



TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO

Modificación de una sierra de banco para carpintería con funciones adicionales para la Carpintería y Ebanistería Muentes Ríos de Barrancabermeja.
Desarrollo tecnológico.

AUTORES

Edinson de Jesús Muentes Ríos C.C.1096236393
Daniel Acuña Trejo C.C 1096238182

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS
TECNOLIGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO
BARRANCABERMEJA
29-05-2019**



TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO

Modificación de una sierra de banco para carpintería con funciones adicionales para la Carpintería y Ebanistería Muentes Ríos de Barrancabermeja

AUTORES

Edinson de Jesús Muentes Ríos C.C.1096236393
Daniel Acuña Trejo C.C 1096238182

Trabajo de Grado para optar al título de

Tecnólogo en operación y mantenimiento electromecánico.

DIRECTOR

ING. Luis Omar Sarmiento Álvarez

DIANOIA

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS
TECNOLIGÍA EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO
BARRANCABERMEJA
29-05-2019**

Nota de Aceptación

Firma del jurado

Firma del Jurado

DEDICATORIA

Dedicamos de corazón este proyecto a la carpintería y ebanistería Muentes Rios por el apoyo que nos brindó; a nuestros padres que nos apoyaron económicamente y moralmente en el desarrollo de las actividades y a las unidades tecnológicas de Santander por permitirnos obtener el título de tecnólogos en operación y mantenimiento electromecánico.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Carpintería y Ebanistería Muentes Rios por su apoyo económico y moral que nos brindó la posibilidad de optar por un título como tecnólogos electromecánicos aplicando nuestro conocimiento en sus instalaciones y llevarlo a cabo satisfactoriamente; agradecemos de forma cálida a las Unidades Tecnológicas de Santander por permitir establecer el convenio y dar nos la oportunidad de aplicar nuestros conocimientos allí y que este fuese valido para obtener el título; agradecemos a nuestro director el ingeniero Luis Omar sarmiento Álvarez quien siempre estuvo allí apoyándonos orientándonos y formando parte crucial en el equipo de trabajo como líder y guía. De igual manera agradecemos a la señora Xenia Rios Rocha quien como propietaria de la carpintería y ebanistería Muentes Rios nos ayudó a formalizar dicho convenio y dio la autorización para realizar nuestro trabajo en su empresa y facilitarnos los documentos legales para el convenio. Y todo esto gracias a Dios nos permitió realizar estas labores sin inconvenientes.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	11
INTRODUCCIÓN.....	13
1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.2. JUSTIFICACIÓN	17
1.3. OBJETIVOS	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES	20
2. MARCOS REFERENCIALES.....	24
2.1. MARCO TEORICO	24
2.1.1. ANÁLISIS TEÓRICO DEL PROCESO DE CORTE	24
2.1.2. TIPOS DE SIERRAS CIRCULARES	28
2.1.3. COLOCACIÓN Y AJUSTE DE LAS SIERRAS EN BANCOS ORDINARIOS.....	29
2.1.4. REGULACIÓN DE LA ALTURA DE LA HOJA.....	30
2.1.5. IDENTIFICACIÓN DE LA SIERRA CIRCULAR.....	31
2.1.6. CONTROL DE VELOCIDAD DEL MOTOR AC.....	32
2.1.7. REGULACIÓN DE VELOCIDAD EN LOS MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA.....	34
2.1.8. TRANSMISIÓN POR CORREAS	38
2.1.9. GEOMETRÍA DE LOS DIENTES DE HOJAS DE SIERRA DE HS	39
2.1.10. COMPARACIÓN TEÓRICA DEL FUNCIONAMIENTO DE LA SIERRA DE BANCO PROPUESTA CON LAS SIERRAS DE BANCO EN EL MERCADO.....	42
2.2. MARCO CONCEPTUAL	45
2.2.1. SIERRA CIRCULAR.....	45
2.2.2. ESCOPLEADORA	45
2.2.3. ESPIGADORA.....	45
2.2.4. MANDRIL	46
2.2.5. CORREA DE TRANSMISIÓN	46
2.2.6. MOTOR ELÉCTRICO	46
2.2.7. VARIADOR DE VELOCIDAD	47
2.2.8. BROCA	47
3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO.....	48
3.1. MODELAMIENTO EN SOLIDWORK	48
3.1.1. EL MANDRIL DE LA MÁQUINA.....	48

3.1.2.	EL MOTOR.....	49
3.1.3.	EL CUERPO DE LA MAQUINA	50
3.2.	DESPIECE DE LA MAQUINA.....	52
3.3.	REACONDICIONAMIENTO DE LA MAQUINA.....	53
3.3.1.	MANDRIL DE LA MAQUINA.....	53
3.3.2.	CUERPO DE LA MAQUINA	54
3.3.3.	MOTOR.....	59
3.4.	ENSAMBLE DE LA MAQUINA.....	61
3.4.1.	ENSAMBLE DEL MOTOR EN EL CUERPO DE LA MÁQUINA	62
3.4.2.	ENSAMBLE DE LAS PLANTILLAS Y GUÍAS AL CUERPO DE LA MÁQUINA	65
3.4.3.	INSTALACIÓN DEL CABLEADO DEL MOTOR AL REGULADOR DE VELOCIDAD, INTERRUPTOR Y SALIDA A FUENTE.	67
3.5.	PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	70
3.5.1.	PRUEBAS ELÉCTRICAS	70
3.5.2.	VARIACIÓN DE VELOCIDAD DEL MOTOR.....	71
3.5.3.	PRUEBA DE CORTE	73
3.5.4.	PRUEBA DE ESCOPEO.....	79
4.	<u>RESULTADOS.....</u>	81
5.	<u>CONCLUSIONES.....</u>	87
6.	<u>RECOMENDACIONES</u>	89
7.	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	91
8.	<u>ANEXOS.....</u>	93

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Regulación de la altura de la hoja -----	30
FIGURA 2	Regulación de altura de la hoja 2. -----	31
FIGURA 3	Identificación de sierra circular-----	32
FIGURA 4	circuito electrónico de un dimmer -----	37
FIGURA 5	Sierra diente de lobo-----	40
FIGURA 6	Sierra diente de lobo 2 -----	40
FIGURA 7	sierra de diente triangular fino -----	40
FIGURA 8	Sierra de diente triangular fino 2 -----	41
FIGURA 9	Sierra de dentado de lobo-----	41
FIGURA 10	Sierra de diente de lobo agrupados -----	41
FIGURA 11	Sierra propuesta prototipo-----	44
FIGURA 12	Sierra Stanley STST1825-B3-----	44
FIGURA 13	Sierra makita 2705 -----	44
FIGURA 14	Vista lateral del eje de la maquina -----	48
FIGURA 15	Vista isométrica del mandril-----	49
FIGURA 16	Motor de la maquina -----	49
FIGURA 17	Modelado de la máquina de la maquina prototipo-----	50
FIGURA 18	Mandril de la maquina inicial-----	54
FIGURA 19	Mandril de la máquina alineado y pintado-----	54
FIGURA 20	guía de paso de corte en SolidWorks -----	55
FIGURA 21	guía de paso de corte terminada -----	55
FIGURA 22	guía de corte en solidworks -----	56

FIGURA 23 guía de corte terminada -----	56
FIGURA 24 plantilla de escopleo en solidworks -----	57
FIGURA 25 plantilla de escopleo terminada -----	57
FIGURA 26 guía de tope de escopleo en SolidWorks -----	58
FIGURA 27 guía tope de escopleo terminada-----	58
FIGURA 28 motor antiguo -----	59
FIGURA 29 motor nuevo -----	59
FIGURA 30 breaker-----	60
FIGURA 31 Dimmer -----	61
FIGURA 32 Instalación de mandril en el cuerpo de la máquina-----	62
FIGURA 33 Instalación del motor -----	63
FIGURA 34 Alineamiento del motor con el mandril -----	64
FIGURA 35 motor instalado -----	64
FIGURA 36 ensamble de mandril y motor en el cuerpo de la máquina finalizado -----	65
FIGURA 37 Instalación de la plantilla de corte -----	66
FIGURA 38 Instalación de guía de paso de corte del disco -----	66
FIGURA 39 modelo de sierra de banco con motor, plantillas y guías -----	67
FIGURA 40 instalación de cableado del motor al DIMMER y la instalación del acople para los breakers -----	68
FIGURA 41 instalación eléctrica de la máquina finalizada-----	69

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Avance del diente de la hoja de corte -----	26
Tabla 2 velocidad angular de la sierra circular -----	27
Tabla 3. Comparativa de prototipo con sierras del mercado -----	43
Tabla 4 Organización de piezas móviles figura- nombre de pieza; de la sierra circular de mesa -----	51
Tabla 5 Propiedades físico-mecánicas del roble (Quercus petraea)-----	81
Tabla 6 Variación de velocidad-----	83
Tabla 7 velocidad y material que se recomienda cortar -----	85

RESUMEN EJECUTIVO

PALABRAS CLAVE. Sierra de banco, equipo de carpintería, integración de equipos, equipo portátil

La industria de la carpintería representa un importante sector productivo del país con alta competitividad, en el que las micro, pequeñas y medianas empresas, desempeñan un papel fundamental debido a la gran demanda interna de productos que existen actualmente.

La siguiente propuesta tiene como finalidad la mejora del proceso de corte y escopleo de distintos materiales siendo la madera el elemento principal a utilizar, todo esto mediante el planteamiento de una mejora a una sierra de banco tradicional, por tal motivo se realizará un convenio con la Carpintería y Ebanistería Muentes Ríos y de esta forma poder desarrollar de manera teórico-práctica la mejora que se tiene planeado en este proyecto.

Las mejoras fueron desde la implementación de porta brocas en la parte contraria del eje del disco de corte hasta el rediseño de un banco más pequeño en el cual se pueda realizar las mismas tareas que en un banco estándar del mercado, pero buscando así, mejorar la versatilidad y transporte de esta máquina para poder ser trasladada a diversos lugares sin tener como principal preocupación el espacio que ocupe en el recinto o en el medio en el que se vaya a ser transportada.

La mejoría de este banco de trabajo elimina el uso de pulidoras, taladros, lijadoras, esmeriles, etc., logrando así que las empresas ahorren al no tener la necesidad de

comprar estas herramientas que estarán incluidas en la sierra de banco que se desarrolló para la Carpintería y Ebanistería Muentes Ríos.

Además de la construcción del banco también se desarrolló un plan de mantenimiento para esta sierra y poder así garantizar una vida útil tanto a sus piezas como a la maquina en general.

INTRODUCCIÓN

Para la carpintería y ebanistería Muentes Rios es muy importante realizar cortes en madera, escoplear y pulir piezas en madera para llevar a cabo el desarrollo de sus actividades como la fabricación de muebles y objetos en madera. Para esto requieren de máquinas que faciliten el trabajo como sierras sinfín, sierras circulares, cepilladoras, lijadoras, entre otras; las cuales combinadas con un operador experimentado y la respectiva materia prima llevan a cabo los trabajos que realiza el taller. Con base en este objetivo de la empresa se diseñó por parte de los autores un tipo de sierra circular de mesa práctica, que le preste a la empresa las funciones de corte, escopleo, entre otras funciones como pulir y afilar si se cambia el disco. Esto reduce a la empresa gastos para obtener estas máquinas por separado y mayor consumo de energía con la implementación de máquinas nuevas. Además, la sierra brindará la posibilidad de poder funcionar en cualquier lugar de trabajo que cuente con energía eléctrica a 110v AC y que tenga una toma corriente; lo cual es muy difícil de lograr con las otras máquinas mucho más pesadas y que trabajan con un voltaje diferente en el mayor de los casos 220V y 330V.

Entrando en detalle la empresa aceptó el convenio propuesto por los autores estudiantes de las Unidades Tecnológicas de Santander que con la propuesta de esta mejora buscan obtener un título como tecnólogos en Operación y Mantenimiento Electromecánico, Ya que cuentan con los conocimientos necesarios para realizar desde el diseño hasta las pruebas de funcionamiento de la máquina. Una vez dada la aprobación por parte de las UTS y de la Carpintería y Ebanistería Muentes Rios se procedió a desarrollar el proyecto el cual se dividió

unas dos partes, el diseño y la construcción, remodelación y pruebas en la carpintería.

Lo primero que se realizó fue el diseño y se presentó a la carpintería para su aprobación; este diseño se realizó con la ayuda de un software de diseño asistido obtenido en la universidad la cual durante la carrera enseña a sus alumnos a utilizarlo y por lo tanto fue la pieza clave para su diseño. Se escogió por aceptación de las partes la fabricación en madera de roble ya que sus propiedades físicas son ideales para este tipo de máquinas y el mandril en acero y hierro. Por las dimensiones de la sierra se determinó que el motor a utilizar y que fuera funcional debería ser de 1/2 hp de fuerza ya que el objetivo de esta máquina es maquinar trozos pequeños de madera, triplex, aglomerados y MDF. Y para llevar a cabo esta función no es necesario una máquina con características operacionales mayores.

Para cumplir con el modelo presentado el cual incluía nuevas guías, adecuaciones estructurales sencillas y un nuevo sistema de montaje para el motor. Ya culminada esta parte se procedió a pintar y posteriormente se le instaló el motor, el mandril y la instalación eléctrica con el variador de velocidad escogido que en este caso fue un variador de voltaje tipo DIMMER.

Ya teniendo la máquina como tal ensamblada y lista para poner en funcionamiento; se procedieron a realizar las diferentes pruebas que garantizarían el cumplimiento a cabalidad de los objetivos planteados y recibir la aprobación por parte de la empresa que es la que tendrá los beneficios operativos y funcionales de la máquina.

La carpintería y Ebanistería Muentes Rios observó la máquina realizada resaltando que era funcional en su totalidad en lo propuesto y que dicho modelo se podría implementar para una sierra mucho más grande para labores más pesadas y que con alta probabilidad pueda ser funcional que es lo que se busca en este tipo de proyectos.

Para culminar el proyecto se brindaron algunas recomendaciones para próximos trabajos de esta índole; evitando así, problemas como falta de información sobre el tema o desconocimiento del modo de operación de máquinas para madera, estar bajo supervisión de un operador profesional y obtener información primaria por parte de los autores para así, generar más información sobre el tema y ayudar a unos futuros proyectos.

Con este proyecto se buscó enfocar la electromecánica hacia otros campos y demostrar que un tecnólogo e ingeniero electromecánico puede laborar en cualquier sector económico; implementando máquinas, realizando montajes, realizando mantenimiento preventivo y correctivo.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

A lo largo de la historia, el uso de la madera ha sido fundamental en la fabricación de mobiliarios, construcción de viviendas, obtención de productos derivados, juguetes y artesanías, por lo cual, con el paso del tiempo se han desarrollado diversas máquinas y artefactos para poder picar, cortar o modelar madera.

Entre las diferentes máquinas para el modelado y corte de madera se puede encontrar la sierra de banco la cual permite cortar de diferentes formas y ángulos bloques de madera de pequeño y mediano tamaño.

En Colombia, la industria de la carpintería representa un importante sector productivo para la economía del país debido a la gran demanda interna de productos que existen actualmente.

La gran mayoría de talleres de carpintería usan las sierras de banco tradicionales, las cuales presentan mono funcionalidad, simplicidad y carencia de control de velocidad.

¿Cómo mejorar el diseño de la sierra circular de mesa, agregando funciones como variación de los discos a utilizar, regulación de velocidad del motor, variación de paso del disco de corte, guía de corte, recolección de residuos, porta brocas, todo en un banco de menor tamaño que el tradicional?

1.2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la mayoría de muebles como armarios, bibliotecas, centros de entretenimiento; se fabrican a partir de Láminas estándar de madera, entre las cuales pueden variar entre: láminas de madera contrachapadas (tríplex), tableros aglomerados (tablex) y Tableros de fibras (mdf), la amplia utilización de estas láminas se debe a su ligereza, facilidad para su trabajo, precio, tendencia a producir poco desperdicio de materia prima en comparación a la madera convencional; gran oferta actual tanto en dimensiones como en terminaciones superficiales y excelente calidad de esta materia prima, incluso en nuestros hogares debemos estar realizando trabajos en madera y como primera opción de herramienta de trabajo está la sierra de mesa con la cual se realiza los cortes necesarios para empezar a ensamblar lo que se desea de manera fácil y eficaz.

Con éste proyecto se busca construir para la Carpintería y Ebanistería Muentes Ríos una sierra circular de mesa agregando funciones como un eje que permita variar los discos a utilizar, instalar un regulador de velocidad, superficie móvil para poder variar el paso del disco de corte, una guía de corte, bandeja recolectora de aserrín, instalar un porta brocas en el extremo contrario del eje con su respectiva guía; esta sierra se diseñará con dimensiones más pequeñas alas convencionales de tal manera que se pueda desplazar de manera práctica; provocando así una extensión de sus funcionalidades buscando un confort para los operadores.

De esta manera se aumenta la eficiencia en el taller y por su diseño práctico la comunidad en general también pueda hacer uso de esta sierra de mesa que además va a ser portable que se podrá desplazar fácilmente a cualquier lugar sin requerir mucho trabajo físico ni espacio y así facilitando a un más su operación.

Con la realización de este proyecto se desarrollará una innovación en la construcción de sierras para generar un avance para los futuros diseños de éstas.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Implementar una sierra de banco para carpintería con funciones adicionales como cambio de disco, variación de paso de corte de disco, regulación de velocidad de corte para diversos materiales, guía de corte, depósito para residuos y porta brocas para bridar función de escopleo para la Carpintería y Ebanistería Muentes Ríos de Barrancabermeja.

1.3.2 Objetivos específicos

- Rediseñar un modelo de sierra circular de mesa el cual brinde variedad de funciones como cambio de disco, regulación de velocidad de corte, variación del paso de corte, guía de corte, depósito de residuos y porta brocas para prestar la función de escopleo de madera, buscando reducir costos y tiempo en la manufactura de muebles.
- Modelar en 3D el prototipo a escala diseñado, empleando el software SolidWork, en el que se detallen dimensiones, ubicación de todos los componentes y características de los materiales a emplear.
- Construir el banco de sierra circular con las modificaciones mencionadas en las que se pueda hacer pruebas de verificación de funcionamiento incluyendo un video explicativo de las mejoras.

1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES

Desde el inicio, las herramientas hicieron posible la industria forestal y la carpintería al permitir talar árboles, cortar la madera, desbastarla e incluso labrarla con el taladro permitiendo obtener diferentes acabados en mueblería de diferentes tipos.

En efecto, para la obtención de metales se utilizó hasta el siglo XVII la leña y el carbón vegetal, el exceso y utilización de la madera en la época arrasaba bosques enteros, las talas indiscriminadas y abusivas tuvieron en la antigüedad importantes repercusiones ecológicas y cambiaron la superficie de la tierra, los ríos y las ciudades, “Mientras fue la materia prima básica, la madera fue un recurso estratégico que aseguraba el predominio político y militar por lo que todas las grandes civilizaciones e imperios debieron asegurarse primero su suministro”. (Peraza, 2000)

Para procesar esta materia prima se debía cortar a la medida y con las especificaciones deseadas por el que realizaba la acción de allí surgieron inventos como la sierra manual y el serrucho. “Lo cual se mantuvo hasta los años 1777 donde Samuel Miller invento un disco dentado que ha velocidades altas podía cortar madera de una forma más rápida y eficiente” (hubbard, 2017); al principio se desplazaba manualmente con un sistema de pedales, ya que en ese tiempo no había motor eléctrico ni de combustión ensamblados a este tipo de máquinas.

En los comienzos del siglo XX se empezaron a tomar motores eléctricos y de combustión en las sierras circulares de mesa de forma industrial; entonces, la industria de la madera evolucionó de tal forma hasta lo que podemos apreciar hoy en día; está claro que la maquina ha tenido variaciones tanto en el tamaño de sus

componentes, al principio eran mucho más grandes y robustos ahora no son tan considerables de tamaño, aunque realizan las acciones de igual manera o mejor.

En los últimos tiempos se realizaron avances en su estructura como se mencionó anteriormente un motor potente de un tamaño moderado y con los avances en máquinas eléctricas que se han llevado hasta la actualidad estos poseen protectores térmicos, protectores eléctricos entre otros. En cuanto a la parte mecánica lo que son correas, poleas, mandriles se fabrican más livianos y con un material resistente y adecuado al uso que se le daría a la máquina optimizando así la funcionalidad de las máquinas. Por otra parte, los discos de corte que se fabricaban en hierro y láminas de este material han sido cambiados por el tungsteno entre otros materiales más resistentes con fin de mejorar la labor de corte.

En Colombia las fabricaciones de las sierras circulares de mesa han sido introducidas al mercado por las fabricas Hermanos hurtado, Osma y franco hermanos siendo los pioneros en la fabricación de maquinaria para madera. Claro que en los últimos años han llegado sierras de mesa un poco más tecnológicas como las que ofrece Stanley, craftsman, Discovery que son fabricas internacionales de herramientas y máquinas para muchas actividades pero que también influyen en el avance de la sierra circular de mesa como tal y de las cuales observamos motores de mucha revolución, con un corte limpio pero que al ser sometidos a maderas duras sufren daños tanto al disco de corte como al motor por recalentamiento del inducido y rodamiento.

Recientemente se han venido adelantando estudios para realizar modificaciones para mejorar su funcionalidad a la hora de la operación y manejo de esta máquina como lo podemos notar en el siguiente trabajo investigativo en el cual se propone la fabricación de una sierra espigadora.

Una espigadora, es una máquina que se usa en la fabricación de muebles y puertas de madera para perfilar exclusivamente una de las dos partes (espiga) que conforman el tipo de ensamble denominado caja-espiga. Actualmente esta clase de máquina sólo existe para la gran industria cuyo sistema de producción prácticamente no tiene punto de comparación con los del común de las mype del país y como tal, tienen costos de adquisición prácticamente inalcanzables para una mype quienes para “solucionar” esta necesidad no tienen más alternativa que usar una máquina sierra circular lo que hace el proceso más largo y tedioso. (Mercado Mendez, Canez Archi, & Rodriguez Peña, 2013)

Hacer una espiga en una sierra circular puede tardar en promedio cuatro minutos y significa además un alto grado de imprecisión y riesgo en los cortes, de este modo podrían realizar 120 espigas en una jornada de 8 horas. Por el contrario, en las pruebas preliminares a las que se ha sometido al prototipo aquí desarrollado, para el tipo de espigas que se requiere en la fabricación de puertas, se ha alcanzado un promedio 2.8 espigas/ min; es decir, unas 1344 espigas en una jornada de 8 horas. Con este prototipo se podrían hacer en un día el mismo trabajo que antes hubiera necesitado 11.2 días. (Mercado Mendez, Canez Archi, & Rodriguez Peña, 2013)

Esta experiencia demuestra que con voluntad y esfuerzo es posible superar muchas de las limitaciones a las que se enfrenta una mype y, sobre todo, propone una alternativa de solución a la necesidad que tienen muchas mypes de contar con una máquina mucho más eficiente para la función de espigado.

“El objetivo de la presente investigación fue el de diseñar un prototipo de máquina para perfilar espigas en piezas de madera”. (Mercado Mendez, Canez Archi, & Rodriguez Peña, 2013)

Por otro lado, en otro trabajo se enfocó en el análisis de funcionamiento de los diversos tipos de sierras tales como: sierra circular, sierra de cinta, sierra sin fin, sierra circular convencional y basándose en este estudio se concluyó en elaborar una máquina que le permitiera cortar láminas de madera ya sea aglomerada, triple, mdf y su costo sea más asequible para las mype.

Dentro del campo de la fabricación de muebles, el corte de la madera representa uno de los procesos más importantes y fundamentales debido a que influye y determina en gran medida la máxima productividad y mínimo costo de un artículo, ya que en esta fase se realiza el dimensionamiento de las piezas de un producto teniendo en cuenta la mejor distribución y aprovechamiento de la materia prima. (Vanegas, 2012)

El objetivo del presente proyecto es construir una máquina de corte para láminas de madera que sea funcional, fácil de operar, que disminuya el tiempo y espacio físico dedicado a este proceso, que garantice un aprovechamiento máximo de la materia prima, que tenga un sistema de recolección de viruta y que sea lo suficientemente económico para que el empresario con bajo nivel adquisitivo pueda comprarlo.

2. MARCOS REFERENCIALES

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Análisis teórico del proceso de corte

Basándonos en el análisis teórico realizado por (Vanegas, 2012) el principio fundamental de funcionamiento que se implementará consiste en una hoja circular que posee dientes afilados que gira a gran velocidad. El análisis y el siguiente cálculo está basado en la teoría de maquinado y procesos de remoción de material:

Para el análisis del proceso se deben de tener en cuenta los siguientes parámetros.

1. Diámetro del disco de sierra: comercialmente se pueden encontrar discos de sierra con Diámetros de 7.25 in (184 mm), 8.25 in (210 mm), 10 in (254 mm) y 12 in (305 mm). Para este análisis teórico se tomará el valor de 7.25 in.
2. Número de dientes del disco de sierra: los discos de 7.25 in se pueden encontrar en el mercado en dos tipos de estructuras como 24 y 60 dientes dependiendo del acabado y la rapidez del corte que desee el usuario. Para un corte más limpio pero un poco más lento se usan los discos de 60 dientes y para mayor rapidez se utilizan los de 24 dientes. Para este análisis teórico se tomará el valor de 24 dientes.

3. Grosor del diente de la sierra: para un disco de 24 dientes y diámetro 7.25 in
Comercialmente el espesor del diente es de 2 milímetros. Para el disco de 60 dientes el espesor es de 2.4 milímetros.
4. Profundidad de corte: Se toma como valor máximo de la profundidad de corte que corresponde al espesor máximo de la lámina de madera en este caso vamos a utilizar el valor de 36 milímetros.
5. Velocidad de avance: corresponde a la velocidad relativa entre la herramienta y la pieza de trabajo. Puede estar entre un amplio rango de valores dependiendo del espesor de la lámina. Para una lámina de 36 mm un valor de velocidad de avance de 6 [m/mm] es adecuado ya que permite el corte de una lámina de 2 metros de longitud en un tiempo de 20 segundos.
6. Avance por diente: corresponde al avance lineal de la herramienta relativa al paso de cada diente. El avance por diente en el proceso de corte por sierra circular es un parámetro que no se puede fijar en un valor determinado. Es variable y depende de la velocidad de avance establecida por el operario. Para el avance por diente se recomiendan los siguientes valores según el tipo de madera (Vanegas, 2012)

Tabla 1 Avance del diente de la hoja de corte

valores recomendados del avance al diente		
material		avance por un diente [mm/diente]
madera blanda	corte longitudinal	0,2 - 0,3
	corte transversal	0,1 - 0,2
madera dura		0,06 - 0,15
aglomerado chapado		0,1 - 0,25
contrachapa		0,05 - 0,12
placas laminadas		0,05 - 0,1
metales no ferrosos y materias plásticas		0,02 - 0,05

Fuente: www.pilana.com/es/ajuste-de-la-sierra-circular-en-la-maquina

7. Velocidad de corte: corresponde a la velocidad relativa entre la herramienta y la pieza. Para maderas se recomiendan velocidades de corte entre 30 y 60 [m/s]. Para el cálculo se toma un valor intermedio de 40 [m/s].

8. Velocidad angular de la sierra: con el diámetro de la sierra y la velocidad de corte deseada se puede calcular fácilmente la velocidad de rotación de la sierra. Se muestra una tabla donde se tabulan datos de este valor según el diámetro y la velocidad de corte.

Tabla 2 velocidad angular de la sierra circular

revoluciones recomendadas [1/min]										
d [mm]	velocidad de corte Vc [m/seg]									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
100	1910	3920	5730	7640	9550	11460	13370	15280	17190	19100
150	1270	2550	3820	5100	6870	7640	8920	10190	11500	12730
200	960	1910	2870	3820	4780	5730	6690	7640	8600	9550
250	760	1530	2290	3060	3820	4590	5350	6110	6880	7640
300	640	1270	1910	2530	3180	3820	4460	5100	5740	6370
350	550	1090	1640	2380	2730	3280	3820	4370	4900	5460
400	480	960	1430	1910	2390	2870	3340	3820	4300	4780
450	430	850	1270	1700	2120	2550	2970	3400	3820	4250
500	38	760	1150	1530	1910	2290	2680	3060	3440	3820

Fuente: www.pilana.com/es/ajuste-de-la-sierra-circular-en-la-maquina

9. Velocidad de remoción de material: corresponde al volumen de material removido en la línea de corte por unidad de tiempo. Tiene unidades de $\frac{ft^3}{mm}$

10. Gravedad específica de la madera: la densidad de los tableros de madera comerciales se establece así: $600 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]$ para el TRIPLEX, y $700 \left[\frac{Kg}{m^3} \right]$ para el AGLOMERADO Y EL MDF.

11. Potencia unitaria: corresponde al valor de potencia necesaria para remover un volumen específico de cierto material en un proceso de mecanizado. Para la madera se relaciona que el valor de potencia unitaria es

proporcional al valor la gravedad específica de la misma (WoodProduct, 2016)

$$HP_u \approx 100 * SG \left[\frac{HP}{\frac{ft^3}{min}} \right]$$

12. Potencia útil: corresponde a la potencia neta necesaria en el proceso de corte de láminas de madera mediante sierra circular. Para su cálculo se usa la siguiente fórmula teniendo en cuenta la consistencia de unidades:

$$Pot = HP_u * MRR [HP]$$

2.1.2. Tipos de sierras circulares

Las hojas de sierras para cortar la madera y sus derivados se fabrican de diversos materiales y características que permitirán un rendimiento y acabado diferente, para poder seleccionar la hoja adecuada al trabajo es conveniente conocer las prestaciones que ofrecen cada una de ellas.

HSS - Acero súper rápido, son aceros de alto rendimiento, con elevada y resistencia al desgaste por sus aleaciones de tungsteno, molibdeno, vanadio y cromo. Se emplea para trabajar maderas blandas y semi-duras con buen acabado del corte, no es recomendable para cortar maderas con fibras de fácil desprendimiento ni aglomerados.

HM – Metal duro o Widia, compuestos de carburos metálicos sinterizados, en su mayor parte tungsteno y un porcentaje de cobalto.

Se emplean como pastillas insertas en el extremo del diente de la sierra en HM – tungsteno permiten excelente acabado en las maderas de diferentes durezas y derivados de la madera. Se fabrican de diferentes durezas según el material a trabajar.

- K-40 y K-30 para trabajar maderas blandas y semi-duras
- K-20 y K-10 para maderas duras y aglomerados de alta densidad.
- Microgramo con diversas calidades, su rendimiento es de 30 % a 200 % superior a las sierras de HM K-10.
- K-05 y K-01 para trabajar materiales aglomerados de alta densidad y todo tipo de materiales abrasivos.

DIA – Diamante, es el material de corte más duro empleado en la industria de herramientas para el trabajo con la madera, con rendimientos de 40 a 200 veces superiores al HM. Permite cortar maderas de todo tipo, se emplea principalmente para el corte de maderas duras, aglomerados de diferentes densidades recubiertos en una o dos caras, plásticos, aluminios y metales no férricos. (campus virtual, 2013)

2.1.3. Colocación y ajuste de las sierras en bancos ordinarios

Para el cambio de la hoja de sierra se debe desconectar la máquina de la fuente de energía eléctrica, se debe trabar el árbol para evitar que este gire, por lo general los ejes de las sierras circulares suelen tener un orificio que permite trabar el árbol mediante un accesorio de la máquina o varilla de acero. La hoja va colocada entre dos platinas que tienen en una concavidad en el centro para que la hoja quede alineada y no vibre o se mueva de su posición; una vez colocada la

hoja se destraba el árbol y se controla que la hoja gire de manera perpendicular a la mesa.

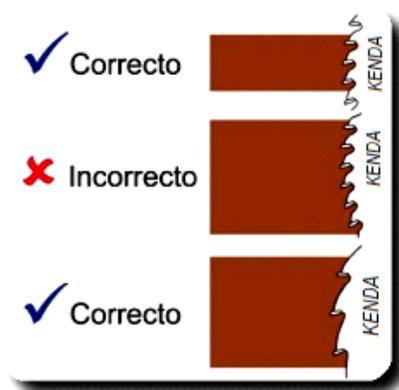
2.1.4. Regulación de la altura de la hoja

El diámetro de la hoja, número de dientes y su ángulo son factores que inciden en la calidad del corte y la duración del filo, y dependerán de la maquinaria en la que se trabaje y del material a cortar; por lo que establecer la medida adecuada para cada caso no sería práctico.

La regulación de altura de la hoja incide en la calidad del corte y debe responder además del buen rendimiento y calidad, a criterios de seguridad en el trabajo.

Para el corte de maderas macizas, la hoja se regula de manera que quede a un diente de altura por encima del material a cortar, esta medida incide sobre el ángulo de entrada y de salida de corte del diente. De esta manera quedarán por encima de la madera 2 a 3 dientes. (Vanegas, 2012)

FIGURA 1 Regulación de la altura de la hoja



Fuente: <http://campusvirtual.edu.uy/archivos/carpinteria/TECNOLOGIA/MAQUINAS/Sierra%20Circular.pdf>

FIGURA 2 Regulación de altura de la hoja 2.



Fuente:

<http://campusvirtual.edu.uy/archivos/carpinteria/TECNOLOGIA/MAQUINAS/Sierra%20Circular.pdf>

También el tamaño del diente debe ser adecuado al espesor de la madera que se va a cortar, recomendándose que la medida del paso de 4 dientes sea lo más aproximada posible al espesor de la madera, ya que tanto el ángulo de entrada como el de salida influyen en la calidad del corte, para una madera de 2" se debe usar una hoja de sierra que tenga un paso del diente aproximado a 3/4".

El paso de diente es la distancia entre las caras frontales de dos dientes consecutivos. (campus virtual, 2013)

2.1.5. Identificación de la sierra circular

Las sierras circulares se fabrican siguiendo estándares internacionales, que permiten su identificación para ser utilizadas en diferentes tipos de máquina, según los materiales que pueden cortar, su velocidad de corte, de avance, etc.

En las sierras la información que se identifica generalmente es la siguiente:

- Marca o nombre de la empresa y producto
- D = Diámetro exterior
- B o b = Espesor del corte

- d = Diámetro del eje
- Z = Número de dientes
- P = Paso del diente
- RPM = Velocidad máxima de giro rpm/min.
- Tipo de diente: RT o TR = diente trapezoidal, AL = dente alterno, P o R = diente plano o recto.

FIGURA 3 Identificación de sierra circular



Fuente: <http://campusvirtual.edu.uy/archivos/carpinteria/TECNOLOGIA/MAQUINAS/Sierra%20Circular.pdf>

2.1.6. Control de velocidad del motor AC.

Los motores trifásicos asíncronos de jaula de ardilla, se usan muy a menudo en todos los campos industriales y de estaciones de potencia, así como en sistemas de transporte debido a sus ventajas respecto a los motores de corriente directa. Dentro de estas ventajas podemos mencionar, el menor requerimiento de mantenimiento, menor incidencia de fallas, capacidades de potencia mayores y producción de bajo costo. (udb, 2017)

Las maneras para variar la velocidad en los motores AC es variando su frecuencia y/o aumentando o disminuyendo el número de polos. Por lo que para proporcionar

el mismo comportamiento de número de revoluciones-torque de las máquinas de corriente continua de excitación externa, controladas por tensión de inducido, tienen que ser alimentados por una fuente de tensión trifásica o una fuente de corriente trifásica, cuya frecuencia y amplitud sean variables. Esta labor es cumplida hoy en día por los convertidores de frecuencia electrónicos estáticos. (udb, 2017)

Si estos son alimentados desde una red de corriente alterna o trifásica, se les llama convertidores de corriente alterna o abreviadamente convertidores. Si son alimentados desde un sistema de corriente continua se les designa inversores.

Convertidores se dividen en dos grupos:

- Convertidores directos.
- Convertidores indirectos o de circuito intermedio.

Los convertidores directos constan de una conexión paralela opuesta de dos conexiones de puente trifásicas plenamente controladas, de modo que la tensión de salida variable en frecuencia está compuesta por secciones temporales de la tensión de entrada. (udb, 2017)

Los convertidores de circuito intermedio constan de un rectificador de corriente de entrada (rectificador de corriente de red) de regulación externa y de un rectificador de corriente de salida (rectificador de corriente de maquina) auto regulado, los que están acoplados entre si ya sea mediante un circuito de tensión continua (circuito intermedio). (udb, 2017)

Si mediante un condensador suficientemente grande se mantiene constante, es decir, se imprime la tensión del circuito intermedio en forma independiente de la carga, se habla de convertidores de corriente alterna con circuito intermedio de tensión continua o abreviadamente de convertidores U; si mediante una inductividad grande se imprime la corriente, se habla de convertidores de corriente alterna con circuito intermedio de corriente continua o convertidores. (udb, 2017)

Según (udb, 2017) el tipo de control de la tensión de salida en los convertidores, se distingue entre:

- Convertidor con tensión de circuito intermedio variable mediante rectificador de corriente de entrada regulable.
- Convertidor con tensión de circuito intermedio variable mediante regulador de tensión continúa.
- Convertidor con tensión de circuito intermedio constante: convertidor de pulsos.

2.1.7. Regulación de velocidad en los motores de corriente alterna

Velocidad en los motores de corriente alterna: aumentando el número de polos de un motor se influye en la velocidad del motor, que se determina por la fórmula:

$$F = P * (n/60)$$

“La frecuencia F a la que trabaja un motor viene dada por el número de pares de polos P multiplicado por la velocidad del motor contado en revoluciones por minuto (rpm) dividido por 60”. (Manual eléctrico viakon, 2014)

Por tanto, si quiere saber a qué velocidad en r.p.m. funciona un motor bastará con transformar La fórmula anterior en:

$$n = (60.F) / P$$

El número de r.p.m., a que gira un motor, depende de la frecuencia de trabajo multiplicado por 60, dividido todo ello, por el número de pares de polos que tenga el motor.

2.1.7.1 Conmutación de polos

En consecuencia; la velocidad de giro de un motor no depende en nada del voltaje de funcionamiento, y como el valor de la frecuencia de red es inalterable, para cambiar la velocidad de un motor solo se puede hacer, cambiando el número de polos que tiene el motor. Los motores de dos velocidades, por tanto, llevan tomas intermedias de los pares de polo, a la caja de bornes; para que, con la ayuda de conmutadores especiales, poder alterar las entradas y salidas de la corriente a cada par de polos del motor Consecuentemente el número de revoluciones se verá alterada por la posición del conmutador de polos. Todos los motores de dos velocidades, llevaran en la caja de bornes, el doble de conexiones de un motor de una sola velocidad. (Manual eléctrico viakon, 2014)

2.1.7.2 Variación de frecuencia.

Hoy día ya es posible cambiar la velocidad de los motores, sin necesidad de variar el número de pares de polos; en la fórmula se observa que si el valor de la frecuencia en vez de tener un valor fijo de 50 o 60 Hz, se pudiera variar este valor; entonces se obtendría valores diferentes del número de r.p.m., del motor. Esto se

realiza con **los variadores de velocidad estáticos**. (Manual eléctrico viakon, 2014)

Pequeños dispositivos electrónicos que se intercalan entre el interruptor y el motor; con el que fácilmente se puede actuar sobre la frecuencia para variar la velocidad del motor sin necesidad de complicados conmutadores de polos. (Manual eléctrico viakon, 2014)

2.1.7.3. Dimmer control de velocidad de motor AC con triac.

Si se desea controlar el nivel de iluminación del dormitorio, sala o controlar la velocidad de un taladro o un ventilador que utilizan motores de corriente alterna.

El circuito sólo utiliza un elemento activo como es en TRIAC (T) y un grupo de elementos pasivos (resistencias y condensadores) para lograr su objetivo.

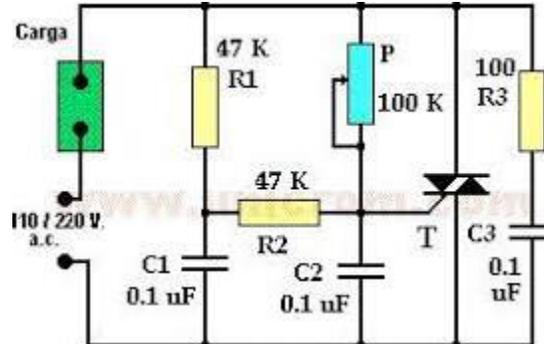
Muchos de estos circuitos reguladores de potencia tienen un punto de encendido y apagado que no coinciden. Esta característica haría que este circuito no funcione como se espera y es un comportamiento común en los TRIACS. Al fenómeno de encendido – apagado en diferentes puntos se le llama “histéresis” y para corregir este problema se incluye en el circuito las resistencias R1, R2 y el condensador C1.

El conjunto resistencia R3 y condensador C3 se utiliza para filtrar picos transitorios de alto voltaje que pudieran aparecer. Otro conjunto de elementos está compuesto por el potenciómetro P y el condensador C2, y éstos son los componentes mínimos necesarios para que el **triac** sea disparado.

- MT1 es el terminal superior del TRIAC
- MT2 es el terminal inferior del TRIAC

- G (compuerta) es el terminal que se conecta a la unión de los componentes R2, C2, P (ver la figura del circuito).

FIGURA 4 circuito electrónico de un dimmer



Fuente: <https://unicrom.com/dimmer-control-de-velocidad-motor-ac-con-triac/>

El **triac** controla el paso de la corriente alterna a la carga conmutando entre los estados de conducción (pasa corriente) y corte (no pasa corriente) durante los semiciclos negativos y positivos de la señal de alimentación (110/220 VAC), que es la señal de corriente alterna que viene por él toma-corrientes de nuestras casas.

Hay que aclarar que el condensador en un circuito de corriente alterna (como éste) tiene su voltaje atrasado con respecto a la señal original. Cambiando el valor del potenciómetro, se modifica la razón de carga del condensador, el atraso que tiene y por ende el desfase con la señal alterna original.

Esto permite que se pueda tener control sobre la cantidad de corriente que pasa a la carga y así la potencia que, en ésta, se va a consumir (electronica unicrom, 2015).

2.1.8. Transmisión por correas

Las correas son elementos flexibles que se emplean para transmitir potencia entre ejes situados a distancias relativamente largas. Los cables y cadenas; son elementos similares a las correas. Según (ehu, 2011); Las características principales de las correas son las siguientes:

- a) pueden conectar ejes muy separados, algo que no se puede conseguir con un par de ruedas dentadas ya que su tamaño sería excesivamente grande.
- b) son elementos de transmisión silenciosos, baratos, de poco mantenimiento y fácilmente reemplazables.
- c) transmiten el giro por rozamiento correa-polea (excepto las correas sincronizantes). Para garantizar este rozamiento, las correas deben montarse tensionadas en las poleas.
- d) aíslan a un eje de posibles choques y vibraciones que puedan producirse en el otro eje.
- e) establecen una relación de transmisión entre los ejes, de valor aproximadamente constante, aunque no totalmente constante debido a puntuales deslizamientos correa-polea (excepto en las correas tipo sincronizante).

- f) tienen una gran eficiencia, típicamente en torno al 95%. Las pequeñas pérdidas de potencia se deben a los ya mencionados deslizamientos puntuales en el contacto correa-polea.
- g) funcionan como fusible mecánico, al igual que las chavetas, protegiendo de posibles sobrecargas durante el funcionamiento (en caso de sobrecarga, la correa patina sobre la polea y no transmite dicha sobrecarga de un eje a otro).

Las correas fallan por fatiga, típicamente al cabo de 3-5 años de funcionamiento según los fabricantes (aproximadamente 24000 horas), aunque es necesaria una buena inspección y mantenimiento para alcanzar esta duración. (ehu, 2011)

Para calcular la velocidad de transmite el motor a la máquina se debe utilizar la siguiente formula:

$$R.P.M \text{ de eje conducido} = \frac{R.P.M \text{ de eje motriz} * DPM}{DPC}$$

R.P.M de eje conducido: número de vueltas por minuto de la sierra

R.P.M de eje motriz: número de vueltas por minuto del motor

DPM: diámetro de la polea del motor

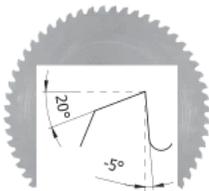
DPC: diámetro de la polea de la sierra

2.1.9. Geometría de los dientes de hojas de sierra de HS

Las sierras comunes, hojas de acero se fabrican con diferentes ángulos de corte para corte de madera maciza. Para cortes paralelos a la fibra se usan los dientes con afilado recto, en punta o dentado de lobo y ángulo de salida grande. Y para cortes a través de la fibra de afilado inclinado y ángulo de ataque chico, con diente triangular, diente de lobo o en punta. (campus virtual, 2013)

Diente de lobo

FIGURA 5 Sierra diente de lobo



Ángulo negativo de 5°

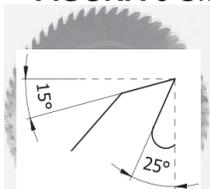
Afilado recto para corte lineal o de 75°

Para cortes transversales.

Fuente:

<http://campusvirtual.edu.uy/archivos/carpinteria/TECNOLOGIA/MAQUINAS/Sierra%20Circular.pdf>

FIGURA 6 Sierra diente de lobo 2



Para madera dura y blanda.

Ángulo positivo del frente a 25°

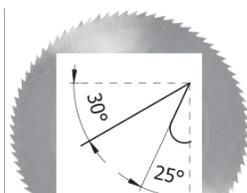
Para corte longitudinal o transversal de madera dura
y blanda.

Fuente:

<http://campusvirtual.edu.uy/archivos/carpinteria/TECNOLOGIA/MAQUINAS/Sierra%20Circular.pdf>

Diente triangular fino

FIGURA 7 sierra de diente triangular fino



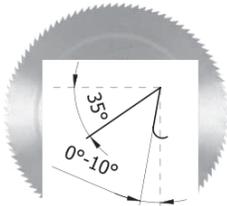
Ángulo positivo del frente de 25°

Para corte longitudinal o transversal de madera dura
Y blanda de poco espesor.

Fuente:

<http://campusvirtual.edu.uy/archivos/carpinteria/TECNOLOGIA/MAQUINAS/Sierra%20Circular.pdf>

FIGURA 8 Sierra de diente triangular fino 2



Ángulo del frente de 0° a 10° .

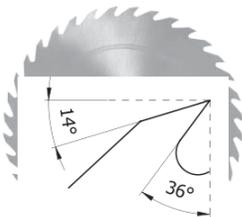
Para corte transversal y longitudinal de madera delgada y materiales plásticos.

Fuente:

<http://campusvirtual.edu.uy/archivos/carpinteria/TECNOLOGIA/MAQUINAS/Sierra%20Circular.pdf>

Dentado de lobo

FIGURA 9 Sierra de dentado de lobo



Ángulo positivo del frente de 36° .

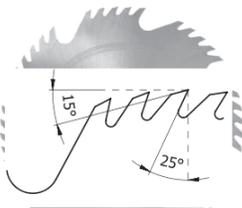
Para sierras múltiples, adecuada para cortes Longitudinales de madera dura y blanda.

Fuente:

<http://campusvirtual.edu.uy/archivos/carpinteria/TECNOLOGIA/MAQUINAS/Sierra%20Circular.pdf>

Dientes de lobo agrupados

FIGURA 10 Sierra de diente de lobo agrupados



Ángulo positivo del frente de 25° .

De dientes de lobo para cortes de maderas Duras o blandas.

Fuente:

<http://campusvirtual.edu.uy/archivos/carpinteria/TECNOLOGIA/MAQUINAS/Sierra%20Circular.pdf>

2.1.10. Comparación teórica del funcionamiento de la sierra de banco propuesta con las sierras de banco en el mercado.

Para finalizar esta sección se realizará una corta comparación de las características que presenta la sierra de banco planteada con las que presentan las actuales sierras de banco que se pueden adquirir en Homecenter u otro almacén de cadena del país.

La sierra de banco está compuesta por una hoja de sierra circular en un eje sujeto a un banco de forma horizontal y a este mecanismo lo alimenta un motor eléctrico AC o DC por medio de un sistema de polea y correa (Bárbaro, 2018). En algunas de las máquinas a nombrar se omite el sistema de poleas y correa; lo cual hace que el disco de corte este directamente sujeto al eje del motor. Para empezar el análisis comparativo se tendrán en cuenta los siguientes aspectos técnicos:

- Velocidad
- Estructura del banco
- Cambio de disco de corte
- uso
- multifuncionalidad

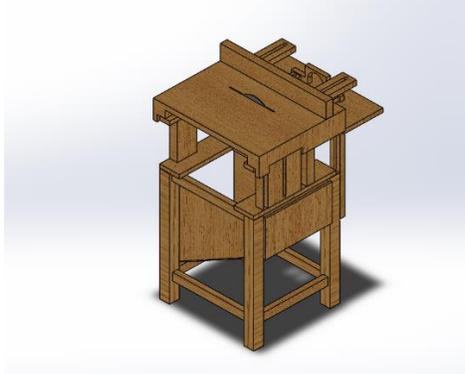
Tabla 3. Comparativa de prototipo con sierras del mercado

características técnicas	sierras de banco		
	sierra propuesta prototipo	Stanley STST1825-B3	makita 2705
Velocidad	variable dependiendo del material a cortar (1136 a 1725 rpm)	fija (4800 rpm)	fija (4800 rpm)
estructura del banco	madera y hierro	lamina de hierro desarmable	variable (sobre cualquier centro de apoyo plano)
cambio de disco de corte	disco variable	disco fijo	disco fijo
Uso	profesional y hogar para corte de madera, cartón y plástico.	profesional y hogar para corte de madera	profesional y hogar para corte de madera
Multifuncionalidad	corte de madera, disco de pulir, disco de afilar y mandril.	solo corte	solo corte

Fuente: autores.

Imágenes sierras de bancos nombrados.

FIGURA 11 Sierra propuesta prototipo



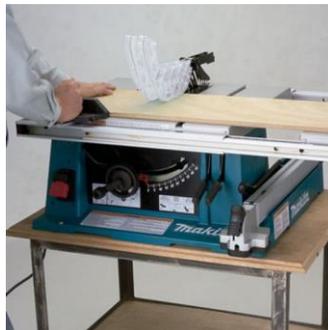
Fuente: autores

FIGURA 12 Sierra Stanley STST1825-B3



Fuente: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/275358/Sierra-Mesa-10-Pulgadas-4800RPM/275358>

FIGURA 13 Sierra makita 2705



Fuente: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/207573/Sierra-de-Banco-10pg-1650w-4.800rpm-2705/207573>

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.1.11. Sierra circular

La sierra circular es una máquina para aserrar longitudinal o transversalmente madera metal, plástico u otros materiales. Está compuesta por un motor eléctrico que hace girar a gran velocidad una hoja circular. Empleando una hoja adecuada (en cuanto a su dureza y a la forma de sus dientes), una sierra circular portátil puede cortar una amplia variedad de materiales, se caracterizan por realizar cortes precisos. Además, algunos modelos posibilitan el corte en ángulo hasta de 45 grados e incorporan una protección contra el polvo o serrín que se produce en el corte; algunas están preparadas para conectarse a un extractor externo. (wikipedia, 2017)

2.1.12. Escopleadora

Es aquella máquina o parte de combinada, que permite de efectuar huecos dentro de las piezas de madera que se quiere trabajar. Esta máquina está constituida por una mesa de apoyo sobre el cual es colocado la pieza de madera, y un mandril en el cual se coloca una broca especial que, en primer lugar, perfora y después efectúa la cavidad deseada en la madera. (dmitaliasrl, 2016)

2.1.13. Espigadora

Una espigadora, es una máquina que se usa en la fabricación de muebles y puertas de madera para perfilar exclusivamente una de las dos partes (espiga) que conforman el tipo de ensamble denominado caja-espiga. (Mercado Mendez, Canez Archi, & Rodriguez Peña, 2013)

2.1.14. Mandril

Un mandril es un tipo especial de prensa usada para sujetar un objeto, usualmente un objeto con simetría radial, en especial un objeto cilíndrico. Es más comúnmente usado para sujetar una herramienta rotativa (como las brocas en una taladradora) o en una pieza de trabajo en rotación (como la barra en eje del cabezal fijo de un torno). Algunos mandriles también pueden sujetar objetos con forma irregular (aquellos que carecen de simetría radial). En algunas aplicaciones, la herramienta o la pieza de trabajo sujeta por el mandril permanecen estacionarias mientras que otra herramienta o pieza de trabajo gira (por ejemplo, una broca en el eje del contrapunto de un torno, o una pieza circular siendo cortada por una fresadora). (Kalpakjian & Schmind, 2002)

2.1.15. Correa de transmisión

Se conoce como correa de transmisión a un tipo de transmisión mecánica basado en la unión de dos o más ruedas, sujetas a un movimiento de rotación, por medio de una cinta o correa continua, la cual abraza a las ruedas ejerciendo fuerza de fricción suministrándoles energía desde la rueda motriz. (wikipedia, 2018)

2.1.16. Motor eléctrico

El motor eléctrico es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas. Son máquinas eléctricas rotatorias compuestas por un estator y un rotor. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, ya que pueden convertir energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores o dinamo. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras o en automóviles híbridos realizan a menudo ambas tareas, si se diseñan adecuadamente. (wikipedia, 2017)

2.1.17. Variador de Velocidad

El Variador de Velocidad (VSD, por sus siglas en inglés Variable Speed Drive) es en un sentido amplio un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores. También es conocido como Accionamiento de Velocidad Variable (ASD, también por sus siglas en inglés Adjustable-Speed Drive). (wikipedia, 2017)

2.1.18. Broca

La broca es una pieza metálica de corte que crea orificios circulares en diversos materiales cuando se coloca en una herramienta mecánica como taladro, berbiquí u otra máquina. Su función es formar un orificio o cavidad cilíndrica. Para elegir la broca adecuada al trabajo se debe considerar la velocidad a la que se debe extraer el material y la dureza del mismo. La broca se desgasta con el uso y pierde su filo, siendo necesario un reafilado, para lo cual pueden emplearse máquinas afiladoras, utilizadas en la industria del mecanizado. También es posible afilar brocas a mano mediante pequeñas amoladoras, con muelas de grano fino. (wikipedia, 2018)

3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

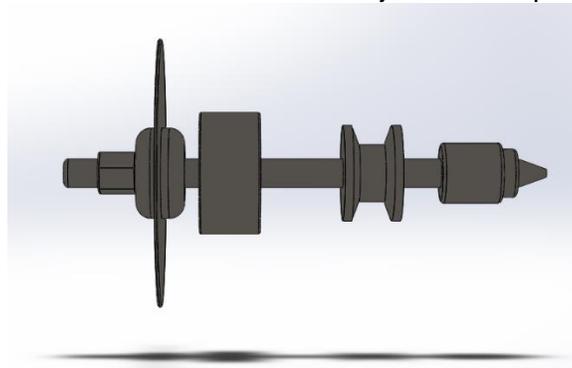
3.1. MODELAMIENTO EN SOLIDWORK

Cada una de las partes de la máquina quedaron de la siguiente manera; las cuales se diseñaron por medio del software de diseño y simulación de piezas llamado SolidWorks.

3.1.1. El mandril de la máquina

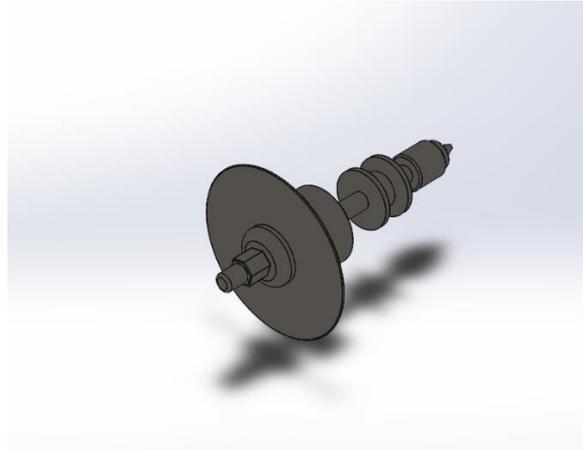
Es la parte más importante y el corazón de ésta máquina por lo cual teniendo en cuenta el acoplamiento del **portabrocas** al lado derecho del mandril, la **rosca** en su lado derecho donde se pone el disco quedaría igual ya que este ya brinda la facilidad de cambio rápido y sencillo con su rosca izquierda que no deja que el disco se afloje a medida que este va girando, el **tambor** del centro del eje que es el que sostiene el eje con el cuerpo de la maquina por medio de una muesca en la misma máquina y una platina en su parte superior que funciona de abrazadera, una polea de 2 in que nos permite recibir el movimiento por parte del motor y por diseño en la estructura se escogió el diámetro. De resultado se obtuvo el mandril que se observa en la Figura 14 y 15.

FIGURA 14 Vista lateral del eje de la maquina



Fuente: Autores

FIGURA 15 Vista isométrica del mandril

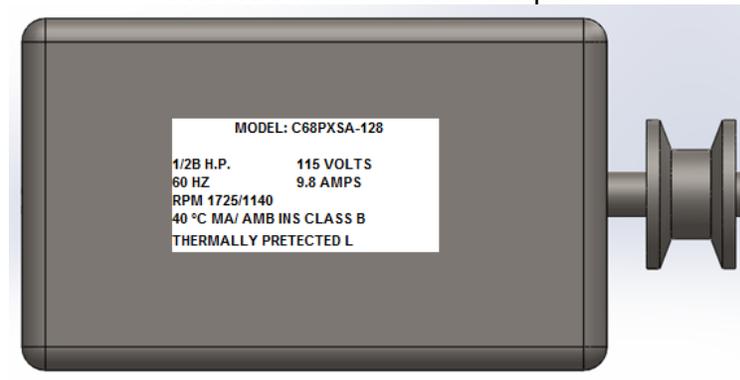


Fuente: Autores

3.1.2. El motor

Tiene en el eje una **polea** de 2 in la cual transmite el movimiento mediante una **banda** hacia una polea de un tamaño similar en el mandril, para así conservar la misma velocidad de salida del motor. Modelándolo en SolidWork quedó como se muestra en la figura 16.

FIGURA 16 Motor de la maquina

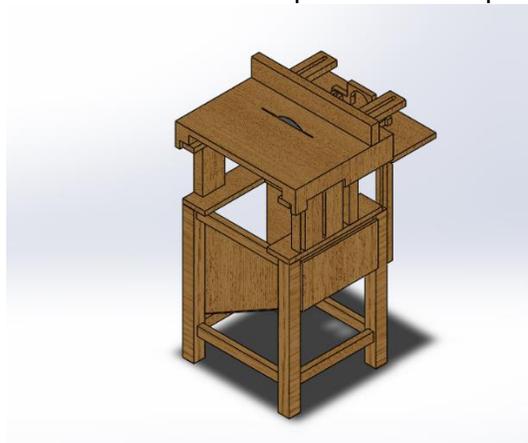


Fuente: Autores

3.1.3. El cuerpo de la maquina

Es totalmente hecho en madera, siendo un material económico y liviano para el desarrollo rápido y sencillo de la maquina; cuenta con las características básicas para que su funcionamiento sea eficaz, practico y eficiente a la hora de su uso, contará con canal por donde bajara el aserrín que sueltan las piezas de madera al ser cortadas, cuenta con una plantilla de corte y una plantilla lateral de escopleo que nos permita cumplir con los objetivos planteados; además para regular sus funciones de corte y escopleo dispone de una guía de paso de corte, guía de corte y guía de tope de perforación de escopleo , el modelado del cuerpo de la maquina es el siguiente:

FIGURA 17 Modelado de la máquina de la maquina prototipo



Dimensiones:

Ancho total: 50cm

Altura total: 80cm

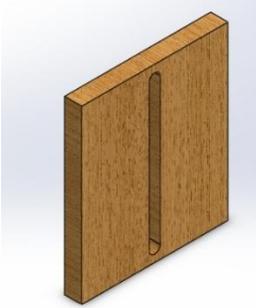
Profundidad sin plantilla guía de escopleo: 44 cm

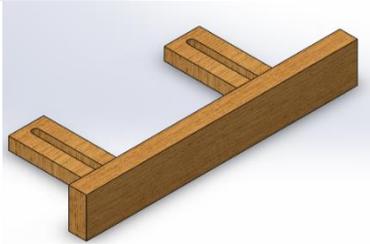
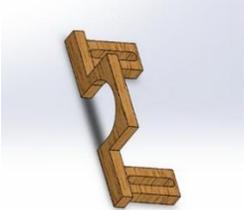
Profundidad total con plantilla guía de escopleo: 64 cm

Fuente: autores

Para visualizar de forma organizada cada una de las piezas móviles en la siguiente tabla:

Tabla 4 Organización de piezas móviles figura- nombre de pieza; de la sierra circular de mesa

Figura.	Nombre de pieza y dimensiones.
	<p>Plantilla de corte</p> <p>Ancho: 50 cm Profundidad: 44 cm Espesor: 2 cm</p>
	<p>Plantilla guía de escopleo</p> <p>Ancho: 50 cm Profundidad: 20 cm Espesor: 2.5 cm</p> <p>Bases largo: 40 cm Ancho: 5 cm Espesor: 2.5 cm</p>
	<p>Guía de paso de corte</p> <p>Altura: 20 cm Ancho: 17 cm Espesor: 2.5 cm</p>

	<p>Guía de corte</p> <p>Altura: 10 cm Ancho: 50 cm Espesor: 3.5 cm</p> <p>Bases Ancho: 5 cm Profundidad: 20 cm Espesor 20 cm</p>
	<p>Guía tope de profundidad de escopleo</p> <p>Ancho: 25 cm Alto: 10 cm Espesor: 3 cm</p> <p>Bases Ancho: 4 cm Profundidad: 10 cm Espesor 3 cm</p>

Fuente: autores

3.2. DESPIECE DE LA MAQUINA

Después de obtenido el modelamiento de la máquina en SolidWork se procedió al despiece de cada una de las partes de la misma y se analizó a cuáles de ellas se les debía realizar algún tipo de cambio físico de sus características para llevarlas a un taller metalmecánico para cumplir con las especificaciones que la maquina necesita.

El primer paso para el despiece de la maquina es quitar la plantilla de corte (tapa superior en la cual se apoya la madera).

Luego de esto se puede ver el motor y mandril los cuales se procederá a soltar los tornillos para liberar el motor y el mandril por aparte, además de la correa que transmite el movimiento del motor al mandril.

El cuerpo de la maquina se encuentran totalmente unidas cada una de las partes; como guías y plantillas, se separarán cada una de las partes para proceder a

lijarlas, limpiarlas, pintarlas para en su último paso para efectuar el montaje de cada una de las partes.

3.3. REACONDICIONAMIENTO DE LA MAQUINA

3.1.4. Mandril de la maquina

Lo primero que se tuvo en cuenta fue tener el funcionamiento del eje de la máquina, ya que este es el corazón de la máquina, por lo cual se procedió a ir a un taller metalmecánico y trabajar en la modificación del eje.

En el taller metalmecánico se le encargo a la persona soldarle al mandril en su extremo derecho un porta brocas y poder obtener la funcionalidad de escoplear cualquier tipo de madera maleable.

En el extremo izquierdo para poder ajustar el disco de corte al eje se le pidió a la persona soldar un tornillo con rosca izquierda para al momento de girar el eje la tuerca que ajusta el disco no se vaya desenroscando a medida que este va girando, ya que al girar en sentido contrario la tuerca se va a ir apretando e impedirá que el disco se suelte y salga del eje.

Después de estos procesos se continuo con el alineamiento del eje y sus componentes para evitar que queden descentrados evitando así que el disco quede desalineado y afecte el corte de igual manera con el lado del mandril evitar que la broca quede descentrada y dificulte la labor de escopleo. Posteriormente se procedió al pulimiento del eje y sus piezas para finalmente pintarse.

FIGURA 18 Mandril de la maquina inicial



Fuente: Autores

FIGURA 19 Mandril de la máquina alineado y pintado



Fuente: autores

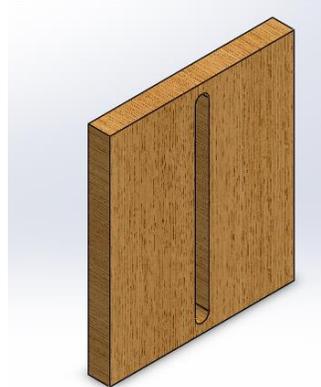
3.1.5. Cuerpo de la maquina

3.1.5.1 Modificación de la guía de paso de corte

Al cuerpo de la máquina se le adaptaron sus respectivas guías para llevar acabo los objetivos planteados en el diseño de la sierra de mesa propuesta;

posteriormente, se le hicieron unas mejoras al sistema de paso de corte de disco el cual tenía una guía con una ranura que se unía del cuerpo de la maquina con un tornillo que al desapretarse permitía desplazar la guía verticalmente como se muestra en la figura 34; pero no tenía una forma que proporcionara un movimiento vertical preciso, para mejorar este sistema se realizó una modificación la cual se le hizo una ranura a la plantilla para que esta guía pudiera entrar en ella y desplazarse verticalmente y no hiciera juego al momento del desplazamiento. En la figura 35 se observar la guía de paso de corte ya terminada.

FIGURA 20 guía de paso de corte en SolidWorks



Fuente: Autores

FIGURA 21 guía de paso de corte terminada

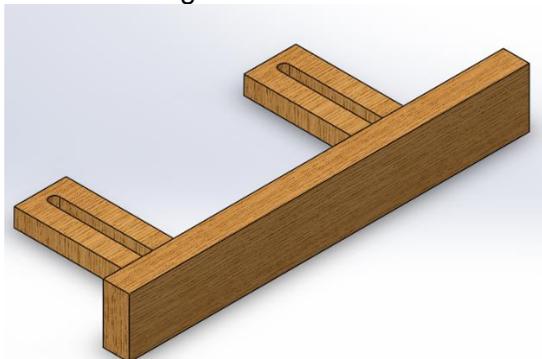


Fuente: autores

3.1.5.2 Guía de corte

La guía de corte se realizó con una medida de largo de 51 cm para lograr abarcar toda la plantilla, con dos bases ranuradas que permitan realizar la función de variar la medida acortar; como se muestra en la figura 36. Posteriormente a ésta se le aplicó relleno en las partes donde presentaba deformidades en la madera, se lijaron las imperfecciones y finalmente se pintó para dar por terminada la guía de corte; como se muestra en la figura 38.

FIGURA 22 guía de corte en solidworks



Fuente: Autores

FIGURA 23 guía de corte terminada

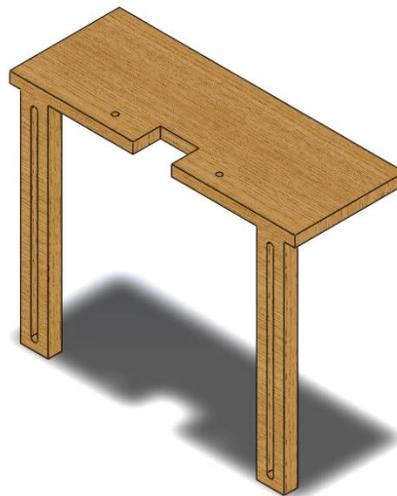


Fuente: autores

3.1.5.3 Modificación plantilla lateral de escopleo

Se le agrego un sistema de ranura y tornillo que permita el movimiento vertical con respecto al cuerpo de la máquina que permita variar la altura de perforación de la broca, con esto se buscara mejorar la estabilidad al momento de desplazar la madera utilizando la función de escopleo. Además, se le adaptó a la plantilla la facilidad para poder adaptar la guía tope de perforación de escopleo mediante la utilización de dos tornillos que permiten la variación de ésta.

FIGURA 24 plantilla de escopleo en solidworks



Fuente: Autores

FIGURA 25 plantilla de escopleo terminada



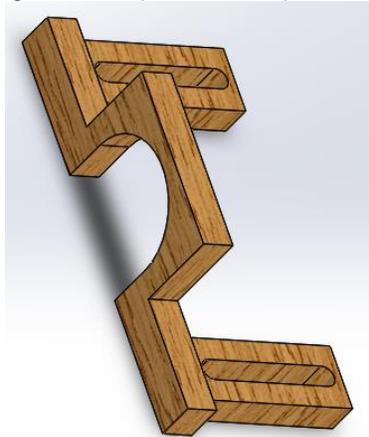
Fuente: autores

3.1.5.4 Guía tope de perforación de escopleo

Esta guía fue implementada en la parte superior de la plantilla de escopleo, esta guía funcionara como tope variable la cual no permitirá que se pase de la medida de perforación deseada por el usuario.

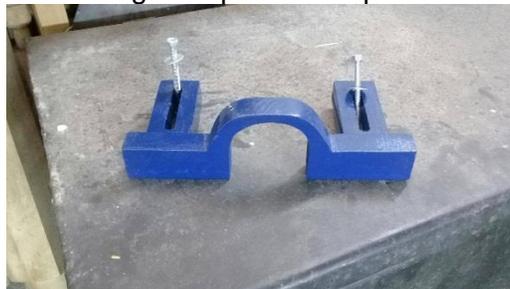
A la plantilla lateral de escopleo se adicionó una regleta para su respectiva medición, esta servirá para ajustar un límite de perforación en la función de escopleo el cual facilita la operación de perforación con la broca y nos da más control de ella.

FIGURA 26 guía de tope de escopleo en SolidWorks



Fuente: autores

FIGURA 27 guía tope de escopleo terminada



Fuente: autores

3.1.6. Motor

El motor era de ½ hp, funcionaba a 60 Hz, trabajaba a una velocidad de 1725 a 1140 RPM, consumía 10 amperios de corriente y trabajaba a 110 voltios AC; éste motor trabajó un tiempo en la sierra pero sufrió un daño en el arranque del motor; lo que obligó a cambiar dicho motor por uno de las mismas características (fuerza, voltaje de operación, amperaje) un poco más nuevo y de modelo diferente que me supliera la necesidad de girar el mandril para generar dichas funciones mencionadas anteriormente. A dicho motor se le realizó una base para su montaje en la máquina con unas ranuras que permitan estirar la correa para su correcto funcionamiento o aflojar para su cambio en caso de daño.

FIGURA 28 motor antiguo



Fuente: autores

FIGURA 29 motor nuevo



Fuente: autores

Al motor se le realizó un cambio de cableado y el interruptor de encendido y apagado del mismo, todo esto de la siguiente manera:

- El cableado de la entrada desde el enchufe al breaker se utilizó un cable dúplex numero 12 AWG el cual tiene la capacidad de soportar una corriente aproximada de 20 amperios (masvoltaje, 2016).
- El breaker (imagen) que se utiliza en el encendido de la maquina soporta una corriente máxima de 15 amperios aproximadamente antes de que este dispare su seguro electromagnético.

FIGURA 30 breaker



Fuente: <https://ferreteriaonlinehoystools.com/CABLES-Y-ELECTRICOS-/BREAKER-LUMINEX-15-AMP-DSE-1015-r914>

- El cableado del breaker al motor es cable eléctrico 7 hilos 12 AWG el cual soporta aproximadamente una corriente de 20 amperios (masvoltaje, 2016).
- Según la placa de especificaciones del motor, la corriente nominal que consume este es de 9,8 amperios, además que tiene internamente protección térmica la cual al detenerse el motor se dispara haciendo que se detenga y para seguir con el trabajo teniendo la obligación de reiniciar la

maquina (poner en posición de apagar y luego de encender el breaker de la maquina).

- Se utilizó un regulador de voltaje tipo dimmer utilizado para variar la intensidad eléctrica a lámparas; en este caso, se utilizó para variar la velocidad del motor disminuyendo o aumentado su voltaje. El dimmer que recibe un voltaje de entrada de 110V - 220V, voltaje de salida de 50V – 220V, potencia máxima de salida de 2000 W y soporta una corriente máxima de salida de 25 A. En la imagen se puede observar el dimmer.

FIGURA 31 Dimmer



Fuente: <https://teslabem.com/wp-content/uploads/2018/05/dimmer-ac-scr-50-220-v-2000w.jpg>

3.4. ENSAMBLE DE LA MAQUINA

Para realizar este proceso y facilitar el trabajo se distribuyó el trabajo en las siguientes tres secciones de ensamble:

- Ensamble del mandril y motor en el cuerpo de la máquina.
- Ensamble de las plantillas y guías al cuerpo de la máquina.
- Instalación del cableado del motor al regulador de velocidad, interruptor y salida a fuente.

3.1.7. Ensamble del motor en el cuerpo de la máquina

Al tener el cuerpo de la máquina terminado con sus adecuaciones y capa de pintura se procede a instalar el mandril y luego el motor nuevo con su respectiva base; el cual por análisis de diseño en cuanto a espacio y estabilidad se procedió a instalar en la parte interna del cuerpo y no en el lado derecho como estaba anteriormente.

Para empezar el ensamble se instaló el mandril en la muesca elaborada para ayudar a su fijación y con la ayuda de una platina con orificios para tornillos que ayudarían a fijar la platina al cuerpo de la máquina de la siguiente manera:

FIGURA 32 Instalación de mandril en el cuerpo de la máquina



Fuente: autores

Al tener fijo el mandril en el cuerpo de la máquina se procede a presentar en la parte frontal interna el motor con su base y con la polea alineada a la del mandril, para así marcar en las patas de la mesa donde irán los orificios para sostenerlo y brindarle la función de estirar y soltar la correa. Luego con el taladro se procedió a perforar los orificios de tal manera que sirvieran para un tornillo de 5/16 in de diámetro. Al tener este proceso listo tomamos medida de los tornillos a utilizar la cual fue de 4 in de largo de características normales por que el trabajo a realizar no supera el umbral de resistencia del tornillo; se le insertaron, luego, se le presentó del motor con su base y se le coloca la correa que transmite el movimiento y la fuerza al mandril de forma alineada, al ajustarse los tornillos se buscó que la correa quedara lo suficiente tensionada para que trabajara adecuadamente. Para culminar se instaló una tapa en madera sencilla sobre el motor para prevenir que a éste le cayera aserrín desprendido al cortar o pulir madera y con esto finalizó esta parte del ensamble.

Se anexaron las siguientes figuras en las que se detalla el proceso de instalación del motor, alineamiento del motor con el mandril, motor instalado finalmente y finalmente el ensamble del mandril y motor en el cuerpo de la máquina terminado.

FIGURA 33 Instalación del motor



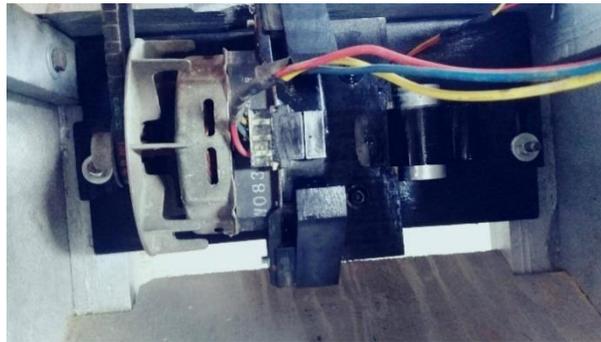
Fuente: autores

FIGURA 34 Alineamiento del motor con el mandril



Fuente: Autores

FIGURA 35 motor instalado



Fuente: Autores

FIGURA 36 ensamble de mandril y motor en el cuerpo de la máquina finalizado



Fuente: Autores

3.1.8. Ensamble de las plantillas y guías al cuerpo de la máquina

En este segundo paso en el proceso de ensamble se empieza a darle forma funcional a la máquina, es decir, se instalan las plantillas y guías que van a permitir que la sierra preste la función de corte, escopleo y las facilidades para brindar variedad de opciones de operación a la máquina.

la primera plantilla a instalar es la de corte la cual va sujeta al cuerpo de la máquina por medio de dos bisagras de dimensión 3x2 in tipo omega común mente utilizadas para la instalación de puertas para casas. Al realizar esta sección se revisa su correcto funcionamiento.

FIGURA 37 Instalación de la plantilla de corte



Fuente: autores

Luego se instala por medio de un tornillo que se fijó en el cuerpo de la máquina de 3/8 in de diámetro por 2 y ½ in de largo que fijará y permitirá la variación de paso de corte del disco a la guía de paso de corte de la siguiente manera:

FIGURA 38 Instalación de guía de paso de corte del disco



Fuente: Autores

Para darle sentido a la función de escopleo se le instala la plantilla de escopleo con su respectiva guía tope de profundidad de escopleo; mediante la presentación de la plantilla al lado derecho del cuerpo de la máquina se marcaron los orificios para posteriormente perforarse y así juntar estas piezas con un tornillo de

diámetro de 3/8 de pulgada y 2 y ½ pulgadas de largo para dar a juste a la plantilla y permitir el desplazamiento vertical al gusto cuando se valla a realizar la operación de escopleo. Y para culminar se le instala a la plantilla de corte la guía de corte que varía el ancho a la cual deseamos cortar piezas de madera, cartón, y plástico.

El modelo con sus reformas armado quedó de la siguiente manera:

FIGURA 39 modelo de sierra de banco con motor, plantillas y guías



Fuente: autores

3.1.9. Instalación del cableado del motor al regulador de velocidad, interruptor y salida a fuente.

Para terminar el proceso de ensamble se instaló el cableado que va del motor al variador de velocidad que en este caso es un variador de voltaje conocido como dimmer que al variar el voltaje variara la velocidad y fuerza del motor. Y luego se tomaron medidas para cortar los tramos de cableado hasta el interruptor de la

máquina el cual ésta compuesto por dos breakers de 15 amperios cada uno que me suspenderán el paso de energía hacia el variador y respectivamente al motor.

FIGURA 40 instalación de cableado del motor al DIMMER y la instalación del acople para los breakers



Fuente: autores

Cuando se instaló el acople para los breakers se procedió a poner los breakers en su respectiva posición para conectarlos a los cables que van al variador. Luego se conecta el cable de alimentación de la máquina el cual es un cable encauchado que le brindará mayor protección a éste cuando este en el suelo o diversos terrenos en el que se esté trabajando. Ya con este paso culminado se puede conectar la máquina a la fuente del lugar de trabajo la cual debe ser a 110 voltios para garantizar el correcto funcionamiento de la máquina.

La conexión eléctrica de la máquina quedó como se muestra en la siguiente figura:

FIGURA 41 instalación eléctrica de la máquina finalizada



Fuente: autores

3.5. PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO

Para determinar que estuvieran bien ensamblados los componentes de la sierra de banco y así poder obtener los resultados esperados en este proyecto; a la máquina se le realizaron las siguientes pruebas:

3.1.10. Pruebas eléctricas

Una vez armadas las conexiones eléctricas se procedió a rectificar que cada uno de los componentes tuviera la capacidad para soportar la máquina en funcionamiento y así prevenir posibles daños y problemas operacionales; para esto se tuvo en cuenta los siguiente:

Se verificó el amperaje de operación del motor y su respectivo voltaje de operación y se buscó un cable que soportara dicho amperaje el cual se escogió uno número 12 y con este se realizaron todas las conexiones motor-dimmer y dimmer-breakers y del breakers a la fuente se utilizó un cable con las mismas características, pero encauchado para garantizar su durabilidad. Luego de realizada las conexiones se procedió a conectar la máquina ala fuente para probar encendido y se dejó encendida al máximo voltaje sin variar el dimmer y así se dejó por 5 minutos. Luego, con amperímetro se tomaron medidas de voltaje de entrada y salida del dimmer para verificar que saliera cantidad suficiente para que el motor trabaja a su 100 por ciento y luego se varió aproximadamente a los valores de 80% y 66% y s ele realizó el mismo proceso respectivamente.

Para terminar, se procedió a apagar por medio de los breakers para constatar su total aislamiento, se desconectó de la fuente y para culminar la prueba eléctrica se tocó cada uno de los componentes para constatar de que no estuvieran recalentados y se observó que no. Terminadas las pruebas se determinó que la máquina puede trabajar con normalidad en cualquier regulación de voltaje deseada.

3.1.11. Variación de velocidad del motor

Para variar la velocidad de la máquina se utilizó un regulador de voltaje llamado DIMMER el cual, permite regular el voltaje de entrada al motor de menor a mayor permitiendo así, variar su velocidad y fuerza; dicho objetivo planteado en este proyecto con fin de cortar con facilidad materiales super blandos que son difíciles para cortar manualmente.

El Dimmer posee las siguientes características:

- Regulación de voltaje 50VAC a 220 VAC.
- Potencia máxima 2000W.
- Protección de polaridad inversa.
- Alta corriente de protección
- Temperatura de operación: -20 a 40 grados centígrados.

Teniendo en cuenta estas características, las del motor y con la instalación eléctrica ya instalada se procedió a analizar el operamiento de la máquina a tres velocidades las cuales consideramos como bases a la hora de operar la máquina; y son las siguientes:

- Al 100 % del voltaje

Se obtuvo un voltaje teórico de 115 vac y un voltaje medido mediante un multímetro de 129 vac y trabaja según la plaqueta del motor a 1725 rpm.

- Al 80% del voltaje

Se obtuvo un voltaje teórico de 86.75 vac y un voltaje medido mediante un multímetro de 103.2 v y una velocidad de operación de 1380 rpm.

Se calculó la velocidad mediante una ecuación lineal que relaciona los datos de la placa de operación del motor con los datos que se esperaban obtener al variar el voltaje de entrada como se mencionó anteriormente; de la siguiente manera:

Velocidad máxima de operación del motor es 1725 RPM al voltaje máximo; es decir, cuando trabaja al máximo voltaje que es 110V lo que podemos denominar como el 100 por ciento del voltaje y si se varia este voltaje se puede obtener diversas velocidades de operación; por que al variar el voltaje de entrada al motor variamos el torque y la velocidad de salida del motor.

100% del voltaje de operación = 1725 RPM

% de voltaje de operación = velocidad

Para saber la velocidad por medio de despeje se obtuvo la siguiente formula:

Velocidad: velocidad máxima x porcentaje de voltaje que ingresa /100%

Velocidad: $1725 \text{ rpm} \times 80\%/100\% = 1380 \text{ rpm}$

Cuya formula permite saber teóricamente y con los valores medidos el valor de la velocidad cuando se pera bajo esta condición.

- Al 66% del voltaje

Se obtuvo un voltaje teórico de 75.9 vac y un voltaje medido de 85 vac y una velocidad calculada de 1136.6 rpm.

Velocidad: $1725 \text{ rpm} \times 66\%/100\% = 1136.6 \text{ rpm}$

En el caso de variación de voltaje por medio de una resistencia que regula desde cero hasta el valor máximo de voltaje; es decir, que deja pasar desde el voltaje mínimo hasta el voltaje máximo de operación del motor generando así un cambio en su velocidad y su fuerza (Bert Markgraf, 2019) de tal manera, las operaciones matemáticas realizadas brindan un soporte analítico de cuando seria la velocidad de operación si se regula el voltaje a los porcentajes mencionados.

3.1.12. Prueba de corte

Esta prueba consistió en poner en marcha la máquina e intentar cortar varios tipos de materiales como trípex, madera, melamina, PVC, cartón, entre otros. Para así, analizar si cumplía los parámetros de corte que se tienen en cuenta a la hora de cortar estos materiales con sus respectivas características como saber si se es tillaron a la hora de ser cortados, si fue capaz de cortarlos cuando se varió el

diámetro de éstos y la velocidad del motor. Así se busca analizar si la máquina es funcional en la operación de corte.

Las pruebas en madera se realizaron a máxima fuerza y velocidad y se variaron éstas para materiales más delicados.

3.5.1.1. Prueba de corte en madera

3.5.1.1.1. Madera de cedro

Se realizaron cortes a piezas de madera de dos dimensiones diferentes;

- De 1 y 1/2 in x 3/4 in x 30 cm de largo se notó que al realizar el corte transversal la máquina respondió perfectamente sin esforzar el motor ni acosar la máquina dejando un poco de estilla en el acabado del corte y en el corte longitudinal se trabajó de igual manera mejorando el acabado del corte ya que iba a dirección de la beta de la madera.
- De 1 in x 5 y 1/2 in x 30 cm de largo se notó que al ser de mayor grosor corto sin problemas transversalmente y horizontalmente a una velocidad de corte por parte del operador normal sin acosar la máquina y sabiendo que la sierra de banco del proyecto es para trabajo liviano.

3.5.1.1.2. Madera ordinaria para construcción

Se utilizó una tabla de 1 in x 12 in x 50 cm de largo y se realizaron un corte transversal y uno horizontal los cuales fueron con facilidad ya que estas maderas para fundir concreto y armar formaletas son muy blandas para facilitar al maestro

de obra su manejo. Lo que hace muy fácil cortarlas con la sierra de banco propuesta y llevada a cabo para carpintería y ebanistería Muentes ríos.

3.5.1.1.3. Madera de Mónoro

Esta madera es muy común en la región del magdalena medio y posee características similares a las del roble, pero ésta última casi no se da en la región. En la carpintería y ebanistería Muentes ríos se utiliza mucho para muebles para techos de casa y otras funciones por estas razones se tomó dicha madera para pruebas.

Se realizaron pruebas con tres tipos de medidas en este tipo de madera.

- De 1 in x 1 ½ in por 30 cm de largo en corte transversal se realizó el corte sin inconvenientes y para el corte longitudinal tuvo en cuenta que esta madera es muy dura y se realizó con calma.
- De 2 in x 2 in x 30 cm de largo el corte transversal fue sin problema alguno y el corte longitudinal si lo realizo con algo de esfuerzo, pero con calma se puede realizar con fin de no recalentar el motor.
- De 2 in x 6 in x 30 cm de largo; como en las pruebas anteriores el corte transversal es sin problemas y no quema el disco. Pero el corte longitudinal si tiene que realizar demasiado suave y se hace muy arduo el trabajo por parte del motor lo que puede afectar el bobinado de éste y provocar daño total del motor por recalentamiento.

3.5.1.1.4. Madera de pino

Se escogió realizar pruebas de corte en este tipo de madera debido a su gran utilidad a la hora de realizar muebles y artículos en madera. Esta madera es considerada como madera blanda lo que facilita aún más su manejo por parte del operador a la hora de realizar cortes en este caso en la sierra circular de banco.

La prueba con esta madera se efectuó sobre un listón de 2in x 2in por 30 cm de largo y se empezó cortando transversalmente y se observó un corte sin problema alguno con un avance de corte por parte del operador normal sin acosar la máquina; luego, se procedió a cortar longitudinalmente realizando así un corte fácil sin recalentamiento en el motor ni pérdida de fuerza alguna, logrando así un corte parejo que cumple con el objetivo que es cortar dicho listón.

3.5.1.2. Prueba de corte en tríplex

El tríplex es un material muy usado en nuestros hogares el cual utilizamos para fabricar casi cualquier cosa; por esta razón, se efectuaron pruebas de corte a este material el cual se varió su espesor de 4 mm a 15mm de lo cual se estableció que para cortar 4 mm no se necesita mucha fuerza ni velocidad podemos realizarlo con el mínimo de voltaje establecido por medio de pruebas de velocidad que se verán en el siguiente ítem. O si se desea se puede realizar en el máximo de operación de la máquina; se le realizó prueba con los siguientes espesores:

- Tríplex de 4 mm

- Tríplex de 9 mm

- Tríplex de 15 mm

En la prueba de corte se analizó si podía realizar el corte en los tres tipos de trípex lo que demostró en su operación que si es capaz de cortar y que no presenta algún peligro de daño al motor por recalentamiento o algo por el estilo. Y por otro lado se observó si producía mucha estilla al realizar el corte por vibración o vibración del disco el cual no se visualizó algún tipo de fallas de este tipo en el corte.

3.5.1.3. Prueba de corte en MDF

El MDF es un material muy parecido al trípex, pero es elaborado a base de aserrín de madera todo compactado creando así plaquetas o láminas de este material; muy utilizado actualmente en la carpintería y para la elaboración de muebles debido a que se puede dar un acabado más fácil a la hora de su pulimiento y pintura. Por esta razón se hizo pruebas a este material que al igual que en el trípex se varió su espesor de 4 mm a 12mm.

Al realizar las pruebas se estableció que la máquina puede cortar perfectamente este material sin dañar la superficie de corte y a varias velocidades claro dependiendo del espesor por ejemplo la de 4 mm se cortó a 1136.6 rpm, pero de forma delicada, es recomendable trabajarlo a una velocidad de operación no tan baja.

3.5.1.4. Prueba de corte en melamina o aglomerado.

Este material es de los más comunes actualmente gracias que presenta en sus caras un acabado de color que desee el comprador y se ahorran gastos en

pintura; es un poco duro gracias a este acabado melamínico y su interior son fibras de maderas gruesas fáciles de cortar lo que lo hace un material con características fáciles de corte y, pero con velocidad de corte media para evitar acabados imperfectos de corte. A esto cabe resaltar que el disco utilizado fue el mismo para todo, sin embargo, si solo es para cortar melaminicos se utiliza un disco especial para dicho fin.

3.5.1.5. Prueba de corte en cartón prensado.

El cartón prensado presenta características parecidas a las del MDF, pero mucho más delgado solo con 2 o 3 mm de espesor. Se quiso hacer pruebas de corte con este material debido a que es muy utilizado y es difícil de cortar lo cual se solucionaría con la sierra de banco propuesta. Al efectuar el respectivo corte se observó que el cartón se presta para cortarse sin dificultades; sin embargo, se despeluza y bota una viruta parecida a algodón que es fácil de retirar lijándose y se realizó el corte a la velocidad mínima de la máquina para evitar entrapamiento y posibles daños al operador.

3.5.1.6. Prueba de corte en espuma.

Con esta prueba se buscó agilizar el proceso de maquinado de la espuma por parte del tapicero y se observó que se puede cortar con facilidad, pero utilizando una velocidad de operación baja o media; es decir, de 1136.6 rpm a 1380 rpm; debido a que muy rápido puede ser peligroso por entrapamiento de la espuma en el disco y su observo un corte fácil sin guía de corte.

3.1.13. Prueba de escopleo

De igual manera que en las pruebas de corte se realizaron varias pruebas con dos materiales que garantizara el correcto funcionamiento de esta función. Para esta prueba se utilizó madera de moncoro y un Angulo de hierro de 3/16 pulgadas de espesor; variando la broca dese 5/16 a ½ pulgada de diámetro.

Se empezó con la madera cuyas características eran 2 pulgadas por 3 pulgadas: con lo cual se intentó realizar una perforación la broca de 5/16 in para observar si pasaba en su totalidad el listón de madera y se observó que cumplió satisfactoriamente y sin problemas de recalentamiento por parte del motor, luego se intentó con la de ½ in y no se presentó ningún problema en la elaboración del orificio. Se continuo con el ángulo el cual es mucho más duro, pero con calma la broca de 5/16 in lo atravesó mientras que la broca de ½ in se demoró un poco más, pero se pudo realizar dicha labor. Con el hierro es recomendable abrir el orificio con calma y con lubricación para prevenir la ruptura de la broca y recalentamiento de la máquina ya que es un material muy duro.

Al comprobar que efectivamente la máquina servía para escoplear o perforar se realizó el estudio de operación el cual se realizó midiendo las restricciones operacionales de las guías de escopleo y de profundidad de escopleo; además, se analizó el portabrocas estableciendo el límite de diámetro de broca a utilizar. Y se obtuvieron los siguientes datos:

3.5.4.1. Plantilla guía de escopleo

- Separación máxima con guía tope es de 0 cm a 6 cm.

- Separación máxima sin guía tope es de 0 cm a 20.5 cm.

3.5.4.2. Guía tope de escopleo

Permite tener un tope de escopleo de 0 cm a 3,6 cm; dependiendo la broca instalada si es muy larga varia esta medida. Porque los datos se tomaron con una broca de medidas comunes y si en caso se desea trabajar sin este tope solo se remueve de la platilla y que da con una profundidad de perforación libre.

4. RESULTADOS

En el proyecto de sierra circular de banco se tenían trazado una serie de objetivos que con el cumplimiento de estos se llevaría a cabo con proyecto y daría la posibilidad de mostrar ante la sociedad una nueva forma de elaborar una sierra circular de y lo funcional que sería. Pero para llevar a cabo se tuvieron que realizar análisis, estudios y pruebas físicas y de funcionamiento, que arrojaron los siguientes resultados.

4.1. ANÁLISIS DE RESISTENCIA DE LA MADERA A UTILIZAR.

Cuando se va fabricar una máquina en madera se trata de escoger una madera resistente no tan pesada como el roble, moncoro, comino, guayacán y algunas maderas ordinarias. En este proyecto se escogió roble y moncoro que son maderas comunes en la región y poseen características similares; se investigó sus propiedades físico-mecánicas y se obtuvo los siguientes datos:

Tabla 5 Propiedades físico-mecánicas del roble (*Quercus petraea*)

propiedad	longitud	máximo	mínimo
Densidad (kg/m ³)	40 mm	1.067,96	865,73
Contracción volumétrica (%)	40 mm	20,59	10,57
Higroscopicidad (kg/m ³)	40 mm	0,0066	0,0033
Dureza (mm ⁻¹)	40 mm	11.19	2.9
Compresión axial (kg/cm ²)	60 mm	819,19	542.72
Flexión estática (kg/cm ²)	300 mm	1.818,96	865,73

Fuente: www.congresoforestal.es/actas/doc/6CFE/6CFE01-518.pdf

Los datos se obtuvieron de muestras de roble de 20 x 20 mm y con las longitudes de 40 mm; 60 mm y 300 mm. Y se notó que es muy resistente si se le aplica compresión axial y flexión estática; cuyas características son fundamentales para el trabajo a realizar en la estructura de la sierra la cual se estimó para cortar piezas de madera entre 30 kg y 0.1 kg.

4.2. ANÁLISIS DE VELOCIDAD DE CORTE DE LA MÁQUINA.

Esta máquina trabaja con un sistema de poleas de igual diámetro tanto en el motor como en el mandril; para evitar así trabajar con una velocidad de salida diferente a la transmitida del motor, los cálculos se realizaron teniendo en cuenta la siguiente formula (ehu, 2011):

$$R. P. M \text{ de eje conducido} = \frac{R. P. M \text{ de eje motriz} * DPM}{DPC}$$

Las cual nos arroja:

R.P.M de eje motriz: 1725 rpm

DPM: 2 in

DPC: 2 in

$$R. P. M \text{ de eje conducido} = \frac{1725 \text{ rpm} * 2 \text{ in}}{2 \text{ in}}$$

R.P.M de eje conducido o mandril = 1725 rpm

Con este tipo de relación de transferencia de movimiento se garantizó que solo con variar la velocidad del motor; esta será la misma velocidad de salida en el mandril.

4.3. RESULTADOS PRUEBAS DE VARIACIÓN DE VELOCIDAD

Se tuvo encuentra que el método de variación de velocidad tomado fue el de variación de voltaje por medio de un Dimmer; que al variar el voltaje vario su velocidad y fuerza. Sabiendo esto, se procedió a escoger tres medidas a pedido del operador de la máquina en las que el notara que el motor trabajara bien y pudiera llevar acabo la función de corte y escopleo.

Como se dijo en la prueba de variación de velocidad del motor se tomaron a pedido del operario de la máquina tres regulaciones de estudio, las cuales son:

- Al 66% del voltaje
- Al 80% del voltaje
- Al 100% del voltaje

Las cuales se le realizo unas medidas y cálculos para determinar la velocidad de operación cuando se varió el voltaje en estas tres magnitudes.

Tabla 6 Variación de velocidad

Porcentaje de voltaje (%)	Voltaje teórico (v)	Voltaje medido (v)	Velocidad (RPM)
66%	75.9	129	1136.6
80%	86.75	103.2	1380
100%	115	85	1725

Fuente: autores

Los datos se obtuvieron durante las pruebas de funcionamiento mencionadas anteriormente específicamente en la parte de variación de velocidad donde se especificaron cara uno de los porcentajes de voltaje y halló la velocidad a la cual opera.

Con este estudio se pudo obtener una forma de variar la velocidad a un motor ac mediante un dimmer una forma menos costosa y que brinda la utilidad de acomodar la máquina a la velocidad deseada por el operador para cortar diferentes materiales.

4.4. RESULTADOS PRUEBA DE CORTE

Al realizar la prueba de corte para comprobar si la sierra de banco podría cortar una serie de materiales dependiendo su dureza y utilidad. Pese a saber que la sierra está destinada dentro de la carpintería y ebanistería Muentes Rios para cortar trozos de madera pequeños, tríplex, aglomerados y mdf. Ya que, la densidad de estos materiales la cual para el tríplex es de $600 \text{ (kg/m}^3\text{)}$, aglomerados y mdf es de $700 \text{ (kg/m}^3\text{)}$ y se comprobó que con un motor de 700 w podemos llevar estos cortes sin mucho esfuerzo lo que le reduciría a la carpintería el consumo de energía eléctrica y le brindaría la practicidad de poder movilizar una sierra mucho más pequeña que le ahorraría el trabajo físico de cortar con una sierra manual o serrucho.

Y se estableció la siguiente tabla en la cual se observa la velocidad y el material que se recomienda cortar a dicha velocidad:

Tabla 7 velocidad y material que se recomienda cortar

Velocidad (rpm)	material
1136	P.V.C. MDF de 4 mm Cartón presado espuma
1380	Tríplex de 4 mm – 7 mm MDF de 4 mm – 9 mm Cartón prensado
1725	Madera tríplex MDF Melaminicos o aglomerados

Fuente: Autores

Cuando se establecieron los datos anteriormente nombrados se procedió a establecer las restricciones de la guía de paso de corte y de corte; cuyas medidas son las siguientes:

- La guía de corte se desplaza de 0 cm a 7.5 cm máximo en los primeros orificios de postura y en la segunda forma de postura hasta 13 cm.
- La guía de paso desde 2.3 cm hasta 6.1 cm máximo.

4.5. RESULTADOS PRUEBA DE ESCOPLEO

La función de escopleo es una función adicional a las sierras circulares de banco que tienen sistema motor- mandril y consta en instalar una porta brocas al extremo

contario a la facilidad del disco de corte y así utilizar este movimiento para taladrar y escoplear cualquier material que desee el operador. Para llevar a cabo esta función se decidió implementar una plantilla guía de escopleo y una guía tope de perforación.

Realizando esta prueba se estableció las siguientes características:

- Abertura máxima de la porta brocas va de 0 in a $\frac{1}{2}$ in de diámetro.
- Desplazamiento máximo de la platilla guía de escopleo con guía tope de 6 cm y sin guía tope es de 20.5 cm.
- Desplazamiento máximo de la guía tope es de 3.6 cm con una broca de medidas estándares y si se utiliza una más larga esta medida varia. Si se desea quitar la guía tope será libre la profundidad de perforación.

5. CONCLUSIONES

En la elaboración de este proyecto se efectuaron muchos análisis y pruebas experimentales que permitieron llevar al correcto desarrollo del proyecto y asegurando el cumplimiento a cabalidad de los objetivos planteados para resolver y brindar la solución para la problemática presentada en la carpintería y ebanistería Muentes Rios. Del proyecto desarrollado y los resultados obtenidos sobresalen las siguientes conclusiones:

- Se comprobó que el programa SolidWorks es una herramienta muy útil como electromecánico para aplicar los conocimientos de diseño y modelamiento de cada una de las piezas que en este caso conformarían la sierra circular de banco obtenida.
- Se utilizaron conocimientos de diseño de máquinas, resistencia de materiales, máquinas eléctricas y circuitos que fundamentaron los conocimientos para poder realizar el montaje del mandril alineado con el motor, la relación entre la polea del motor con la del mandril, el cálculo de la velocidad en las tres regulaciones establecidas, análisis de las propiedades de la madera a utilizar en la fabricación de la estructura de la máquina.
- Se modificó satisfactoria mente el diseño antiguo de la sierra para dar paso a una sierra circular de banco con funciones de corte, escopleo, cambio de disco y variación de velocidad. Cabe rescatar que para cumplir con las funciones anteriormente nombradas se acondicionó una serie de guías que facilitarán aún más dichas funciones.

- Se realizó un correcto montaje del variador de velocidad garantizando su funcionalidad de forma práctica para el operador y comprobando que con la variación de la velocidad se pudiera prestar un servicio de corte o escopleo en la carpintería y ebanistería Muentes Ríos sin ningún inconveniente ni afectando el correcto funcionamiento del motor.
- Se obtuvo una aprobación por parte de la Carpintería y Ebanistería Muentes Ríos al modelo presentado ya con pruebas físicas y de funcionamiento que favorecen la empresa a la hora de realizar un trabajo gracias a su facilidad de traslado, propiedades operativas de la máquina y reducción económicas en gastos de operación; ya que, es una máquina de corte y escopleo con un motor de $\frac{1}{2}$ HP que corta y escoplea satisfactoriamente.
- Se estableció al realizar las pruebas de funcionamiento los parámetros de funcionamiento de la máquina que restringen corte de un material con su respectiva velocidad y las magnitudes mínimas y máximas de operación de las guías. Garantizando que el operador le dé el correcto uso a esta.

6. RECOMENDACIONES

Sobresale decir que por parte de los autores de este proyecto se realizaron las siguientes recomendaciones por si se desean realizar estudios y proyectos en el ámbito de la madera:

- A la hora de trabajar con máquinas para madera se debe conocer sobre las operaciones que se le pueden realizar a la madera; es decir; saber características físicas, operar correctamente el mecanizado de la madera y tomar en cuenta comentarios de artesanos y pequeños empresarios que aun trabajen de forma manual la madera. Ya que mediante los estudios realizados para llevar acabó este proyecto se presentaron dificultades a la hora de encontrar información sobre el tema, hay pocas fuentes informativas; lo cual se recomienda que para próximos trabajos sobre este tema el autor debe obtener información primaria, acercase al medio, conocer sobre la madera la cual es una fuente de energía y materia prima de construcción; que ha tenido mucha importancia durante siglos pero que pocas personas se han tomado la labor de innovar, mejorar las formas de trabajarla y optimizar los recursos de la madera.
- Se recomienda que cuando se realicen trabajos de rediseño o construcción de una máquina para madera ya sea sierras o de otro tipo; siempre se debe estar bajo supervisión de un operador experimentado para prevenir posibles accidente e inconvenientes a la hora de realizar las pruebas y que suministre información crucial para solucionar posibles problemas operacionales que se presenten.

- Como en todo proyecto que requiera operación de máquina o realizar labores físicas que expongan la integridad física del que las realiza se recomienda utilizar los elementos de protección personal necesarios para llevar a cabo dichas acciones de forma segura.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bárbaro, F. E. (14 de septiembre de 2018). *ecured*. Obtenido de ecured: https://www.ecured.cu/Sierra_circular

Bert Markgraf. (15 de 2 de 2019). *puro motores*. Obtenido de puro motores: <https://www.puromotores.com/13181620/como-variar-la-velocidad-en-un-motor-electrico-de-corriente-alterna>

campus virtual. (2013). Obtenido de <http://campusvirtual.edu.uy/archivos/carpinteria/TECNOLOGIA/MAQUINAS/Sierra%20Circular.pdf>

dmitaliasrl. (2016). Obtenido de <https://www.dmitaliasrl.com/es/Glosario.php>
ehu. (2011). Obtenido de https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/15408/mod_resource/content/1/Tema%2011.%20Transmisi%C3%B3n%20por%20correas.pdf

electronica unicrom. (2015). *electronica unicrom*. Obtenido de electronica unicrom: <https://unicrom.com/dimmer-control-de-velocidad-motor-ac-con-triac/>

hubbard, I. (23 de marzo de 2017). *eHow*. Obtenido de eHow: http://www.ehowenespanol.com/historia-sierra-mesa-sobre_320840/

Kalpakjian, S., & Schmind, S. R. (2002). *Manufactura, ingeniería y Tecnología*.

makita. (junio de 2018). *homecenter*. Obtenido de homecenter: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/207573/Sierra-de-Banco-10pg-1650w-4.800rpm-2705/207573>

Manual eléctrico viakon. (2014). En *regulación de velocidad de los motores de corriente alterna* (pág. capítulo 3).

masvoltaje. (2016). *masvoltaje*. Obtenido de masvoltaje: <https://masvoltaje.com/blog/tipos-de-cables-electricos-que-existen-n12>

Mercado Mendez, P. M., Canez Archi, W., & Rodriguez Peña, M. A. (2013). Diseño Preliminar de un Prototipo de máquina espigadora de cuádruple corte. *Ingenium Continental*.

Peraza, J. E. (2000). Evolucion de la tecnologia en la carpinteria.

stanley. (junio de 2018). *homecenter*. Obtenido de homecenter:
<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/275358/Sierra-Mesa-10-Pulgadas-4800RPM/275358>

udb. (2017). Obtenido de <http://www.udb.edu.sv/udb/archivo/guia/electrica-ingenieria/control-industrial/2017/ii/guia-9.pdf>

Vanegas, C. A. (2012). *Diseño y construcción de una maquina de corte para laminas de madera*. Bucaramanga.

wikipedia. (2017). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Sierra_circular

wikipedia. (2017). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9ctrico

wikipedia. (2017). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Variador_de_velocidad

wikipedia. (2018). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Correa_de_transmisi%C3%B3n de

wikipedia. (2018). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Broca>

WoodProduct. (2016). *Onlineexpo.com*. Obtenido de http://www.woodproductsonlineexpo.com/content.php/679/2178/wood_products_horsepower.html

8. ANEXOS