



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ATLIXCO

Organismo Público Descentralizado del Gobierno del Estado de Puebla

NOMBRE DEL TRABAJO

**Implementación mecánica de una máquina
desterronadora-cernidora de arcilla**

OPCIÓN

Tesis

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniero Mecatrónico

PRESENTA:

Karla Paola García Ochoa

ASESOR: Ing. Jovanni Amaro Balanzar

ATLIXCO, PUE. 9 DE NOVEMBRE DE 2022



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
TECNM CAMPUS ATLIXCO**

NOMBRE DEL PROYECTO

**IMPLEMENTACIÓN MECÁNICA DE UNA
MÁQUINA DESTERRONADORA-CERNIDORA
DE ARCILLA**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:**

INGENIERO MECATRÓNICO

P R E S E N T A:

KARLA PAOLA GARCIA OCHOA

**ASESOR: ING. JOVANNI AMARO BALANZAR
ASESOR: DR. FERNANDO SANCHEZ TEXIS**

ATLIXCO, PUEBLA, MÉXICO, NOVIEMBRE 2022

Agradecimientos

Agradezco a Dios por darme salud y fortaleza para seguir todos los días a pesar de las dificultades.

Agradezco a mis padres María del Carmen Ochoa Maceda y Aarón García Amado por darme todo su apoyo, cariño y confianza para poder seguir día a día.

Agradezco a mi hermano Oliver Aarón García Ochoa por el apoyo incondicional que me ha brindado en los cuatro años de carrera.

Agradezco a mis asesores el Dr. Fernando Sánchez Taxis y el Ing. Jovanni Amaro Balanzar por su apoyo en la realización de este proyecto.

Agradezco a mi mejor amigo Erick Pérez Limón por ayudarme a crecer como persona y apoyarme.

Resumen

El presente trabajo tiene como finalidad explicar cuál es el proceso de construcción estructural del prototipo de una máquina desterronadora-cernidora de arcilla, así como cálculos de instalación eléctrica de un motor monofásico, la cual será empleada en el municipio de Cohuecan con el fin de poder minimizar tiempos de producción y optimice el proceso de desterronado y cernido de arcilla, debido a la necesidad de minimizar el desgaste físico de sus pobladores.

Abstract

The purpose of this work is to explain the process of structural construction of the prototype of a clay banishing-cernidating machine, as well as electrical installation calculations for a single-phase motor, which will be used in the municipality of Cohuecan in order to minimize production times and optimize the process of banishing and sifting clay, due to the need to minimize the physical wear and tear of its inhabitants.

Índice general

INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	9
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
1.2 OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	10
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	11
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. PROPIEDADES DE DISEÑO DE MATERIALES.....	12
2.1.1. RESISTENCIA A LA TENSIÓN Y A LA CEDENCIA.....	12
2.1.2. RIGIDEZ.....	14
2.2. ACERO AL CARBÓN Y ALEADO.....	14
2.2.1 CONDICIONES PARA ACEROS.....	14
2.3. DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA.....	15
2.4. MANUFACTURA FDM (MODELADO POR DEPOSICIÓN FUNDIDA).....	16
2.5. FUNDAMENTOS DE SOLDADURA.....	17
2.5.1. SOLDADURA CON ARCO.....	17
2.5.2. SOLDADURA CON ARCO DE ELECTRODO REVESTIDO.....	17
2.5.3. SOLDADURA DE ARCO DE METAL Y GAS.....	18
2.5.4. USOS Y VENTAJAS.....	18
2.6. TORNEADO Y OPERACIONES AFINES.....	19
2.6.1. CONDICIONES DE CORTE PARA EL TORNEADO.....	19
6.2.2. OPERACIONES RELACIONADAS CON EL TORNEADO.....	20
2.7. TALADRADO.....	21
2.7.1. CLASIFICACIÓN DE LAS MÁQUINAS TALADRADORAS.....	21
2.7.2. TALADROS PORTÁTILES.....	21
2.7.3. BROCAS.....	21
2.8. MOTORES DE INDUCCIÓN MONOFÁSICOS.....	22
2.9. NEMAS Y TIPO DE ARRANQUE.....	23

2.10 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	24
2.11. PROTECCIÓN DE ARRANQUE.....	25
ESTADO DEL ARTE.....	26
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	28
3.1. IMPLEMENTACIÓN MECÁNICA DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL	28
3.1.2. <i>Proceso de escuadreado, soldado y esmerilado de piezas para la construcción de la estructura principal.</i>	30
3.1.3. <i>Revisión de medidas de la base principal</i>	31
3.1.4. <i>Medición, centrado y barrenado para la colocación de las chumaceras.</i>	32
3.2. PROTOTIPADO E IMPRESIÓN 3D DE LAS ASPAS DESTERRONADORAS....	33
3.3. IMPLEMENTACIÓN MECÁNICA DE LA ESTRUCTURA DEL CERNIDOR....	35
3.3.1. <i>Medición de las piezas con base a la tabla de medidas realizada.</i>	35
3.3.2. <i>Proceso de escuadreado, soldado y esmerilado de piezas para la construcción del cernidor.</i>	36
3.3.3. <i>Revisión de medidas de la base principal</i>	37
3.3.4. <i>Barrenado en la estructura del cernidor</i>	38
3.3.5. <i>Corte de malla</i>	39
3.3.6. <i>Colocación de la malla mediante remaches</i>	39
3.4. TORNEADO DEL EJE DE SUJECIÓN DE LAS ASPAS DESTERRONADORAS.	40
3.4.1. <i>Medición y corte de material para el eje de sujeción</i>	40
3.4.2. <i>Centrado y torneado de la pieza</i>	42
3.5. MEDICIÓN Y CORTE DE LAMINA PARA EL RECUBRIMIENTO DE LA BASE PRINCIPAL	45
3.5.1. <i>Realización de tablas y trazado de medidas en la lámina.</i>	45
3.5.2. <i>Corte de lámina.</i>	46
3.6. CÁLCULOS PARA UN MOTOR DE INDUCCIÓN MONOFÁSICO	47
3.6.1. CONTROL DE ARRANQUE Y PARO DE UN MOTOR.....	47
3.6.2. CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN.....	49
3.6.3. CÁLCULO DE POTENCIA, CORRIENTE PICO Y NOMINAL DE UN MOTOR MONOFÁSICO....	50

CAPÍTULO 4. RESULTADOS	53
4.1. ESTRUCTURA FINAL	53
4.2. PROTOTIPO DE LAS ASPAS	53
4.3. ESTRUCTURA DEL CERNIDOR	54
4.4. EJE DE SUJECCIÓN DE LAS ASPAS	54
4.5. LÁMINA PARA EL RECUBRIMIENTO DE LA MÁQUINA DESTERRONADORA-CERNIDORA.	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS	57
GLOSARIO	59

Índice de figuras

Figura 2. 1 Curva de esfuerzo-deformación típica para acero.....	14
Figura 2.2. Varios tipos de modelación para CAD.....	17
Figura 2.3. Proceso de FDM.....	18
Figura2.4. Configuración básica y circuito eléctrico de un proceso de soldadura con arco.....	19
Figura 2.5. Operación de careado en el torneado.....	21
Figura 2.6. Broca normal su terminología.....	23
Figura 2.7. Construcción de un motor de inducción monofásico. El rotor es igual al de un motor de inducción trifásico, pero el estator tiene una sola fase distribuida.....	23
Figura 2.8. <i>a)</i> Característica par-velocidad de un motor de inducción trifásico. <i>b)</i> Curva de la característica par-velocidad de dos campos magnéticos del estator iguales que giran en direcciones opuestas.....	24
Figura 2.9. Tipos de NEMAS.....	25
Figura 2.10. Guardamotor.....	27
Figura 2.11. Prototipo realizado por: García O, Guayasamin V. (2020).....	28
Figura 3.1. Diseño de la estructura inferior.....	29
Figura 3.2. Diseño de la estructura superior.....	29
Figura 3.3. Corte de piezas a las medidas y ángulos requeridos.....	30
Figura3.4. Obtención de todas las piezas para la estructura inferior.....	30
Figura 3.5. Escuadreado de las piezas de la base principal a los ángeles requeridos.....	31
Figura 3.6. Proceso de soldadura de las piezas de la estructura inferior.....	31
Figura 3.7. Escoria alargada.....	32
Figura 3.8. Escoria aislada.....	32
Figura 3.9. Proceso de esmerilado con disco de piedra en las esquinas inferiores.....	32
Figura 3.10. Revisión de medidas de la estructura principal terminada.....	33
Figura 3.11. Diseño de los barrenos para la colocación de chumaceras en la estructura.....	33
Figura 3.12. Medición, centrado y barrenado para la colocación de las chumaceras.....	34
Figura 3.13. Diseños de las aspas en SolidWorks.....	35
Figura 3.14. Diseño del cernidor realizado en SolidWorks.....	36
Figura 3.15. Obtención de las medidas de las piezas a cortar.....	37
Figura 3.16. Corte de piezas a las medidas y tipo de corte requerido.....	37
Figura 3.17. Escuadreado de las piezas para el cernidor a un ángulo de 90°.....	37
Figura 3.18. Puntos de soldadura en la estructura del cernidor.....	38
Figura 3.19. Soldadura de la estructura del cernidor.....	38
Figura 3.20. Verificación de medidas.....	39
Figura 3.21. Estructura del cernidor terminada.....	39
Figura 3.22. Barrenos realizados en la parte inferior de la estructura.....	40

Figura 3.23. Malla cortada.....	40
Figura 3.24. Malla remachada en la estructura del cernidor.....	41
Figura 3.25. Diseño del eje de sujeción realizado en SolidWorks.....	41
Figura 3.26. Medición del largo del eje sobre el material.....	42
Figura 3.27. Corte de material al largo requerido.....	42
Figura 3.28. Medir y marcar secciones para tornearse.....	43
Figura 3.29. Medidas de las secciones a tornear “cilindrar”.....	43
Figura 3.30. Centrado y sujeción del eje.....	44
Figura 3.31. Centrado de la herramienta de corte (buril).....	44
Figura 3.32. Palancas de velocidades y sentido de giro del Chuck.....	45
Figura 3.33. Torneado del eje de sujeción.....	45
Figura 3.34. Torneado final de la pieza.....	46
Figura 3.35. Corte de lámina con esmeriladora.....	47
Figura 3.36. Resultado final de corte de lámina.....	47
Figura 3.37. Circuitos de arranque-paro de un motor monofásico.....	49
Figura 3.38. Placa de características de un motor monofásico.....	52
Figura 4.1. Estructura final de la máquina desterronadora-cernidora.....	54
Figura 4.2. a) Primer prototipo del aspa, b) Segundo prototipo del aspa y c) Tercer prototipo del aspa.....	54
Figura 4.3. Estructura final del cernidor con malla remachada.....	55
Figura 4.4. Torneado final de la pieza.....	55
Figura 4.5. Extremo del eje de sujeción donde irá sujeta la chumacera.....	56
Figura 4.6. Lámina de calibre 18 cortada a medida de las caras de la estructura principal.....	56

Introducción

La alfarería ha sido para muchas partes del mundo un recurso vital durante siglos. Pero debido a el paso del tiempo y a el surgimiento de las nuevas sociedades, las necesidades han cambiado y la tradición alfarera se ha actualizado y ha trabajado con nuevos y mejores materiales y con modelos productivos. Sin embargo, en la actualidad la alfarería sigue siendo un oficio muy practicado por muchas familias artesanas y representa una parte importante en México y retrata la cultura e historia de los pueblos originarios de nuestro país.

En la parte centro oeste del estado de Puebla se localiza el municipio de Cohuecan y es uno de los 217 municipios que constituyen dicho estado. En este municipio la actividad económica y cultural principal es la alfarería, la cual se lleva a cabo con base al tratamiento de arcilla. El tratamiento de la arcilla se lleva a cabo de manera manual, comenzando por el proceso de extracción de arcilla con pico, pala y carretilla hasta la elaboración de productos con este material y por consiguiente su comercialización dando un total de 193 horas de trabajo.

El presente trabajo tiene como propósito dar solución a las problemáticas con las que cuenta el municipio de Cohuecan en el tratamiento manual de la arcilla.

Capítulo 1. Generalidades del proyecto

1.1 Planteamiento del problema.

En el sureste del estado de Puebla se encuentra el municipio de Cohuecan donde la principal actividad económica y cultural es el tratamiento y comercialización de arcilla.

Debido a que el tratamiento de arcilla sigue siendo de manera manual el tiempo de producción es elevado, por lo cual sus pobladores se ven afectados por las diversas enfermedades y desgaste físico que desarrollan a lo largo de su vida laboral trabajando la arcilla.

La lejanía del municipio a su vez es uno de los problemas por los cuales es complicado llegar a ciertas áreas donde se realiza el proceso y las personas caminan por un lapso el cual hace más cansado el proceso. El enfoque del proyecto está en el proceso de desterronado y cernido de arcilla, el desterronado se realiza con una barreta y un pico, esto hace que los pobladores tengan un desgaste en los brazos debido al ángulo en el que se trabaja, así como las vibraciones que se generan por el rebote de estas herramientas sobre los terrones de arcilla.

1.2 Objetivo general y específicos.

Objetivo General

Implementar mecánicamente la estructura de una máquina desterronadora-cernidora de arcilla con base en procesos de manufactura.

Objetivos Específicos

- Investigar los diferentes tipos de soldadura para poder identificar cual se adecua más al material de las piezas a soldar.
- Fabricar prototipos de aspas con ayuda de la manufactura FDM (Modelado por Deposición Fundida).
- Realizar cálculos eléctricos del circuito de un motor de inducción monofásico para futuros trabajos en la máquina desterronadora-cernidora.
- Construir el prototipo estructural de la máquina desterronadora-cernidora.

1.3 Justificación.

En el municipio de Cohuecan, Puebla; las familias desarrollan el proceso de alfarería de manera tradicional, es decir, que se realiza de manera manual. Uno de los procesos que realizan es el desterronamiento de la arcilla y el cernido de esta, al ser realizado manualmente provoca desgaste físico excesivo y largo tiempo de producción.

En este proyecto se pretende eliminar este proceso manual mediante la implementación de una máquina desterronadora-cernidora de arcilla ayudando con esto a mejorar los tiempos de producción y el desgaste físico de las familias alfareras.

Capítulo 2. Marco Teórico.

2.1. PROPIEDADES DE DISEÑO DE MATERIALES

Para escoger un material es necesario considerar varios factores, algunos a tomar en cuenta son: peso, rigidez, resistencia, soldabilidad, costo, tenacidad a la fractura, maquinabilidad, disponibilidad, manejabilidad, apariencia, estabilidad, ductilidad, etc.

Cuando se escoge un material, generalmente lo primero que se considera es la resistencia a la tensión y la cedencia del material. Frecuentemente se considera la resistencia a la compresión, la cedencia y la tensión.

2.1.1. Resistencia a la tensión y a la cedencia

Usualmente la resistencia a la tensión y la cedencia de los metales, se pueden encontrar en las propiedades de los datos de referencia de metales. El método usual que se usa para evaluar la conveniencia de un material para soportar cargas aplicada con seguridad es la comparación de esfuerzos reales, con la resistencia de tensión o cedencia de material.

En el diagrama típico esfuerzo-deformación mostrado en la figura 2.1, se observa que la gráfica de esfuerzo contra deformación está en línea recta en su primera fase, lo cual significa que el esfuerzo y la deformación son directamente proporcionales.

Se observa que el punto A en la gráfica ya no es una línea recta; “este punto se llama *límite proporcional*”. Cuando va incrementando la carga en la muestra de manera continua, se alcanza un punto llamado *límite elástico*, Definido como B en la figura 2.1. Cuando el esfuerzo está por debajo de ese punto, el material volverá a su forma y tamaño original, cuando su carga se va. Si existe un esfuerzo mayor, se deformará permanentemente el material. “El *punto de cedencia o límite elástico* es el esfuerzo con el cual se produce un alargamiento notable de la muestra sin un incremento aparente de la carga”. (Mott, R. (2009). *Resistencia de materiales*).

El punto de cedencia se marca con la letra C en la figura 2.1, este punto es alrededor de los 36000 psi (248 MPa). La curva puede volver a subir si se le aplica cargas aún mayores, posterior al punto de cedencia. “Después de que alcanza un pico, la curva cae un poco hasta que finalmente la muestra se rompe y se termina la gráfica”. (Mott, R. (2009). *Resistencia de materiales*).

El esfuerzo ubicado en lo más alto del diagrama de esfuerzo-deformación es llamado como *resistencia a la tensión*. La resistencia a la tensión esta alrededor de los 53000 psi (365 MPa). Cuando el nivel de esfuerzo se reduce en la figura 2.1, es por la caída de la curva, después de haber llegado al pico. El *esfuerzo verdadero* continuará ascendiendo hasta la falla final del material. “La razón de la aparente reducción del esfuerzo es que la gráfica tomada de una máquina de ensayo de tensión típica en realidad es una gráfica de *carga contra alargamiento* en lugar de *esfuerzo contra deformación*”. (Mott, R. (2009). *Resistencia de materiales*)

“El eje vertical se convierte en esfuerzo dividiendo la carga (fuerza) aplicada a la probeta entre el área de sección transversal *original* de ésta”. (Mott, R. (2009). *Resistencia de materiales*)

No todos los metales muestran el punto de cedencia definido como en la figura 2.1. Algunos de estos metales son: aluminio, titanio y aceros aleados de alta resistencia.

Estos metales ceden, una cantidad de deformación apreciable antes de que se fracturen. “Para materiales como éstos, una línea como la *M-N* trazada paralela a la parte de línea recta de la curva de ensayo define la resistencia a la cedencia”. (Mott, R. (2009). *Resistencia de materiales*).

“El punto *M* casi siempre se determina localizando el punto sobre el eje de deformación que representa una deformación de 0.002 in/in (pulg/pulg). Este punto también se conoce como punto de desviación de 0.2%”. (Mott, R. (2009). *Resistencia de materiales*).

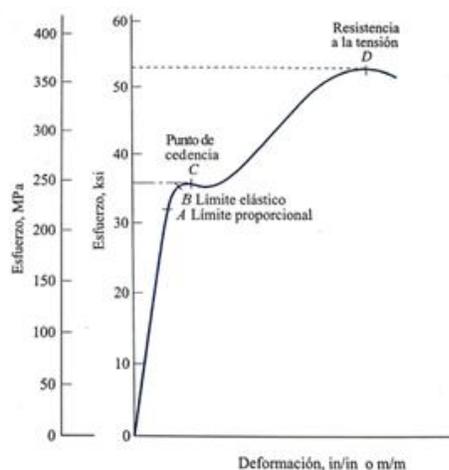


Figura 2.1. Curva de esfuerzo-deformación típica para acero. Fuente: Mott, R. (2009). *Resistencia de materiales*.

2.1.2. Rigidez

Para analizar si la deformación excesiva pueda inutilizar la parte, generalmente se determina cuanta deformación genera una parte bajo carga. Usualmente en materiales muy largas o en dispositivos de alta precisión puede suceder con esfuerzos por debajo de la resistencia a la cedencia del material. “La rigidez de un material es una función de su *módulo de elasticidad*, en ocasiones llamado *módulo de Young*”. (Mott, R. (2009). *Resistencia de materiales*).

“El módulo de elasticidad, E , es una medida de la rigidez de un material determinada por la pendiente de la parte de línea recta de la curva esfuerzo- deformación. Es la relación del cambio del esfuerzo al cambio correspondiente de la deformación”. (Mott, R. (2009). *Resistencia de materiales*).

Matemáticamente se puede formular como:

MODULO DE ELASTICIDAD

$$E = \frac{\text{esfuerzo}}{\text{deformación}} = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2-1)$$

Esto significa que un material que tiene una pendiente muy pronunciada en su curva de esfuerzo-deformación tendrá menos deformación y más rigidez que uno que no tenga una pendiente tan pronunciada.

2.2. ACERO AL CARBÓN Y ALEADO

“El *término* acero se refiere a aleaciones de hierro y carbón y, en muchos casos a otros elementos”. (Mott, R. (2009). *Resistencia de materiales*).

2.2.1 Condiciones para aceros

Algunos factores que intervienen en las propiedades de un material son el tamaño de sección, la temperatura, la composición real, las variables en el procesamiento y las técnicas de fabricación. El diseñador tiene la responsabilidad de investigar todas las posibles variedades de las propiedades de un material, base a lo anterior se deberá guiar para diseñar miembros de carga seguros, considerando la combinación de variables que se pueden presentar en varias situaciones.

Usualmente cuando se trabaja con acero más severamente, este será más fuerte. Generalmente se tratan térmicamente los aceros de aleación para que generen propiedades específicas.

2.3. DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA

El *diseño por computadora* (CAD, por sus siglas en inglés) crea planos de diseño y modelos del producto involucrando el uso de computadoras (figura I.10). “El CAD se asocia generalmente con **gráficas interactivas de computadora**, conocidas como **sistema CAD**”. (Kalpakjian, S., & Schmid, S. (2014). *Manufactura, ingeniería y tecnología. Volumen 2* (7th ed.))

Estos sistemas al tener herramientas poderosas se ocupan para el diseño y modelado geométrico de componentes y productos.

Al tener un monitor de computadora, el diseñador puede tener noción de la parte que se va a diseñar, también puede considerar diseños alternativos e incluso modificar alguno, esto genera una mayor rapidez y con relativa facilidad.

Modelación Geométrica. “En la *modelación geométrica* se describe matemáticamente un objeto físico o cualquiera de sus partes”. (Kalpakjian, S., & Schmid, S. (2014). *Manufactura, ingeniería y tecnología. Volumen 2* (7th ed.))

Primero el diseñador debe crear un modelo geométrico, para esto puede hacer uso de líneas, superficies, sólidos, dimensiones y texto. Al juntar estos elementos se puede tener una representación exacta y completa de la pieza en dos o tres dimensiones.

Se puede rotar o mover rectamente la pieza por la pantalla, incluso se pueden ver o agregar detalles al poder engrandecer la pieza. En la figura 2.2 se pueden ver los modelos desarrollados en un sistema CAD.

1. La **presentación en línea**, también llamada **representación de alambre** sirve para ver *bordes* del modelo como líneas sólidas.
2. El **modelo de superficie** muestra todas las *superficies* visibles, “estos modelos definen las características superficiales y las aristas de los objetos”.
3. El **modelo sólido** muestra todas las superficies, pero los datos describen el volumen interior.

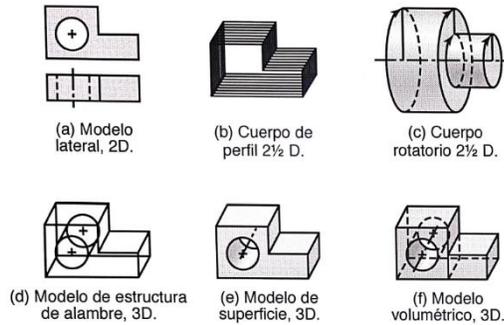


Figura 2.2. Varios tipos de modelación para CAD. Fuente: Kalpakjian, S., & Schmid, S. (2014). *Manufactura, ingeniería y tecnología. Volumen 2* (7th ed.)

2.4. MANUFACTURA FDM (Modelado por Deposición Fundida)

Hoy en día uno de los procesos más importantes es el de Manufactura Aditiva (AM por sus siglas en inglés) y a su vez la técnica más utilizada el Modelado por Deposición Fundida (FDM), la cual tiene muchas ventajas entre las cuales las más importante son: es el bajo costo de equipo y materiales, así como el bajo costo de mantenimiento, amplia gama de materiales, entre otras. “En el proceso FDM la pieza es creada capa tras capa, en donde cada capa se genera mediante el calentamiento de un filamento termoplástico (usualmente ABS o PLA) a un estado semi-líquido por encima de su temperatura de fusión. Una vez calentado, el filamento es depositado a través de una boquilla sobre una plataforma, la cual también se encuentra a una temperatura elevada.” (FDM con diferentes porcentajes de relleno. MEMORIAS DEL XXIII CONGRESO INTERNACIONAL ANUAL DE LA SOMIM.)

“Los parámetros del proceso AM más comunes son: espesor de capa, espacio entre filamentos, porcentaje de relleno, orientación de la pieza, número capas de perímetro, velocidad de proceso y temperatura de proceso. Cada combinación de los parámetros del proceso AM puede resultar en diferentes valores de propiedades mecánicas tales como el módulo elástico, anisotropía, dureza, resistencia y deformación mecánica.” (FDM con diferentes porcentajes de relleno. MEMORIAS DEL XXIII CONGRESO INTERNACIONAL ANUAL DE LA SOMIM.)

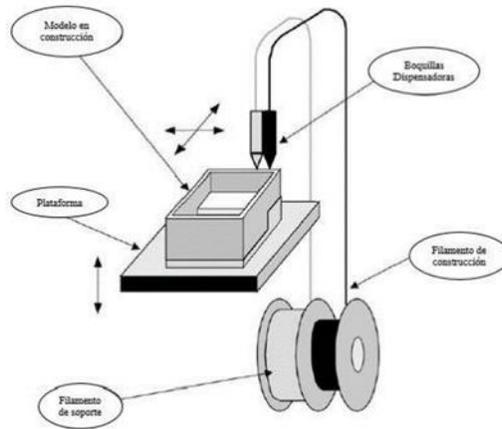


Figura 2.3. Proceso de FDM. Fuente: FDM con diferentes porcentajes de relleno. MEMORIAS DEL XXIII CONGRESO INTERNACIONAL ANUAL DE LA SOMIM.

2.5. FUNDAMENTOS DE SOLDADURA

“La soldadura implica la fusión o unión localizada de dos piezas metálicas en sus *superficies de empalme*. La soldadura se realiza sobre piezas hechas del mismo metal, pero es posible usar algunas operaciones para unir metales diferentes.” (Groover, M. (2014). *Introducción a los procesos de manufactura*)

En los procesos de soldadura los más populares son: Soldadura con arco, Soldadura con electrodo revestido, Soldadura de arco de metal y gas, etc.

2.5.1. Soldadura con arco

“La soldadura con arco eléctrico (AW, *arc welding*) es un proceso de soldadura por fusión en el cual la consistencia de los metales se obtiene mediante el calor de un arco eléctrico entre un electrodo y el trabajo”. (Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna* (3rd ed.)).

El arco eléctrico es una descarga de corriente eléctrica la cual se obtiene mediante la separación de un circuito. El proceso de arco de AW se inicia cuando se acerca el electrodo a la pieza del trabajo, posteriormente del contacto el electrodo se procede a separar rápidamente de la pieza a una distancia corta.

2.5.2. Soldadura con arco de electrodo revestido

“La soldadura con arco de electrodo revestido (SMAW, *shielded metal arc welding*) es un proceso de AW que usa un electrodo consumible y consiste en una varilla de metal que aporte recubierto con materiales químicos que proporcionan un fundente y protección.” (Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna* (3rd ed.))

La varilla de soldadura utilizada en este proceso tiene una longitud la cual va desde los 225 mm hasta los 450 mm (entre 9 y 18 pulg) y un diámetro de entre 2.5 y 9.5 mm (entre 3/32 a 3/8). “El metal de aporte usado en la varilla debe ser compatible con el metal que se va a soldar”. (Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna* (3rd ed.))

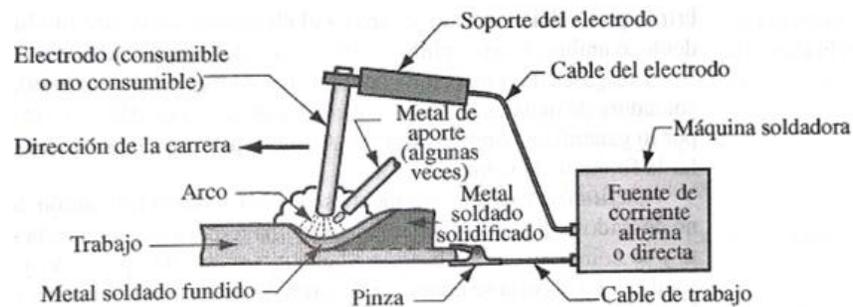


Figura2.4. Configuración básica y circuito eléctrico de un proceso de soldadura con arco. Fuente: Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna* (3rd ed.)

2.5.3. Soldadura de arco de metal y gas

“La soldadura por arco de metal y gas (*gas metal arc weilding, GMAW*) es un proceso de soldadura por arco que emplea un arco entre un electrodo continuo de metal de aporte, y el charco de soldadura”. (Escalona García, R. & Torre Marina, J. A. (1996). *Manual de Soldadura* (8.^a ed., Vol. 1)). Este proceso es realizado bajo un escudo de gas el cual es suministrado externamente y sin aplicación de presión.

“Todos los metales de importancia comercial, como el acero al carbono, el acero de baja aleación de alta resistencia mecánica, el acero inoxidable, el aluminio, el cobre, el titanio y las aleaciones de níquel se pueden soldar en cualquier posición con este proceso escogiendo el gas protector, electrodo y variables de soldadura apropiados.” (Escalona García, R. & Torre Marina, J. A. (1996). *Manual de Soldadura* (8.^a ed., Vol. 1)).

2.5.4. Usos y ventajas

Los usos del proceso van de la mano con las ventajas que este tiene, las más importantes son:

- (1) “Es el único proceso de electrodo consumible que puede servir para soldar todos los metales y aleaciones comerciales”. (Escalona García, R. & Torre Marina, J. A. (1996). *Manual de Soldadura* (8.^a ed., Vol. 1)).

- (2) “GMAW no tiene la restricción de tamaño de electrodo limitado que se presenta con la soldadura por arco de metal protegido.” (Escalona García, R. & Torre Marina, J. A. (1996). *Manual de Soldadura* (8.^a ed., Vol. 1)).
- (3) “Puede soldarse en todas las posiciones.” (Escalona García, R. & Torre Marina, J. A. (1996). *Manual de Soldadura* (8.^a ed., Vol. 1)).
- (4) “Como la alimentación de alambre es continua, es posible depositar soldaduras largas sin parar y volver a comenzar.” (Escalona García, R. & Torre Marina, J. A. (1996). *Manual de Soldadura* (8.^a ed., Vol. 1)).
- (5) “Casi no se requiere limpieza después de la soldadura porque no se produce mucha escoria.” (Escalona García, R. & Torre Marina, J. A. (1996). *Manual de Soldadura* (8.^a ed., Vol. 1)).

2.6. TORNEADO Y OPERACIONES AFINES

“El *torneado* es un proceso de maquinado en el cual una herramienta de una sola punta remueve material de la superficie de una pieza de trabajo cilíndrica en rotación; la herramienta avanza linealmente y en una dirección paralela al eje de rotación”. (Groover, M. (2014). *Introducción a los procesos de manufactura*)

El proceso de torneado es llevado a cabo en un a máquina-herramienta denominada torno, en la cual mediante una herramienta llamada Chuck la pieza es sujeta para posteriormente ser maquinada.

2.6.1. Condiciones de corte para el torneado

“La velocidad de rotación en el torneado se relaciona con la velocidad de corte requerida en la superficie cilíndrica de la pieza de trabajo por la ecuación.” (Groover, M. (2014). *Introducción a los procesos de manufactura*)

$$N = \frac{v}{\pi D_0} \quad (2-2)$$

“En la cual N = velocidad de rotación, rev/min; v = velocidad de corte, m/min (ft/min); y D_0 = diámetro original de la pieza, m(ft).” (Groover, M. (2014). *Introducción a los procesos de manufactura*)

6.2.2. Operaciones relacionadas con el torneado

Se pueden realizar diversas operaciones de maquinado en el torno, como son:

- a) Careado: crea una superficie plana en una o ambas caras de las piezas.
- b) Torneado de contornos: “En lugar de que la herramienta avance a lo largo de una línea recta paralela al eje de rotación como en torneado, sigue un contorno diferente a la línea recta, creando así una forma contorneada en la pieza torneada.” (Groover, M. (2014). *Introducción a los procesos de manufactura*)
- c) Torneado de formas
- d) Roscado: La herramienta de corte avanza linealmente sobre la pieza sujeta en el Chuck, el cual puede girar en sentido horario o antihorario.
- e) Perforado: se realiza con una herramienta de corte con punta sencilla la cual avanza lineal y paralelamente al eje de rotación sobre el diámetro de un agujero existente en la pieza.
- f) Taladrado: Se ejecuta haciendo que una herramienta helicoidal llamada broca avance dentro de la pieza de trabajo.

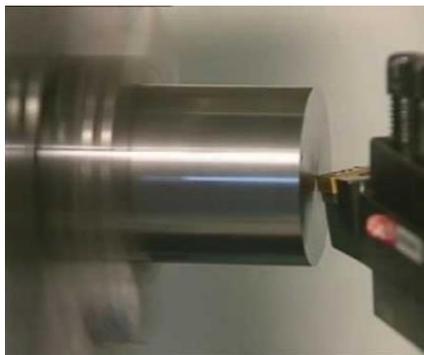


Figura 2.5. Operación de careado en el torno. Mejia, J. (2019, 1 noviembre). GoConqr - Operaciones en Torno. Recuperado 6 de noviembre de 2022, de <https://www.goconqr.com/mapamental/20028768/operaciones-en-torno>.

2.7. TALADRADO

“Taladrar es la operación de producir un agujero en un objeto forzando contra él una broca que gira”. (Amstead, B., Ostwald, P., & Begeman, M. (1981). *Procesos de manufactura: versión SI (Système International d'Unités)* (16th ed.)).

2.7.1. Clasificación de las máquinas taladradoras

” Las maquinas taladradoras se clasifican de acuerdo a su construcción general”: Amstead, B., Ostwald, P., & Begeman, M. (1981). *Procesos de manufactura: versión SI (Système International d'Unités)* (16th ed.).

- | | |
|----------------------|---------------------|
| A. Taladro portátil | 1. Trabajo ligero |
| B. Taladro sensitivo | 2. Trabajo pesado |
| 1. Montado en banco | 3. Taladro múltiple |
| 2. Montado en piso | D. Taladro radial |
| C. Taladro vertical | E. Taladro revólver |

(Amstead, B., Ostwald, P., & Begeman, M. (1981). *Procesos de manufactura: versión SI (Système International d'Unités)* (16th ed.)).

2.7.2. Taladros portátiles

Los taladros portátiles son pequeños para usarse en operaciones las cuales no pueden hacer en un taladro de prensa. El más usado es el taladro manual, el cual puede alojar brocas de hasta 12 mm de diámetro.

2.7.3. Brocas

“Una broca es una herramienta giratoria con un extremo cortante teniendo uno o más filos con sus respectivas ranuras que continúan a lo largo del cuerpo de la broca. Las ranuras pueden ser rectas o helicoidales y sirven para suministrar el paso a la viruta y al fluido de corte.” (Amstead, B., Ostwald, P., & Begeman, M. (1981). *Procesos de manufactura: versión SI (Système International d'Unités)* (16th ed.)).

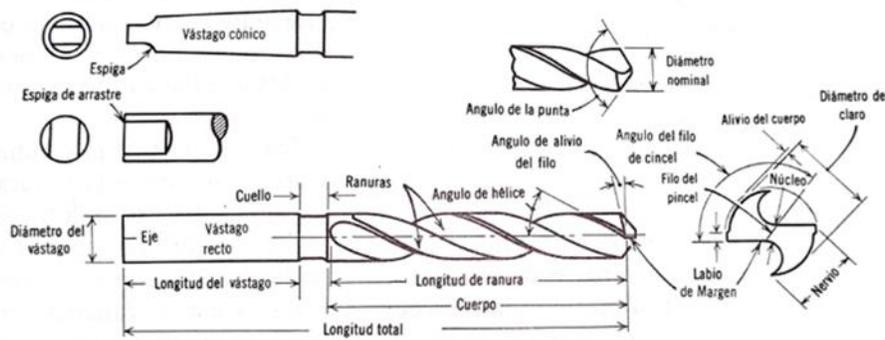


Figura 2.6. Broca normal su terminología. Fuente: Amstead, B., Ostwald, P., & Begeman, M. (1981). *Procesos de manufactura: versión SI (Système International d'Unités)* (16th ed.).

2.8. MOTORES DE INDUCCIÓN MONOFÁSICOS

“Los motores de inducción monofásicos sufren una severa limitación. Puesto que solo hay una fase en el devanado del estator, el campo magnético de un motor de inducción monofásico no gira. En cambio, oscila, es decir, primero se agranda y luego se reduce, pero siempre mantiene la misma dirección. Puesto que no hay campo magnético del estator giratorio, un motor de inducción monofásico *no tiene par de arranque.*” (Chapman, S., Santana Díaz, A., & Rodríguez Pérez, C. (2012). *Maquinas eléctricas*).

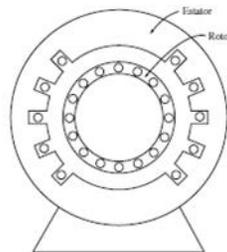


Figura 2.7. Construcción de un motor de inducción monofásico. El rotor es igual al de un motor de inducción trifásico, pero el estator tiene una sola fase distribuida. Fuente: Chapman, S., Santana Díaz, A., & Rodríguez Pérez, C. (2012). *Maquinas eléctricas*.

“Un motor de inducción monofásico responde a cada uno de los dos campos magnéticos que están presentes en él, por lo que el par inducido neto en el motor es igual a la *diferencia* entre

las dos curvas par-velocidad.” (Chapman, S., Santana Díaz, A., & Rodríguez Pérez, C. (2012). *Maquinas eléctricas*).

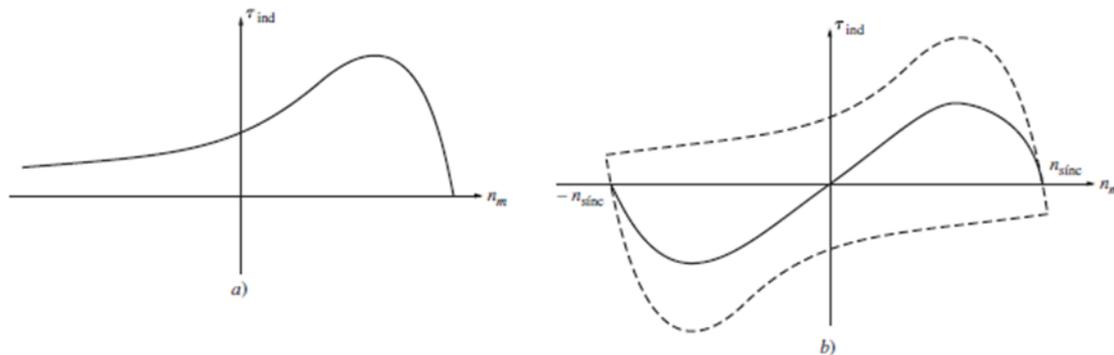


Figura 2.8. a) Característica par-velocidad de un motor de inducción trifásico. b) Curva de la característica par-velocidad de dos campos magnéticos del estator iguales que giran en direcciones opuestas. Fuente: Chapman, S., Santana Díaz, A., & Rodríguez Pérez, C. (2012). *Maquinas eléctricas*.

2.9. NEMAS Y TIPO DE ARRANQUE

Las nemas permiten la clasificación de los motores de inducción de acuerdo con sus características como: el par de arranque, la corriente de arranque y la corriente nominal.

Motor clase A: “Tiene un par de arranque bajo con un deslizamiento $s < 5\%$ durante su valor nominal. La corriente de arranque puede ser de 5 a 8 veces su valor nominal, y también presenta su rendimiento alto.” (Ponce Cruz, P., & Sampé López, J. (2008). *Máquinas eléctricas y técnicas modernas de control*.)

Motor clase B: “Tiene un par de arranque similar al clase A, con una corriente de arranque que se puede considerar menor en un 25%, el par nominal se encuentra con un deslizamiento $s < 5\%$ ”. (Ponce Cruz, P., & Sampé López, J. (2008). *Máquinas eléctricas y técnicas modernas de control*.)

Motor clase C (Doble jaula): “Tiene un par de arranque elevado (dos veces el par nominal, aproximadamente), con una corriente de arranque baja, el par nominal se encuentra con valores de deslizamiento $s < 5\%$ ”. (Ponce Cruz, P., & Sampé López, J. (2008). *Máquinas eléctricas y técnicas modernas de control*.)

Motor clase D: “Presenta un par de arranque muy elevado (mayor a tres veces el par nominal), con una corriente de arranque baja y un par nominal con deslizamiento entre el 7.5% y el

16.5%”. (Ponce Cruz, P., & Sampé López, J. (2008). *Máquinas eléctricas y técnicas modernas de control.*)

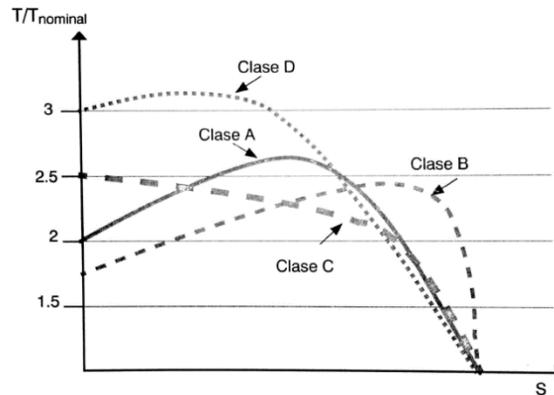


Figura 2.9. Tipos de NEMAS. Fuente: Ponce Cruz, P., & Sampé López, J. (2008). *Máquinas eléctricas y técnicas modernas de control.*

2.10 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

A. GENERALIDADES

110-3. Evaluación, identificación, instalación y uso del equipo.

a) **Selección.** En este apartado se explica cuales son las características para la selección de los elementos que van a conformar la instalación eléctrica los cuales son:

- (1) “Resistencia mecánica y durabilidad, incluyendo, para las partes diseñadas para encerrar y proteger otro equipo, la calidad de protección suministrada”. (*NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION).* (2019, 19 noviembre).
- (2) “Espacio para doblar y conectar los conductores” (*NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION).* (2019, 19 noviembre).
- (3) “El aislamiento eléctrico” (*NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION).* (2019, 19 noviembre).
- (4) “Efectos del calentamiento en condiciones normales de uso y también en condiciones anormales que puedan presentarse durante el servicio.” (*NORMA OFICIAL MEXICANA*

NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION). (2019, 19 noviembre).

(5) “Efectos de los arcos eléctricos.” (*NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION). (2019, 19 noviembre).*)

a) Instalación y uso. Se deben instalar los equipos con sus respectivas etiquetas y utilizar conforme sus instrucciones las cuales están incluidas en la etiqueta y/o instructivo. “Los equipos etiquetados se deben instalar y usar de acuerdo con las instrucciones incluidas en la etiqueta y/o instructivo.” (*NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION). (2019, 19 noviembre).*)

Los siguientes apartados nos dan información acerca de las características de instalaciones eléctricas que se rigen por esta NOM.

“110-4. Tensiones. “En esta NOM, las tensiones consideradas deben ser aquellas a las que funcionan los circuitos. La tensión nominal de un equipo no debe ser menor a la tensión real del circuito al que está conectado.” (*NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION). (2019, 19 noviembre).*)

“110-5. Conductores. Los conductores normalmente utilizados para transportar corriente deben ser de cobre, a no ser que, en esta NOM, se indique otra cosa. Si no se especifica el material del conductor, el material y las secciones transversales que se indiquen en esta NOM se deben aplicar como si fueran conductores de cobre.” (*NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION). (2019, 19 noviembre).*)

2.11. PROTECCIÓN DE ARRANQUE.

“El guardamotor es un dispositivo electromecánico exclusivo para el comando de motores que se compone de un relé térmico + un contactor. De esta manera se puede energizar manualmente (o por línea) desde una botonera de arranque y parada. Los guardamotors Siemens incluyen un relé de sobrecargas llamado “protector térmico” que se dispara de acuerdo a curvas de calibración apropiadas cuando la corriente alcanza valores peligrosos durante tiempos máximos bien determinados.” (*NIVIHE 2021*).



Figura 2.10 Guardamotor Fuente: ¿Que es un Guardamotor y para que se usa? (2021b, agosto 27). Recuperado 6 de noviembre de 2022, de <https://motores-electricos.com.ar/que-es-un-guardamotor/>.

ESTADO DEL ARTE

Proyectos similares:

“Diseño y construcción de una trituradora-tamizadora de arcilla para la elaboración de alfarería, con capacidad de 100KG/H, para la parroquia la Victoria, provincia del Cotopaxi”.

“El siguiente proyecto tiene la finalidad de diseñar y construir una máquina trituradora-tamizadora que facilitará la preparación de la arcilla de la parroquia. La victoria, donde los alfareros acostumbran a realizar este proceso de forma manual.

Con una capacidad de trabajo de 100kg/h la máquina recibe la arcilla en forma de terrones, los tritura y tamiza para continuar con el siguiente proceso de mezcla.

Para el dimensionamiento de la máquina se realizó el cálculo de la fuerza necesaria que necesitan realizar los martillos para desterronar la arcilla.” (GARCÍA AYALA, O. M., & GUAYASAMÍN DE LA CRUZ, V. H. (2020). *Diseño y construcción de una trituradora-tamizadora de arcilla para la elaboración de alfarería con capacidad de 100KG/H, para la parroquia La Victoria provincia del Cotopax*, (Ingeniero). Universidad Politécnica Salesiana sede Quito).



Figura 2.11. Prototipo realizado por: García O, Guayasamin V. (2020). *Diseño y construcción de una trituradora-tamizadora de arcilla para la elaboración de alfarería con capacidad de 100KG/H, para la parroquia La Victoria provincia del Cotopax,*

Capítulo 3. Metodología.

CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA DESTERRONADORA- CERNIDORA

3.1. IMPLEMENTACIÓN MECÁNICA DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL

La construcción e implementación mecánica-eléctrica se llevó a cabo mediante diversas etapas las cuales van desde la medición de piezas mecánicas para la estructura hasta la torneado de ejes en la parte mecánica y en la parte eléctrica los cálculos para el control de un motor monofásico de un HP.

3.1.1. Medición de piezas con base a tablas medidas realizadas

Con base al diseño realizado en SolidWorks se realizaron tablas en las cuales se encuentran diferentes medidas de las piezas que conforman la estructura principal. En las tablas se colocó el número de piezas, las medidas y el ángulo al cual deben ser cortadas dichas piezas. Posteriormente se fue midiendo en el material pieza por pieza, así hasta que obtuvimos todas las piezas para pasar al siguiente proceso.

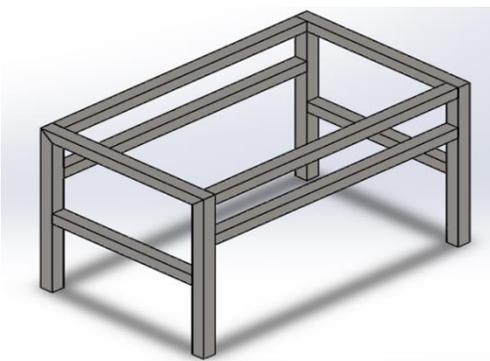


Figura 3.1. Diseño de la estructura inferior

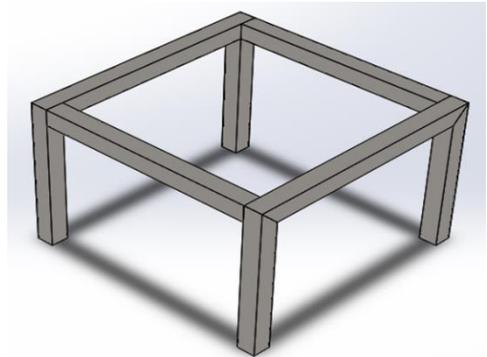


Figura 3.2. Diseño de la estructura superior

Tabla 3.1. Medidas para la estructura inferior de la máquina. Fuente: elaboración propia (2022).

Estructura inferior		
Cantidad de piezas	Medidas	Ángulos de corte
2	71 cm	2x45°
4	79 cm	1x45°
4	105.84 cm	2x90°
2	60.84 cm	2x90°

Tabla 3.2. Medidas para la estructura superior de la máquina. Fuente: elaboración propia (2022).

Estructura superior		
Cantidad de piezas	Medidas	Ángulos de corte
4	46 cm	1x45°
2	71 cm	2x45°
2	60.84 cm	2x90°



Figura 3.3. Corte de piezas a las medidas y ángulos requeridos.



Figura3.4. Obtención de todas las piezas para la estructura inferior.

3.1.2. Proceso de escuadreado, soldado y esmerilado de piezas para la construcción de la estructura principal.

Una vez obtenidas todas las piezas requeridas para la base principal, se pasó al proceso de escuadreado, el cual consiste en unir las piezas con la ayuda de una escuadra de metal imantada y así formar los ángulos requeridos según los planos (90°).



Figura 3.5. Escuadreado de las piezas de la base principal a los ángulos requeridos.

Una vez escuadreadas las piezas se prosiguió a la soldadura de estas, el proceso de soldadura que se llevó a cabo fue el de “soldadura por arco con electrodo revestido” y “soldadura de arco de metal y gas GMAW”, el tipo de unión utilizada fue la de “relleno”.



Figura 3.6. Proceso de soldadura de las piezas de la estructura inferior.

Debido a que el proceso de soldadura deja dos tipos de escoria (alargada y aislada), debemos de realizar el proceso de esmerilado el cual puede ser con diferentes tipos de discos los cuales son: de piedra, lija o corte.



Figura 3.7. Escoria alargada.



Figura 3.8. Escoria aislada.

Se esmerilo con un disco de piedra en las esquinas inferiores que es donde las uniones de soldadura presentaban mayor concentración de escoria, posteriormente se esmerilo con un disco de lija tanto en las esquinas inferiores como exteriores para el pulido de estas áreas.



Figura 3.9. Proceso de esmerilado con disco de piedra en las esquinas inferiores.

3.1.3. Revisión de medidas de la base principal

Una vez terminados los procesos anteriores (Medir, cortar, soldar y esmerilar). Se procede a la revisión de las medidas de la estructura final. Así verificamos que no haya ningún error.



Figura 3.10. Revisión de medidas de la estructura principal terminada.

3.1.4. Medición, centrado y barrenado para la colocación de las chumaceras.

Con la estructura terminada, proseguimos a medir y marcar a que altura de la estructura a la cual irán las chumaceras, las cuales servirán para la sujeción del eje rotatorio. Los puntos para barrenado se colocaron a una distancia de 22 cm y 29 cm de la parte superior de la estructura, así mismo a una distancia de 31.5 cm a lo ancho de la estructura. Por último, en los puntos marcados se barreno con una broca de 10 mm de diámetro.

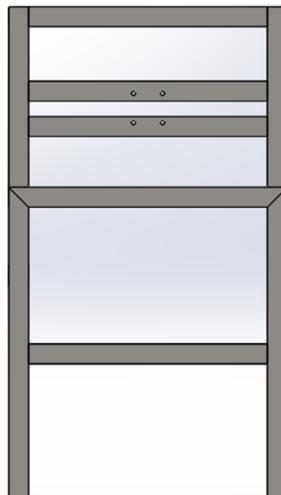


Figura 3.11. Diseño de los barrenos para la colocación de chumaceras en la estructura

Tabla 3.3. Medidas para centrado de las chumaceras. Fuente: elaboración propia (2022).

Medias para centrado de las chumaceras		
Barrenos	Largo	Ancho
4	22 cm	31.5 cm
4	29 cm	31.5 cm

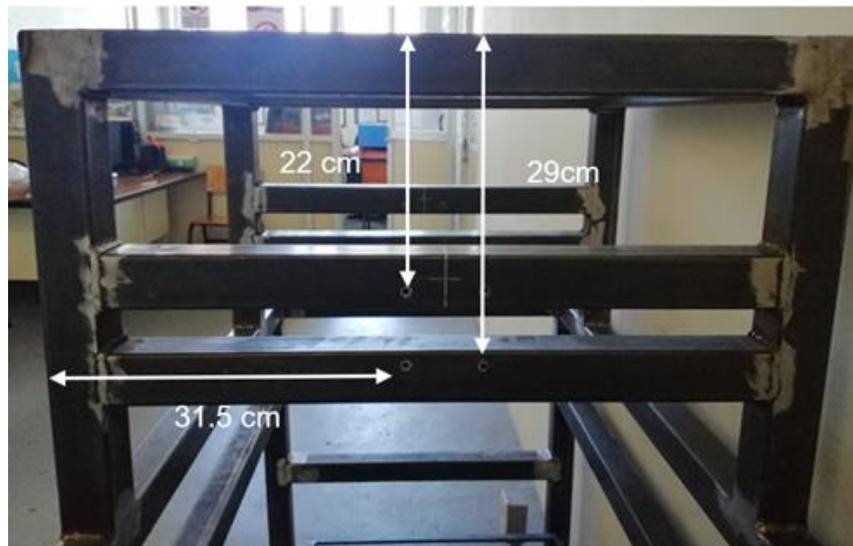


Figura 3.12. Medición, centrado y barrenado para la colocación de las chumaceras.

3.2. PROTOTIPADO E IMPRESIÓN 3D DE LAS ASPAS DESTERRONADORAS

Una vez que se tiene la estructura de la base principal lista pasamos a imprimir en 3D y con ayuda de la manufactura FDM (Modelado por Deposición Fundida) el prototipo de las aspas diseñadas en el Software SolidWorks, las cuales irán dentro de la estructura superior de la base principal y montadas en un eje rotatorio.

Para lo anterior, se llevo a cabo el diseño en el Software SolidWorks. Se realizaron 3 diseños los cuales se adaptaron a diferentes medidas.

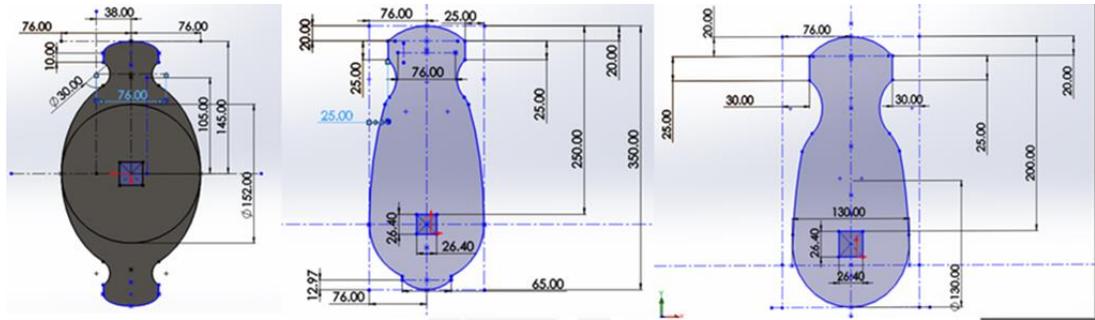


Figura 3.13. Diseños de las aspas en SolidWorks.

El proceso para la impresión 3D es el siguiente:

- Los diseños realizados en SolidWorks se importan al programa Ultimaker Cura en el cual se adapta el diseño a la cama de la impresora 3D a utilizar. Así como los parámetros de impresión, como:
 1. El tipo de relleno
 2. Temperatura
 3. Dimensiones
- Una vez terminada la configuración de parámetros mediante un adaptador se exporta el diseño en formato .gcode, para la impresión de este.
- Para comenzar la impresión se configura la impresora con los siguientes parámetros:
 1. Temperatura de la cama de impresión.
 2. El tipo de material a utilizar (PLA).

Una vez configurada los parámetros de la impresora 3D se procede a la impresión.

3.3. IMPLEMENTACIÓN MECÁNICA DE LA ESTRUCTURA DEL CERNIDOR

Para obtener la estructura del cernidor realizaremos las mismas actividades que con la base principal de la máquina.

3.3.1. Medición de las piezas con base a la tabla de medidas realizada.

Para la obtención de estas piezas se realizó una tabla con base al diseño realizado en SolidWorks en la cual se colocó el número de piezas, medidas y el tipo de corte de dichas piezas para poder obtener las diferentes medidas que necesitamos. Posteriormente se fue midiendo en el material (ángulo) pieza por pieza y se fue cortando, así hasta que obtuvimos todas las piezas para pasar al siguiente proceso.

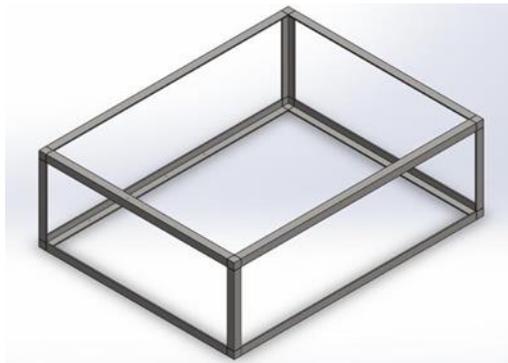


Figura 3.14. Diseño del cernidor realizado en SolidWorks

Tabla 3.4. Medidas para la estructura del cernidor. Fuente: elaboración propia (2022).

Estructura del cernidor		
Cantidad de piezas	Medidas	Tipo de corte
4	24 cm	Tipo L
4	58 cm	Tipo L
4	71.5 cm	Tipo L



Figura 3.15. Obtención de las medidas de las piezas a cortar.



Figura 3.16. Corte de piezas a las medidas y tipo de corte requerido

3.3.2. Proceso de escuadreado, soldado y esmerilado de piezas para la construcción del cernidor.

Una vez obtenidas las 16 piezas que necesitamos para la estructura del cernidor procedemos al escuadreado de estas piezas con ayuda de dos prensas esquineras.

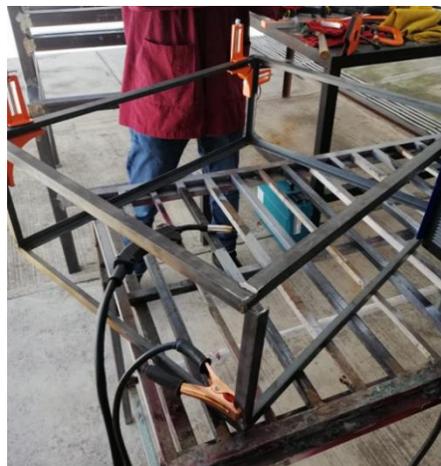


Figura 3.17. Escuadreado de las piezas para el cernidor a un ángulo de 90°.

Ya con las piezas escuadradas a 90° se procede a la soldadura de la estructura, empezando por puntos de soldadura en las esquinas de esta.



Figura 3.18. Puntos de soldadura en la estructura del cernidor.

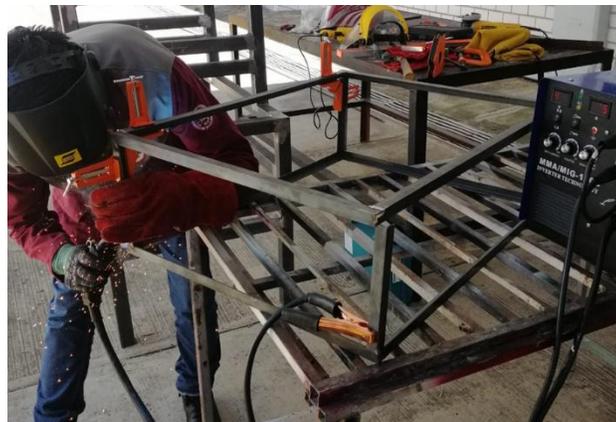


Figura 3.19. Soldadura de la estructura del cernidor.

Con la estructura del cernidor ya terminada, procedemos a esmerilar (con disco de piedra) las esquinas internas de la estructura para quitar el exceso de escoria y posteriormente pulimos (disco de lija).

3.3.3. Revisión de medidas de la base principal

Una vez terminados los procesos anteriores (Medir, cortar, soldar y esmerilar). Se procede a la revisión de las medidas de la estructura final. Así verificamos que no haya ningún error.



Figura 3.20. Verificación de medidas.



Figura 3.21. Estructura del cernidor terminada.

3.3.4. Barrenado en la estructura del cernidor

Una vez terminada la estructura del cernidor, procedemos al barrenado en la parte inferior de la estructura. Para esto en las dos piezas de 71.5 cm que forman parte de la estructura inferior se realizaron 14 barrenos y en las dos piezas de 58 cm se realizaron 10 barrenos; dando así la cantidad de 24 barrenos en la parte inferior de la estructura.



Figura 3.22. Barrenos realizados en la parte inferior de la estructura.

3.3.5. Corte de malla

Debido a que la estructura ya contaba con los barrenos necesarios, se prosiguió a cortar malla a las medidas de 70.8 cm de largo x 56.6 cm de ancho; la cuál irá remachada en la estructura con remaches de 3/16”.



Figura 3.23. Malla cortada.

3.3.6. Colocación de la malla mediante remaches

Teniendo la estructura del cernidor terminada y con los barrenos para la colocación de los remaches, así como la malla cortada se procede a la colocación de esta con remaches de 3/16”.



Figura 3.24. Malla remachada en la estructura del cernidor.

3.4. TORNEADO DEL EJE DE SUJECIÓN DE LAS ASPAS DESTERRONADORAS

3.4.1. Medición y corte de material para el eje de sujeción.

Con base al plano realizado en el Software SolidWorks marcaremos en el material (acero al carbón) la medida del largo para el eje de sujeción.

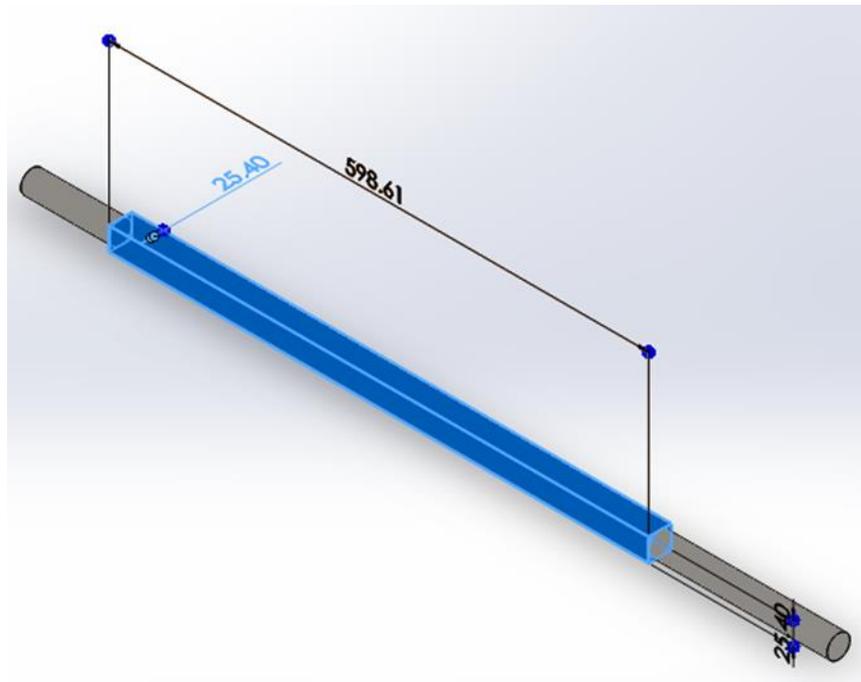


Figura 3.25. Diseño del eje de sujeción realizado en SolidWorks



Figura 3.26. Medición del largo del eje sobre el material.

Una vez marcado el largo, procederemos a cortar el material teniendo en cuenta el equipo de protección para dicho proceso el cual se realizará con una esmeriladora, que está a su vez contará con un disco de corte.



Figura 3.27. Corte de material al largo requerido.

Ya teniendo el eje, podremos medir y marcar sobre este las medidas de largo las cuales nos servirán para marcar secciones la cuales se tienen que tornearse en específico “cilindrar”



Figura 3.28. Medir y marcar secciones para tornear.

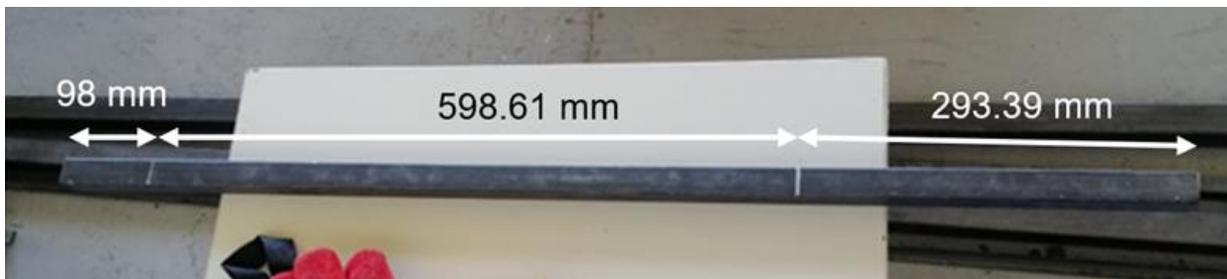


Figura 3.29. Medidas de las secciones a tornear “cilindrar”.

3.4.2. Centrado y torneado de la pieza

Para empezar el torneado primero se debe verificar que el Chuck del torno pueda sujetar la pieza. En el torno que se encuentra el Instituto Tecnológico Superior de Atlixco cuenta con un Chuck de 3 mordazas. Colocaremos la pieza en el Chuck donde el punto de centro nos ayudara a centrarla.



Figura 3.30. Centrado y sujeción del eje.

Una vez centrada la pieza, pasamos al centrado de la herramienta de corte (buril) con ayuda del punto de centro.

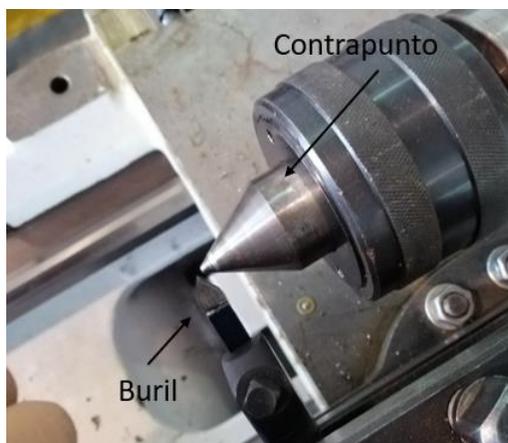


Figura 3.31. Centrado de la herramienta de corte (buril).

El penúltimo paso para el torneado del eje es escoger la velocidad y sentido de giro. La velocidad es de 50 RPM y el sentido de giro es en el de las manecillas de reloj.



Figura 3.32. Palancas de velocidades y sentido de giro del Chuck.

Por último, se procede a torneado la pieza poco a poco, cuidando que al momento de torneado no se rebaje mucho el material y quede a una medida menor a la que la necesitamos, esto se logra con ayuda de un vernier o pie de rey el cual nos ayuda a medir el material.



Figura 3.33 Torneado del eje de sujeción.



Figura 3.34. Torneado final de la pieza.

3.5. MEDICIÓN Y CORTE DE LAMINA PARA EL RECUBRIMIENTO DE LA BASE PRINCIPAL

3.5.1. Realización de tablas y trazado de medidas en la lámina.

Comenzamos realizando dos tablas de medidas en la que nos basaremos para los cortes de la lámina calibre 18.

Tabla 3.5. Medidas para el corte de lámina. Fuente: elaboración propia (2022).

Estructura Superior	
Número de piezas	Medidas
1	46x71 cm
2	49x71 cm

Tabla 3.5. Medidas para el corte de lámina. Fuente: elaboración propia (2022).

Estructura Inferior	
Número de piezas	Medidas
2	22.5x116 cm

Una vez realizada las tablas de medidas pasamos a trazar las medidas en la lámina con ayuda del flexómetro y una escuadra para así asegurarnos que los trazos que realizamos sobre la esta sean totalmente rectos.

3.5.2. Corte de lámina.

Pasamos al corte de la lámina pieza por pieza en el siguiente orden según su grado de dificultad:

1. 2 piezas de 22x116 cm
2. 2 piezas de 49x71 cm
3. 2 piezas de 46x71 cm

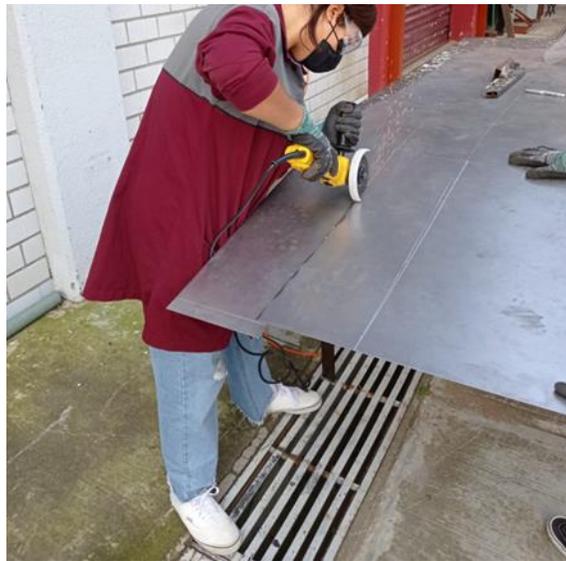


Figura 3.35. Corte de lámina con esmeriladora.



Figura 3.36. Resultado final de corte de lámina.

3.6. CÁLCULOS PARA UN MOTOR DE INDUCCIÓN MONOFÁSICO

En la implementación eléctrica de la máquina desterronadora-cernidora se utilizaron diversas fórmulas las cuales ayudaron a los cálculos eléctricos que se necesitaban para la instalación de un motor monofásico de 1 caballo de fuerza (HP).

3.6.1. Control de arranque y paro de un motor.

Para el control de arranque y paro de un motor se utiliza un contactor el cual permanece enclavado por la misma bobina la cual se mantiene energizada. Se deben identificar los elementos con los que cuenta el circuito de fuerza y control. Los elementos con los que cuenta el circuito de arranque-paro son los siguientes:

1. El motor monofásico de 1 HP (M).
2. Un contactor de 2 polos (KM).
3. Contactor NA>> 13-14 del contactor (KM).
4. Bobina del contactor (A1-A2) (KM).
5. Pulsadores Star/Stop de arranque y paro.
6. Disyuntores de protección de 15 A (Q1, Q2).
7. Líneas de alimentación (L1, N).
8. Línea de Tierra

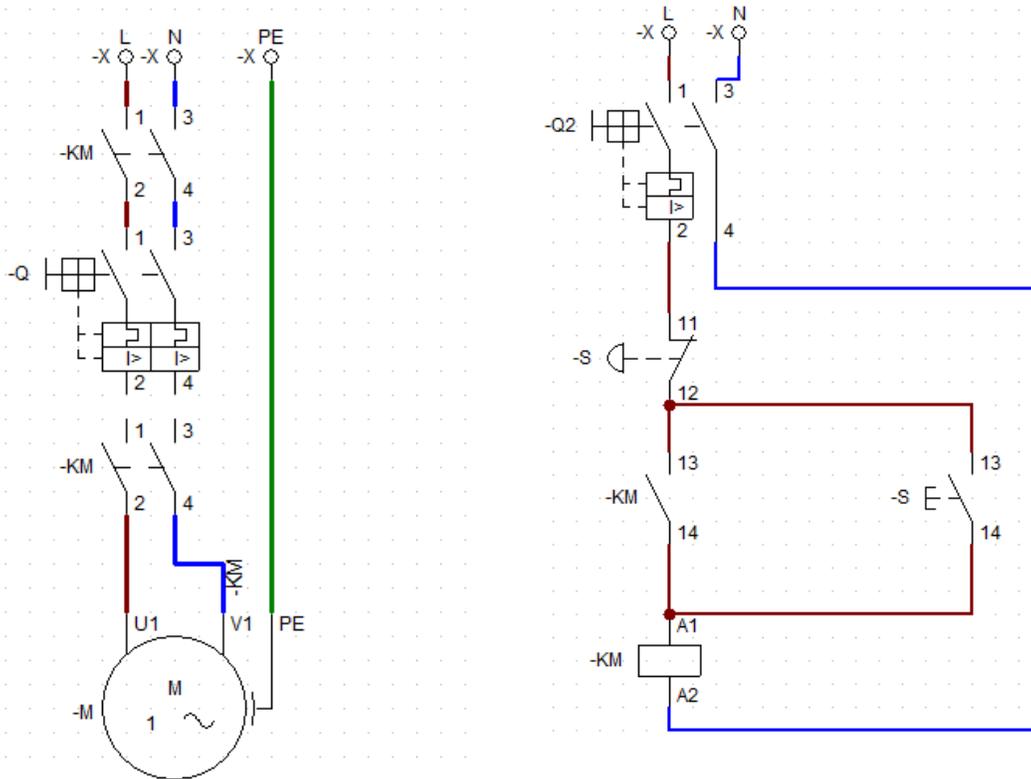


Figura 3.37. Circuitos de arranque y paro de un motor monofásico.

1. Principalmente tenemos energía hasta los terminales de entrada de los disyuntores Q1 y Q2 respectivamente.
2. En el momento en que se activan los disyuntores se permite la corriente.
3. Cuando se presiona el botón de inicio, en el segundo circuito se activa la bobina del contactor y se cierran todos los contactos abiertos así mismo se abren los contactos cerrados debido a que de esta manera se permite el paso de corriente dirigida al motor la cual le permite arrancar.
4. Cuando se suelta el botón de inicio el motor se mantiene en funcionamiento debido a que el contacto NA>>13-14 se cierra cuando la bobina del contactor se activa.
5. Se detiene el motor cuando se presiona el botón de paro el cual corta la energía de la bobina del contactor lo cual abre los contactos de fuerza y forzara al motor a detenerse.

3.6.2. Cálculo de caída de tensión

Para el cálculo de caída de tensión utilizaremos la siguiente fórmula:

$$VD = (M \times K \times I \times L) \div CM$$

Donde:

- “**M**” = es el multiplicador de fase: se utiliza 2 para un circuito monofásico, el cual utilizaremos en la fórmula.
- “**K**” = es la constante de corriente continua: se usa 12.9 para conductor de cobre, es la constante con la que se calculara la caída de tensión debido a que el motor con el que trabajaremos es monofásico.
- “**I**” = corriente del circuito en amperios.
- “**L**” = longitud del conductor expresado en pies.
- “**CM**” = es el área de sección transversal del conductor.

Sustituimos en la fórmula los datos del circuito a utilizar los cuales son:

$$M= 2$$

$$K= 12.9$$

$$I=13.2 \text{ A}$$

$$L= 32.8084 \text{ ft}$$

$$CM= 3.307 \text{ mm}^2 * 1000 = 3307 \text{ mm}$$

$$VD = (2 \times 12.9 \times 13.2 \text{ A} \times 32.8084 \text{ ft}) \div 3307 \text{ mm}$$

Por lo tanto, la caída de tensión es:

$$3.37 \text{ volts} \approx 3\%$$

La caída de tensión es aceptable para el cableado eléctrico del motor monofásico.

3.6.3. Cálculo de potencia, corriente pico y nominal de un motor monofásico.

CÁLCULO DE POTENCIA

$$P = I * V * FP * \eta$$

I= es la intensidad de corriente en Amperes,

V= es el voltaje en volts

FP= es el factor de potencia del motor el cual no tiene unidades

n= es la eficiencia del motor la cual no tiene unidades.

Para sustituir en la formula, primero veremos los datos que se necesitan y los identificaremos en la placa de características del motor.

$$I = 13.2 \text{ A}$$

$$V = 127 \text{ V}$$

$$FP = \cos 0$$

$$n = 62\% / 100 = 0.62$$

$$P = 13.2 \text{ A} * 127 \text{ V} * \cos 0 * 0.62$$

Al realizar la operación nos da como resultado:

$$P = 1039.36 \text{ Watts}$$

$$P = 1039.36 / 1000$$

$$P = 1.039 \text{ KW}$$

CÁLCULO DE CORRIENTE PICO

La fórmula es la siguiente:

$$I_p = \frac{P}{E \cos 0 N}$$

Donde:

- **P**= es la potencia que desarrolla un motor (Watts o Kilowatts)
- **E**= Tensión a la que se conecta el motor (Volts)
- **Cos 0**= Factor de potencia
- **N**= rendimiento del motor

Los datos del motor monofásico a utilizar los siguientes:

- **P**= 0.746 KW, convertidos a Watts es: 0.746x1000= 746 Watts
- **E**= 127 Volts
- **Cos 0**
- **N**= 62%/100 = 0.62

Sustituimos en la fórmula los datos que se ven la placa del motor monofásico

$$I_p = \frac{746 \text{ Watts}}{(127 \text{ V})\text{Cos}0(0.62)}$$

Dándonos como resultado una corriente pico de:

15.790 A

CORRIENTE NOMINAL

La corriente nominal del motor se encuentra en la placa de características del motor, en este caso para un motor monofásico que trabaja a 127 V la corriente nominal es: 13.2 A.



Figura 3.38. Placa de características de un motor.

3.6.4. TORQUE EN EL MOTOR

La fórmula para el torque de un motor es la siguiente:

$$T = \frac{HP * 716}{RPM}$$

Donde:

T= es el par en kg-m

HP= Horse Power (caballos de fuerza) *716

RPM= revoluciones por minuto

Sustituimos los datos del motor monofásico utilizado la placa de características.

HP= 1*716

RPM = 1755

$$T = \frac{1 HP * 716}{1755 rpm}$$

Sustituyendo en la formula y haciendo los cálculos correspondientes nos da un resultado de:

7.9 kg-m

Capítulo 4. Resultados.

4.1. Estructura final

Uno de los principales resultados del proyecto es la estructura final de la máquina desterradora-cernidora, la cual está conformada por la estructura superior e inferior previamente soldadas.



Figura 4.1. Estructura final de la máquina desterradora-cernidora.

4.2. Prototipo de las aspas

El prototipo de la desterradora (aspa) fue diseñada en el Software SolidWorks e impresa en 3D por FDM (Modelado por Deposición Fundida).



Figura 4.2. *a)* Primer prototipo del aspa, *b)* Segundo prototipo del aspa y *c)* Tercer prototipo del aspa.

4.3. Estructura del cernidor

La estructura final del cernidor de la máquina desterronadora-cernidora cuenta con una malla remachada a esta estructura.



Figura 4.3. Estructura final del cernidor con malla remachada.

4.4. Eje de sujeción de las aspas

El eje de sujeción de las aspas es uno de los resultados más importantes debido a que es el único eje donde irán montadas las aspas desterronadoras, el cual fue previamente torneado para que en este se puedan montar las aspas y las chumaceras.



Figura 4.4. Torneado final de la pieza.



Figura 4.5. Extremo del eje de sujeción donde irá sujeta la chumacera.

4.5.Lámina para el recubrimiento de la máquina desterronadora-cernidora

La lámina se cortó para el recubrimiento de la máquina desterronadora-cernidora.



Figura 4.6. Lámina de calibre 18 cortada a medida de las caras de la estructura principal.

Conclusiones y Recomendaciones.

1. En el proyecto se emplearon distintos procesos de manufactura los cuales se llevaron a cabo gracias a que se contó con el equipo en los laboratorios del instituto. Uno de los procesos de manufactura más importante fue el de FDM (Modelado por Deposición Fundida) ya que sin este proceso de manufactura no se hubiera contado con los prototipos de las aspas.
2. Las etapas anteriores descritas, se retomarán para trabajos futuros en la implementación de la máquina desterronadora-cernidora.
3. Se realizaron cálculos eléctricos para conocer las características del motor monofásico el cual se empleará en trabajos futuros para la máquina desterronadora-cernidora.
4. Se recomienda a los laboratorios del instituto la realización de mantenimiento en la impresora 3D para el proceso FDM ya que esta puede llegar a taparse o dejar de imprimir de manera correcta si no se
5. Revisar o dar mantenimiento cada cierto tiempo. Así como a las máquinas de soldar y revisar los discos (de corte, pulido, etc.) en herramientas de corte

Referencias.

- Mott, R. (2009). *Resistencia de materiales (5a. ed.)*. Naucalpan de Juárez: Pearson Educación.
- Cerda, S., Medellín, H. I., Frederick, D. (septiembre, 2017). Análisis experimental y simulación numérica del desempeño estructural de probetas FDM con diferentes porcentajes de relleno. MEMORIAS DEL XXIII CONGRESO INTERNACIONAL ANUAL DE LA SOMIM. Página 2. http://somim.org.mx/memorias/memorias2017/articulos/A2_142.pdf.
- Kalpakkian, S., & Schmid, S. (2014). *Manufactura, ingeniería y tecnología. Volumen 2* (7th ed.). Distrito Federal: Pearson Educación.
- Groover, M. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna* (3rd ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Groover, M. (2014). *Introducción a los procesos de manufactura* (1st ed.). México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Amstead, B., Ostwald, P., & Begeman, M. (1981). *Procesos de manufactura: versión SI (Système International d'Unités)* (16th ed.). México: Compañía Editorial Continental.
- Ponce Cruz, P., & Sampé López, J. (2008). *Máquinas eléctricas y técnicas modernas de control*. México, D.F.: Alfaomega.
- Escalona García, R. & Torre Marina, J. A. (1996). *Manual de Soldadura* (8.^a ed., Vol. 1). Edo. de México, Naucalpan de Juárez, México: AMERICAN WELDING SOCIETY.
- Chapman, S., Santana Díaz, A., & Rodríguez Pérez, C. (2012). *Maquinas eléctricas* (5th ed.). México: McGraw-Hill.
- Machuelear (Industria Metalmecánica). (2022). Retrieved 16 October 2022, from <https://glosarios.servidor-alicante.com/industria-metalmecanica/machuelear>.
- Gispert, C. (2012). *Nuevo océano Uno*. Barcelona: Océano.
- Colás Gil, J., Arencón Osuna, F., & Cascales Pujante, J. (2002). *Diccionario ilustrado de técnica y tecnología*. Barcelona: Larousse.
- ¿Que es un Guardamotor y para que se usa? (2021, 27 agosto). NIVIHE S.A. <https://motores-electricos.com.ar/que-es-un-guardamotor/>.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2012, INSTALACIONES ELECTRICAS (UTILIZACION). (2019, 19 noviembre). Recuperado 6 de noviembre de 2022, de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/512096/NOM-001-SEDE-2012.pdf>.

Calculadora de caída de voltaje. (2022, 8 junio). Recuperado 6 de noviembre de 2022, de <https://www.armoelectronics.com/calculadora-de-caida-de-voltaje/>.

Cálculo de motores, amperaje, potencia y más. (2021, 24 julio). Recuperado 6 de noviembre de 2022, de <https://appgametutoriales.com/calculo-de-motores-amperaje-potencia-y-mas/>.

GARCÍA AYALA, O. M., & GUAYASAMÍN DE LA CRUZ, V. H. (2020). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA TRITURADORA-TAMIZADORA DE ARCILLA PARA LA ELABORACIÓN DE ALFARERÍA, CON CAPACIDAD DE 100KG/H, PARA LA PARROQUIA LA VICTORIA, PROVINCIA DEL COTOPAX* (Ingeniero). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO.

Glosario

- **Buril:** Instrumento para grabar en madera, en cobre o en otros materiales semejantes, que consiste en una barra de acero terminada en punta y con mango: *buril de punta*, *buril de aguja*. (Diccionario del español de México, página de internet).
- **Barreno:** Agujero que se hace con la barrena. (*Diccionario del español de México, página de internet*).
- **Barrenar:** Perforar algo con barrena. (*Diccionario del español de México, página de internet*).
- **Escoria:** Material de desecho o residual que se forma al quemar ciertos materiales o al someterlos a determinados procesos industriales: *escoria de soldadura*.
- **Escuadrar:** Labrar o disponer un objeto de modo que sus caras planas formen entre sí ángulos rectos
- **Esmerilado:**
- **Esmeriladora:** s f Herramienta mecánica que sirve para pulir, afilar o desgastar objetos metálicos, piedras o vidrios: “Las víctimas explicaron que los responsables usaron una *esmeriladora* para abrir la caja fuerte de donde sustrajeron el dinero” (Diccionario del español de México, página de internet).
- **Flexómetro:** Cinta métrica metálica enrollada a presión dentro de una caja.
- **Machuelo:** s m (*Mec*) Pequeño cilindro de acero, corto y roscado, de dimensiones fijas, sobre el que se han tallado bordes cortantes mediante ranuras longitudinales; sirve para elaborar roscas en la cara interna de los tubos de metal: “Inserte la punta del *machuelo* en el agujero y hágalo girar en el sentido de las manecillas del reloj” (Diccionario del español de México, página de internet).
- **Machuelear:** Esta operación consiste en realizar una cuerda, mediante una herramienta denominada machuelo, el cual es una especie de tornillo de acero aleado templado y rectificado, con ranuras a lo largo de la cuerda que permiten el desalojo de las rebabas arrancadas al generar la cuerda.
- **Pie de Rey:** Instrumento para medir calibres y espesores. Consta de una regla fija y otra deslizante, llamada cursor, ambas terminadas en sendos topes doblados en escuadra, formando una boca de abertura regulable en la cual se introduce y se ajusta la pieza que

se desea medir. El cursor tiene un nonio que permite medir la posición del tope móvil con respecto al fijo, y un gatillo para impedir o facilitar el movimiento.

- **Remache:** BARRITA cilíndrica corta y terminada en uno de sus extremos en una cabeza, que se introduce a través de orificios alineados de varias piezas que quedan unidas. El extremo saliente se golpea hasta formar una segunda cabeza.
- **Remachar:** Acción consistente en poner remaches.
- **rev/min-RPM:** Revoluciones por minuto.