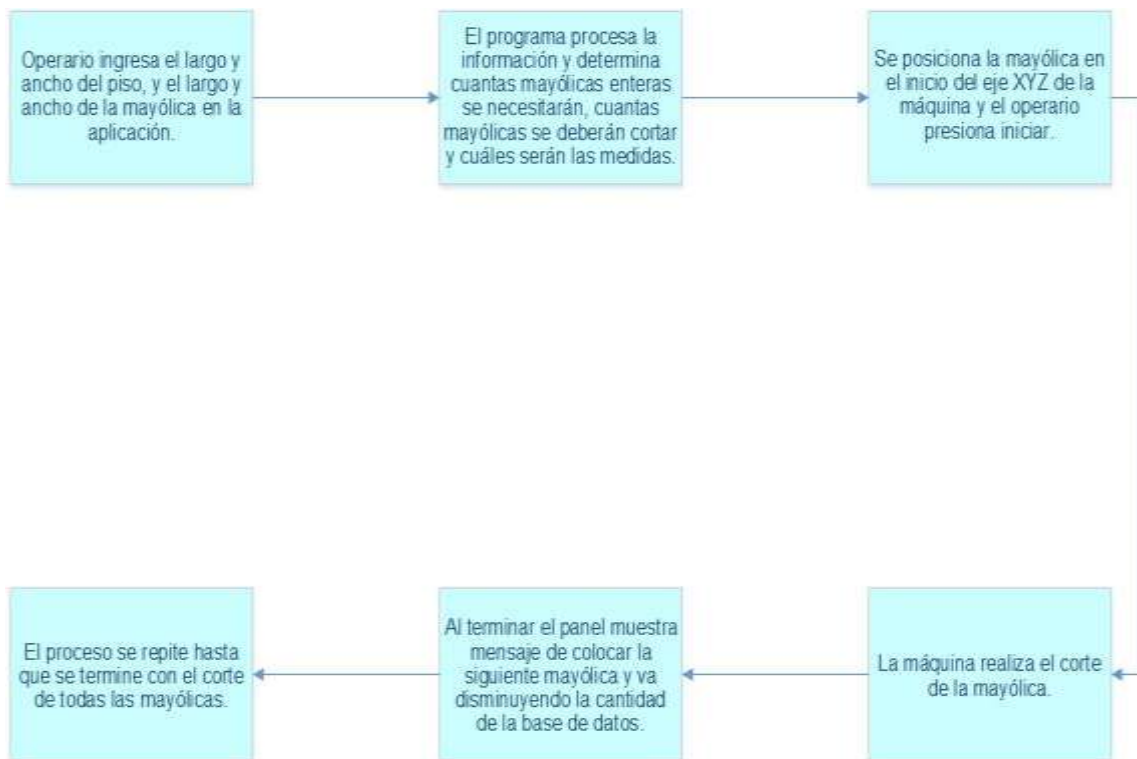


Figura 6. Etapas del funcionamiento de la máquina
Elaboración propia desarrollada en Visio

En la Figura 7 se describe las funciones para las etapas de: Posicionar la mayólica / ingresar datos, calcular, enviar datos / mover ejes, cortar. Para realizar el proyecto ordenaremos las funciones por etapas.

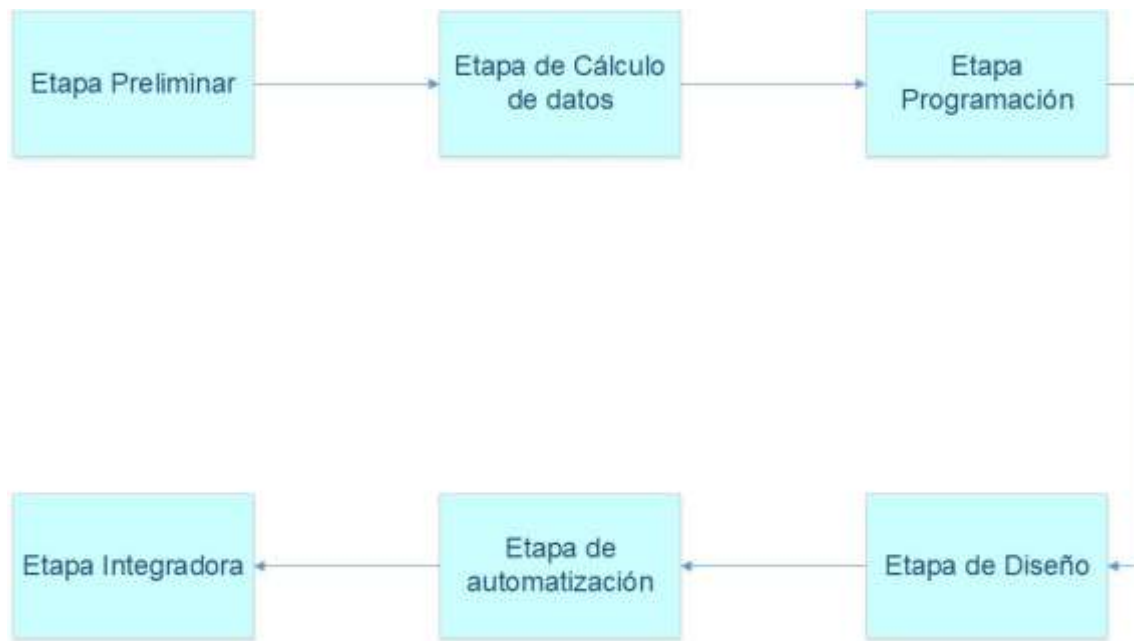


Figura 7. Etapas del proceso
Elaboración propia desarrollada en Visio

3.2 Preliminar:

El área de acabados de los edificios residenciales es fundamental para dar por terminada la obra y para el aspecto final que este tendrá, lo que influye directamente en la venta de los departamentos a los usuarios. En el presente proyecto me estoy enfocando en el corte de las mayólicas para el proceso de enchapado de pisos de edificios residenciales, el cual se hace actualmente de manera manual por los obreros, realizando ellos los cálculos de corte y cantidad que se necesita por cada habitación de

forma empírica. Partiendo de esta necesidad que aumenta los tiempos de entrega de proyecto y por el cual no hay un correcto manejo de recursos.

3.2.1 Lista de exigencias:

En la Tabla 4 se llenará la lista de exigencias con el cliente quien pondrá sus condiciones.

Tabla 4.

Lista de exigencias resumida, ver Anexo C

LISTA DE EXIGENCIA	
CLIENTE: UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL PERU	
DENOMINACION	DESCRIPCION
Función Principal	Diseñar y automatizar la máquina de corte cartesiano para mayólicas en el proceso de enchapado de pisos de edificios residenciales.
Seguridad	(Decreto Supremo N° 009-2005-TR, Resolución Ministerial N° 375-2008TR): Promueve condiciones de trabajo dignas que garantizan un estado de vida saludable, física, mental y social.
Electricidad	Eléctrica 220 VCC Monofasica.
Ergonomía	El diseño considera las normas ISO 11228 criterios y factores de riesgo ergonómico y de valoración de la actividad física. Los sistemas de mando de la maquina se encontrarán a una altura de 1,2m. Muestra de datos en una interfaz gráfica en una Tablet conectada a internet para un fácil manejo y comodidad. Se empleará un sistema para evitar posibles ruidos cuya intensidad afecten a la salud del operador. La posición de los dispositivos de control de la maquina permitirá el fácil alcance del operario.

Elaboración propia

3.2.2 Determinación de la estructura de funciones

Abstracción de la Máquina de corte cartesiano:

Para determinar la estructura de funciones de la máquina de corte cartesiano de mayólicas, como observamos en la Figura 2-18, debemos definir a detalle las magnitudes de las entradas y salidas del sistema en forma de una caja negra.

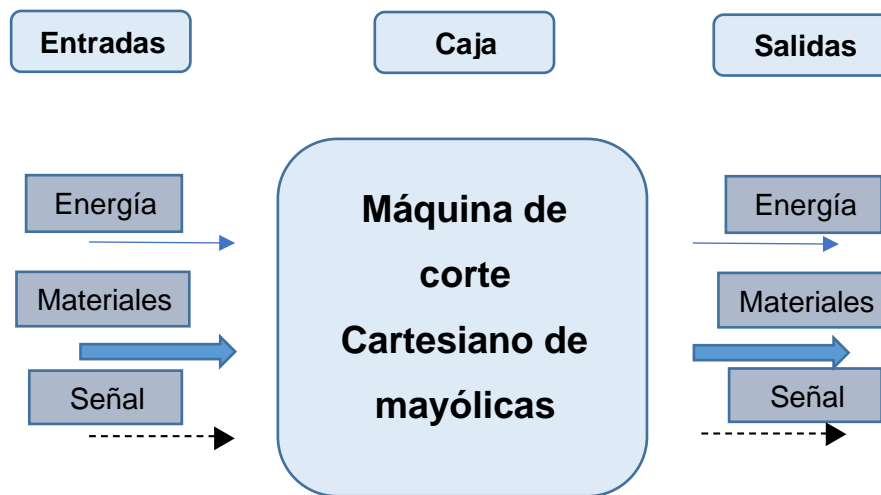


Figura 8. Caja negra

Elaboración propia desarrollada en Visio

ENTRADAS:

Señales:

- Señal de encendido de la máquina.
- Medidas ingresadas por el operario en la app.

Energía:

- Energía eléctrica para accionar y alimentar las partes mecánicas de la máquina y del controlador.

- Energía mecánica para el movimiento de los ejes de corte.
- Energía humana y/o mecánica, para colocar las mayólicas
- Energía humana para encender la máquina.

Materia:

- Mayólicas que tendrán como medidas máximas 60 cm por lado.

SALIDAS:

Señales:

- Señal visual indicando que puede colocar la mayólica.
- Señal sonora o visual de que la máquina terminó su trabajo.
- Señal sonora o visual de que la máquina se ha apagado.
- Señal sonora donde se la fresa.
- Señal visualizadora del estado del proceso.

Energía:

- Energía como sonora, térmica y luminosa.

Materia:

- Mayólica con las medidas requeridas.

MECANICO-ELECTRICO

A continuación, se detallará el proceso técnico mecánico - eléctrico que se tiene con sus principales fases:

I. Preparación

- a. Las mayólicas son colocadas por el operario en el eje de inicio una a una para poder dar inicio.
- b. Se ingresan los 4 datos solicitados tales como ancho y largo de la mayólica y habitación en la aplicación.

II. Ejecución

- a. Con los datos ingresados en la aplicación se procede el software calcula los datos necesarios para el corte de las mayolicas.
- b. Con estos datos la maquina realiza los cortes necesarios.
- c. Se activa cuando la mayólica se encuentra en la posición adecuada y el operario da start.
- d. El operario debe dar start cada vez que pone una nueva mayólica.
- e. El operario puede detener la maquina en cualquier momento con la parada de emergencia.
- f. El operario presionando start puede reiniciar el proceso, no contando las mayólicas ya cortadas.

III. Control

- a. Encender la máquina para iniciar el proceso.

- b. Realizar los cálculos para los cortes de mayólicas.
- c. Contabilidad de las mayólicas ya cortadas y de las que faltan cortar.
- d. Control de parada de emergencia.

IV. Fase final

- a. Entregar mayólica ya cortada con las medidas requeridas.

ELECTRONICO

A continuación, detallaremos el proceso técnico electrónico con las principales fases:

I. Preparación

- a. Realizar la instrumentación de los componentes.
- b. Hacer pruebas previas de potencia en el sistema eléctrico y neumático.
- c. Programar el arduino y aplicación.

II. Ejecución

- a. Emitir señal al sistema de control.
- b. Adquirir señal de cantidad de mayólicas ya cortadas.

III. Control

- a. Verificar información recibida.

- b. Control de velocidad de la fresa punta diamante.

IV. Fase final

- a. Convertir señal de código a pulsos eléctricos.
- b. Enviar señal hacia la aplicación vía bluetooth.

CONTROL

A continuación, detallaremos el proceso técnico de control con las principales fases:

I. Preparación

- a. Hacer pruebas previas al tipo de formato de mayólicas que se utilizaran.
- b. Hacer prueba a los sensores y actuadores en la máquina.

II. Ejecución

- a. Ingresar en a la aplicación los datos solicitados de la mayólica y habitación.
- b. Verificar información recibida.

III. Control

- A. Identificar datos de los sensores.
- B. Enviar información a la aplicación.
- C. Detectar errores de los sensores.

IV. Fase final

A. Elegir una solución para la acción a realizar

3.2.3 Conceptos de solución:

Antes de poder decidir cual es el diseño que se debe emplear segun los requerimientos y las caracterisiticas que se quiere obtener se debe encontrar los diferentes posibles conceptos de solución, para lograr esto se tiene que tener una visión global de diseño de ingeniería, para ello se realiza una matriz morfológica, el cual presenta diferentes posibles soluciones para cada función, de esa forma se obtiene el concepto solución para el maquina y su automatización. Para el Diseño de corte cartesiano para mayolicas en el proceso de enchapados lo subdividiremos en 6 funciones parciales:

**a. COLOCAR
MAYOLICA
EN POSICIÓN
INICIAL** : Función que cumple el operario.

**b. INGRESAR
DATOS
SOLICITADOS
POR LA
PANTALLA** : Función que cumple el operario.

**c. PROCESAR
DATOS Y
MOSTRAR
RESULTADOS** : Procesado por el Arduino y mostrados en la pantalla.

d. PRESIONAR BOTON DE INICIAR PROCESO DE CORTE : Función que cumple el operario.

e. PROCESO DE CORTE : Movimiento de los ejes y corte realizado por fresa.

f. RETIRAR MAYOLICA Y COLOCAR LA SIGUIENTE MAYOLICA Y DAR CONTINUAR : Función que cumple el operario.

3.2.4 Puntos de orientación:

Para construir el proyecto es necesario determinar los puntos principales de orientación para la elaboración y la forma, se debe seguir las reglas básicas para obtener buenos resultados:

Claridad: Uso adecuado de los conocimientos de física y tecnológica tales como; electricidad, eléctrica de control, dinámica, mecánica de materiales, software, etc.

Limpieza: Concepto fabricación y montaje simple, de bajo costo de operación y mantenimiento.

Seguridad: Para las personas, máquinas y medio ambiente, seguridad de funcionamiento, ante sobrecargas, al realizar mantenimientos

3.3 Cálculo de datos:

3.3.1 Declaración de variables a usarse:

3.3.1.1 Variables de entrada de la mayólica:

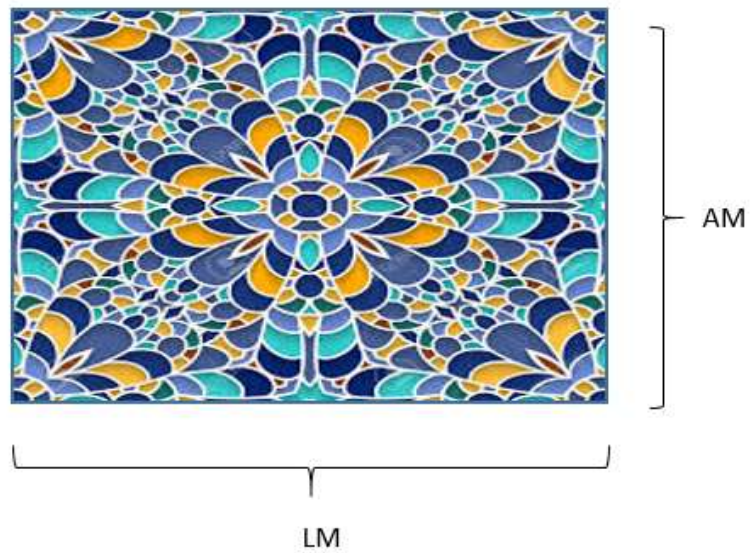


Figura 9. Mayólica con lados
Elaboración propia desarrollada en Visio

3.3.1.2 Variables de entrada de la habitación:

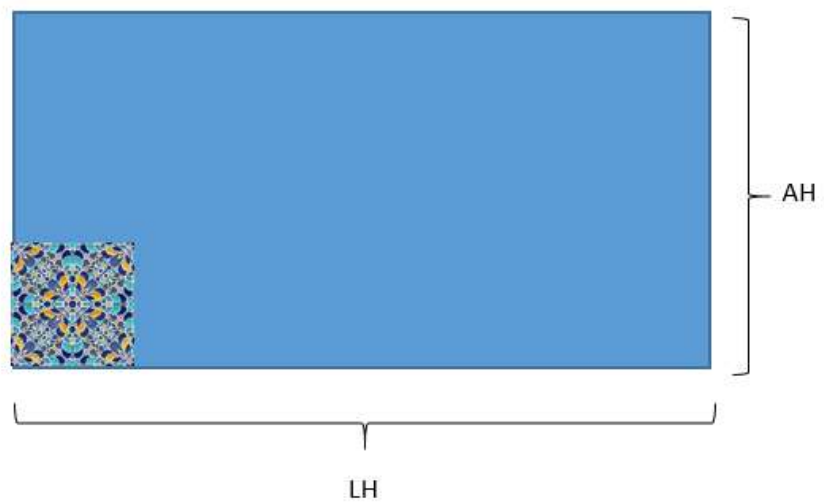


Figura 10. Piso de habitación con mayólica
Elaboración propia desarrollada en Visio

3.3.1.3 Variables de cálculos:

AM= Ancho de mayólica.

LM= Largo de mayólica.

AH= Ancho de habitación.

LH= Largo de habitación.

CMEL= Cantidad de mayólicas enteras largo.

DL= Decimales largo.

A= Primera división

CMEA= Cantidad de mayólicas enteras ancho.

DA= Decimales ancho.

B= Segunda división

CTE= Cantidad Total de mayólicas enteras.

CLE= Cortes excedente largo.

ML1= Medida de corte largo 1.

MA1= Medida de corte ancho 1.

CAE= Corte excedente largo.

ML2= Medida de corte largo 2.

MA2= Medida de corte ancho 2.

CS= Cantidad sobrante.

LS= Medida de largo sobrante.

AS= Medida de ancho sobrante.

3.3.2 Cálculos para la determinación de cantidad de cortes y medidas:

$$\frac{LH}{LM} = A$$

CMEL= Cantidad de mayólicas enteras largo.

DL= Decimales Largo.

$$DL = LM(A - CMEL)$$

$$\frac{AH}{AM} = B$$

CMEA= Cantidad de mayólicas enteras ancho.

DA= Decimales Ancho.

$$DA = AM(B - CMEA)$$

CTE= Cantidad Total de mayólicas enteras.

$$CMEL \times CMEA = CTE$$

CLE= Cortes Excedente Largo.

$$CLE = CMEA$$

Medidas de mayólicas tipo largo:

$$ML1 = DL$$

$$MA1 = AM$$

CAE= Cortes Excedente Ancho.

$$CAE = CMEL$$

Medidas de mayólicas tipo ancho:

$$ML2 = LM$$

$$MA2 = DA$$

Sobrante:

CS= Cantidad sobrante.

$$CS = 1$$

Medidas de mayólica sobrante:

$$LS = DL$$

$$AS = DA$$

3.4 Programación:

3.4.1 Arduino:

Se realizó la automatización de la maquina con Arduino Mega 2560 para tener una mayor cantidad de entradas y salidas, y contar con ellas en la realización del proceso, en la siguiente figura se observa las partes de este arduino.

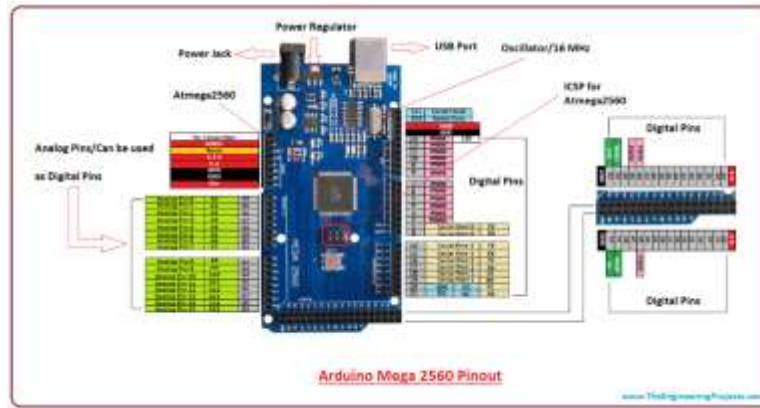
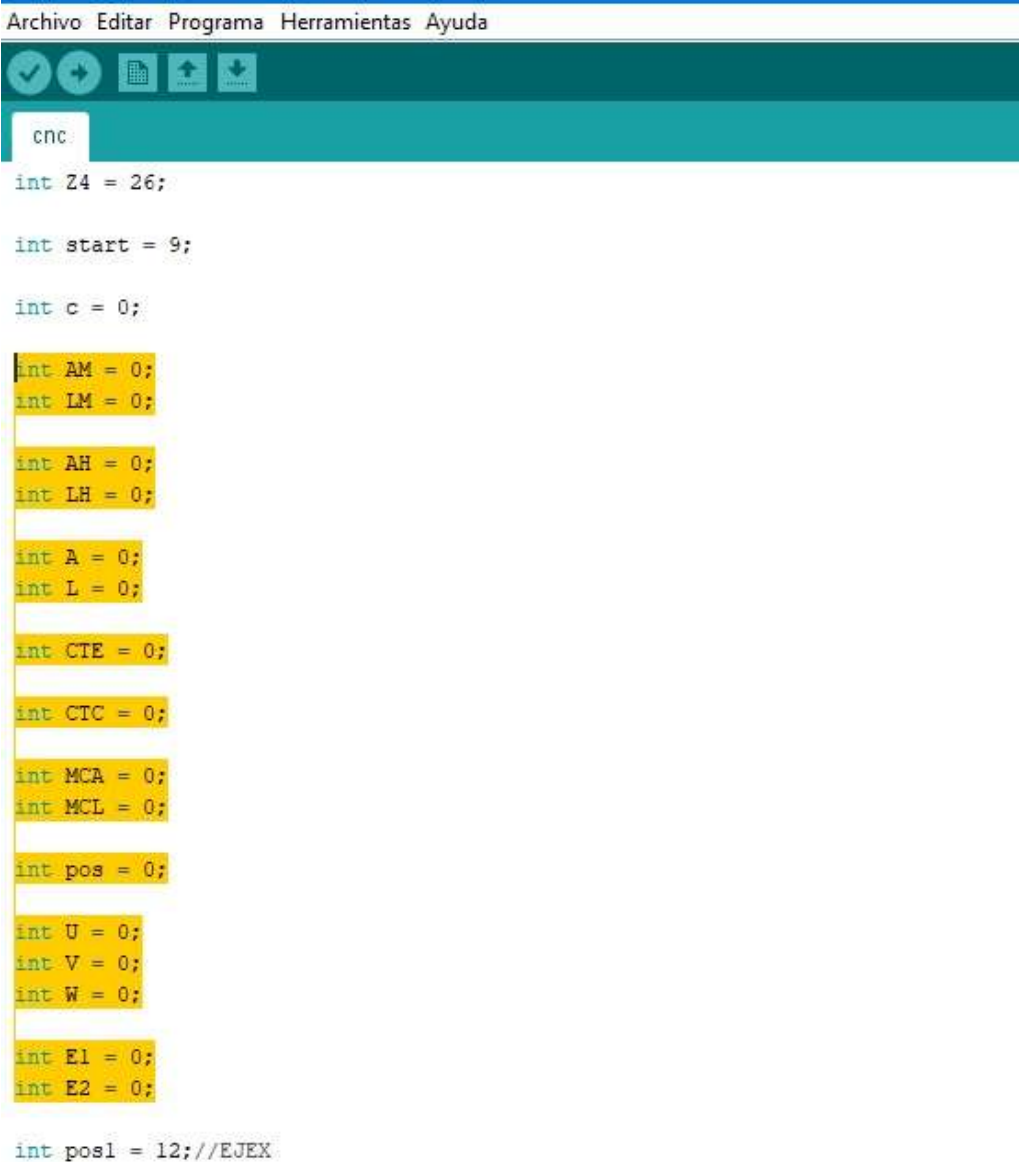


Figura 11. Arduino Mega 2560

Fuente: <https://www.theengineeringprojects.com/2018/06/introduction-to-arduino-mega-2560.html>

3.4.2 Calculo de datos en el software arduino:

Ingresando las variables ya declaradas e inicializándolas:



```
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
cnc
int Z4 = 26;

int start = 9;

int c = 0;

int AM = 0;
int LM = 0;

int AH = 0;
int LH = 0;

int A = 0;
int L = 0;

int CTE = 0;

int CTC = 0;

int MCA = 0;
int MCL = 0;

int pos = 0;

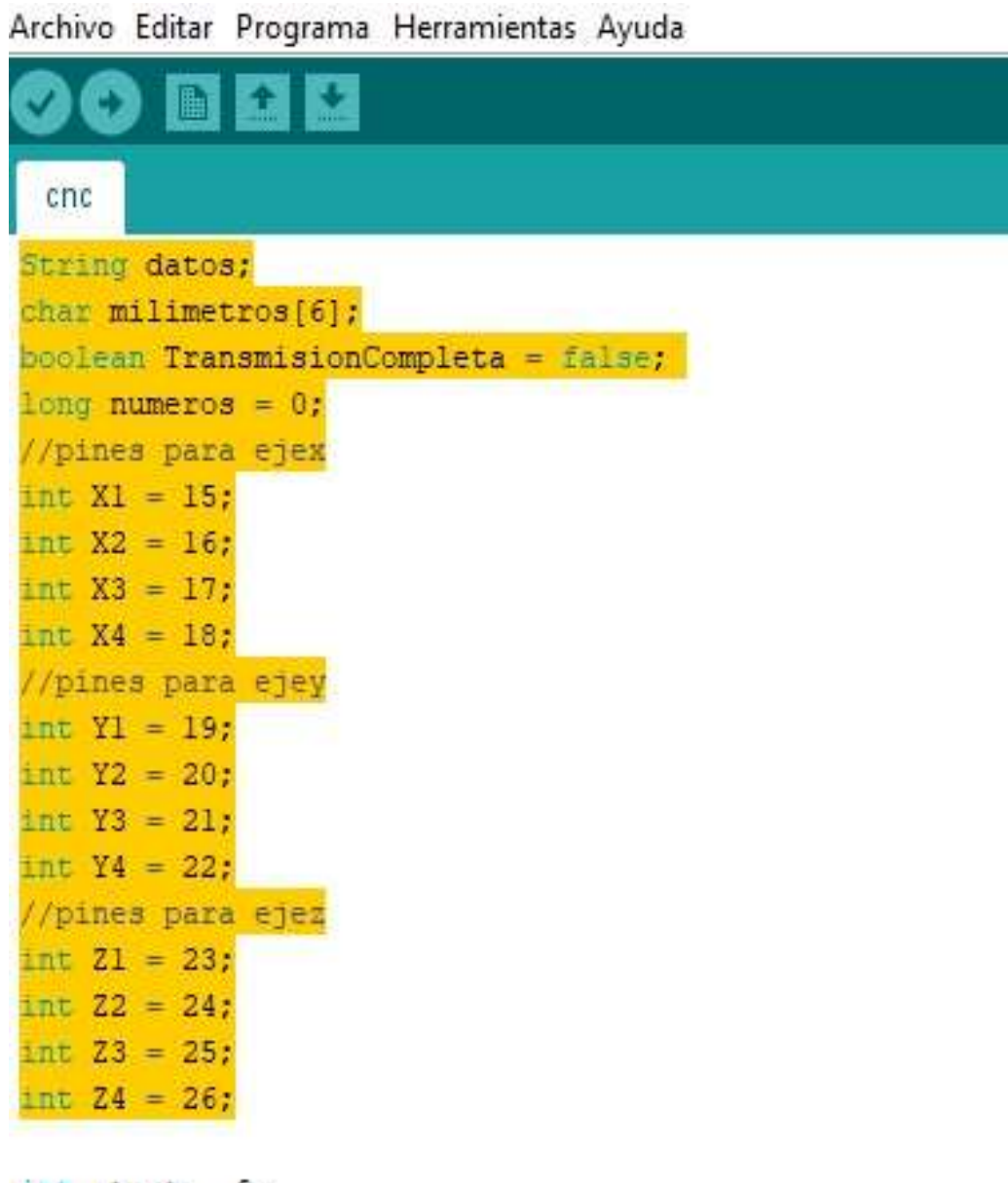
int U = 0;
int V = 0;
int W = 0;

int E1 = 0;
int E2 = 0;

int pos1 = 12;//EJEX
```

Figura 12. Inicialización de variables
Elaboración propia desarrollada en Arduino

Se determina que se trabajara en milímetros y se la da posiciones de avance a los ejes X, Y, Z:



```
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
cnc
String datos;
char milimetros[6];
boolean TransmisionCompleta = false;
long numeros = 0;
//pines para ejex
int X1 = 15;
int X2 = 16;
int X3 = 17;
int X4 = 18;
//pines para ejeY
int Y1 = 19;
int Y2 = 20;
int Y3 = 21;
int Y4 = 22;
//pines para ejeZ
int Z1 = 23;
int Z2 = 24;
int Z3 = 25;
int Z4 = 26;
```

Figura 13. Medidas de la maquina
Elaboración propia desarrollada en Arduino

Se hace la conexión via bluetooth del software con la maquina:

```
int pos1 = 12; //EJE X  
int pos2 = 11; //EJE Y  
int pos3 = 10; //EJE Z  
  
void setup() {  
  Serial1.begin(9600);  
  
  datos.reserve(200);  
  
  pinMode(start, INPUT);  
  
  pinMode(pos1, INPUT);  
  pinMode(pos2, INPUT);  
}
```

Figura 14. Conexión bluetooth
Elaboración propia desarrollada en Arduino

Se declara las entradas y salidas con los pines que utilizaran de los ejes X, Y, Z.


```

cnc
int pos3 = 10;//EJEZ

void setup() {
  Serial1.begin(9600);

  datos.reserve(200);

  pinMode(start, INPUT);

  pinMode(pos1, INPUT);
  pinMode(pos2, INPUT);
  pinMode(pos3, INPUT);

  pinMode(X1, OUTPUT);//EJEX ANCHO
  pinMode(X2, OUTPUT);
  pinMode(X3, OUTPUT);
  pinMode(X4, OUTPUT);

  pinMode(Y1, OUTPUT);//EJEY LARGO
  pinMode(Y2, OUTPUT);
  pinMode(Y3, OUTPUT);
  pinMode(Y4, OUTPUT);

  pinMode(Z1, OUTPUT);//EJEZ ALTO
  pinMode(Z2, OUTPUT);
  pinMode(Z3, OUTPUT);
  pinMode(Z4, OUTPUT);

  estado1();//mandar cabezal al estado inicial
}

void loop() {
  if (TransmisionCompleta) {
    datos.write("G00 G90 X0 Y0 Z0");
  }
}

```

Figura 15. Entradas y salidas con sus pines
Elaboración propia desarrollada en Arduino

Cada vez que se dé inicio al corte de una nueva mayólica se debe mandar el cabezal al eje inicial:

```

pinMode (Z1, OUTPUT); //EJEZ ALTO
pinMode (Z2, OUTPUT);
pinMode (Z3, OUTPUT);
pinMode (Z4, OUTPUT);

estadol(); //mandar cabezal al estado inicial
}

void loop() {
  if (TransmisionCompleta) {
    datos.toCharArray(milimetros,6);
    numeros = atoi(milimetros);
    if(c == 0){ //primera trama de datos
      AH = numeros/1000;

```

Figura 16. Cabezal estado inicial
Elaboración propia desarrollada en Arduino

Se realizan las operaciones de cálculos necesarios para obtener las medidas de corte con los datos ingresados por el operario:

```

estadol(); //mandar cabezal al estado inicial
}

void loop() {
  if (TransmisionCompleta) {
    datos.toCharArray(milimetros,6);
    numeros = atoi(milimetros);
    if(c == 0){ //primera trama de datos
      AH = numeros/1000;
      LH = numeros%1000;
      c = 1;
      datos = ""; //Limpiar el String
      TransmisionCompleta = false; //Limpiar la bandera
    }
    if(c == 1){ //segunda trama de datos
      AM = numeros/1000;
      LM = numeros%1000;
      A = AH/AM;
      L = LH/LM;
      CTE = A*L;
      CTC = A+L+1;
      MCA = AH%AM;
      MCL = LH%LM;

      Serial1.println(CTE);

```

Figura 17. Cálculos de corte
Elaboración propia desarrollada en Arduino

Determina la altura de corte del eje Z:

```
    }  
  
    for (pos = 0; pos <= A; pos += 1) { //repetir a veces los cortes para la parte an  
    Serial.println('s');  
    if (digitalRead(start) == HIGH) {  
        while (true) {  
            for (W = 0; W <= 20; W += 1) { //repetir 20 veces para que la fresa baje de milim  
  
                digitalWrite(Z1, LOW);  
                digitalWrite(Z2, LOW);  
                digitalWrite(Z3, HIGH);  
                digitalWrite(Z4, LOW);  
  
                delay(50);  
  
                digitalWrite(Z1, LOW);  
                digitalWrite(Z2, HIGH);  
                .....  
                .....  
            }  
        }  
    }  
}
```

Figura 18. Profundidad de corte del eje Z
Elaboración propia desarrollada en Arduino

Se sube el cabezal para otro corte de mayólica:

```
delay(50);  
  
    }  
    E1 = 1;  
  
    }  
    }  
    for (W = 20; W >= 0; W -= 1) { //subir la cabezal para otro corte  
  
        digitalWrite(Z1, HIGH);  
        digitalWrite(Z2, LOW);  
        digitalWrite(Z3, LOW);  
        digitalWrite(Z4, LOW);  
  
        delay(50);  
  
        digitalWrite(Z1, LOW);  
        digitalWrite(Z2, HIGH);  
        .....  
        .....  
    }  
}
```

Figura 19. Subir cabezal para otro corte
Elaboración propia desarrollada en Arduino

3.5 Diseño:

Realizado los requerimientos hechos por la empresa sobre la función que debe cumplir la máquina, a continuación, se describe las partes que forman el diseño de la máquina cortadora de mayólicas. Esta máquina consta de 3 ejes los cuales generan el movimiento necesario para el correcto corte de la mayólica según las medidas calculadas con los datos ofrecidos por el operario, estos 3 ejes son "X", "Y" y "Z" que trabajando conjuntamente son el sistema de deslizamiento lineal. Uno de los sistemas que tiene la máquina también es de sujetar y mantener firme la mayólica para que esta no se mueva durante el corte que se realizará y por último también cuenta con un sistema que se encargara de sujetar la máquina de corte que en este caso será una fresa. En total se tendría 4 sistemas.

Los requerimientos y especificaciones indicadas en el capítulo anterior se deben cumplir en el presente capítulo para de esta forma poder garantizar la viabilidad de la máquina.

3.5.1 Ejes:

Los ejes son importantes para poder movilizar la herramienta de corte de forma tridimensional lo cual es necesario para un mejor acabado y una mayor precisión de corte.

3.5.1.1 Eje y:

El eje Y, se encarga del movimiento longitudinal. El cual hace el recorrido más largo, ya que se encarga de trasladarse por toda la mayólica. Este es el eje fundamental y más importante porque los otros dos ejes se posicionan sobre él. En nuestras especificaciones se indica que se puede cortar una mayólica de hasta 60 cm de

largo y ancho como máximo, lo que hace que sea un eje largo y al ser largo es más sencillo que pueda desalinearse, si este eje se desalineará, al ser el eje principal haría que los otros ejes tampoco estén alienados. Esto lo podríamos corregir fácilmente ya que está controlado por una aplicación la cual nos indicará cual es la posición correcta para el funcionamiento de la máquina. Los sistemas que se seleccionaron para el libre traslado del mecanismo, esto se logró a través de guías también conocidas como ejes de rodamientos lineales.

El primer sistema está formado por un rodamiento de transmisión lineal y el segundo sistema está conformado por rodamientos lineales de bolas, que vendrían a ser las guías deslizantes.



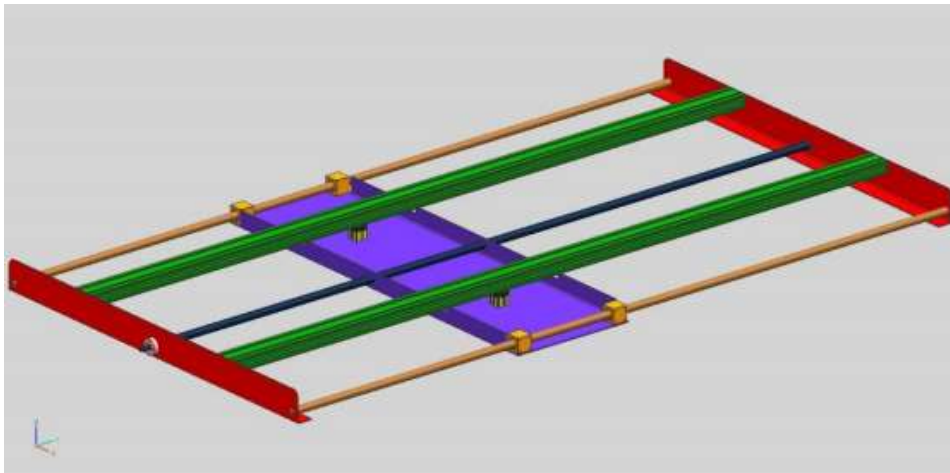
Figura 20. Rodamiento Lineal

Fuente: <https://www.logismarket.es/ic/rodamientos-feyc-catalogo-gama-feyc-movimiento-lineal-651185.pdf>



Figura 21. Husillos de bolas

Fuente: <https://www.logismarket.es/ic/rodamientos-feyc-catalogo-gama-feyc-movimiento-lineal-651185.pdf>



*Figura 22. Representación eje Y con piezas que lo componen
Elaboración propia desarrollada en Solidwork*

3.5.1.2 Eje x:

El desplazamiento y comportamiento de este eje es similar al eje Y, Este sistema cuenta con acoplamiento para asegurar el traslado de la fresa y también este eje garantiza el correcto corte ya que indirectamente los esfuerzos de corte son aplicados a este eje.

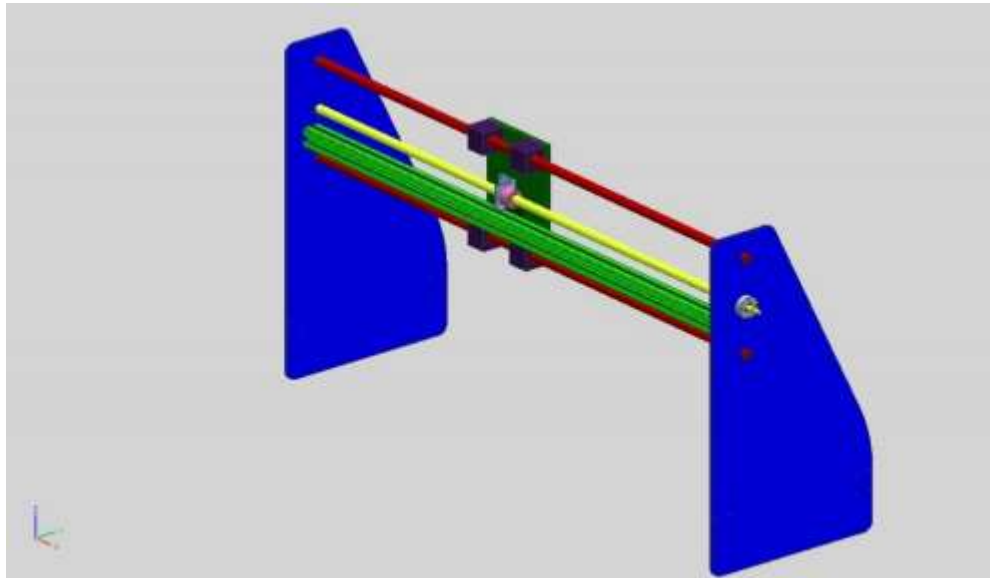


Figura 23. Representación eje X con piezas que lo componen
Elaboración propia desarrollada en Solidwork

3.5.1.3 Eje z:

El eje z es quien se encarga de trasladar la herramienta de corte que en este caso será la fresa punta diamante, Este eje da la profundidad de corte por lo que se encarga de ver el espesor de la mayólica. Los ejes Z y X están unidos por una placa de aluminio que viene a ser la placa soporte del rodamiento de X.

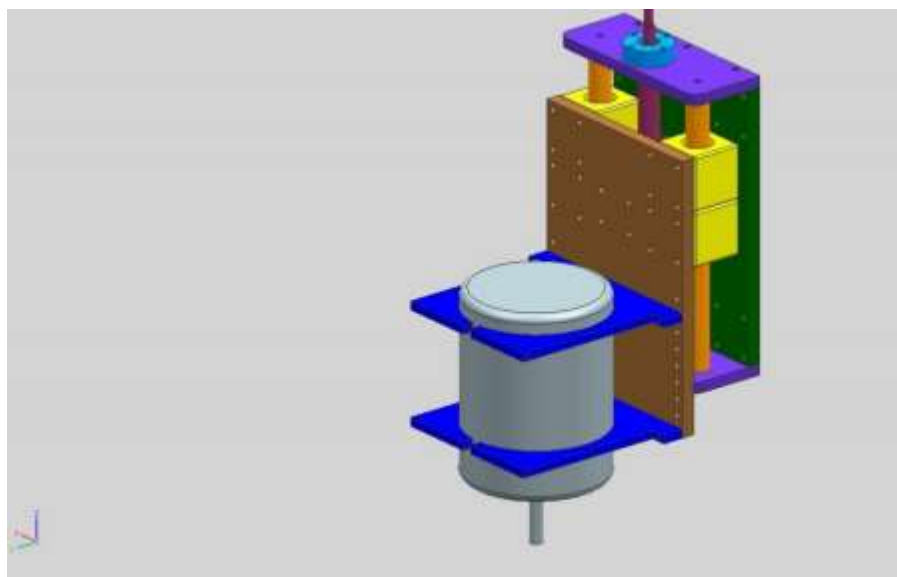


Figura 24. Representación eje Z con piezas que lo componen
Elaboración propia desarrollada en Solidwork

3.5.2 Mesa de trabajo:

La mesa de trabajo tiene como principal función la de sostener la máquina de corte y poder cumplir los estándares de ergonomía según normas ISO, su altura es de 1.20 m y su longitud de 2.4 m.

Esta mesa cuenta con 4 patas que están fabricadas en aluminio, estas mesas se encuentran reforzadas con solera de aluminio de 4 mm de espesor, estas tienen como finalidad garantizar la estabilidad de la mesa de trabajo y de la estructura en sí.

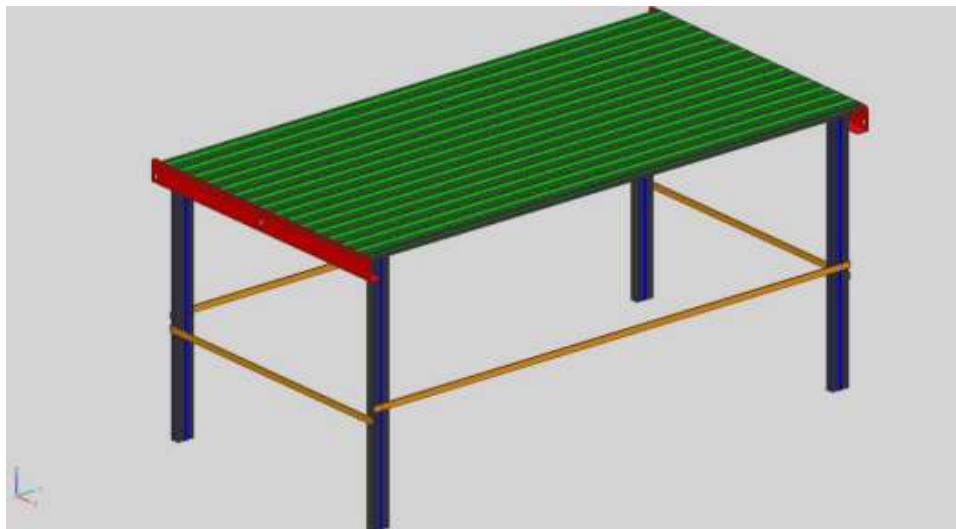


Figura 25. Representación de la mesa de trabajo
Elaboración propia desarrollada en Solidwork

3.5.3 Analisis de elementos finitos sobre los componentes estructurales:

Teniendo ya la estructura y los modelos de forma tridimensional en el software CAD y habiendo mencionado el funcionamiento de esta maquina, se describen a continuacion los dos tipos de esfuerzos que afectan a la maquina, estos son productos de la gravedad sobre la masa de los materiales y los esfuerzos debido a

las cargas que actúan sobre la herramienta al momento que esta corta la mayólica, estos esfuerzos son trasladados a los componentes de la maquina de forma indirecta. Entonces se presenta la descripción de las pruebas de funcionalidad mediante un análisis de elementos finitos que se realizaron a los diseños seleccionados.

3.5.3.1 Materiales utilizados

El prototipo final consta de 73 piezas, esto sin tomar en cuenta los componentes de ensamble, como las tuercas, tornillos, angulos de unión para los perfiles de aluminio.

En las siguientes dos tablas se muestran los tipos de materiales seleccionados para cada pieza maquinada o el elemento que forme parte de la estructura de ambos diseños con las especificaciones del fabricante.

Tabla 5

Materiales que conforman las piezas de las estructuras a analizar

MATERIAL		PIEZAS		
ALUMINIO	Placa de	Puente de	Placa de	Base
1100H14	soporte	unión	fijación de la fresa	inferior de movimiento en z
	Extremos de la cama	Placas laterales	Placa de soporte de	Base superior de

			rodamiento en eje x	movimiento en z
ALUMINIO 6063 T6	Perfiles de aluminio serie p 40x80	Perfiles de aluminio serie p 40x40		
ALUMINIO 6061 T6	Cajas para rodamientos	Cajas para rodamientos axiales		
ALUMINIO 6063 T5	Ángulos para base de los rodamientos tipo husillo			
ACERO INOXIDABLE AISI 302	Ejes circulares para rodamientos de transmision lineal	Rodamientos de transmision lineam	Ejes tipo sinfin para rodamientos tipo husillo	Rodamientos de bolas tipo husillo

Elaboración propia

Tabla 6.

Propiedades de los materiales utilizados en el diseño de las Estructura.

MATERIAL	PROPIEDADES		
	DENSIDAD $\left(\frac{Kg}{m^3}\right)$	MODULO DE ELASTICIDAD (GP)	COEFICIENTE DE POISSON
ALUMINIO 1100H14	2714.47	69.64	0.36
ALUMINIO 6063 T6	2700	68.9	0.33
ALUMINIO 6061 T6	2700	68.9	0.33
ALUMINIO 6063 T5	2700	68.9	0.33
ACERO INOXIDABLE AISI 302	7908.3	193.05	0.3

Elaboración propia

3.5.3.2 Posicionamiento y uniones de la estructura:

Pieza A y eje horizontal B

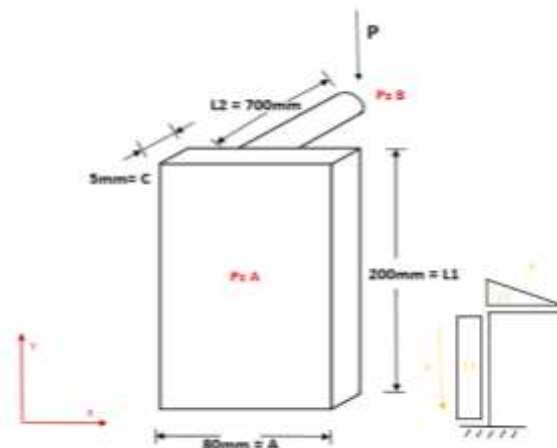


Figura 26. Representación pieza A y eje horizontal B

Elaboración propia

Momento de Inercia:

Pieza A en eje Y:

$$I_y = \frac{1}{3} A^3 C$$

Donde: A = 80 mm

$$C = 5 \text{ mm}$$

Entonces:

$$I_y = \frac{1}{3} (80 \text{ mm})^3 5 \text{ mm}$$

$$I_y = \frac{1}{3} (2.560 \times 10^6 \text{ mm}^4)$$

$$I_y = 853333.3 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 8.53 \times 10^{-7} \text{ m}^4$$

Ahora: Peso es $P = m \times g$

Donde: $V = \text{Volumen}$

$\rho = \text{Densidad de acero (A-36) acero al carbono} = 7860 \text{ kg/m}^3$

Volumen:

$$V = A \times L \times C$$

$$V = 80 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$$

$$V = 80000 \text{ mm}^3$$

$$V = 8 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

Masa:

$$m = V \times \rho$$

$$m = 8 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \times 7860 \text{ kg/m}^3$$

$$m = 62880 \times 10^{-5} \text{ kg}$$

$$m = 0.6288 \text{ kg}$$

$$P = 0.6288 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 6.1685 \text{ N}$$

$E = \text{Módulo de elasticidad para el acero} = 210 \times 10^9 \text{ Pascal} = 210 \times 10^9 \text{ N/m}^2$

Se aplica el segundo teorema de Castigliano:

$$\text{Ecuación: } \delta = \sum \frac{1}{EI} * \int_0^L M \frac{\partial M}{\partial P} dx$$

- Calculando la deformación vertical para la barra horizontal BC que se simula como esfuerzo:

$$M_x = -P_x$$

$$\frac{\partial M_x}{\partial P} = -x$$

- Calculando la deformación vertical para la barra AB, tenemos:

$$M_y = -P * L_2$$

$$\frac{\partial M_y}{\partial P} = -L_2$$

- Reemplazando en la ecuación, calculamos:

$$\delta = \frac{1}{EI} * \left(\int_0^{L_2} (-PX)(-X)dx + \int_0^{L_1} (-PL_2)(-L_2)dy \right)$$

$$\delta = \frac{1}{EI} * \left(\int_0^{L_2} PX^2 dx + \int_0^{L_1} (PL_2^2) dy \right)$$

$$\delta = \frac{P}{EI} \left(\frac{L_2^3}{3} + L_2^2 L_1 \right)$$

- Reemplazando numéricamente se calcula:

$$\delta = \frac{6.1685 \text{ N}}{210 * 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} * 8.53 * 10^{-7} \text{m}^4} * \left(\frac{(0.7\text{m})^3}{3} + (0.7\text{m})^2 * 0.2\text{m} \right)$$

$$\delta = \frac{6.1685 \text{ N}}{1791.3 * 10^2 \text{ N} * \text{m}^2} * (0.2123\text{m}^3)$$

$$\delta = 7.31 * 10^{-6} \text{ m}$$

$$\delta = 0.00731 \text{ mm}$$

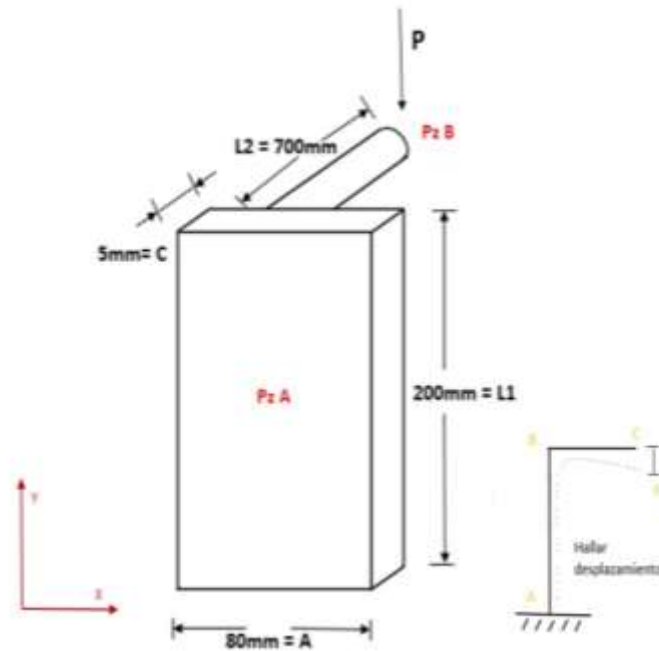


Figura 27. Desplazamiento de la pieza
Elaboración propia

3.5.3.3 Análisis de la estructura:

En los análisis se tiene que tener en cuenta que la estructura no es estática totalmente, ya que se tiene tres ejes en constante movimiento para el correcto corte la mayólica, estos ejes son "X", "Y" y "Z". Es por eso que para tener un mejor análisis este es realizado en la posición en donde la carga sobre los componentes de la estructura es mayor.

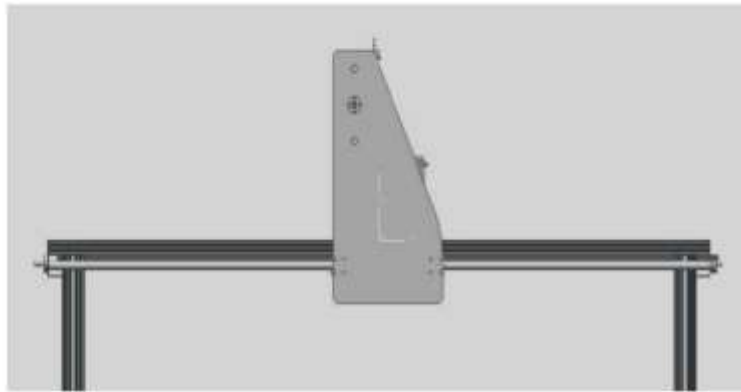


Figura 28. Posición del carro en dirección "Y" donde ocurre el esfuerzo estático máximo.

Elaboración propia

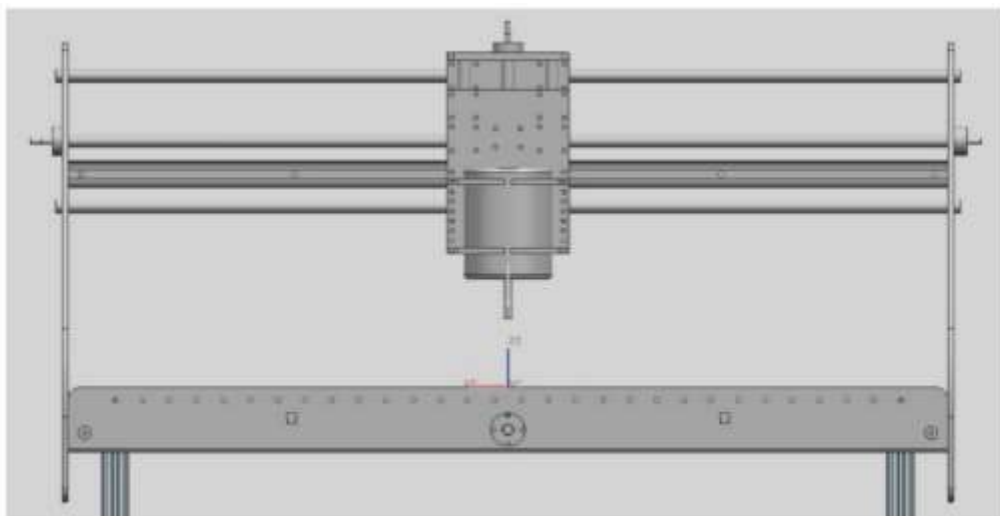


Figura 29. Posición del carro en dirección "X" donde ocurre el esfuerzo estático máximo.

Elaboración propia

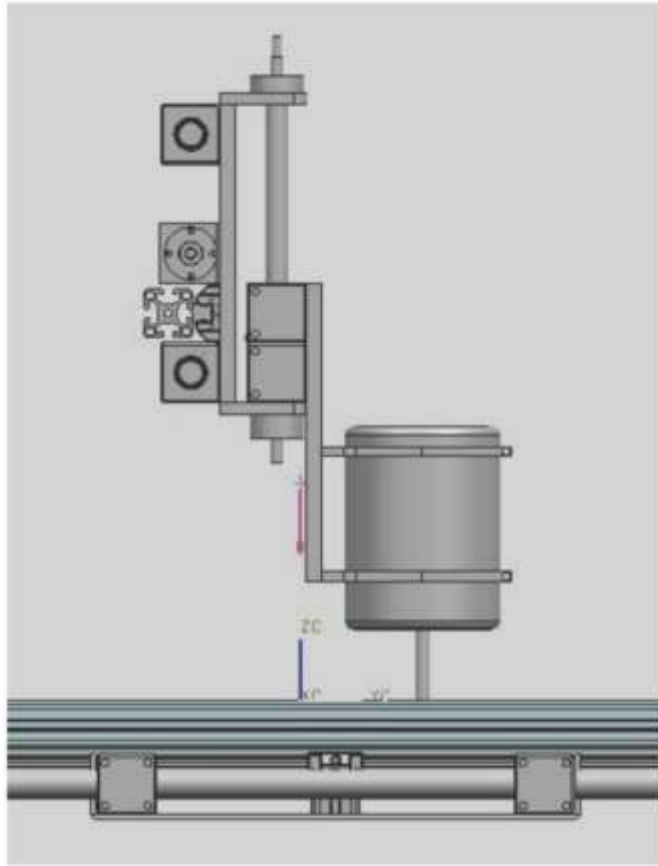


Figura 30. Posición del carro en dirección “Z” donde ocurre el esfuerzo estático máximo.

Elaboración propia

3.6 Etapa de electronica y potencia:

3.6.1 Calculo para elegir motor:

Realizamos los cálculos para poder elegir el motor:

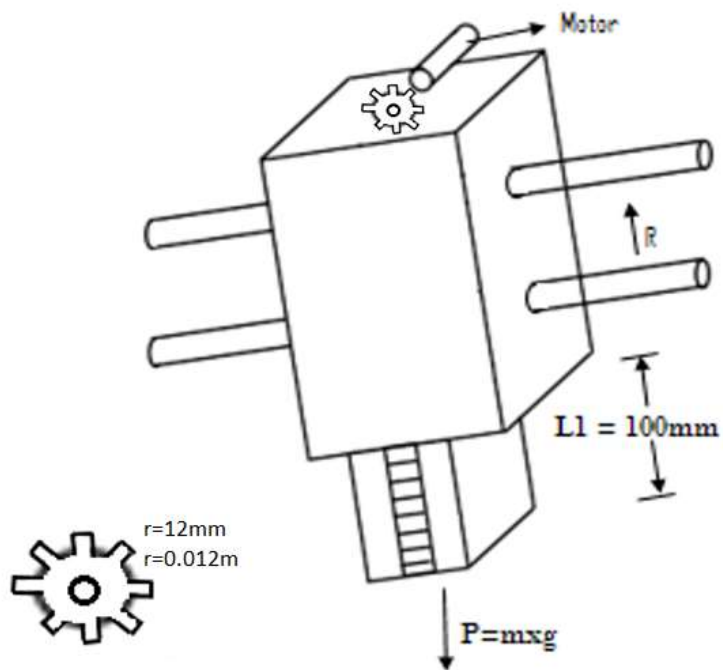


Figura 31. Representacion del motor

Elaboración propia

Se sabe que:

$$P = mg$$

Donde: $m=1\text{kg}$

$$g=9.81\text{m/s}^2$$

• 2da ley de Newton:

$$R - P = ma$$

$$R - mg = ma$$

$$R = mg + ma$$

$$R = m(g + a)$$

Teniendo en cuenta que $a=0$

$$R = m(g + 0)$$

$$R = mg$$

$$R = 1kg \times 9.81m/s^2$$

$$R = 9.81 N$$

- Torque:

Torque apar = $R \times r$

$$\text{Torque apar} = 9.81N \times 0.012m = 0.11772N - m$$

Se colocará un factor de seguridad de $FS=1.6$

$$\text{Torque apar} = 0.11772 N - m \times 1.6$$

$$\text{Torque apar} = 0.188352 N - m$$

Número de pasos por vuelta: Se debe tener en cuenta las características y parámetros planteados en el presente trabajo para el diseño la resolución debiera ser de 0.005mm y el tornillo debe tener un avance de 1.25 mm/vuelta

por lo tanto:

El motor paso a paso debe dar en una vuelta 200 pasos:

$$360 / 200 = 1.8$$

$$1.8 \times 1.25 / 360 = 0.006$$

La resolución de 0.006 es una resolución aceptable para el propósito del proyecto

La velocidad máxima lineal para el corte de las mayólicas debe ser de 1250 mm/min.

Con este dato calcularemos la velocidad requerida de nuestro motor.

$$1250/1.25 = 1000$$

El motor elegido para el presente proyecto por sus características es el motor PAP Nema 23 con número de parte 23HS30-2804S del fabricante STEPPERONLINE para la realización de la máquina. Cada fase consume corriente 2.8A, lo que permite un par de retención de 1.26 Nm (178.5oz.in).

A continuación se detalla los datos principales del motor seleccionado, para revisar datos adicionales del motor ir al anexo H.

Tabla 7.

Características del motor seleccionado

Motor PAP Nema 23	
Fabricante	STEPPERONLINE
Número de parte	23HS30-2804S
Peso del producto	23 libras
Dimensiones del producto	2.24x2.24x3 pulgadas
Material	Acero, aluminio, metal, cobre
Tensión	24 VDC

Elaboración propia

Se utiliza un driver para el motor, el driver seleccionado es el HY-DIV268N-5A, el cual cuenta con una corriente de excitación máxima 5A, para revisar los datos del driver ir al anexo J. Adicionalmente, se le agrega una Fuente de 24 VDC para el correcto funcionamiento.

En la siguiente figura se observa el diagrama de conexión al motor seleccionado.

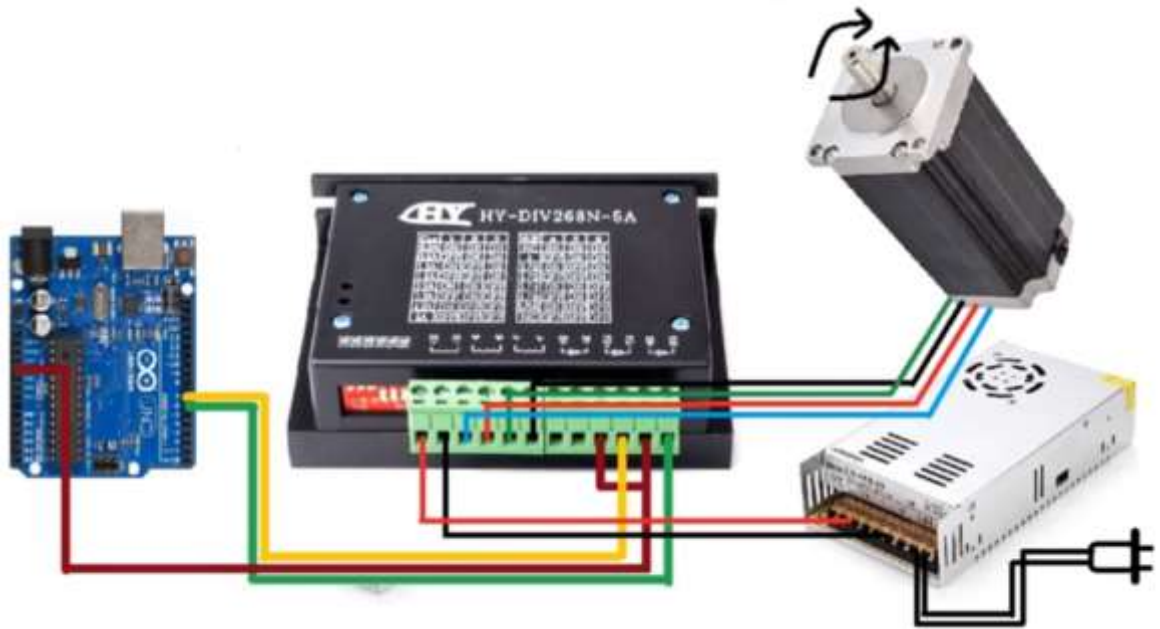


Figura 32. Conexión mosfet canal P IRF9540 con motor 1 pap Nema 23

Elaboración propia

Este motor tiene un desplazamiento angular el cual equivale a un desplazamiento lineal de la herramienta de corte, esto lograra una gran precisión en la máquina y con una buena potencia.

Se emplearon tornillos de paso 1mm para mejorar la precisión ya que la maquina lo requiere para obtener cortes precisos, esto significa que, por cada vuelta total del motor, el eje de desplazará 1mm. Entonces:

$$1rev/s = 1mm/s$$

Estos motores empleados requieren 200 pulsos para lograr una vuelta total, entonces con cada pulso el eje girara 1.8° , su velocidad angular:

$$\omega = \frac{1}{500} * f = 0.05 * f \text{ rev/s}$$

Donde f viene a ser la frecuencia del tren de pulsos, esto lo podemos observar en la figura siguiente.

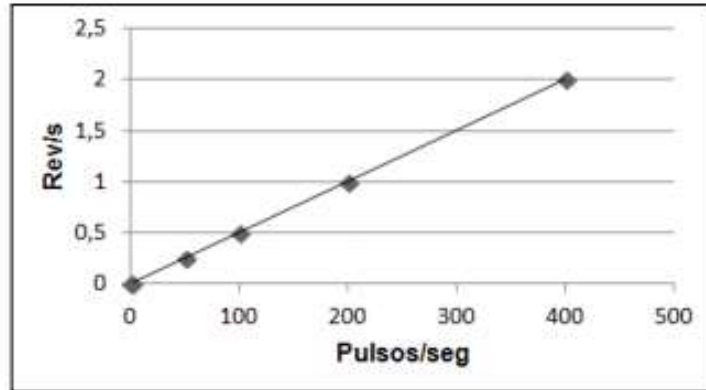


Figura 33. Relación de frecuencia
Elaboración propia

Entonces la formula anterior también se puede expresar en términos de periodo:

$$\omega = \frac{0.005}{T} \text{ rev/s}$$

3.6.2 Conexión arduino - bluetooth:

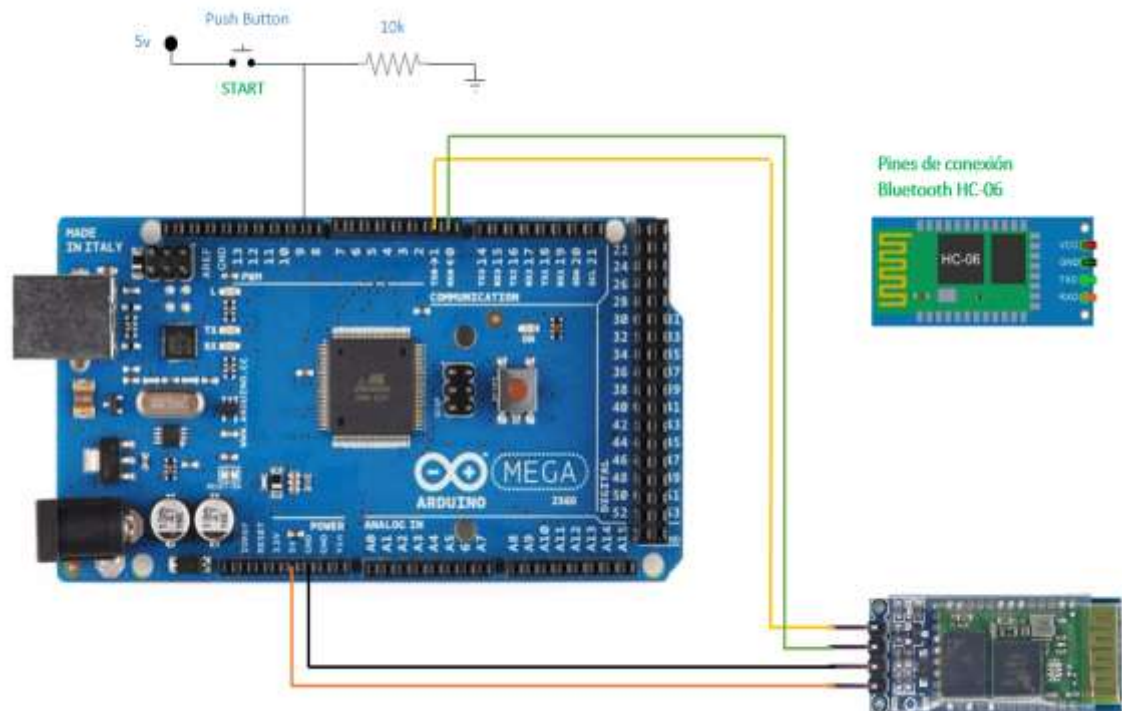


Figura 34. Arduino Mega con bluetooth
Elaboración propia

3.6.3 Disipación de calor:

Para estos tipos de sistemas donde se va a tener motores, driver y sensores es muy importante tener en cuenta la disipación de calor ya que se tendrá todo el sistema en una caja cerrada y se realizará continuos ciclos de cortes de mayólicas. Es por eso que se recomienda tener dos ventiladores instalados en la máquina y para que el aire circule.

3.6.4 Finales de carrera:

Para este proyecto se han empleado 3 finales de carrera que están distribuidos en la máquina, tienen configuración NA (Normalmente abierta), y se usan los pines X+, Y+ y Z+.



Figura 35. Foto de Final de carrera
Fuente Mtlab (2019)

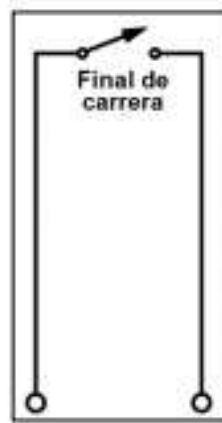


Figura 36. Representación de final de carrera Normalmente abierto
Fuente Mtlab (2019)

3.6.3.1 Configuración de los finales de carrera:

El conexionado detallado de los finales de carrera conectados directamente a la tarjeta Arduino con resistencias de pull-up para mantener la entrada a nivel alto es el siguiente:

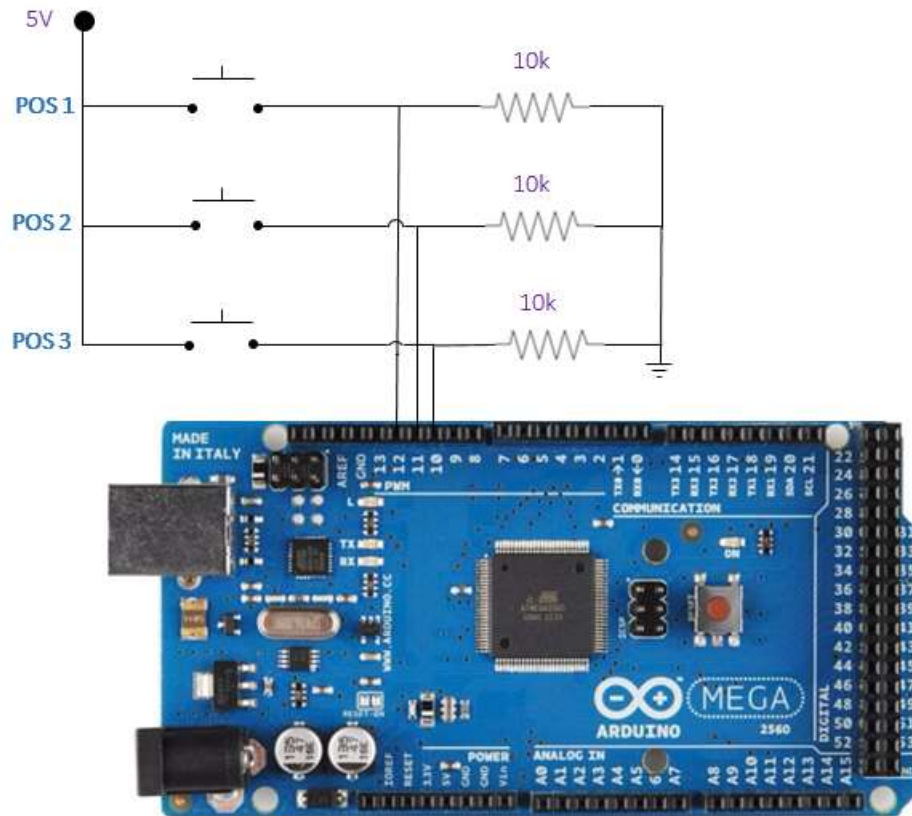


Figura 37. Conexión de los finales de carrera

Elaboración propia

3.6.5 Etapa de potencia:

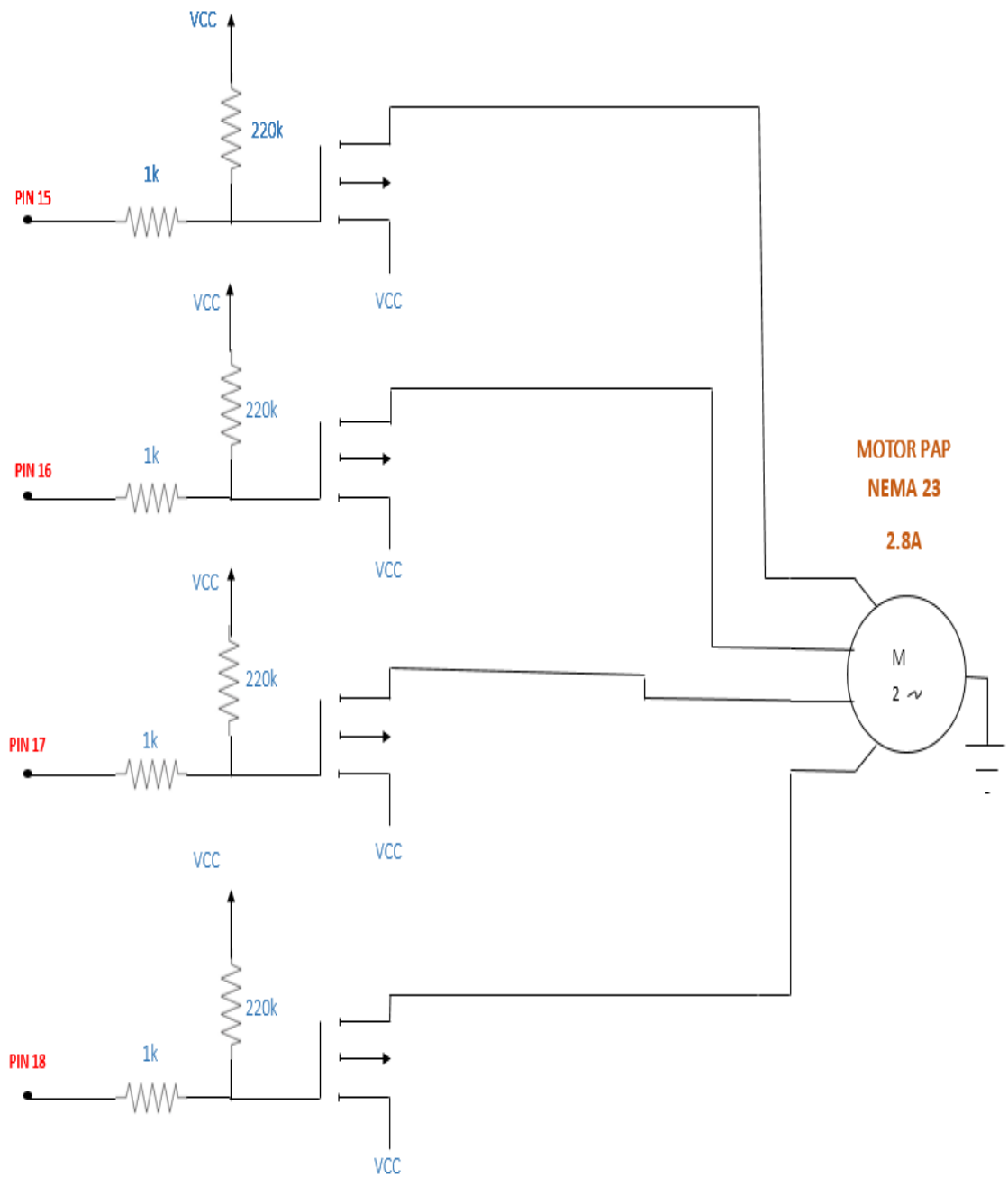


Figura 38. Conexión mosfet canal P IRF9540 con motor 1 pap Nema 23

Elaboración propia

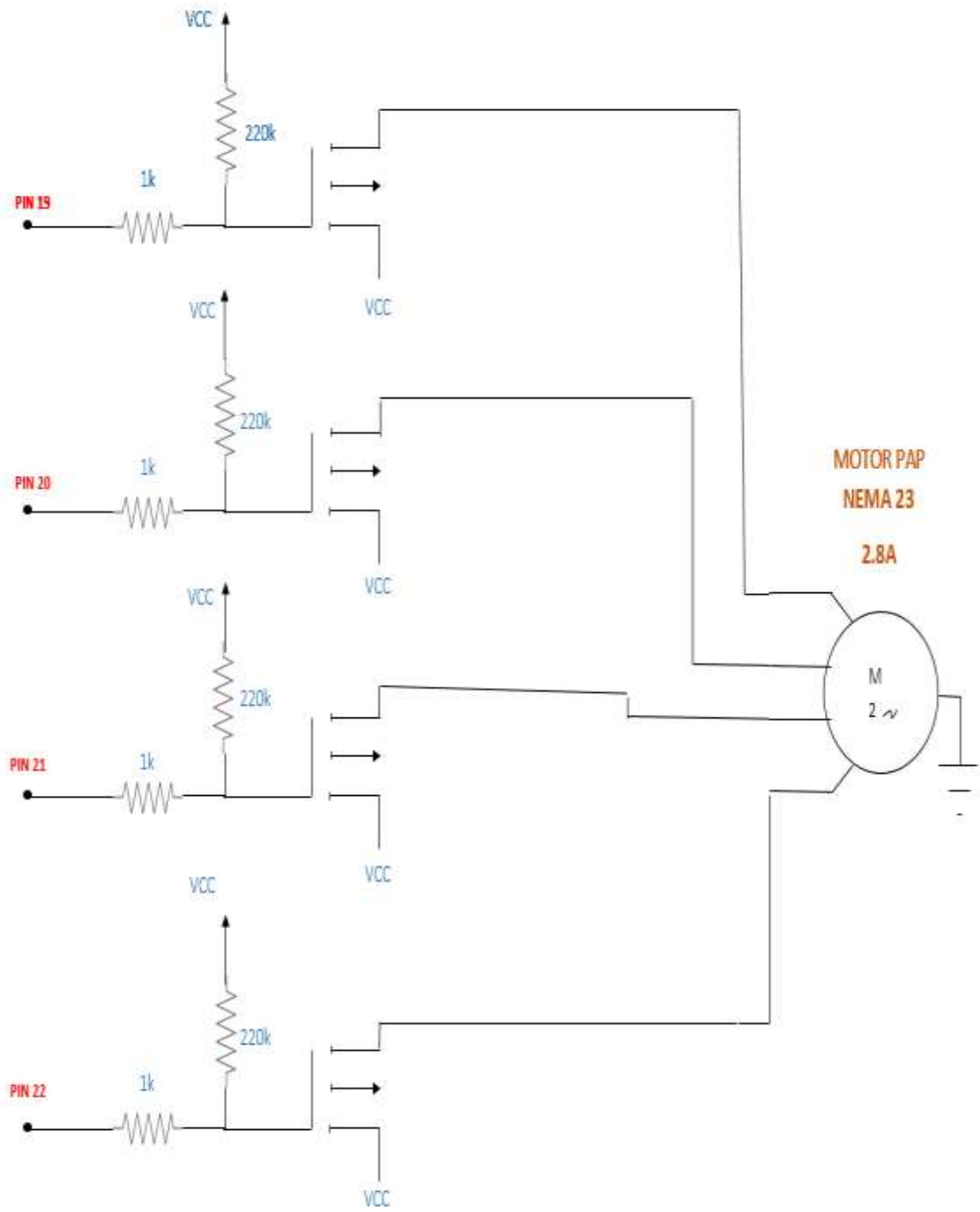


Figura 39. Conexión mosfet canal P IRF9540 con motor 2 pap Nema 23
Elaboración propia

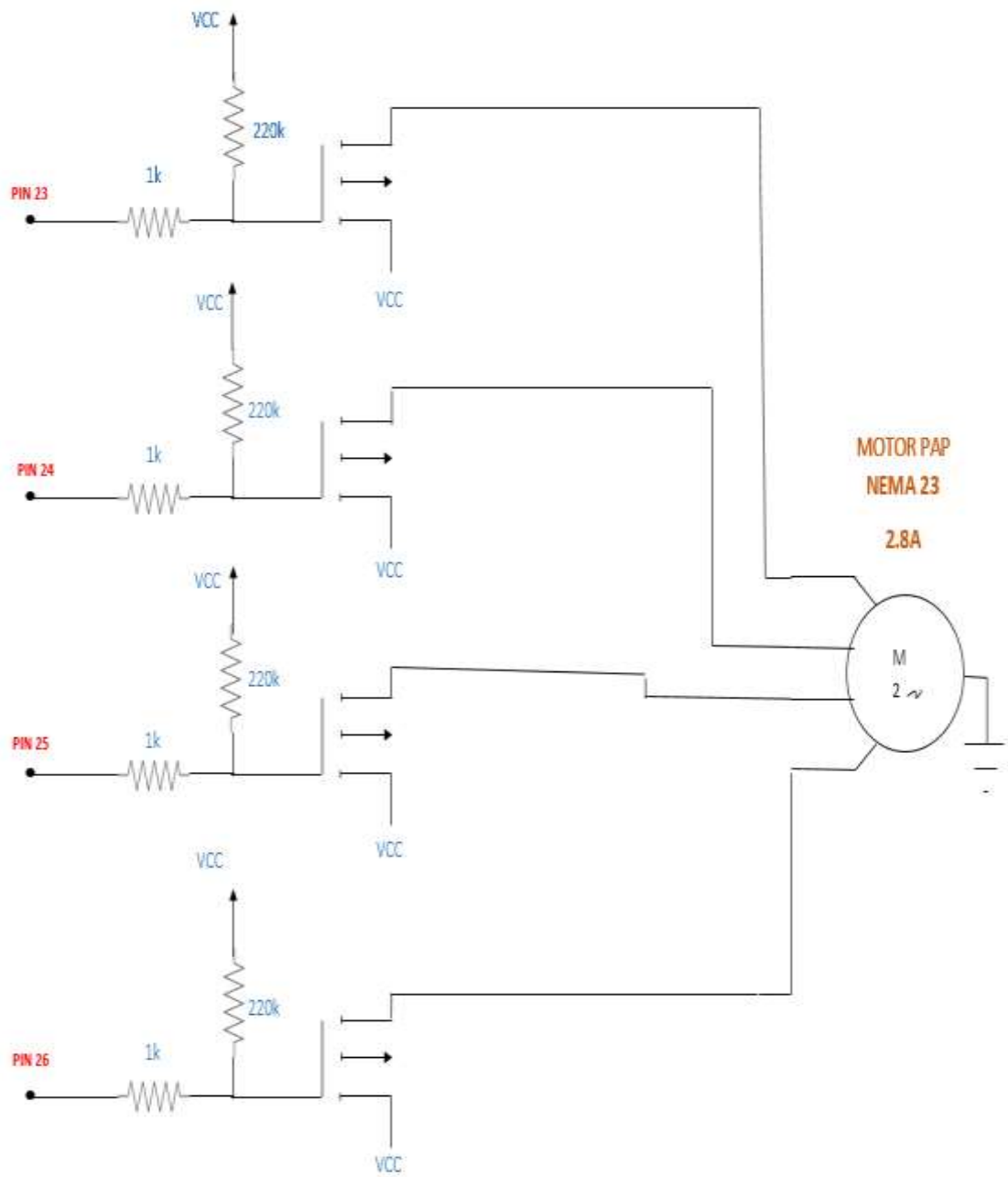


Figura 40. Conexión mosfet canal P IRF9540 con motor 3 pap Nema 23

Elaboración propia

3.6.5 Parada de emergencia:

Para cualquier parada de emergencia que se requiera por cualquier contratiempo que se dé, se usó una seta de emergencia el cual es NA (Normalmente abierta), se encuentra ubicado en una zona accesible y de fácil manipulación.

3.7 Integración:

Mediante el software App Inventor se realiza la aplicación por la cual interactuara el operario. Este deberá ingresar los datos requeridos por la app tales como ancho y largo de la mayólica, y ancho y largo de la habitación.

El sistema esta integrado mediante bluetooth, al ingresar a la app lo primero que se debe hacer es conectarla con la máquina.

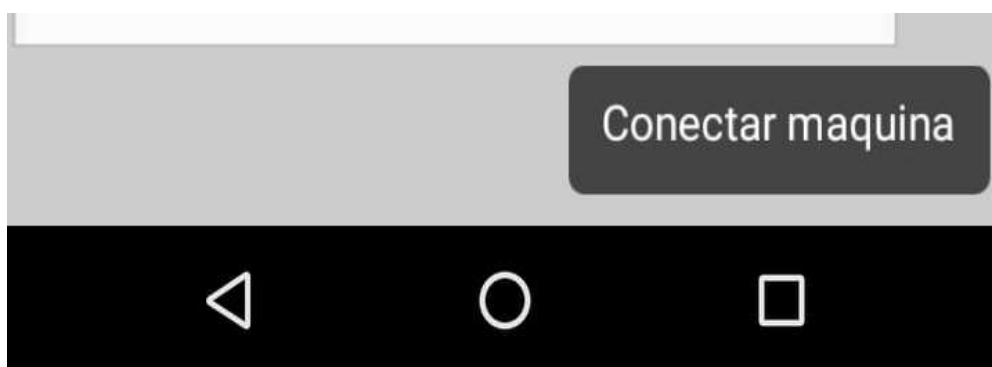


Figura 41. Conexión de la app con la máquina
Elaboración propia de aplicación

Una vez conectada la maquina, la app nos mostrara el estado de la misma, es decir al conectarse mostrara conectado.

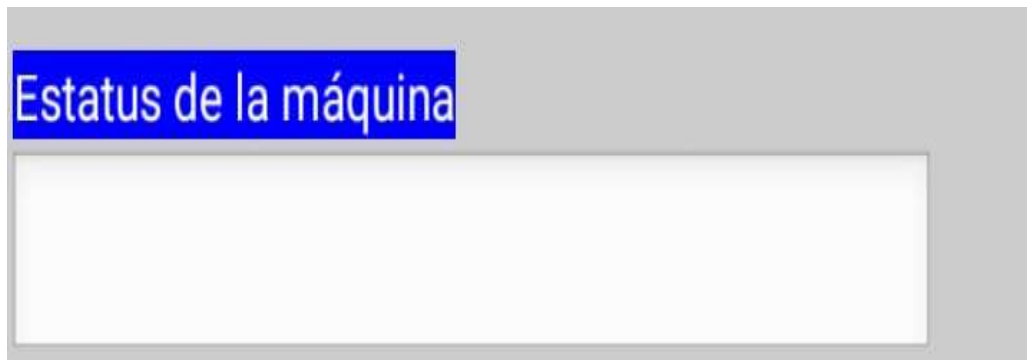


Figura 42. Estatus de la máquina
Elaboración propia de aplicación

Al conectar la maquina el operario deberá ingresar los datos solicitados ya mencionados a la app.

The image shows a screenshot of a mobile application interface for data entry. It features two sections: "Medidas de habitación (mm)" and "Medidas de mayólica (mm)". Each section has two input fields labeled "x" and "y". The "x" field in the first section is highlighted with an orange border. A yellow "Enviar" button is located at the bottom.

Figura 43. Medidas solicitadas por la app
Elaboración propia de aplicación

Una vez enviado los datos solicitados via bluetoooh al arduino, este nos regresara de igual forma la cantidad de mayólicas que se deberán cortar y cuantas enteras será necesarias.

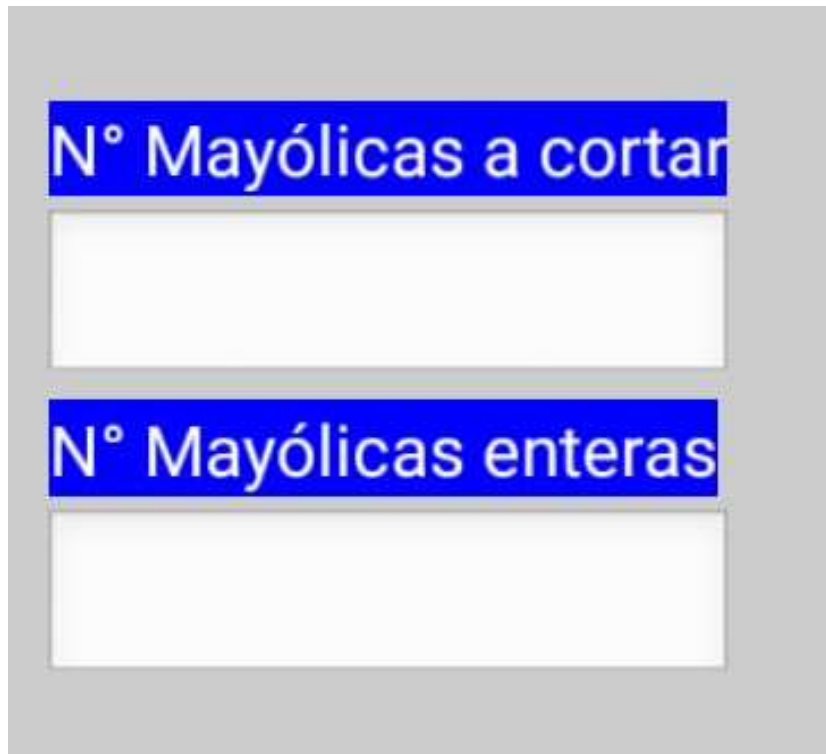
The image shows a screenshot of a software application interface. It features two vertically stacked input fields. The top field is labeled 'N° Mayólicas a cortar' in white text on a blue background. Below this label is a white rectangular input box. The bottom field is labeled 'N° Mayólicas enteras' in white text on a blue background. Below this label is another white rectangular input box. The entire interface is set against a light gray background.

Figura 44. Número de mayólicas enteras y a cortar
Elaboración propia de aplicación

Se deberá colocar cada mayólica en la posición inicial y poner start para que la maquina se encienda e incie con el primer corte. Se repite el proceso con cada mayólica hasta terminar.

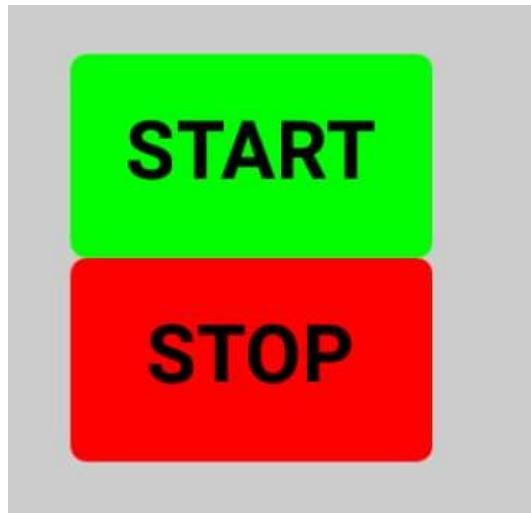


Figura 45. Botones de Start y Stop
Aplicación de desarrollo propio

3.7.1 Bluetooth hc-06:

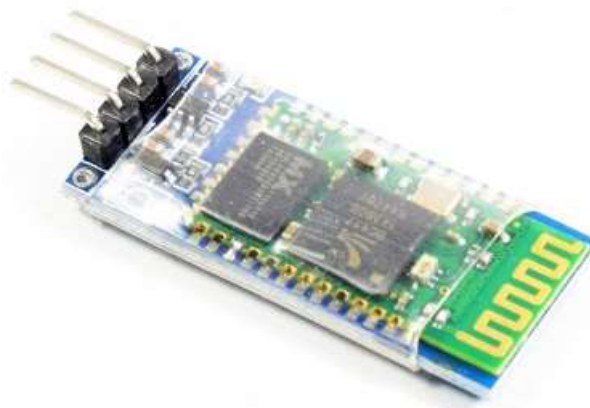


Figura 46. Bluetooth HC-06
Fuente Mtlab (2019)

HC-06 TIENE 4 PINES:

Los cuales son los detallados a continuación y se muestran en la figura 47.

- Vcc
- GND
- TX.

- RX

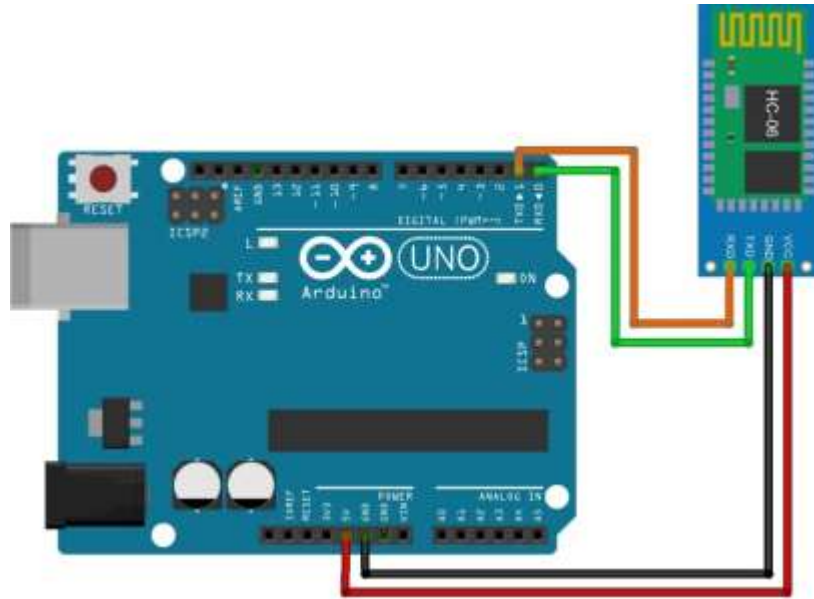


Figura 47. Arduino conectado con Bluetooth HC-06
Fuente Mtlab (2019)

CAPITULO 4

RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1 Análisis de la aplicación:

A continuación, se detalla los resultados que se obtuvieron en la aplicación creada para el presente proyecto, como se observa en la figura se debe ingresar las medidas de la habitación y de las mayólicas a utilizar.

The screenshot displays the application interface for a Cartesian cutting machine for tiles. The title bar reads "Máquina de corte cartesiano para mayólica". The interface includes the following elements:

- Medidas de habitación (mm):** Two input fields, both containing the value "10".
- Medidas de mayólica (mm):** Two input fields, containing the values "100" and "90".
- Enviar:** A yellow button located below the tile dimensions.
- N° Mayólicas a cortar:** An input field with a white background.
- N° Mayólicas enteras:** An input field with a white background.
- START:** A green button.
- STOP:** A red button.
- Numeric keypad:** A standard numeric keypad with digits 1-9, 0, a decimal point, and a checkmark icon.

Figura 48. Ingresando valores solicitados

Elaboración propia

La aplicación arroja el número de mayólicas que se necesitaran cortar y el total de mayólicas enteras que se utilizaran, lo cual es muy util ya que uno de los objetivos del presente proyecto es el de optimizar el uso de los recursos.



Figura 49. Resultados de cantidades

Elaboración propia

Al obtener los datos necesarios para la compra de las mayólicas, se procede a conectarse a la maquina cortadora de mayólicas.

En la figura siguiente se puede observar como se refleja en la aplicación el estado de conectado con la maquina para poder inciar el proceso, esto ayuda a que sea un proceso seguro para los operarios:



Figura 50. Estado conectado de la máquina

Elaboración propia

4.1.2 Análisis de costos y beneficios: Para el correcto análisis de los costos, se debe determinar la viabilidad de su ejecución respecto a los costos.

A continuación, se muestra la tabla donde se refleja el resumen de los costos a emplearse en el proyecto.

Tabla 8

Resumen de presupuesto

PRESUPUESTO APROXIMADO	
ETAPA	COSTO PROGRAMADO EN SOLES
MECANICA	9000
POTENCIA	500
ALIMENTACION	200
ELCTRONICA	300
INTERFAZ	500
TOTAL	10500

Elaboración propia

Como se ve el costo es bastante accesible de comprar para una constructora quien incurre en mayores gastos en los tiempos perdidos en los acabados y en las posibles penalidades por no entregar los proyectos a tiempo.

4.2 Mejoras a futuro:

4.2.1 Material en acero inoxidable 316L: Con la factibilidad del proyecto se espera que segunda versión realizada con material acero inoxidable 316L para que se pueda utilizar en ambientes más agresivos como por ejemplo en ambientes con brisas marinas, ya que es de una mejor aleación.

4.2.2 LOTO: Implementación de LOTO que en sus siglas significa “Lock Out Tag Out”, para proteger la seguridad de los operarios se debe elaborar procedimientos LOTO por parte de las empresas que empleen las maquinas. Para que esto sea factible se considera que en su segunda versión se debe agregar orejas donde se puedan colocar los candados de bloqueo de energías principales. La única energía actual con la que cuenta el proyecto es la energía eléctrica por lo cual se recomienda usar candados dieléctricos.

4.2.3 PLC: Realizar el cambio del Arduino por un PLC para proyectos de mayor robustez y características, ya que se utilizo el Arduino por que era suficiente para lo cumplir con el propósito del proyecto. Por ejemplo, el PLC se utilizaría para controlar a varias maquinas cortadoras de mayólicas a la vez.

4.2.4 Fibra óptica: Se emplearía para una comunicación más rápida y de mayor ancho de banda para un proceso de varias máquinas. Además, la implementación

de fibra óptica nos dá la posibilidad de utilizar distancias mayores a 100 metros entre las máquinas. De acuerdo a esta distancia, se elegirá el tipo de fibra óptica entre multimodo y monomodo.

CONCLUSIONES

1. Este tipo de proyectos pueden ser realizados en Perú como se ha reflejado en el diseño de la presente máquina cortadora de mayólicas, satisfaciendo y dando solución a una problemática en la industria de construcción
2. El proyecto de la máquina cortadora de mayólicas, la cual funciona con una aplicación conectada mediante bluetooth puede tener mayores mejoras con un mayor presupuesto.
3. Los mecanismos cumplieron con la simplicidad del diseño buscando minimizar los recursos y aumentar la calidad.
4. Se optimizó el proceso cálculos previos para el corte de mayólicas en menor tiempo con solo un personal, en consecuencia, el costo beneficio favorece grandemente a las constructoras que utilicen estas máquinas.
5. Se logró configurar con éxito la comunicación via bluetooth de la aplicación con la máquina, pero se considera necesario añadir una conexión en serie de máquinas para optimizar tiempos en grandes edificaciones.
6. Se diseñó una estructura mecánica capaz de soportar las cargas a las cuales iban a ser sometidas, este diseño se desarrolló para que tuviese una vida prolongada y no falle durante el funcionamiento de la máquina.
7. La utilización de un motor paso a paso cumple con la precisión requerida para el proyecto.
8. Pese a que en un inicio se tenía planeado diseñar una máquina de solos 2 ejes se comprobó que la elección de los 3 ejes X, Y y Z fue el adecuado.

RECOMENDACIONES

- 1 Se recomienda tener un plan de mantenimiento preventivo de los ejes de la máquina de corte cartesiano, así como la implementación de orejas para la colocación de un candado dieléctrico en los procedimientos LOTO.
- 2 Se recomienda colocar una mayólica a la vez ya que la máquina está programada para trabajar con una a la vez y el colocar más puede incurrir en un atascamiento de la máquina.
- 3 Solo debe de manejar estos dispositivos personal calificados y capacitados en el uso correcto de la máquina.
- 4 Se recomienda no alejar a más de 2 metros el dispositivo con la aplicación en funcionamiento, ya que la conexión es vía bluetooth y a mayor distancia se podría perder la conexión.
- 5 Es importante verificar siempre el estatus de la aplicación antes de iniciar cualquier operación para evitar accidentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Acero Gonzalo, C. M. (2015). *Diseño y construcción de una máquina seleccionadora automática para la región de puno, aplicada a la clasificación por tamaños de los granos de haba seca*. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

- Artiga Rivera, R. W., Bolaños Castillo, G. J., Martínez Rivas, A. A., Magaña, R., & Gregorio, E. (2015). *Diseño y construcción de un sistema para corte por plasma, usando técnicas de control numérico computarizado* (Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador).

- Avilés, R. (2005). *Análisis de Fatiga en Máquinas*. Madrid, España: Thompson.

- Beltrán Beltrán, L. A. (2017). *Diseño y construcción de prototipo de miembro superior accionado por músculos neumáticos* (Bachelor's thesis, Universidad Militar Nueva Granada).

- Betancourth Urbano, S., & Rodríguez Monsalve, F. (2017). *Diseño de sistema transbordador entre silla de ruedas y vehículo particular* (Bachelor's thesis, Universidad Autónoma de Occidente).

- Controlador lógico programable. (2018, 19 de julio). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 23:40, septiembre 23, 2018 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Controlador_l%C3%B3gico_programable&oldid=109381791.

- Corte por plasma. (2018, 17 de septiembre). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 00:15, septiembre 24, 2018 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Corte_por_plasma&oldid=110674752.

- Corte con láser. (2018, 14 de febrero). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 23:57, septiembre 23, 2018 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Corte_con_l%C3%A1ser&oldid=105588199.

- Huerta, E (18 de enero de 2012) El boom de la industria de la construcción en el Perú. [Entrada de blog] Recuperado de <https://econoblognet.blogspot.pe/2012/01/el-boom-de-la-industria-de-la.html>

- <https://clr.es/blog/es/tipos-de-encoders-aplicaciones-motores/>

- <https://www.diarioelectronicohoy.com/blog/controladores-basicos-drivers>

- <http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/amoladora>

- <https://www.mipsa.com.mx/dotnetnuke/Procesos/Corte-cizalla>

- León-Medina, J. X., & Torres-Barahona, E. A. (2016). Herramienta para el diseño de sistemas de posicionamiento tridimensional usados en fabricación digital. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 6(2), 155-167.

- Maestro. (2019). Maq Cortadora Speed92 Plus C/E. Fecha de consulta: 13:22, marzo 01, 2019 desde <https://www.maestro.com.pe/productos/pisos/cortadora-de-ceramicos-92-cm1>

- Marcelo, R. (2014). Fundamentos de programación C++ más de 100 algoritmos codificados. Lima, Perú: Editorial Macro.

- Montero Fernandez, J. E. (2016). *Diseño del Sistema de Comando de una Silla de Ruedas Motorizada Mediante Movimientos Cervicales*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Motor compound. (2017, 27 de septiembre). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 23:17, septiembre 23, 2018 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Motor_compound&oldid=102184270.

- Motor eléctrico. (2019, 24 de enero). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 23:13, febrero 26, 2019 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Motor_el%C3%A9ctrico&oldid=113508138.

- Motor serie. (2018, 20 de mayo). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 23:16, septiembre 23, 2018 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Motor_serie&oldid=107982008.

- Motor shunt. (2018, 24 de junio). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 23:14, septiembre 23, 2018 desde https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Motor_shunt&oldid=108904617.

- Motor. (2018, 2 de mayo). *Wikipedia, La enciclopedia libre*. Fecha de consulta: 21:55, septiembre 23, 2018 desde <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Motor&oldid=107500061>.

- Motor. (2018, febrero 21). *EcuRed*. Consultado el 22:38, febrero 26, 2019 en <https://www.ecured.cu/index.php?title=Motor&oldid=3074849>.

- Promart Homecenter. (2019). Cortadora de cerámica eléctrica TC620 Einhell. Fecha de consulta: 13:17, marzo 01, 2019 desde <https://www.promart.pe/cortadora-de-ceramica-electrica-tc620-einhell/p>

- PROMPERU (2015) El sector construcción de los países de Latinoamérica 2015. Recuperado de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/sectoresproductivos/El%20sector%20construccion%20en%20los%20pa%C3%ADses%20de%20Latinoamerica%202015.pdf>

- Roldán, J. (2005). Motores Eléctricos accionamiento de máquinas 30 tipos de motores. Madrid, España: Thompson.

- Romero, P. (14 de febrero de 2017) El sector de la construcción crecerá un 3% en 2017. Dirigentesdigital.com. Recuperado de <https://dirigentesdigital.com/articulo/economia-y-empresas/45706/sector-construccion-crecera-2017.html>.

- Rosales Vizuite, J. P. (2017). *Diseño y prototipo de un sistema mecatrónico brazo-percutor* (Bachelor's thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería en Mecatrónica.).

- Rubi. (2019). Cortadoras manuales SPEED-MAGNET. Fecha de consulta: 13:25, marzo 01, 2019 desde <https://www.rubi.com/es/cortadoras-manuales-speed-magnet-r631>

- Rudas Ramirez, C. A. (2015). *Diseño de un Sistema Mecatrónico para la Selección de Arándanos*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Sodimac (2019). Tronzadora 14" 2200 W Dewalt. Fecha de consulta: 13:29, marzo 01, 2019 desde <https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/1559699/Tronzadora-14-2200-W/1559699>

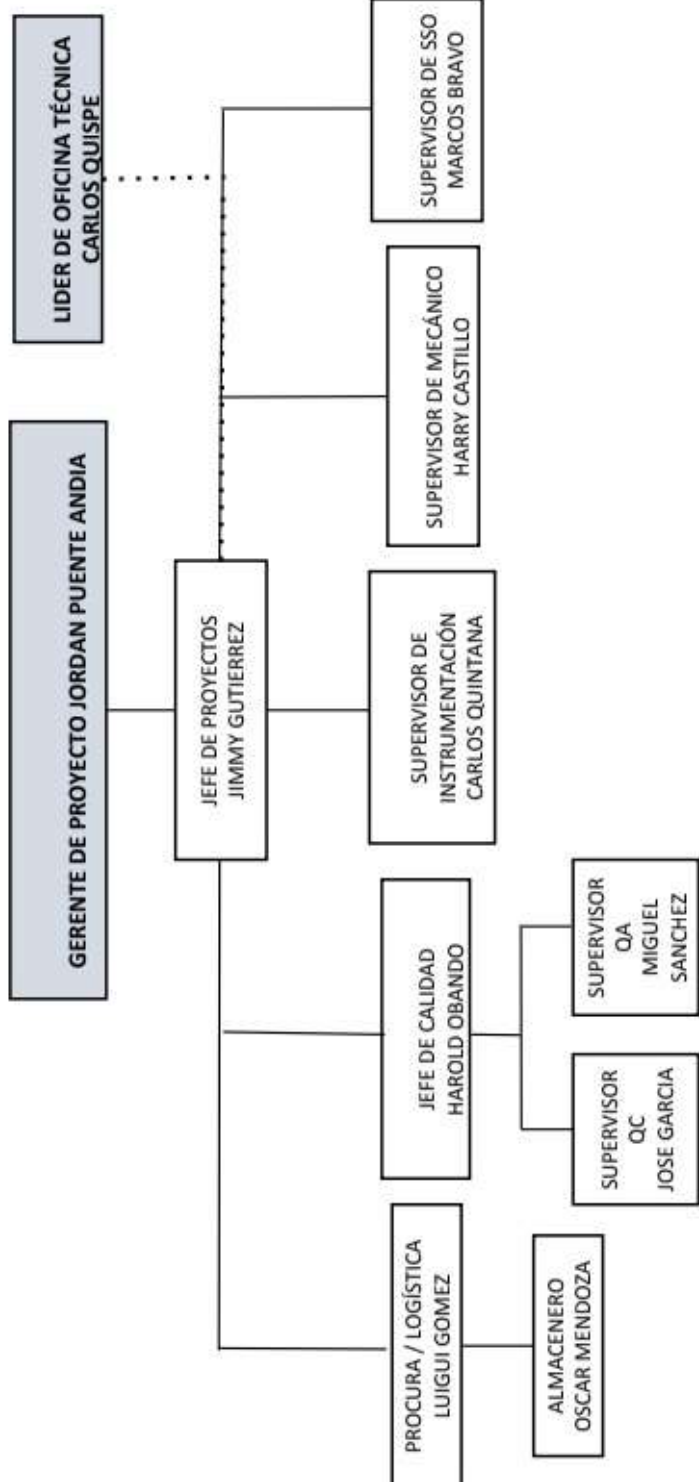
- Thomson (2019). Catálogo de rodamientos. Fecha de consulta: 14:02, marzo 12, 2019 desde <https://www.logismarket.es/ic/rodamientos-feyc-catalogo-gama-feyc-movimiento-lineal-651185.pdf>

ANEXOS

Anexo A
CRONOGRAMA

Anexo B
ORGANIGRAMA

ORGANIGRAMA GRUPO TECHCORP SAC
MÁQUINA DE CORTE CARTESIANO PARA MAYÓLICAS EN EL PROCESO DE ENCHAPADOS DE PISOS



Anexo C

METODOLOGIA

El desarrollo de la tesis contempla 6 etapas, descritas a partir de la Metodología de diseño de sistemas mecatrónicos VDI2206 [1]:

1) Descripción del problema (*Requirements/Problem specification*):

- Revisar el estado del arte de las técnicas usadas en el mantenimiento de la máquina, diseño de las maquinas que existen actualmente.
- Elaborar el estado del arte de las estrategias de control que utilizan maquinas similares.
- Descripción de las características físicas y lógicas de la maquina cortadora de mayólicas.
- Revisar el estado del arte de los sensores y motores.
- Elaborar el plan de trabajo.

2) Descripción de las funciones, selección de componentes (*System design*):

- Detallar la lista de exigencias.
- Abstracter el sistema mecánico y el sistema electrónico, para identificar los principales problemas.
- Elaborar la estructura de funciones general del sistema.
- Determinar la agrupación adecuada de las funciones por dominio.
- Representar el concepto de solución óptimo.

3) Cálculo:

- Realizar cálculos preliminares.
- Realizar cálculos asociados al desarrollo del sistema mecánico.
- Realizar cálculos estructurales.

4) Modelo y análisis:

- Validar experimentalmente la dureza de las mayólicas.
- Modelar la maquina cortadora de mayólicas para poder simular las estrategias de control seleccionadas.

- Analizar los diferentes procesos de corte.

5) Integración del sistema:

- Integrar el dominio mecánico con el eléctrico y el de control.
- Validar el diseño con simulación de movimiento para obtener la mejor ubicación de los elementos.
- Validar el diseño con simulación estática para obtener resultados de diseño óptimo.

6) Producto – Mayólicas:

- Fundamentar el correcto funcionamiento de la maquina cortadora de mayólicas.
- Presentar el producto en esquemas, planos eléctrico y mecánico.
- Plasmar la lista de componentes.
- Presentar los diagramas de flujo.

Anexo D

Programa

```
String datos;
char milimetros[6];
boolean TransmisionCompleta = false;
long numeros = 0;
//pines para ejex
int X1 = 15;
int X2 = 16;
int X3 = 17;
int X4 = 18;
//pines para ejeY
int Y1 = 19;
int Y2 = 20;
int Y3 = 21;
int Y4 = 22;
//pines para ejeZ
int Z1 = 23;
int Z2 = 24;
int Z3 = 25;
int Z4 = 26;

int start = 9;

int c = 0;

int AM = 0;
int LM = 0;

int AH = 0;
int LH = 0;

int A = 0;
int L = 0;

int CTE = 0;

int CTC = 0;
```

cnc

```
int MCA = 0;
int MCL = 0;

int pos = 0;

int U = 0;
int V = 0;
int W = 0;

int E1 = 0;
int E2 = 0;

int pos1 = 12;//EJEX
int pos2 = 11;//EJEY
int pos3 = 10;//EJEZ

void setup() {
  Serial1.begin(9600);

  datos.reserve(200);

  pinMode(start, INPUT);

  pinMode(pos1, INPUT);
  pinMode(pos2, INPUT);
  pinMode(pos3, INPUT);

  pinMode(X1, OUTPUT);//EJEX ANCHO
  pinMode(X2, OUTPUT);
  pinMode(X3, OUTPUT);
  pinMode(X4, OUTPUT);
```



```

pinMode(Y1, OUTPUT);//EJEY LARGO
pinMode(Y2, OUTPUT);
pinMode(Y3, OUTPUT);
pinMode(Y4, OUTPUT);

pinMode(Z1, OUTPUT);//EJEZ ALTO
pinMode(Z2, OUTPUT);
pinMode(Z3, OUTPUT);
pinMode(Z4, OUTPUT);

estadol();//mandar cabezal al estado inicial
}

void loop() {
  if (TransmisionCompleta) {
    datos.toCharArray(milimetros,6);
    numeros = atoi(milimetros);
    if(c == 0){//primera trama de datos
      AH = numeros/1000;
      LH = numeros%1000;
      c = 1;
      datos = ""; //Limpiar el String
      TransmisionCompleta = false; //Limpiar la bandera
    }
    if(c == 1){//segunda trama de datos
      AM = numeros/1000;
      LM = numeros%1000;
      A = AH/AM;
      L = LH/LM;
      CTE = A*L;
      CTC = A+L+1;
      MCA = AH*AM;
      MCL = LH*LM;
    }
  }
}

```



```
Serial1.println(CTE);
Serial1.println(CTC);

for(U = 0; U <= MCA; U += 1){//mandar cabezal a punto de partida de mayolica eje x

    digitalWrite(X1, LOW);
digitalWrite(X2, LOW);
digitalWrite(X3, HIGH);
digitalWrite(X4, LOW);

delay(50);

digitalWrite(X1, LOW);
digitalWrite(X2, HIGH);
digitalWrite(X3, LOW);
digitalWrite(X4, LOW);

delay(50);

digitalWrite(X1, HIGH);
digitalWrite(X2, LOW);
digitalWrite(X3, LOW);
digitalWrite(X4, LOW);

delay(50);

digitalWrite(X1, LOW);
digitalWrite(X2, LOW);
digitalWrite(X3, LOW);
digitalWrite(X4, HIGH);

delay(50);

}
```

cnc

```
    }  
  
    for(V = 0; V <= MCL; V += 1) { //mandar caberal a punto de partida de mayolica eje y  
  
        digitalWrite(Y1, LOW);  
digitalWrite(Y2, LOW);  
digitalWrite(Y3, HIGH);  
digitalWrite(Y4, LOW);  
  
        delay(50);  
  
        digitalWrite(Y1, LOW);  
digitalWrite(Y2, HIGH);  
digitalWrite(Y3, LOW);  
digitalWrite(Y4, LOW);  
  
        delay(50);  
  
        digitalWrite(Y1, HIGH);  
digitalWrite(Y2, LOW);  
digitalWrite(Y3, LOW);  
digitalWrite(Y4, LOW);  
  
        delay(50);  
  
        digitalWrite(Y1, LOW);  
digitalWrite(Y2, LOW);  
digitalWrite(Y3, LOW);  
digitalWrite(Y4, HIGH);  
  
        delay(50);  
  
    }  
  
    for (pos = 0; pos <= A; pos += 1) { //repetir a veces los cortes para la parte ancha  
        Serial.println(pos);  
    }  
}
```

```

}

for (pos = 0; pos <= A; pos += 1) { //repetir a veces los cortes para la parte ancha
  Serial.println('e');
  if(digitalRead(start)==HIGH) {
    while(true){
      for(W = 0; W <= 20; W += 1){ //repetir 20 veces para que la fresa baje de milimetro a milimetro a 2cm hasta cortar mayolica

        digitalWrite(Z1, LOW);
        digitalWrite(Z2, LOW);
        digitalWrite(Z3, HIGH);
        digitalWrite(Z4, LOW);

        delay(50);

        digitalWrite(Z1, LOW);
        digitalWrite(Z2, HIGH);
        digitalWrite(Z3, LOW);
        digitalWrite(Z4, LOW);

        delay(50);

        digitalWrite(Z1, HIGH);
        digitalWrite(Z2, LOW);
        digitalWrite(Z3, LOW);
        digitalWrite(Z4, LOW);

        delay(50);

        digitalWrite(Z1, LOW);
        digitalWrite(Z2, LOW);
        digitalWrite(Z3, LOW);
        digitalWrite(Z4, HIGH);

        delay(50);
      }
      if(E1 == 0){
        for(M = 0; M <= MCT; M += 1) {

```

```
cnc Arduino 1.8.8
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
cnc
delay(50);
if(E1 == 0){
  for(U = 0; U <= MCL; U += 1){
    digitalWrite(X1, LOW);
    digitalWrite(X2, LOW);
    digitalWrite(X3, HIGH);
    digitalWrite(X4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(X1, LOW);
    digitalWrite(X2, HIGH);
    digitalWrite(X3, LOW);
    digitalWrite(X4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(X1, HIGH);
    digitalWrite(X2, LOW);
    digitalWrite(X3, LOW);
    digitalWrite(X4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(X1, LOW);
    digitalWrite(X2, LOW);
    digitalWrite(X3, LOW);
    digitalWrite(X4, HIGH);

    delay(50);

  }
  E1 = 0;
}
```

```
cnc Arduino 1.8.8
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
cnc
}
if(E1 == 0){
  for(U = MCL; U >= 0; U -= 1){

    digitalWrite(X1, HIGH);
    digitalWrite(X2, LOW);
    digitalWrite(X3, LOW);
    digitalWrite(X4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(X1, LOW);
    digitalWrite(X2, HIGH);
    digitalWrite(X3, LOW);
    digitalWrite(X4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(X1, LOW);
    digitalWrite(X2, LOW);
    digitalWrite(X3, HIGH);
    digitalWrite(X4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(X1, LOW);
    digitalWrite(X2, LOW);
    digitalWrite(X3, LOW);
    digitalWrite(X4, HIGH);

    delay(50);

  }
  E1 = 1;

}
\
```

```
cnc Arduino 1.8.8
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
cnc
}
for(W = 20; W >= 0; W -= 1){//subir la cabezal para otro corte

    digitalWrite(Z1, HIGH);
    digitalWrite(Z2, LOW);
    digitalWrite(Z3, LOW);
    digitalWrite(Z4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(Z1, LOW);
    digitalWrite(Z2, HIGH);
    digitalWrite(Z3, LOW);
    digitalWrite(Z4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(Z1, LOW);
    digitalWrite(Z2, LOW);
    digitalWrite(Z3, HIGH);
    digitalWrite(Z4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(Z1, LOW);
    digitalWrite(Z2, LOW);
    digitalWrite(Z3, LOW);
    digitalWrite(Z4, HIGH);

    delay(50);
}
break;//salir del ciclo para esperar otro inicio

}
}
```



cnc

```
    }

    for (pos = 0; pos <= L; pos += 1) { //repetir 1 veces los cortes para la parte larga
      Serial.println('s');
      if (digitalRead(start) == HIGH) {
        while (true) {
          for (W = 0; W <= 20; W += 1) { //repetir 20 veces para que la fresa baje de milimetro en milimetro a 2cm hasta cortar mayolica

            digitalWrite(Z1, LOW);
            digitalWrite(Z2, LOW);
            digitalWrite(Z3, HIGH);
            digitalWrite(Z4, LOW);

            delay(50);

            digitalWrite(Z1, LOW);
            digitalWrite(Z2, HIGH);
            digitalWrite(Z3, LOW);
            digitalWrite(Z4, LOW);

            delay(50);

            digitalWrite(Z1, HIGH);
            digitalWrite(Z2, LOW);
            digitalWrite(Z3, LOW);
            digitalWrite(Z4, LOW);

            delay(50);

            digitalWrite(Z1, LOW);
            digitalWrite(Z2, LOW);
            digitalWrite(Z3, LOW);
            digitalWrite(Z4, HIGH);

            delay(50);

            if (E1 == 0) {
              for (M = 0; M <= M2; M += 1) {
```




cnc

```
delay(50);
if(E1 == 0){
  for(U = 0; U <= MCA; U += 1){

    digitalWrite(X1, LOW);
    digitalWrite(X2, LOW);
    digitalWrite(X3, HIGH);
    digitalWrite(X4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(X1, LOW);
    digitalWrite(X2, HIGH);
    digitalWrite(X3, LOW);
    digitalWrite(X4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(X1, HIGH);
    digitalWrite(X2, LOW);
    digitalWrite(X3, LOW);
    digitalWrite(X4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(X1, LOW);
    digitalWrite(X2, LOW);
    digitalWrite(X3, LOW);
    digitalWrite(X4, HIGH);

    delay(50);

  }
  E1 = 0;
}
}
```



cnc

```
    }
    if(E1 == 0){
      for(U = MCA; U >= 0; U -= 1){

        digitalWrite(X1, HIGH);
        digitalWrite(X2, LOW);
        digitalWrite(X3, LOW);
        digitalWrite(X4, LOW);

        delay(50);

        digitalWrite(X1, LOW);
        digitalWrite(X2, HIGH);
        digitalWrite(X3, LOW);
        digitalWrite(X4, LOW);

        delay(50);

        digitalWrite(X1, LOW);
        digitalWrite(X2, LOW);
        digitalWrite(X3, HIGH);
        digitalWrite(X4, LOW);

        delay(50);

        digitalWrite(X1, LOW);
        digitalWrite(X2, LOW);
        digitalWrite(X3, LOW);
        digitalWrite(X4, HIGH);

        delay(50);

      }
      E1 = 1;

    }
  }
}
```

```
cnc Arduino 1.8.8
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
cnc
}
for(W = 20; W >= 0; W -= 1){//subir la cabecal para otro corte

    digitalWrite(Z1, HIGH);
    digitalWrite(Z2, LOW);
    digitalWrite(Z3, LOW);
    digitalWrite(Z4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(Z1, LOW);
    digitalWrite(Z2, HIGH);
    digitalWrite(Z3, LOW);
    digitalWrite(Z4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(Z1, LOW);
    digitalWrite(Z2, LOW);
    digitalWrite(Z3, HIGH);
    digitalWrite(Z4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(Z1, LOW);
    digitalWrite(Z2, LOW);
    digitalWrite(Z3, LOW);
    digitalWrite(Z4, HIGH);

    delay(50);
}
break;
}
}
```



cnc

```
    }

    c = 0;
    datos = ""; //Limpiar el String
    TransmisionCompleta = false; //Limpiar la bandera

}

}

}

void serialEvent() {
  while (Serial.available()) {

    char CharEntrada = Serial.read(); //Leer un byte del puerto serial

    datos += CharEntrada; //Agregar el char anterior al string

    if (CharEntrada == '\n') { //Si se detecta un fin de linea
      TransmisionCompleta = true; //Se indica al programa que el usuario termino de ingresar la informacion
    }
  }
}

void estadol(){
  if(pos1 == HIGH && pos2 == LOW && pos3 == LOW){

    digitalWrite(Y1, HIGH);
    digitalWrite(Y2, LOW);
    digitalWrite(Y3, LOW);
    digitalWrite(Y4, LOW);

    digitalWrite(Z1, HIGH);
    digitalWrite(Z2, LOW);
    digitalWrite(Z3, LOW);
```



cnc \$

```
delay(50);

digitalWrite(Z1, LOW);
digitalWrite(Z2, LOW);
digitalWrite(Z3, LOW);
digitalWrite(Z4, HIGH);

delay(50);
}
break;//salir del ciclo para esperar otro inicio

}
}

}

for (pos = 0; pos <= L; pos += 1) { //repetir 1 veces los cortes para la parte larga
Serial.println(' ');
if(digitalRead(start)==HIGH){
while(true){
for(W = 0; W <= 20; W += 1){ //repetir 20 veces para que la fresa baje de milimetro en milimetro a 2cm hasta cortar mas

digitalWrite(Z1, LOW);
digitalWrite(Z2, LOW);
digitalWrite(Z3, HIGH);
digitalWrite(Z4, LOW);

delay(50);

digitalWrite(Z1, LOW);
digitalWrite(Z2, HIGH);
digitalWrite(Z3, LOW);
digitalWrite(Z4, LOW);

delay(50);

digitalWrite(Z1, HIGH);
```



cnc \$

```
digitalWrite(Z1, LOW);
digitalWrite(Z2, LOW);
digitalWrite(Z3, LOW);
digitalWrite(Z4, HIGH);

delay(50);
if(E1 == 0){
  for(U = 0; U <= MCA; U += 1){

    digitalWrite(X1, LOW);
digitalWrite(X2, LOW);
digitalWrite(X3, HIGH);
digitalWrite(X4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(X1, LOW);
digitalWrite(X2, HIGH);
digitalWrite(X3, LOW);
digitalWrite(X4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(X1, HIGH);
digitalWrite(X2, LOW);
digitalWrite(X3, LOW);
digitalWrite(X4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(X1, LOW);
digitalWrite(X2, LOW);
digitalWrite(X3, LOW);
digitalWrite(X4, HIGH);

    delav(50);
```



cnc \$

```
delay(50);

}
E1 = 0;

}
if(E1 == 0){
for(U = MCA; U >= 0; U -- 1){

    digitalWrite(X1, HIGH);
digitalWrite(X2, LOW);
digitalWrite(X3, LOW);
digitalWrite(X4, LOW);

delay(50);

digitalWrite(X1, LOW);
digitalWrite(X2, HIGH);
digitalWrite(X3, LOW);
digitalWrite(X4, LOW);

delay(50);

digitalWrite(X1, LOW);
digitalWrite(X2, LOW);
digitalWrite(X3, HIGH);
digitalWrite(X4, LOW);

delay(50);

digitalWrite(X1, LOW);
digitalWrite(X2, LOW);
digitalWrite(X3, LOW);
digitalWrite(X4, HIGH);

delay(50);
```

```
cnc Arduino 1.8.8
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
cnc $
digitalWrite(X4, HIGH);

delay(50);

}
E1 = 1;

}
}
for(W = 20; W >= 0; W -= 1){//subir la cabezal para otro corte

    digitalWrite(Z1, HIGH);
digitalWrite(Z2, LOW);
digitalWrite(Z3, LOW);
digitalWrite(Z4, LOW);

delay(50);

digitalWrite(Z1, LOW);
digitalWrite(Z2, HIGH);
digitalWrite(Z3, LOW);
digitalWrite(Z4, LOW);

delay(50);

digitalWrite(Z1, LOW);
digitalWrite(Z2, LOW);
digitalWrite(Z3, HIGH);
digitalWrite(Z4, LOW);

delay(50);

digitalWrite(Z1, LOW);
digitalWrite(Z2, LOW);
digitalWrite(Z3, LOW);
digitalWrite(Z4, HIGH);
```



```
cnc Arduino 1.8.3
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
cnc $

}
}

void serialEvent() {
  while (Serial.available()) {

    char CharEntrada = Serial.read(); //Leer un byte del puerto serial

    datos += CharEntrada; //Agregar el char anterior al string

    if (CharEntrada == '\n') { //Si se detecta un fin de linea
      TransmisionCompleta = true; //Se indica al programa que el usuario termino de ingresar la informacion
    }
  }
}
void estado1(){
  if(pos1 == HIGH && pos2 == LOW && pos3 == LOW){

    digitalWrite(Y1, HIGH);
    digitalWrite(Y2, LOW);
    digitalWrite(Y3, LOW);
    digitalWrite(Y4, LOW);

    digitalWrite(Z1, HIGH);
    digitalWrite(Z2, LOW);
    digitalWrite(Z3, LOW);
    digitalWrite(Z4, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(Y1, LOW);
    digitalWrite(Y2, HIGH);
    digitalWrite(Y3, LOW);
```



cnc \$

```
digitalWrite(Z4, LOW);

delay(50);

digitalWrite(Y1, LOW);
digitalWrite(Y2, LOW);
digitalWrite(Y3, HIGH);
digitalWrite(Y4, LOW);

digitalWrite(Z1, LOW);
digitalWrite(Z2, LOW);
digitalWrite(Z3, HIGH);
digitalWrite(Z4, LOW);

delay(50);

digitalWrite(Y1, LOW);
digitalWrite(Y2, LOW);
digitalWrite(Y3, LOW);
digitalWrite(Y4, HIGH);

digitalWrite(Z1, LOW);
digitalWrite(Z2, LOW);
digitalWrite(Z3, LOW);
digitalWrite(Z4, HIGH);

delay(50);
}
if(pos1 == LOW && pos2 == HIGH && pos3 == LOW){

digitalWrite(X1, HIGH);
digitalWrite(X2, LOW);
digitalWrite(X3, LOW);
digitalWrite(X4, LOW);

digitalWrite(Z1, HIGH);
```



cnc \$

```
digitalWrite(Z4, HIGH);

delay(50);
}
if(pos1 == LOW && pos2 == LOW && pos3 == HIGH){

digitalWrite(X1, HIGH);
digitalWrite(X2, LOW);
digitalWrite(X3, LOW);
digitalWrite(X4, LOW);

digitalWrite(Y1, HIGH);
digitalWrite(Y2, LOW);
digitalWrite(Y3, LOW);
digitalWrite(Y4, LOW);

delay(50);

digitalWrite(X1, LOW);
digitalWrite(X2, HIGH);
digitalWrite(X3, LOW);
digitalWrite(X4, LOW);

digitalWrite(Y1, LOW);
digitalWrite(Y2, HIGH);
digitalWrite(Y3, LOW);
digitalWrite(Y4, LOW);

delay(50);

digitalWrite(X1, LOW);
digitalWrite(X2, LOW);
digitalWrite(X3, HIGH);
digitalWrite(X4, LOW);

digitalWrite(Y1, LOW);
```

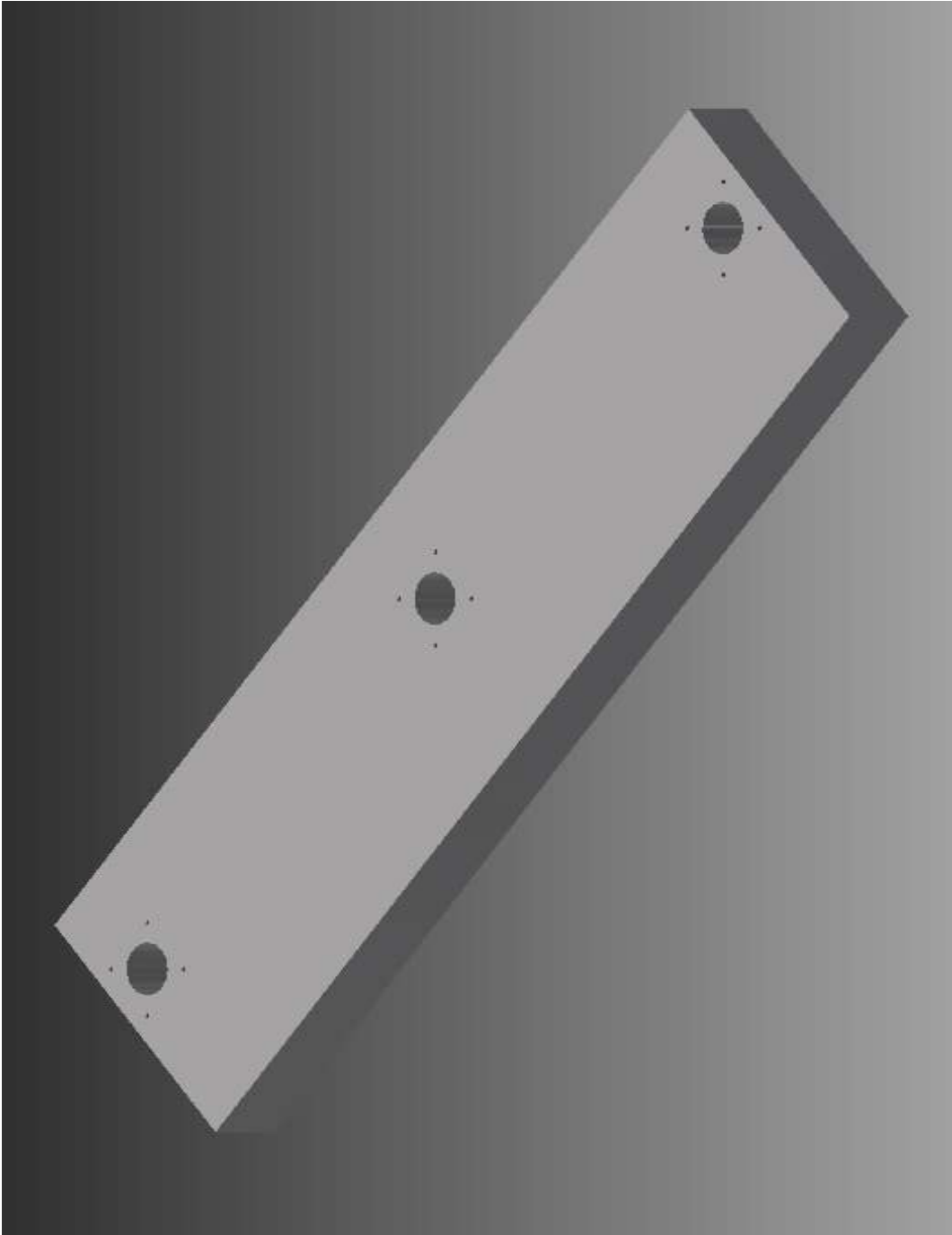


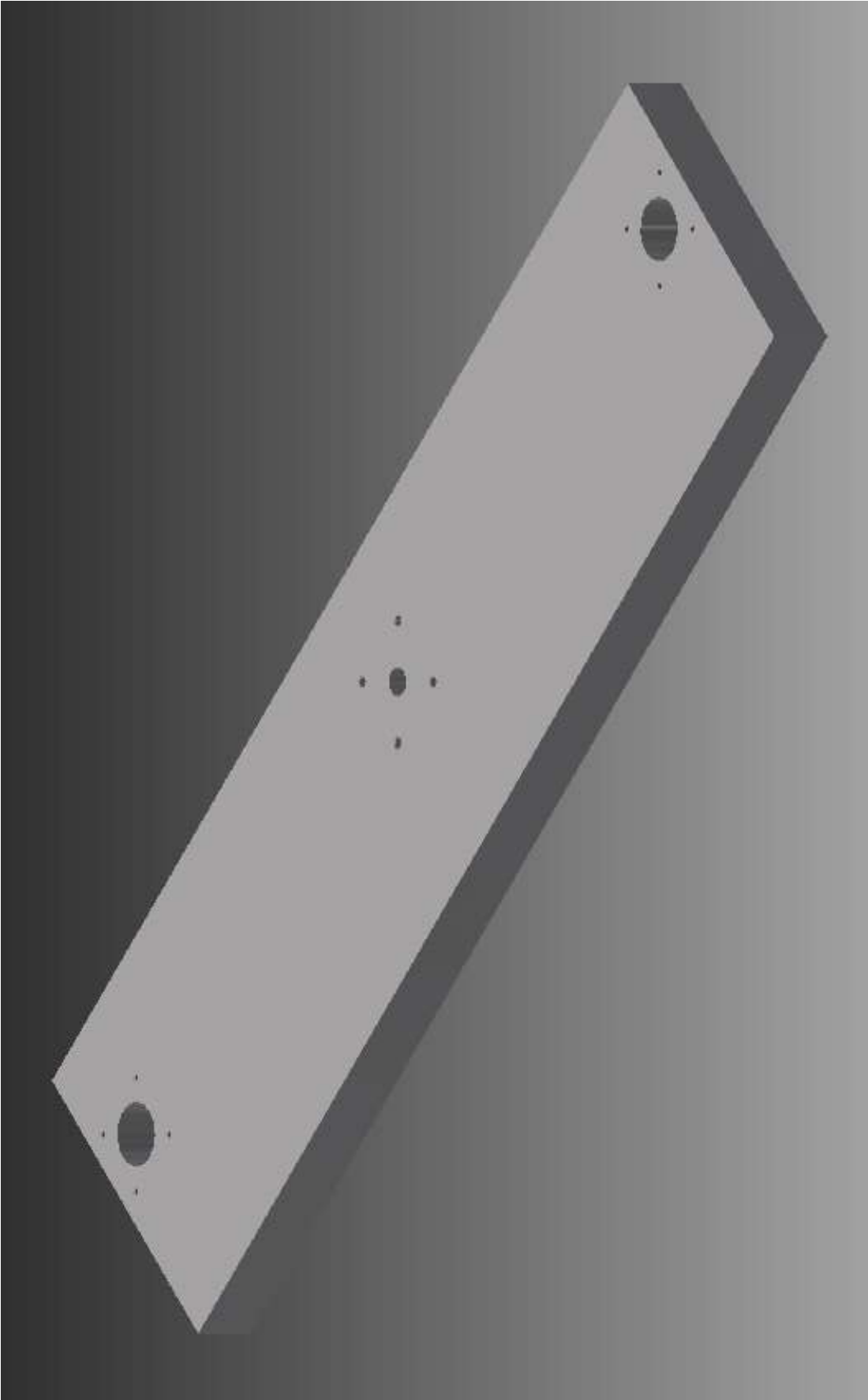
cnc \$

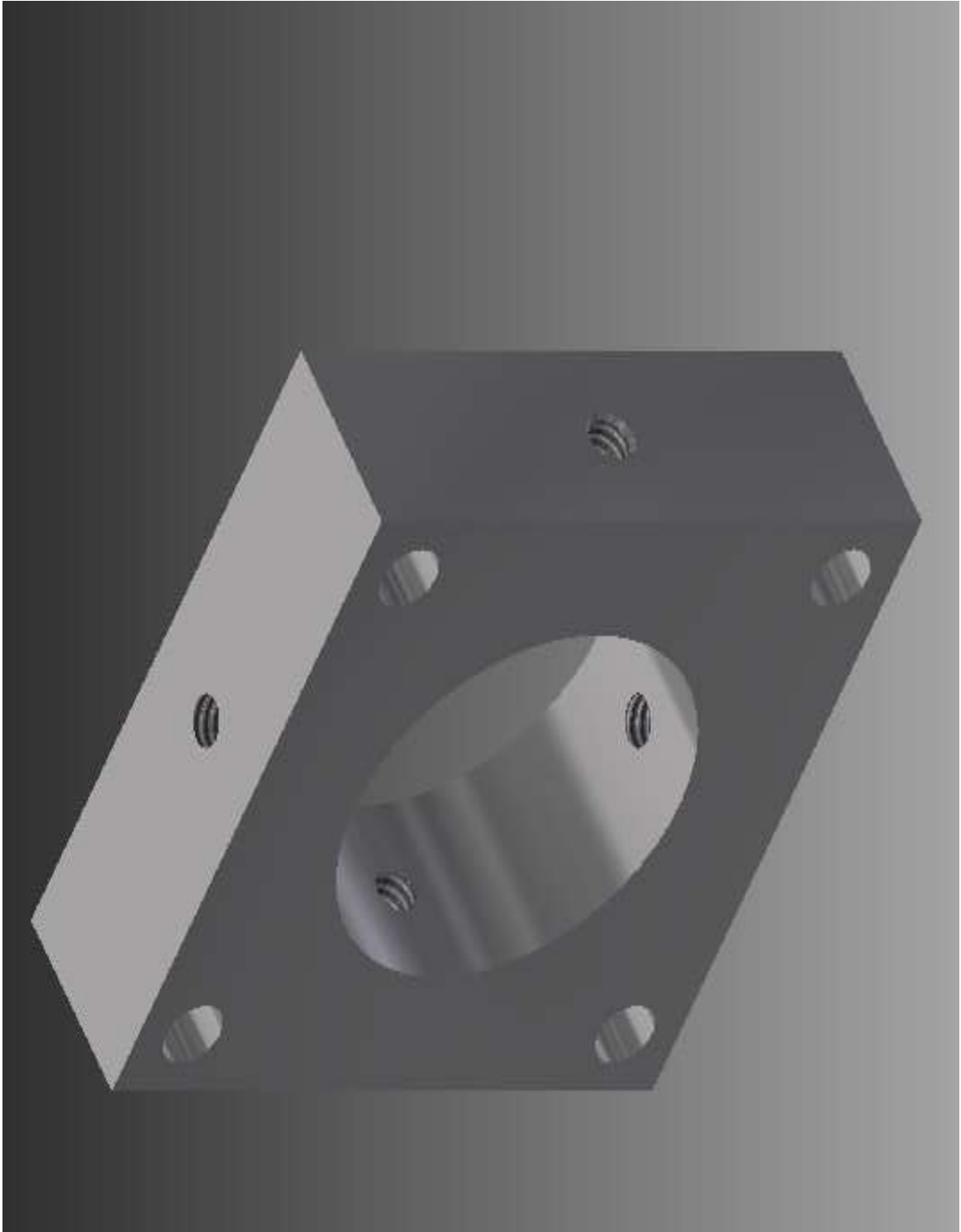
```
digitalWrite(Z3, HIGH);  
digitalWrite(Z4, LOW);  
  
delay(50);  
  
digitalWrite(X1, LOW);  
digitalWrite(X2, LOW);  
digitalWrite(X3, LOW);  
digitalWrite(X4, HIGH);  
  
digitalWrite(Y1, LOW);  
digitalWrite(Y2, LOW);  
digitalWrite(Y3, LOW);  
digitalWrite(Y4, HIGH);  
  
digitalWrite(Z1, LOW);  
digitalWrite(Z2, LOW);  
digitalWrite(Z3, LOW);  
digitalWrite(Z4, HIGH);  
  
delay(50);  
}  
digitalWrite(X1, LOW);  
digitalWrite(X2, LOW);  
digitalWrite(X3, LOW);  
digitalWrite(X4, LOW);  
  
digitalWrite(Y1, LOW);  
digitalWrite(Y2, LOW);  
digitalWrite(Y3, LOW);  
digitalWrite(Y4, LOW);  
  
digitalWrite(Z1, LOW);  
digitalWrite(Z2, LOW);  
digitalWrite(Z3, LOW);  
digitalWrite(Z4, LOW);  
}
```

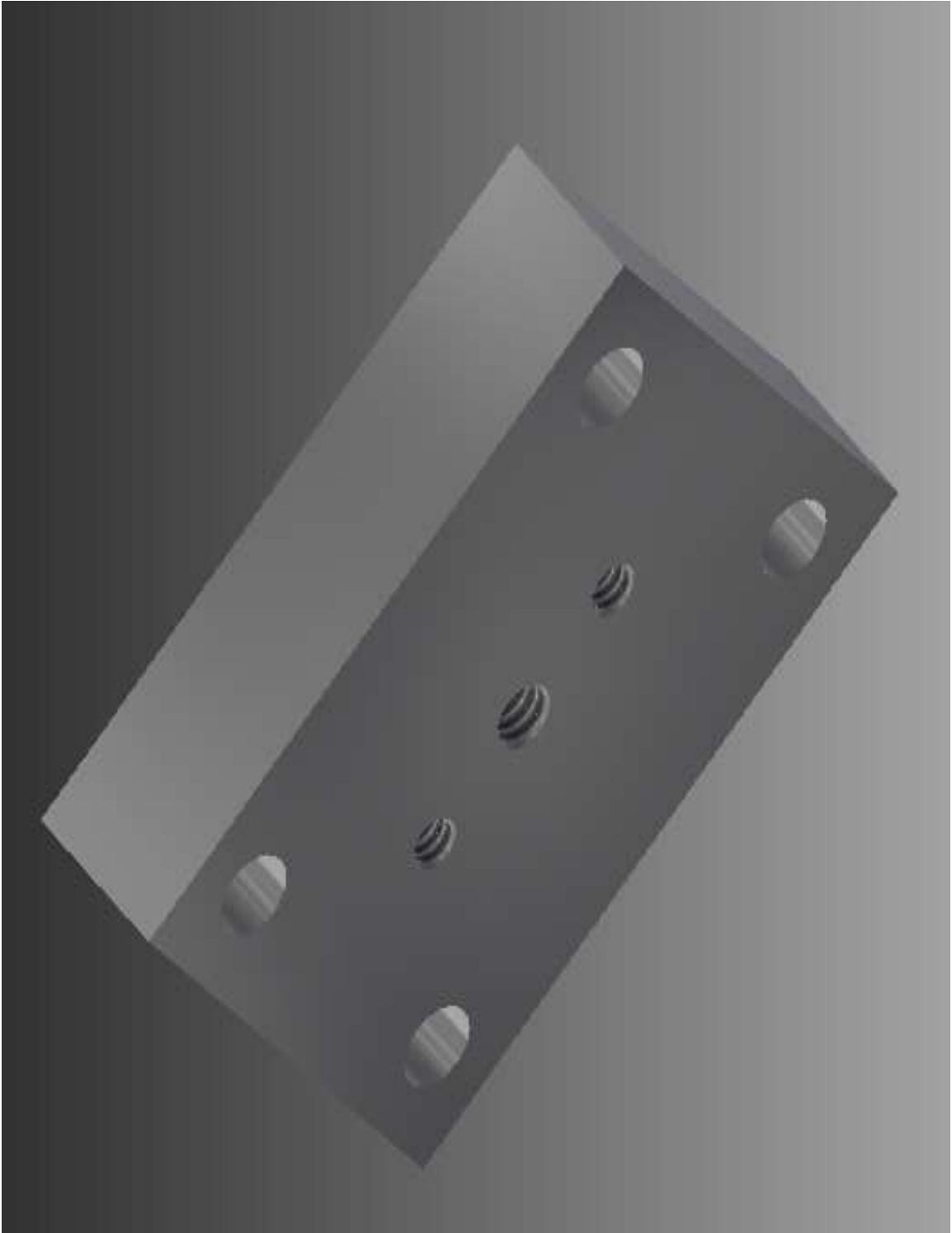
Anexo E

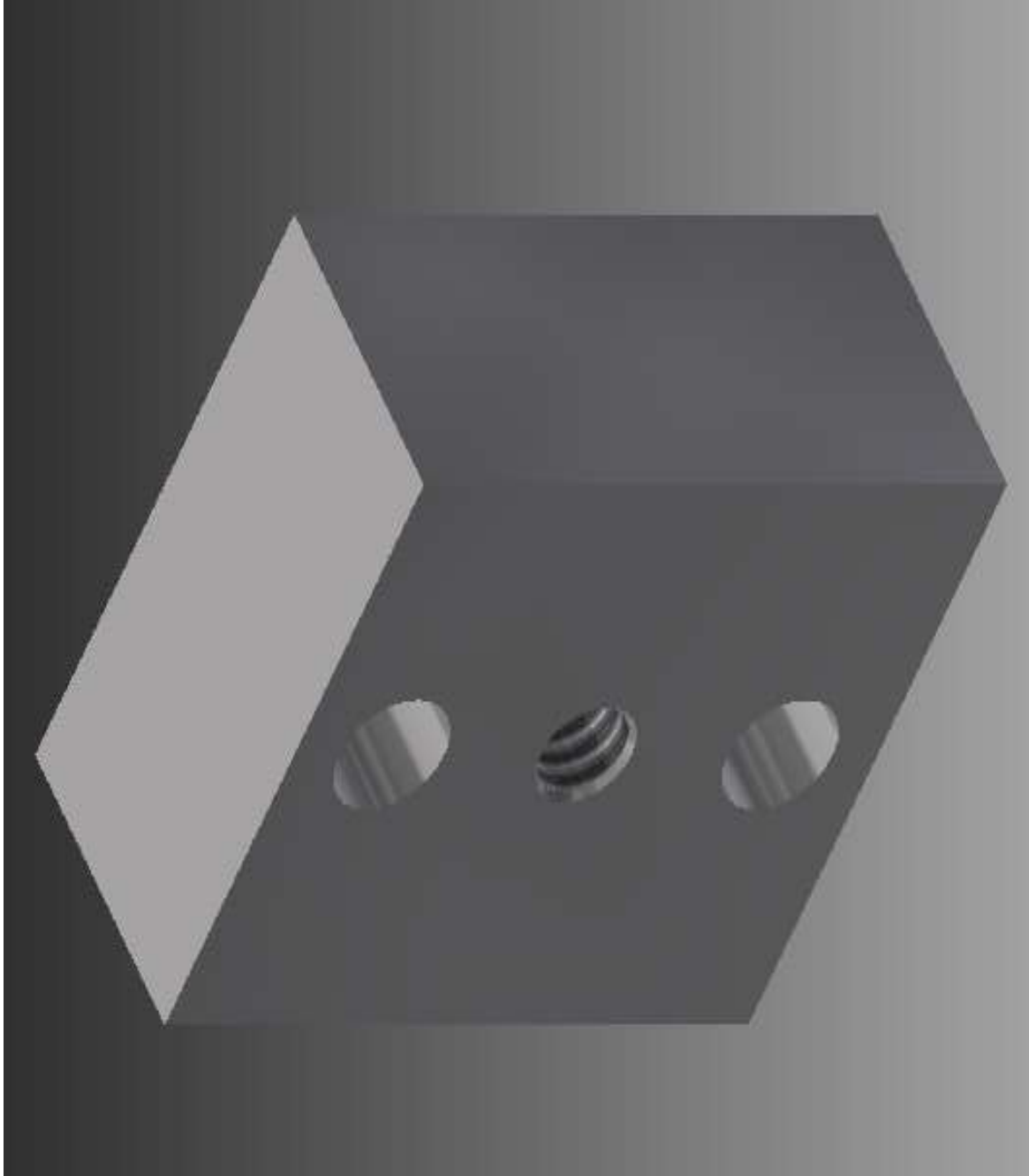
PIEZAS





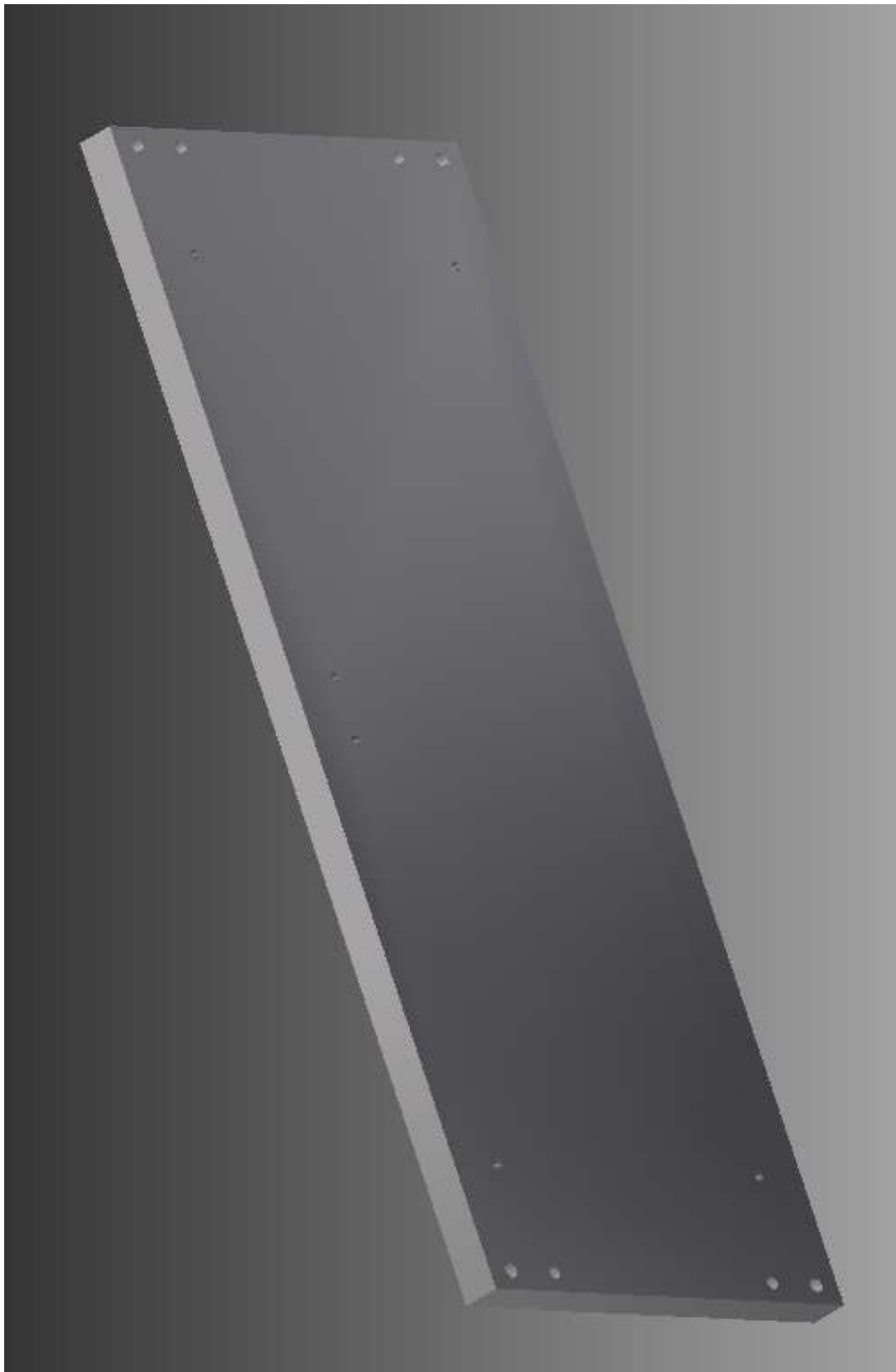


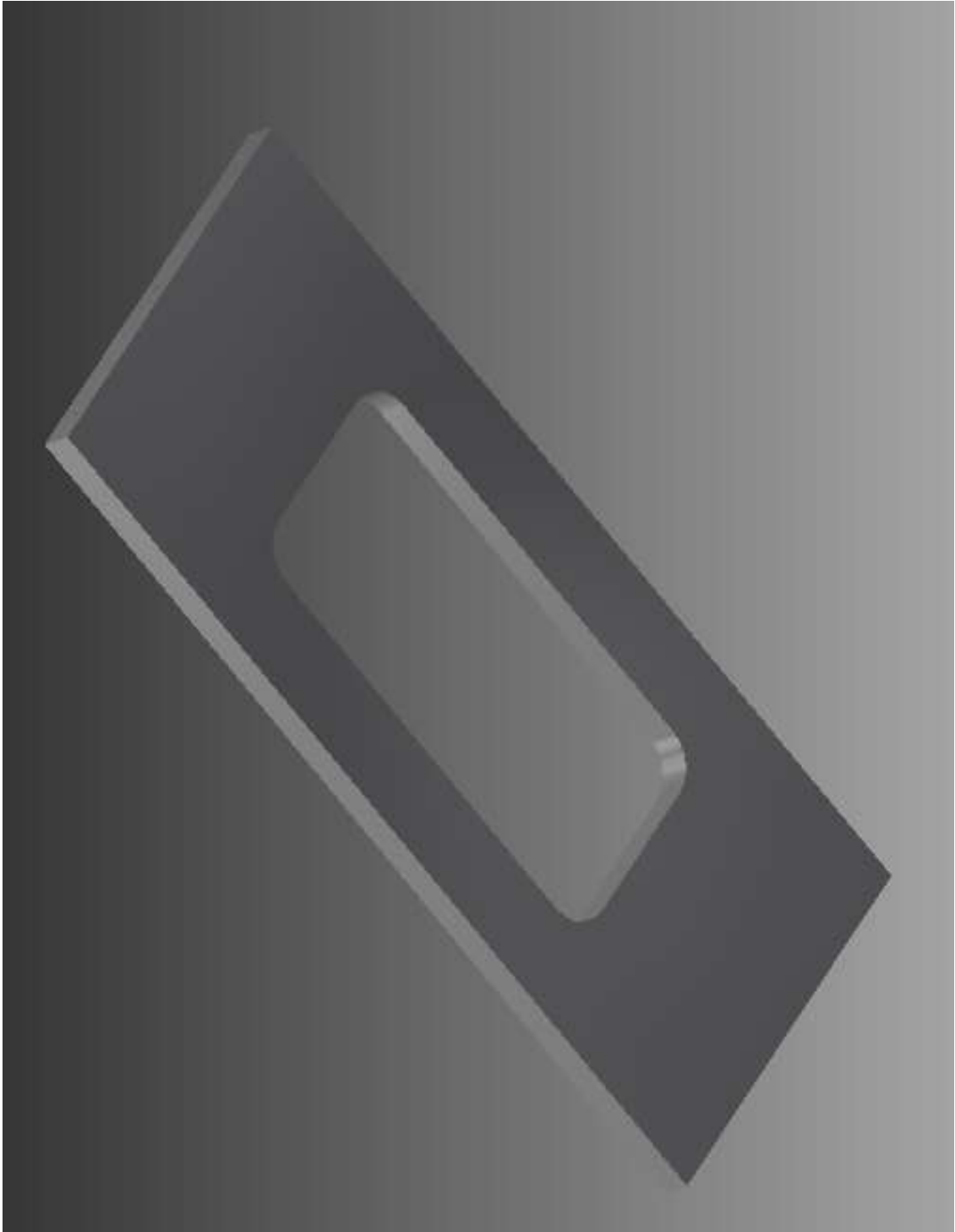


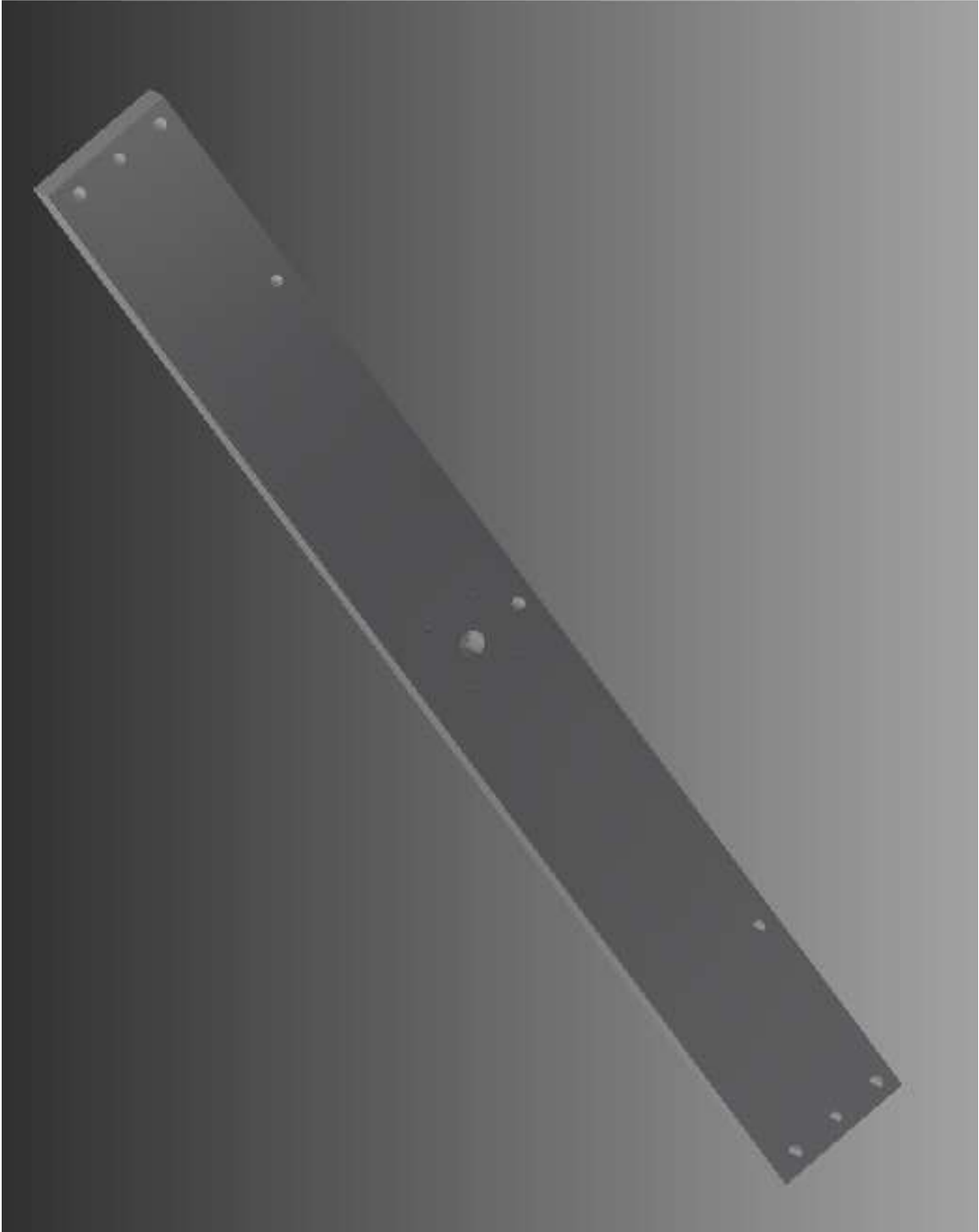












Anexo F
LISTA DE
EXIGENCIAS

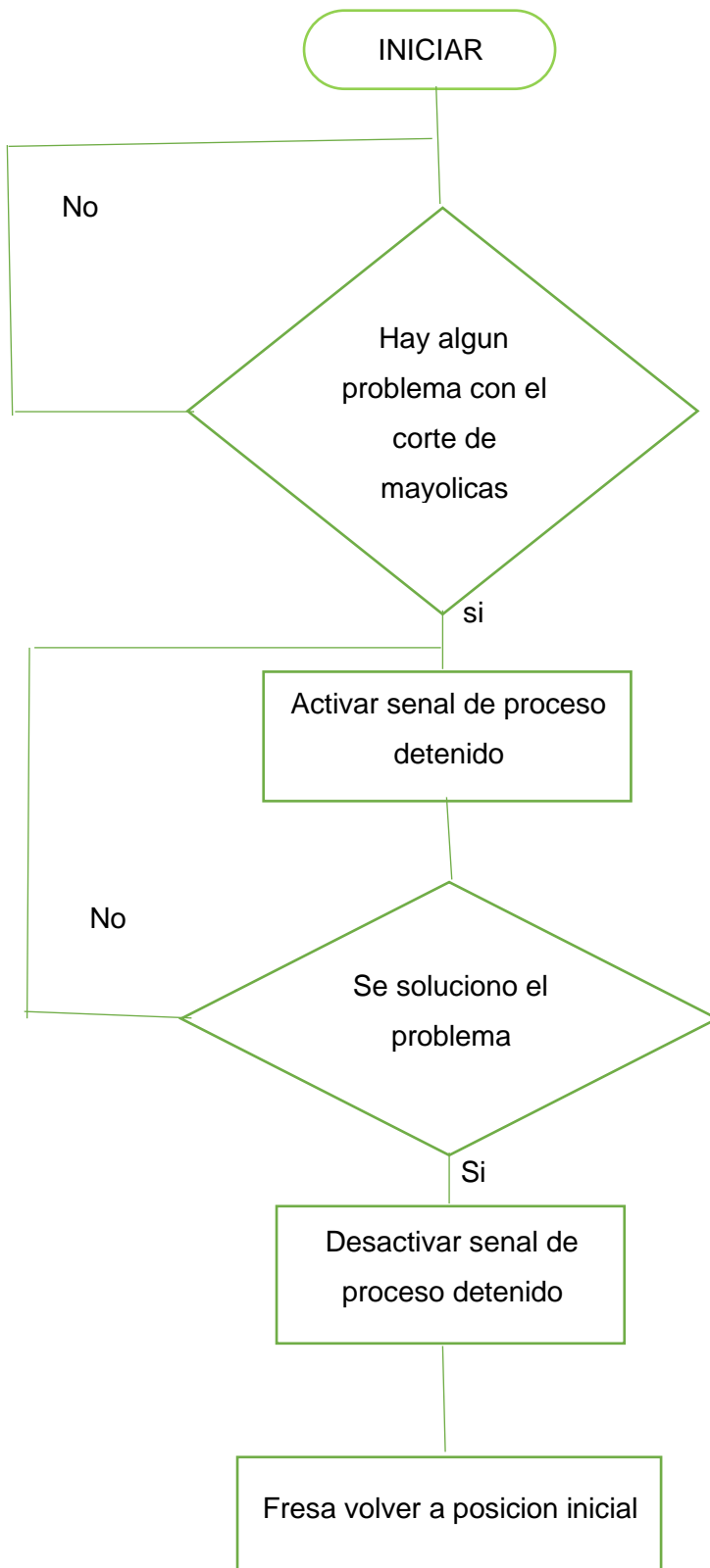
UTP	LISTA DE EXIGENCIAS
Exigencia/ Deseable	Requerimientos
Exigencia	<p>FUNCIÓN PRINCIPAL:</p> <p>Diseñar y automatizar una maquina de corte cartesiano para mayolicas en el proceso de enchapados de pisos residenciales.</p>
Exigencia	<p>MATERIA PRIMA:</p> <p>Mayólicas</p>
Exigencia	<p>GEOMETRIA:</p> <p>Maquina de corte cartesiano:</p> <p>Largo: 2 m</p> <p>Ancho: 1.5 m</p> <p>Altura: 1.6 m</p> <p>Bolsa pañales (Máximo)</p> <p>Ancho: 600 mm</p> <p>Largo: 600 mm</p> <p>Altura: 20 mm</p>
Exigencia	<p>ENERGIA:</p> <p>Eléctrica 380 VAC trifásica.</p>
Exigencia	<p>VARIABLES DEL SISTEMA:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Energía para alimentar la maquina cortadora de mayólicas medidas en Voltios. ▪ Potencia de los motores medidas en caballos de fuerza (Hp).
Exigencia	<p>CONTROL DE CALIDAD:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Norma Nema 12 protección interior contra caída de suciedad, acumulación del polvo del aire ambiental, así como contra el goteo de líquidos no corrosivos. ▪ Norma IEEE 1451.0-2007 para una interface transductor inteligente para sensores y actuadores, la instrumentación debe incluir indicadores y transmisores con salidas de señales analógicas y digitales estandarizadas (4-20mA).

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Norma ISO/IEEE 15288:2015: Proporciona procesos que apoyan la definición, control y mejora de los procesos del ciclo de vida del sistema utilizado dentro de un proyecto.
Exigencia	SEÑALES: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se contará con botones de encendido y de parada de emergencia. ▪ Se tendrán luces que indique el proceso de corte de la mayólica.
Deseable	FABRICACIÓN: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se empleará materiales y accesorios que de preferencia se encuentren disponibles en el mercado nacional. ▪ La máquina de corte cartesiano para mayólicas deberá diseñarse bajo la norma ISO 128 principios generales para realizar planos técnicos. ▪ Se deberá fabricar en talleres locales y se usaran materiales de fácil adquisición. ▪ Ensamblado en tableros de control para la selección de los rieles (sensores y actuadores) para así poder seleccionar los componentes eléctricos.
Exigencia	TRANSPORTE: <ul style="list-style-type: none"> ▪ El diseño de la maquina deberá integrar manijas, sistemas de sujeción, lo cual permitirá su fácil transporte.
Exigencia	ERGONOMÍA: <ul style="list-style-type: none"> ▪ El diseño considera las normas ISO 11228 criterios y factores de riesgo ergonómico y de valoración de la actividad física. ▪ Los sistemas de mando se encontrarán a una altura de 1,2m. ▪ Muestra de datos en una aplicación en una tablet o celular para un fácil manejo y comodidad. ▪ Se empleará un sistema para evitar posibles ruidos cuya intensidad afecten a la salud del operador. ▪ La posición de los dispositivos de control de la maquina permitirá el fácil alcance del operario.
Exigencia	AMBIENTE DE TRABAJO: Generalmente el ambiente en el cual trabajaremos será en una fábrica de clase1 de mayólicas. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperatura: -17 - 35 °C ▪ Altitud máxima: 5000 msnm Largo: 31 m Ancho: 28 m Altura: 7.2m

Exigencia	<p>SEGURIDAD:</p> <p>(Decreto Supremo N° 009-2005-TR, Resolución Ministerial N° 375-2008-TR): Promueve condiciones de trabajo dignas que garantizan un estado de vida saludable, física, mental y social.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se instalará alarmas y paradas de emergencia. ▪ Cantidad de ruido: Durante operación máximo 60 dB. ▪ Los colores de lámparas y botones son de acuerdo a las normas EN 60204.1/NFPA 79.
Deseable	<p>DOCUMENTACIÓN:</p> <p>Se elaborará un manual de arranque y parada de la empaquetadora.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para el mantenimiento se elaborará un cuadro de averías comunes y soluciones. • Guía rápida de emergencia, plan de mantenimiento preventivo.
Deseable	<p>PRESUPUESTO:</p> <p>5000 Nuevos soles.</p>
Exigencia	<p>NORMAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los tableros de control y de fuerza deben cumplir con la norma Nema4x: La norma nos garantiza el buen funcionamiento del tablero contra cualquier tipo de ambiente (polvo, tierra, lluvia, etc.). • Nema1: Los tableros con la norma Nema1 nos ofrece seguridad para las personas contra el acceso a partes peligrosas en el interior de los equipos.

Anexo G
DIAGRAMA
DE FLUJO

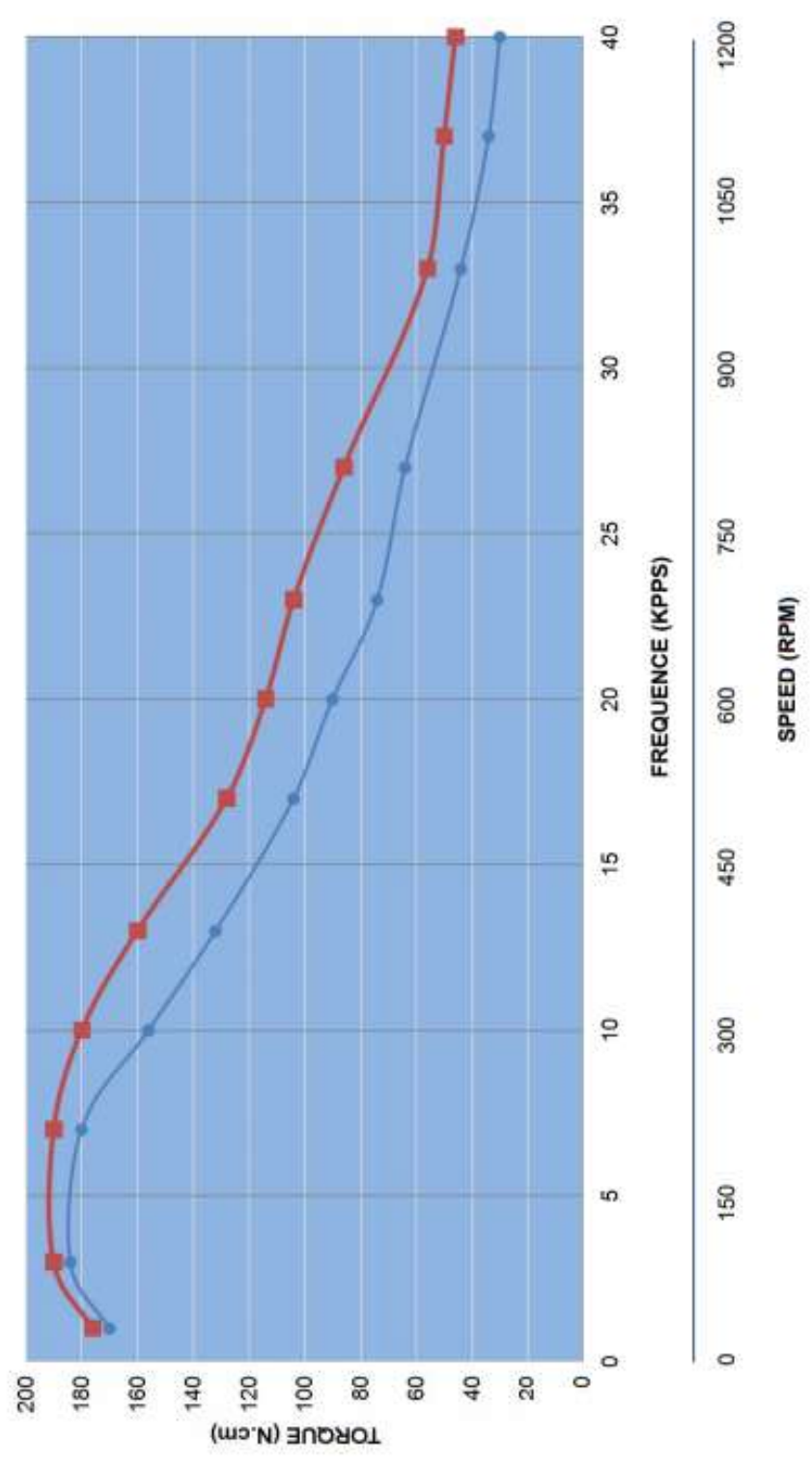
LOGICA DE CORTADORA DE MAYOLICAS



Anexo H
DATASHEET
DEL MOTOR
NEMA 23

Driver : DM542T Voltage:36/48V
 Microstep : 2000 RMS :2.69A

PULL OUT TORQUE CURVE OF 23HS30-2804S



Nema 23 Stepper Motor

Rev: A

Date:

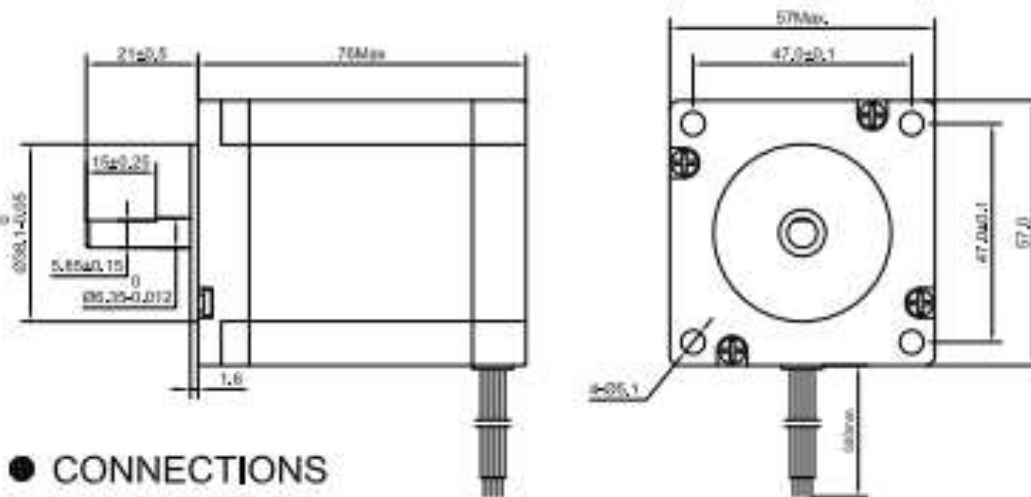
● COMMON RATINGS

Step angle :	1.8°	Dielectric strength :	500VAC
Positional accuracy :	±5%	Insulation resistance :	100Mohm(500VDC)
Number of Phase :	2	Ambient Temperature :	-10℃~50℃
Temperature rise :	80℃MAX	Insulation class :	B
Rotor Inertia :	440gcm ²	Weight :	1.1Kg

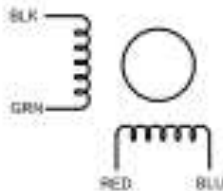
● SPECIFICATIONS

Holding Torque (2 phases on) Nm	Rated Current/Phase (Amps DC)	Phase Resistance (ohms) ±10%	Voltage Current/Phase (V DC)	Phase Inductance (mH)±20%(1KHz) Typical
1.89	2.8	1.13	3.2	5.4

● DIMENSIONS unit=mm



● CONNECTIONS



						23HS30-2804S			技术规格书			
标记	数量	分区	更改文件号	部号	日期							
设计			标准化			审核	验证	装配				比例
审核										www.OMC-StepperOnline.com		
工艺			核准			其他	备注					

Anexo I
APLICACIÓN

Máquina de corte cartesiano para mayólica

Medidas de habitación (mm)

x y

Medidas de mayólica (mm)

x y

Enviar

N° Mayólicas a cortar

N° Mayólicas enteras

START

STOP

Estatus de la máquina

Conectar maquina



Anexo J

DRIVER HY-DIV268N-5A

HY-DIV268N-5A

Este driver basado en el chip TB6600 es un módulo controlador de motor paso a paso de tipo bipolar que permite varios modos micro-paso (1,1/2, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16 paso)

- Compatible con motores de 12V a 48V DC
- Corriente de excitación máxima 5A
- Utiliza el control de subdivisión de bucle de corriente
- El ruido del par de torque del motor es muy pequeño
- Baja velocidad de funcionamiento muy suave
- Protección contra sobre voltaje, bajo voltaje, sobrecorriente y cortocircuitos
- Temperatura de funcionamiento: -10 a 45 °C

Control

PUL: Cada pulso a su entrada corresponde a un paso del motor

DIR: Activa el sentido de giro del motor dependiendo del estado

DIAGRAMA DE CONEXIONES

