UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

Grado en Ingeniería Mecánica

DISEÑO DE UN TALADRO DE COLUMNA

Memoria y Anexos

Autor: Alexis Sánchez Lacruz
Director/a: Oscar Farrerons Vidal

Convocatoria: Junio 2021

Resumen

En el presente documento se diseña un taladro de columna, se pretende mostrar todo el procedimiento que se ha seguido para el diseño completo de la máquina.

En primer lugar se determinarán los objetivos principales de este taladro, hay muchos tipos de taladro, pero según su uso se buscara un diseño u otro según sus características. Por eso se remarcara el uso y para quien estará dirigida esta máquina.

Lo siguiente será empezar el diseño, una vez elegidos los objetivos del taladro, se empezara la compra y/o fabricación de cada una de sus partes, justificando cada elección tomada. Las partes mecánicas irán justificadas por una serie de cálculos, con el fin de dar las prestaciones marcadas en los objetivos y para su correcto uso.

A su vez este diseño se modelara con SOLIDWORKS, un software de diseño CAD 3D, dibujando cada una de sus piezas y con un ensamblaje final del taladro.

Finalmente se mostrara el resultado final del diseño, y se concluirá si se ha cumplido con los requisitos marcados al principio de este documento.

Resum

En el document present es dissenya un trepant de columna, es pretén mostrar tot el procediment que s'ha seguit per el disseny complet de la màquina.

En primer lloc es determinaran els objectius principals d'aquest trepant, hi ha molts tipus de trepant, però segons el seu ús es buscarà un disseny o un altre segons les seves característiques. Per això es remarca l'ús i per a qui està dirigit aquesta màquina.

Lo següent serà començar el disseny, un cop elegits els objectius del trepant, es començarà la compra i/o fabricació de cada una de les seves parts, justificant cada elecció presa. Les parts mecàniques aniran justificades per una sèrie de càlculs, per tal de donar les prestacions marcades en els objectius i per el seu correcte ús.

El disseny es modelarà amb SOLIDWORKS, un software de disseny CAD 3D, dibuixant cada una de les seves peces i amb un assemblatge final del trepant.

Finalment es mostrarà el resultat final del disseny i es conclourà si s'ha complert amb els requisits marcats al principi d'aquest document.

Abstract

In the present document a column drill is designed, the aim is to show the whole procedure that has been followed for the complete design of the machine.

Firstly, the main objectives of this drill will be determined, there are many types of drills, but depending of their use, one design or another will be sought according to their characteristics. Because of that, the use and for whom it is intended will be pointed out.

The following is to start the design, once the objectives are chosen, the purchase and fabrication of all the parts will be started, justifying every choice. The mechanical parts will be justified by a series of calculations, in order to provide the performance set out in the objectives and for its correct use.

In turn this design will be modelled with SOLIDWORKS, a 3D CAD design software, drawing each of its pieces and with a final assembly of the drill.

Lastly, the final result of this design will be shown, and it will be concluded whether the requirements set out at the beginning of this document have been completed.

Agradecimientos

Transmitir mi agradecimiento a todos aquellos que me han ayudado a lo largo de este proyecto.

A Oscar Farrerons Vidal, director de este trabajo de final de grado, gracias por su ayuda en la planificación, información y organización en este trabajo de final de grado.

También agradecer a mis padres por el apoyo que me han dado durante todo este tiempo.

Glosario

Morsa: Es una herramienta de sujeción indispensable en todo taller, de gran robustez, se fija en un banco o mesa de trabajo y con un par de mordazas, sostiene firmemente la pieza de trabajo, evitando cualquier tipo de movimiento o deslizamiento.

Husillo: Es un eje montado sobre rodamientos. En un extremo conecta con la polea escalonada conducida, en el otro extremo lleva un orificio en cono morse, que es donde conecta el mandril o portabrocas.

Grado de protección IP: Es el sistema de clasificación que te ayuda a saber qué tan protegido esta el motor de elementos externos solidos (polvo) o líquidos (agua) comúnmente.

Solidworks: Es un software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora) para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D.

Índice

RESUMEN I

RESUM II

ABSTRACT III

AGRADECIMIENTOS V

GLOSARIO VII

1. PREFACIO 1

1. Origen del trabajo 1
2. Motivación 1

2. INTRODUCCIÓN 3

1. Objetivos del trabajo 4
2. Alcance del trabajo 5

3. NORMATIVA APLICADA 6

4. DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINA 7

1. Funcionamiento general 7
2. Características principales 7
3. Elementos mecánicos 7
   - 4.3.1. Base taladro 7
   - 4.3.2. Columna 9
   - 4.3.3. Unión base columna 11
   - 4.3.4. Cremallera de la columna 12
   - 4.3.5. Anillo de retención 13
   - 4.3.6. Mesa de trabajo 13
   - 4.3.7. Sujeción de la mesa de trabajo a la columna 15
   - 4.3.8. Cabezal taladrador 21
4. Mecanismo para la rotación de la herramienta de corte 28
   - 4.4.1. Poleas escalonadas 28
   - 4.4.2. Correa 32
   - 4.4.3. Motor eléctrico 33
5. Mecanismo para el avance de la herramienta de corte 39
   - 4.5.1. Tubo camisa 39

4.5.2. Camisa 40
4.5.3. Rodamiento 41
4.5.4. Engranaje y cremallera 41
4.5.5. Eje y soporte engranaje 42
4.5.6. Husillo 44

5. ELEMENTOS ELÉCTRICOS 49

6. MANTENIMIENTO 53

7. DESCRIPCIÓN FINAL DE LA MÁQUINA 54

8. ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL 58

CONCLUSIONES 59

BIBLIOGRAFÍA 63

ANEXO A 67

A1. Poleas escalonadas del catálogo Maska de la empresa RS Industrial 67
A2. Calculo de la longitud primitiva de la correa 67
A3. Calculo de las velocidades de rotación de la polea conducida. 70

ÍNDICE DE FIGURAS 72

ÍNDICE DE TABLAS 76

1. Prefacio

1. Origen del trabajo

El origen de este trabajo tiene relación con una de las asignaturas del grado de ingeniería mecánica, donde aparte de tratar diferentes aspectos de las maquinas también se hizo un trabajo que era el diseño de una máquina.

2. Motivación

A partir del trabajo de esa asignatura tenía claro que quería hacer el diseño de alguna máquina para el trabajo de fin de grado. Pienso que haciendo este tipo de trabajo, aprendes muchos conocimientos nuevos y es donde de verdad te encuentras problemas que te pueden ocurrir en la vida real y en tu vida laboral futura.

Además tenía claro que la maquina tenía que tener partes mecánicas y móviles, para poder desarrollar y aprender conocimientos nuevos, que probablemente no haya visto a lo largo de mi vida. Pensé en distintas maquinas, una prensa hidráulica, una desbrozadora, una sierra de disco y algunas más, pero al final pensé que un taladro de columna era una buena elección y me decante por esta máquina.

2. Introducción

En cualquier industria, taller o casa particular, un taladro puede ser una máquina que nos puede ayudar a una infinidad de tareas. El taladro hace un agujero en cualquier material, y puede servir para una fábrica en un proceso industrial complejo, o hasta para una tarea sencilla que necesitemos a nuestra vida cotidiana.

Existen muchos tipos de taladro, los principales serían los siguientes:

Figura 01. Tipos de taladro

(Fuente: http://www.bricotodo.com/taladrar.htm#TIPOS%20DE%20TALADROS)

Nos centraremos en el taladro de columna. Este es un taladro con movimiento vertical y mesa para sujetar el objeto a taladrar. El soporte vertical y la mordaza de sujeción son la principal ventaja de este taladro, ya que nos permite taladrar con absoluta precisión el orificio, tanto la posición, como el ajuste de profundidad de este. Permitiendo así taladrar materiales frágiles, vidrio, porcelana etc. que necesitan una firme sujeción que otros taladros no tienen y que romperían el objeto. También es más seguro, un taladro manual puede deslizarse fácilmente en la mano del usuario. Por el contrario, un taladro de banco proporciona más estabilidad para la pieza de trabajo, haciendo que la operación sea mucho más segura.

1. Objetivos del trabajo

El proyecto tiene por objeto diseñar por completo un taladro de columna. Este taladro no tendrá un uso particular para un único sector o un tipo de cliente, se pretende que sea una máquina que pueda llegar a cualquier público (industrial, domestico etc.) y que tenga las siguientes características:

- La característica principal es que tenga **exactitud**, tiene que taladrar con la máxima precisión posible, haciendo los agujeros con la profundidad y diámetro que se desea, tiene que poder taladrar a distintas velocidades de rotación, según que agujero se quiere realizar. El movimiento vertical de la mesa de trabajo y el portabrocas tienen que ser suficientemente grandes para poder hacer orificios de la mayor profundidad posible.
- Otra característica principal es que sea **segura**, que no suponga ningún riesgo para cualquier persona, y para ello se seguirán todas las normas y normativas vigentes relativas a la seguridad para este tipo de máquinas.
- **Facilidad al usarla**, esta máquina no está diseñada para un personal cualificado, se pretende que cualquier persona, aunque no esté familiarizada con este tipo de máquinas, pueda usarla sin ningún tipo de problema.
- Que **no sea muy pesada**, es decir, que no tenga un peso muy elevado para que sea fácil moverla de sitio, pero que tenga la potencia necesaria para poder hacer agujeros de grandes dimensiones.
- **Económica**, aunque sea una maquina compleja y con muchos elementos, se intentará que tenga un coste bajo de fabricación. Buscando que la mayoría de sus piezas sean normalizadas y fáciles de encontrar en el mercado, eso también ayudara al mantenimiento. Además hará que el fabricante tenga más ganancias y el cliente esté satisfecho con un precio bajo.
- **Fácil mantenimiento,** se intentara que la maquina tenga el menor mantenimiento posible; que la máquina dure, que no dé problemas al poco tiempo de usarla, que no se tengan de cambiar elementos en poco tiempo, que sean accesibles las correas y otras partes mecánicas, la parte eléctrica ... Para un fácil mantenimiento.
- **Estética,** a parte que la maquina funcione perfectamente, se buscara un diseño diferente, que destaque enfrente a otros taladros de columna.

2. Alcance del trabajo

En el presente documento se diseña un taladro de columna. Se presentaran cada una de sus piezas, incluyendo la caracterización y dimensionado de cada una de ellas, con su justificación pertinente. Se realizara el modelado 3D de la máquina, mediante el software de diseño SOLIDWORKS, y se realizaran planos.

Durante todo el diseño se seguirán todas las normas y normativas pertinentes, tanto de diseño como de seguridad para este tipo de máquina.

No será motivo de este proyecto, su fabricación, se adoptara un diseño fiable y sencillo, para no elevar los costes y la viabilidad el producto, se limitara a presentar todas sus partes y el diseño final de la máquina.

3. NORMATIVA APLICADA

- **Norma UNE 15311:1990** *Taladros verticales de columnas. Control de precisión.* Norma que sirve para realizar las verificaciones geométricas y las pruebas prácticas de las taladradoras verticales de columna.
- **Norma UNE-EN 12717:2002+A1:2009** *Seguridad de las máquinas-herramienta. Taladros.* Esta norma expone una lista de peligros significativos, y los requisitos o medidas de seguridad para evitarlos. Aparte de presentar más normas para consulta.
- **Norma UNE-EN 60745-1:2007** *Herramientas manuales eléctricas accionadas por motor eléctrico. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales*.
- **Norma UNE-EN 60745-2-1:2011** *Herramientas manuales eléctricas accionadas por motor eléctrico. Seguridad. Parte 2-1: Requisitos particulares para taladradoras y taladradoras de impacto.*

4. Descripción de la maquina

1. Funcionamiento general

El taladro, será accionado por un motor eléctrico conectado a un conjunto de correas, que según su disposición, harán girar el porta-brocas para conseguir su rotación a una velocidad de rotación constante. Manualmente se realiza el movimiento de avance de la broca en la pieza de trabajo. Para su correcto funcionamiento y la puesta en mercado serán necesarios más elementos, un sistema de seguridad que pare el motor, tapas y cubiertas para proteger a los usuarios de las partes móviles, ya que estas giran a grandes velocidades, una base que permita una estabilidad ante las vibraciones y un sitio para colocar la pieza al hacer el agujero.

2. Características principales

En primer lugar, para una buena elección de cada parte de la máquina, hay que determinar sus características principales. Por lo que se refiere a sus dimensiones, el taladro se tiene que mover de sitio fácilmente, por consiguiente su peso no tiene que ser muy elevado, se eligen a priori las siguientes medidas principales: 600 x 400 x 160 mm (altura, longitud, ancho).

Para que pueda girar a distintas velocidades, el motor tiene que tener la suficiente potencia para llegar a un rango de velocidades que irá de 500 - 2500 RPM, velocidades estándar que son las más usuales a la hora de taladrar piezas, en el apartado de poleas y correas se especificarán los detalles técnicos y el motor elegido para poder llegar a esas velocidades.

Una vez conocido el funcionamiento general y las características principales de la máquina, hablaremos de cada una de sus partes.

3. Elementos mecánicos

4.3.1. Base taladro

La base del taladro, junto la columna, es una de las partes encargadas de la estabilidad de la máquina. Cuando taladramos, el motor y las otras partes móviles producen unas ciertas vibraciones que pueden afectar a la precisión del orificio, y por eso la base tiene que ser estable.

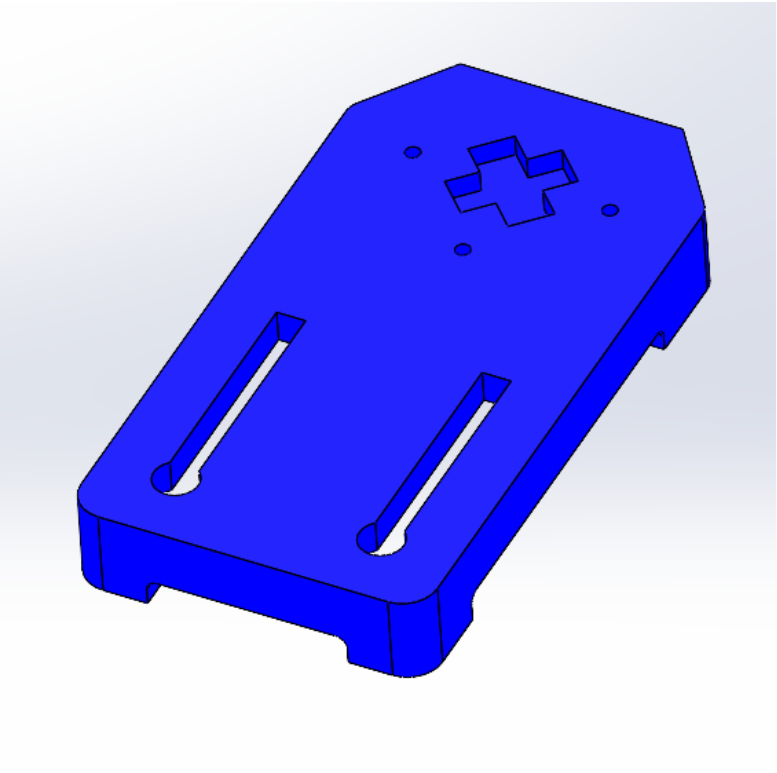


Figura 02. Base del taladro. Vista 1 (Fuente propia)

Viene provista de ranuras que permiten fijar una morsa o abrazaderas para sujetar la pieza de trabajo. Contiene tres taladros para la pieza de unión de la columna. Aunque este diseño sea ligero y sea sencillo moverlo de un sitio a otro, en caso que el usuario desee fijarla, la base también contiene orificios para poder atornillarla al banco de trabajo o al piso. La ranura en forma de X, es para el ensamble de la columna, también en los laterales de la base, como se observa en la figura, se encuentran unos agujeros, por ergonomía, que para mover el taladro de sitio para al usuario le sea más cómodo.

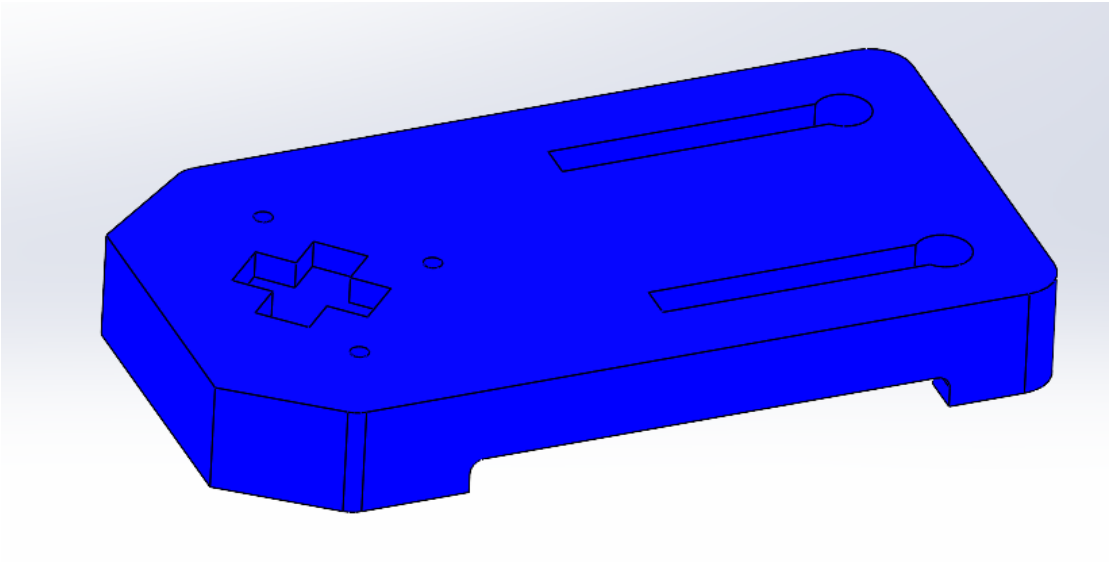


Figura 03. Base del taladro. Vista 2 (Fuente propia)

Las dimensiones de la base son de 300 x 160 x 40 mm, hay un vaciado de 15 mm en la parte inferior y está hecha de fundición gris, hierro fundido, está pintada de azul por la estética. Tiene peso y dará la estabilidad que buscábamos para el taladro, es un material muy común en el mercado y que se puede encontrar fácilmente.

4.3.2. Columna

La columna es el esqueleto de la máquina, es un tubo de acero inoxidable AISI 304, sobre la cual van montados otros componentes, como la mesa y el cabezal de taladrador. Está anclada a la base con otra pieza y una serie de tornillos y tuercas.

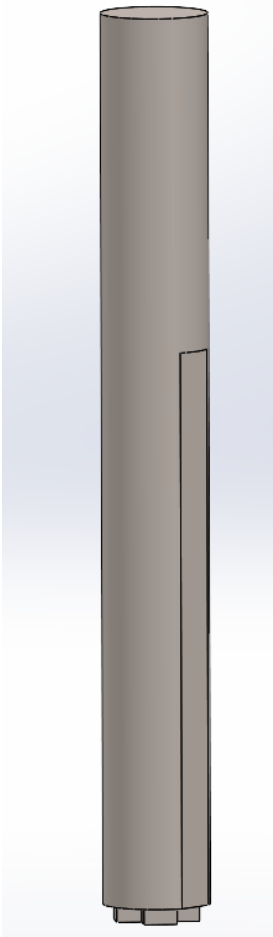


Figura 04. Columna del taladro. Vista 1(Fuente propia)

La columna tiene distintas funciones:

- Como se ha dicho anteriormente, junto a la base dará rigidez al taladro para que no haya vibraciones y se pueda hacer el agujero correctamente.
- Es el que permitirá el movimiento vertical de la mesa de trabajo desplazable, que es donde se encuentra la pieza cuando se hace el agujero.

Tiene una longitud de 550 mm, la cruz de la parte inferior, ira conectada a la base de manera que el eje este rígido y no rote. En un lateral se encuentra una ranura, es donde ira conectada la cremallera para la mesa de trabajo.

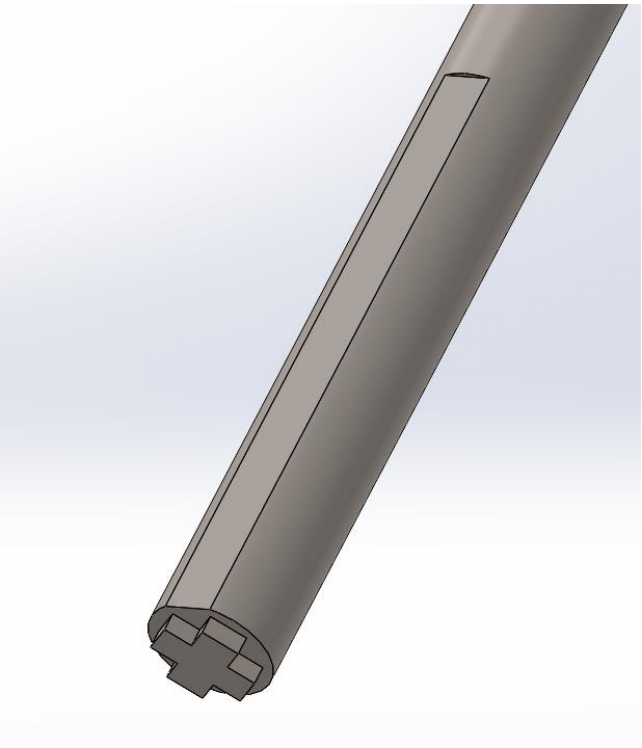


Figura 05. Columna del taladro. Vista 2 (Fuente propia)

4.3.3. Unión base columna

Esta pieza es la que permite la unión entre la base y la columna, está unión es permanente, por mantenimiento nunca se tendrá de cambiar. La pieza conecta con tornillos hexagonales M6 la base.

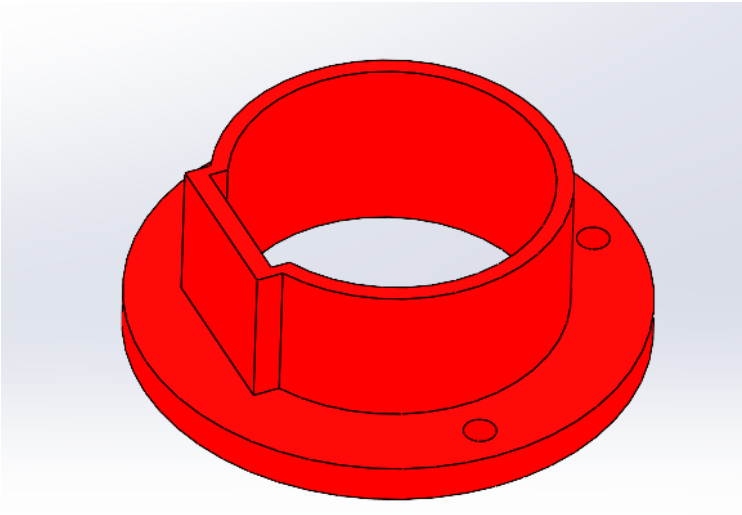


Figura 06. Unión base-columna (Fuente propia)

El material de esta pieza será el mismo que el de la base, fundición gris, dando la rigidez que buscamos en la unión. La ranura que hay en el lateral, junto a un tornillo servirá para la sujeción de la cremallera. Se le aplica una pintura de color rojo.

4.3.4. Cremallera de la columna

La cremallera es como una parte de la columna, pero como el mecanizado de la columna sería demasiado difícil, con el fin de que sea más económico se ha decidido que sea una pieza aparte, esta cremallera es por donde se podrá mover la mesa de trabajo.

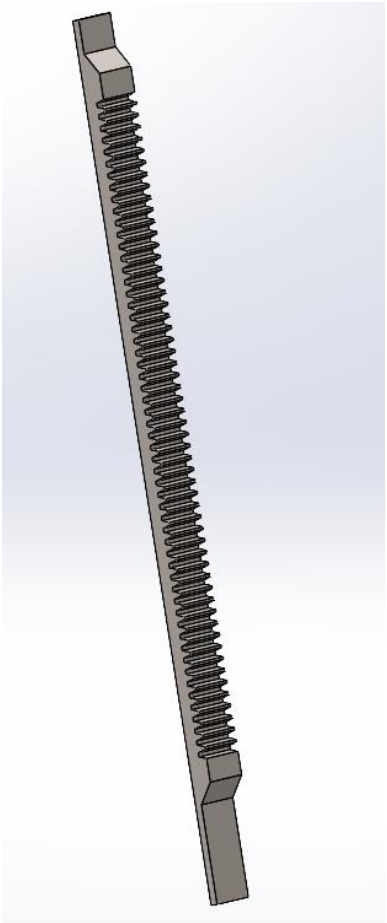


Figura 07. Cremallera de la columna (Fuente propia)

Hecha de un acero resistente al desgaste y a las colisiones, tiene una longitud de 337 mm y un ancho de 30 mm, la longitud operativa, donde se encuentran los dientes, es de 251 mm. Esta pieza no sirve para un mecanismo donde haya movimiento, los dientes de esta cremallera sirven a modo de sujeción para la mesa de trabajo.

4.3.5. Anillo de retención

El anillo de retención, hecho de acero, es la pieza que sujeta la cremallera a la columna, del mismo modo limita el movimiento de la mesa de trabajo, para que no llegue a colisionar la mesa con el portabrocas. Pintado de rojo como la carcasa y la pieza de unión columna-base, con un diámetro exterior de 70mm.

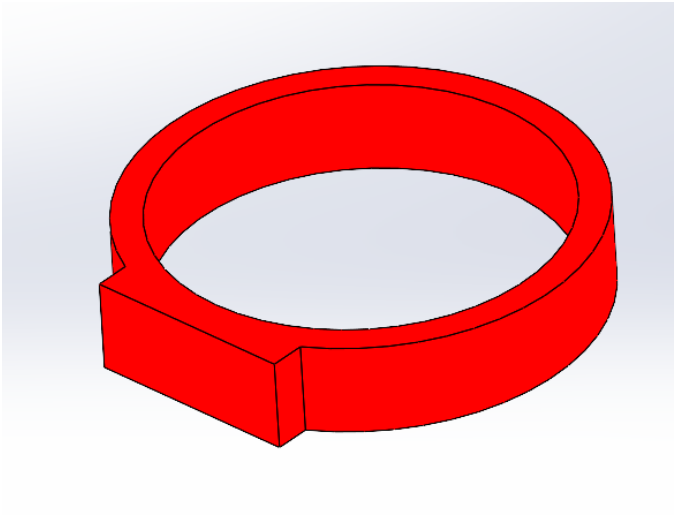


Figura 08. Anillo de retención (Fuente propia)

4.3.6. Mesa de trabajo

Es la mesa donde se coloca la pieza que se va a taladrar, de fundición. A diferencia de la base, que está siempre fija, esta sí que se puede desplazar, tiene dos grados de libertad, se puede desplazar verticalmente y puedes girarla 360 grados, pero para este diseño solo se va a desplazar verticalmente, gracias a la cremallera y a la sujeción de la mesa a la columna. Puedes fijar la mesa a la altura que se desee, con el objetivo de dar comodidad al usuario al colocar la pieza y taladrar, y también puede servir para cambiar la profundidad a la que quieres hacer el agujero.

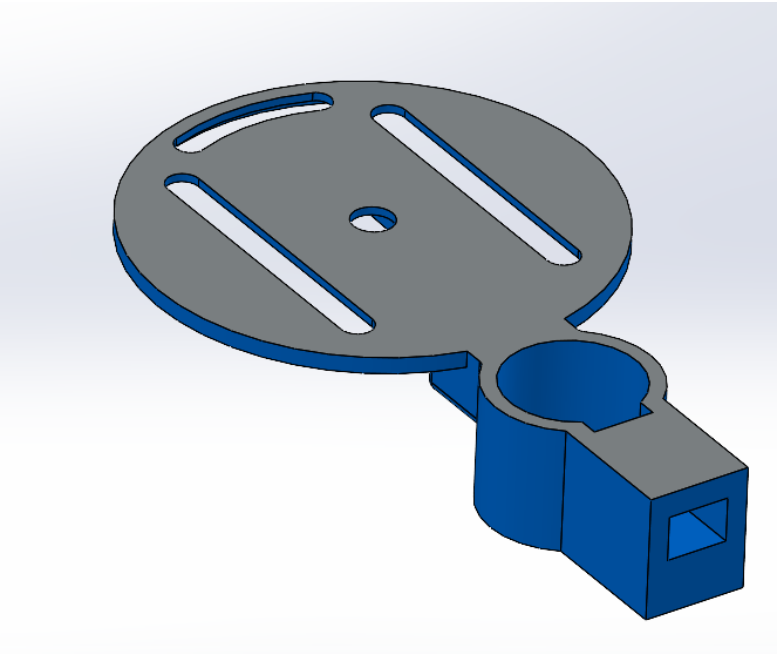


Figura 09. Mesa de trabajo. Vista 1 (Fuente propia)

La mesa se divide en dos partes: la primera es donde se coloca la pieza, tiene 3 ranuras, que al igual que la base sirven para colocar algún dispositivo de sujeción como una morsa, además tiene un agujero justo en el centro, para que el usuario no dañe la mesa cuando esté taladrando, o en el caso que se quiera taladrar por completo una pieza. Está conectada a la otra parte con un nervio para que tenga la resistencia suficiente y no se deforme al colocar la pieza, ya que esta superficie tiene que ser perpendicular a la columna.

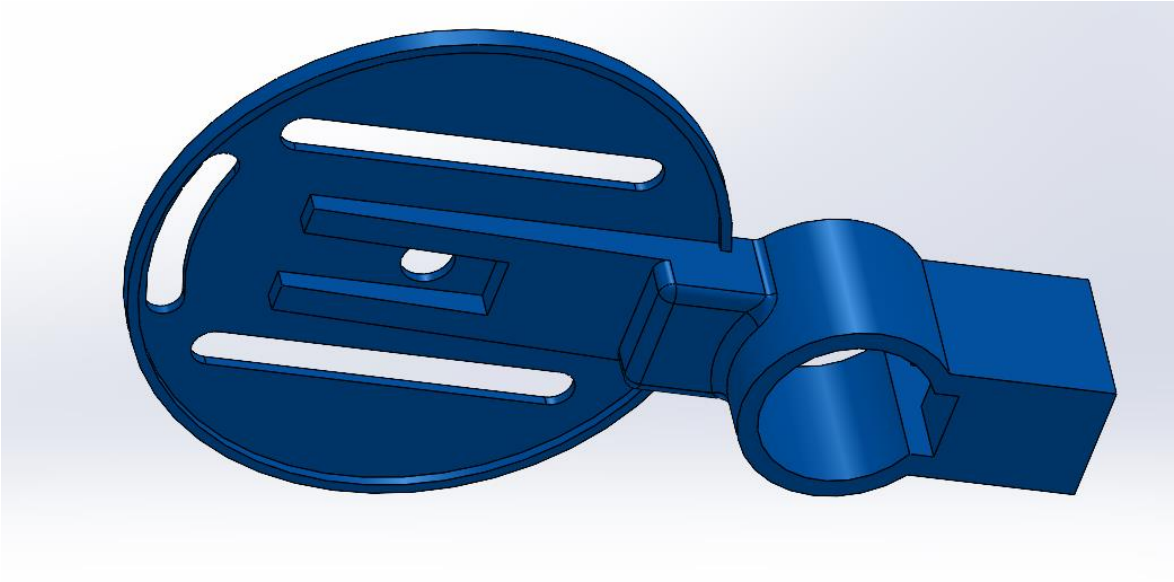


Figura 10. Mesa de trabajo. Vista 2 (Fuente propia)

La otra parte de la mesa es la que ensambla con la columna, con una ranura para la cremallera. La otra ranura que hay sirve para la sujeción de la mesa, que se conecta a la cremallera. Tiene una longitud total de 355mm y un ancho de 220mm, que es el diámetro de la circunferencia, donde se coloca la pieza.

A continuación se procederá a explicar el método de sujeción de la mesa de trabajo sobre la columna

4.3.7. Sujeción de la mesa de trabajo a la columna

Esta sujeción, como se ha dicho anteriormente, permite fijar la mesa de trabajo a la altura que se desee. Se ha diseñado un mecanismo sencillo, con una rosca, una manija y una sujeción con dientes. En primer lugar describiremos cada pieza del conjunto, y seguidamente se explicara cómo funciona.

- Rosca mesa de trabajo: Con una longitud de 80 cm, es la rosca macho que está conectada a la manija. Permite el avance de la pieza que sujetara la mesa. El material de la rosca es el AISI 4140, aleación que tiene un endurecimiento con cromo y molibdeno, muy versátil y con buena resistencia a la fatiga y fractura.

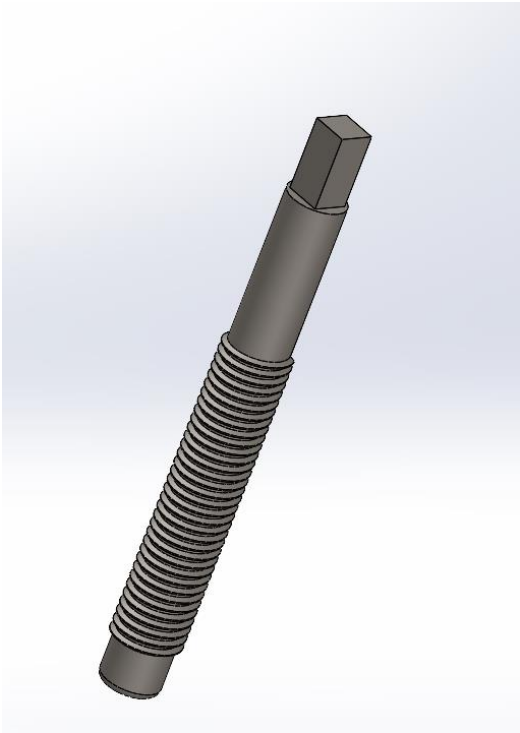


Figura 11. Rosca mesa de trabajo (Fuente propia)

- Soporte de la rosca: con unos pequeños tornillos allen, este soporte es el que conecta la pieza que tiene los dientes y la rosca, permitiendo la rotación de la rosca, sin que rote la otra pieza. Como que no estará sometido a muchos esfuerzos, no se necesita una gran dureza, un acero con baja concentración de carbono, como el AISI 1020, es una buena elección para el material de esta pieza.

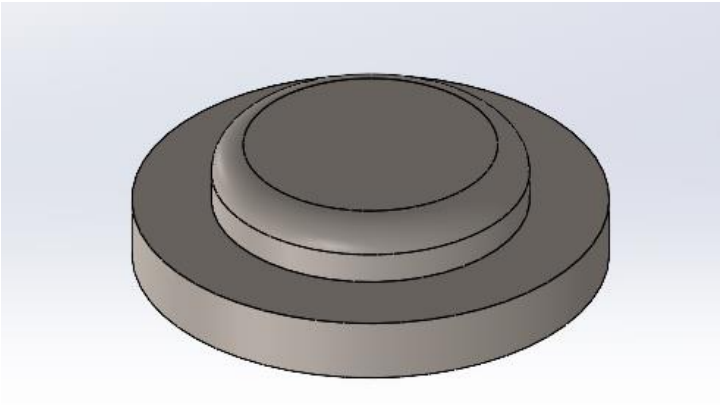


Figura 12. Soporte rosca mesa de trabajo (Fuente propia)

- Tapa con rosca de la mesa de trabajo: Esta tapa, hecha de chapa de hierro galvanizado, tiene dos funciones: tiene conectada por soldadura una rosca hembra, que conecta con la rosca macho mencionada, esta rosca hembra tiene 20 mm, que es el desplazamiento necesario para que haya o no sujeción. Asimismo, sirve de protección y límite para el mecanismo y está conectada con 4 tornillos a la mesa de trabajo.

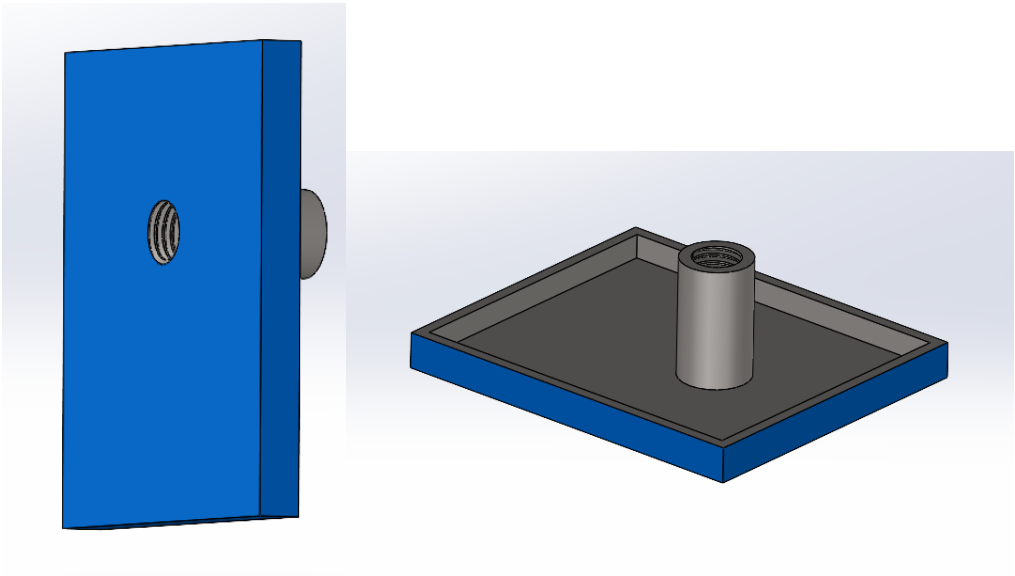


Figura 13. Tapa con rosca de la mesa de trabajo (Fuente propia)

- Cuadrado con dientes: Esta pieza es la más importante en este mecanismo, es un cuadrado con dientes que engranan perfectamente con los dientes de la cremallera, tiene una base, que es donde ira conectado el soporte de la rosca, y es la pieza que será empujada por la rosca. El material de los dientes es el mismo que el de la cremallera, resistente al desgaste y las colisiones.

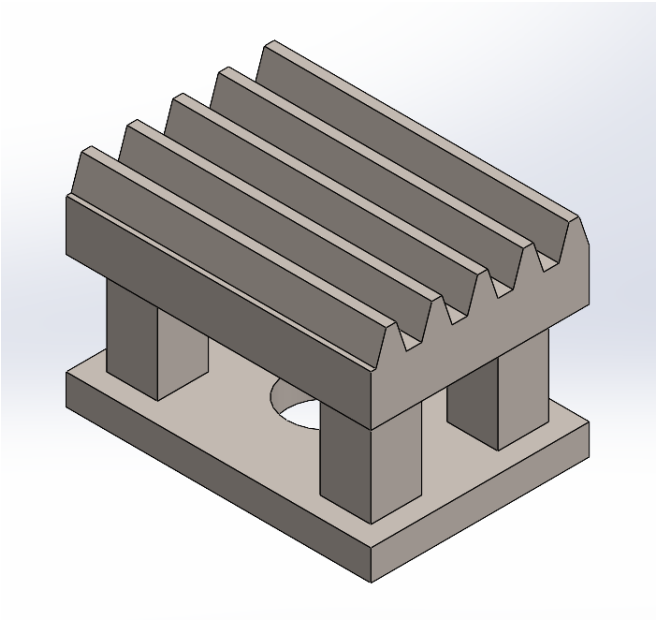


Figura 14. Cuadrado dentado (Fuente propia)

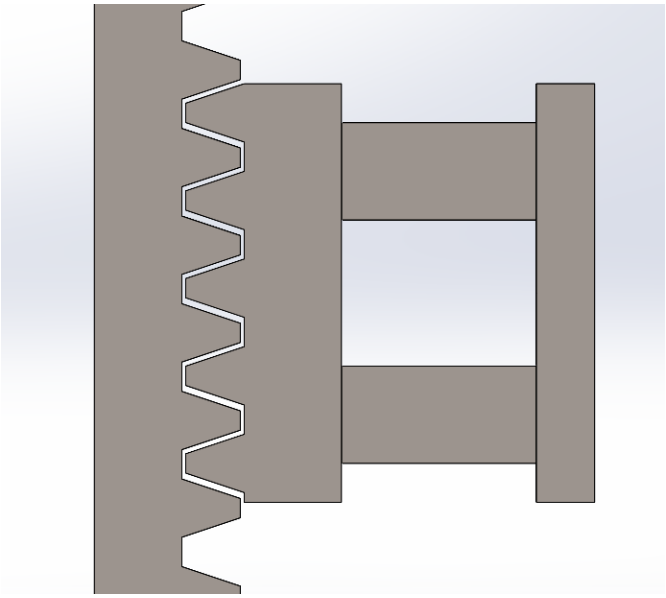


Figura 15. Engrane del cuadrado y la cremallera (Fuente propia)

Mecanismo de sujeción de la mesa de trabajo

Para que la mesa esté fija, alguna pieza tiene que bloquear el movimiento, el cuadrado dentado es el encargado de esta función. Con el soporte podemos unir las dos piezas, rosca macho y cuadrado dentado, a fin de que la rosca pueda rotar sin que el cuadrado rote.

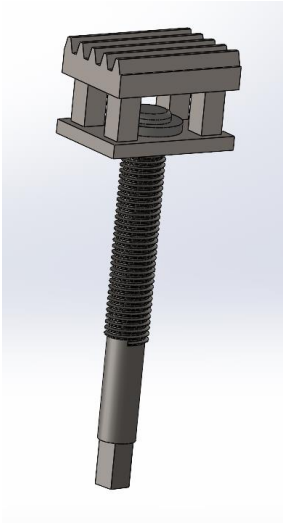


Figura 16. Rosca macho, cuadrado dentado y soporte del mecanismo de sujeción (Fuente propia)

La tapa separa el mecanismo de rosca y el cuadrado dentado del exterior, como se puede observar en la figura 16, donde no están el otro conjunto de piezas.

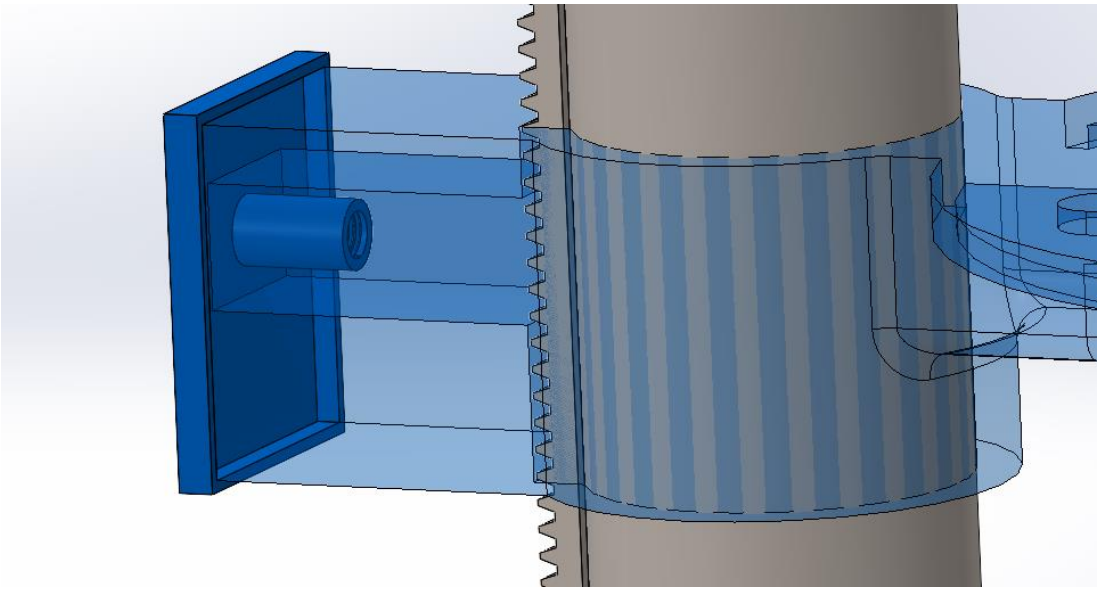


Figura 17. Ensamblaje de la tapa y rosca hembra del mecanismo de sujeción, sin las otras piezas (Fuente propia)

Con la rotación de la manija gracias a la rosca, convertimos un movimiento rotacional en uno traslacional, con el soporte, la rosca gira, y el cuadro dentado simplemente se desplaza hacia la cremallera o se aleja de ella. Para que haya la sujeción simplemente el usuario tiene que ir girando la manija hasta que los dientes del cuadrado conecten con los dientes de la cremallera, como se puede observar en la figura.

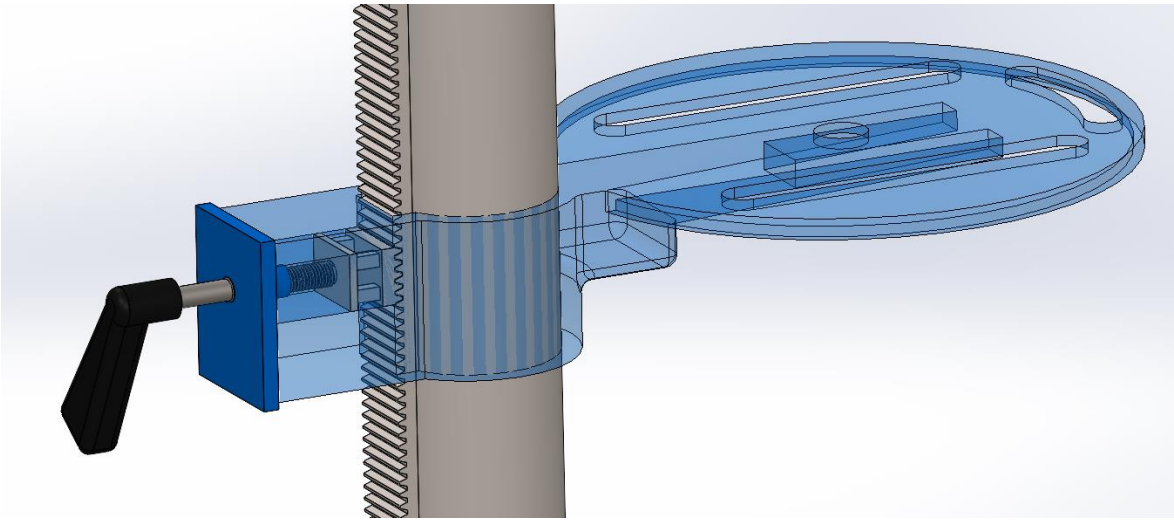


Figura 18. Ensamblaje del mecanismo de sujeción, cuando esté sujeta la mesa de trabajo (Fuente propia)

Si se quiere cambiar la altura de la mesa, la manija se gira hacia el al lado contrario, hasta que se separen los dientes, y puedes desplazar la mesa hasta la altura deseada.

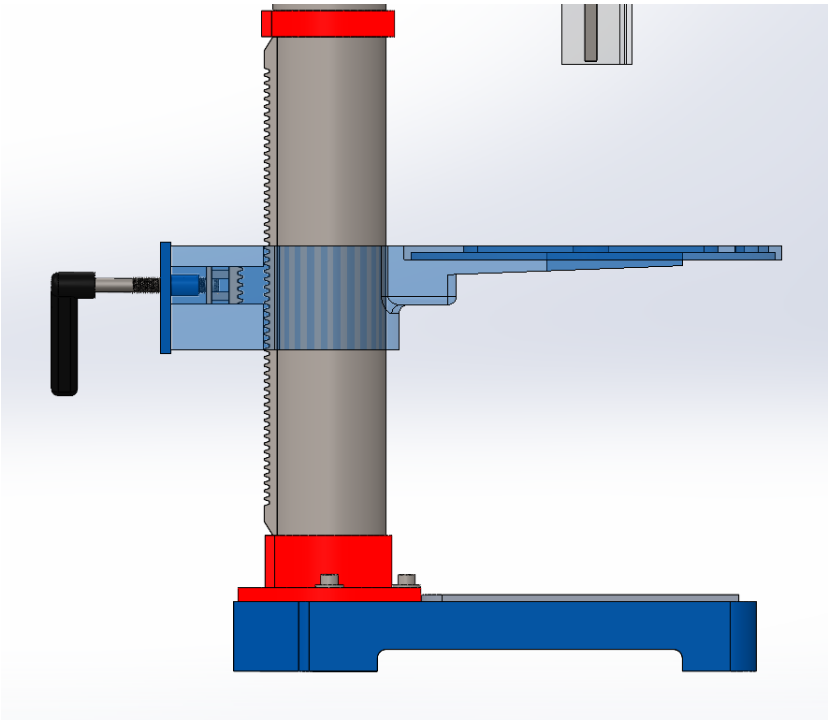


Figura 19. Ensamblaje del mecanismo de sujeción, cuando esté no sujeta la mesa de trabajo (Fuente propia)

Ensamblaje de la base del taladro:

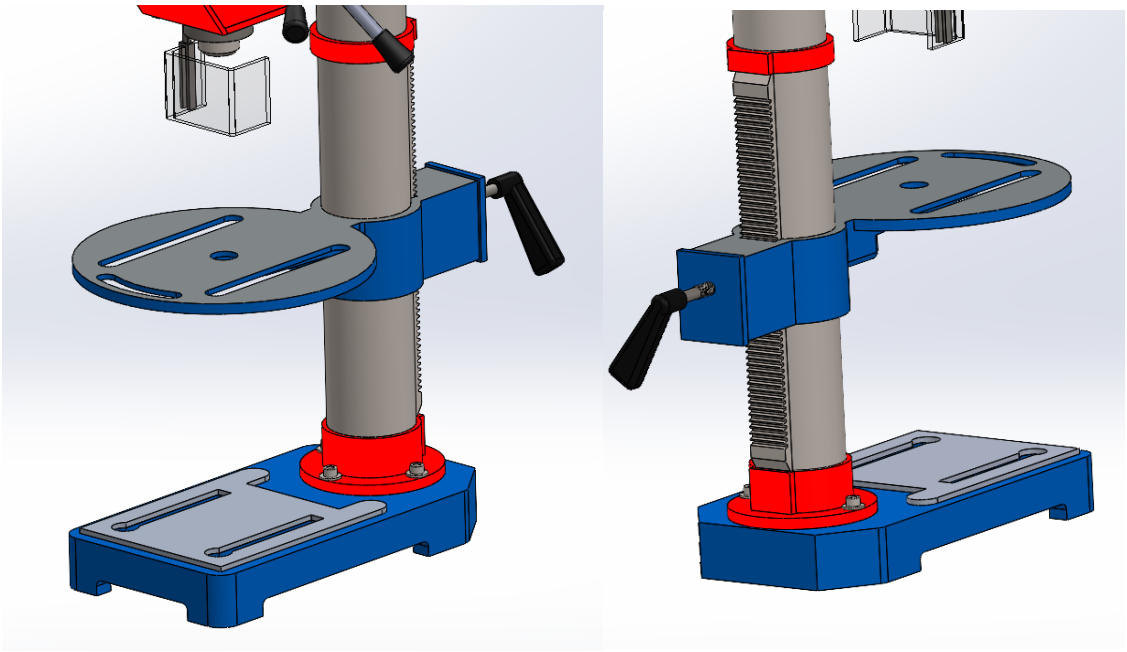


Figura 20. Ensamblaje de la base del taladro (Fuente propia)

4.3.8. Cabezal taladrador

El taladro tiene dos movimientos principales, el movimiento de rotación de la broca, y el movimiento de avance de la broca hacia la pieza de trabajo, el cabezal taladrador es un conjunto de piezas y mecanismos que permiten estos movimientos, está montado en la parte superior de la columna. Esta parte del taladro se va a describir en distintos apartados, por el gran número de piezas que hay y por la correcta explicación de cada mecanismo.

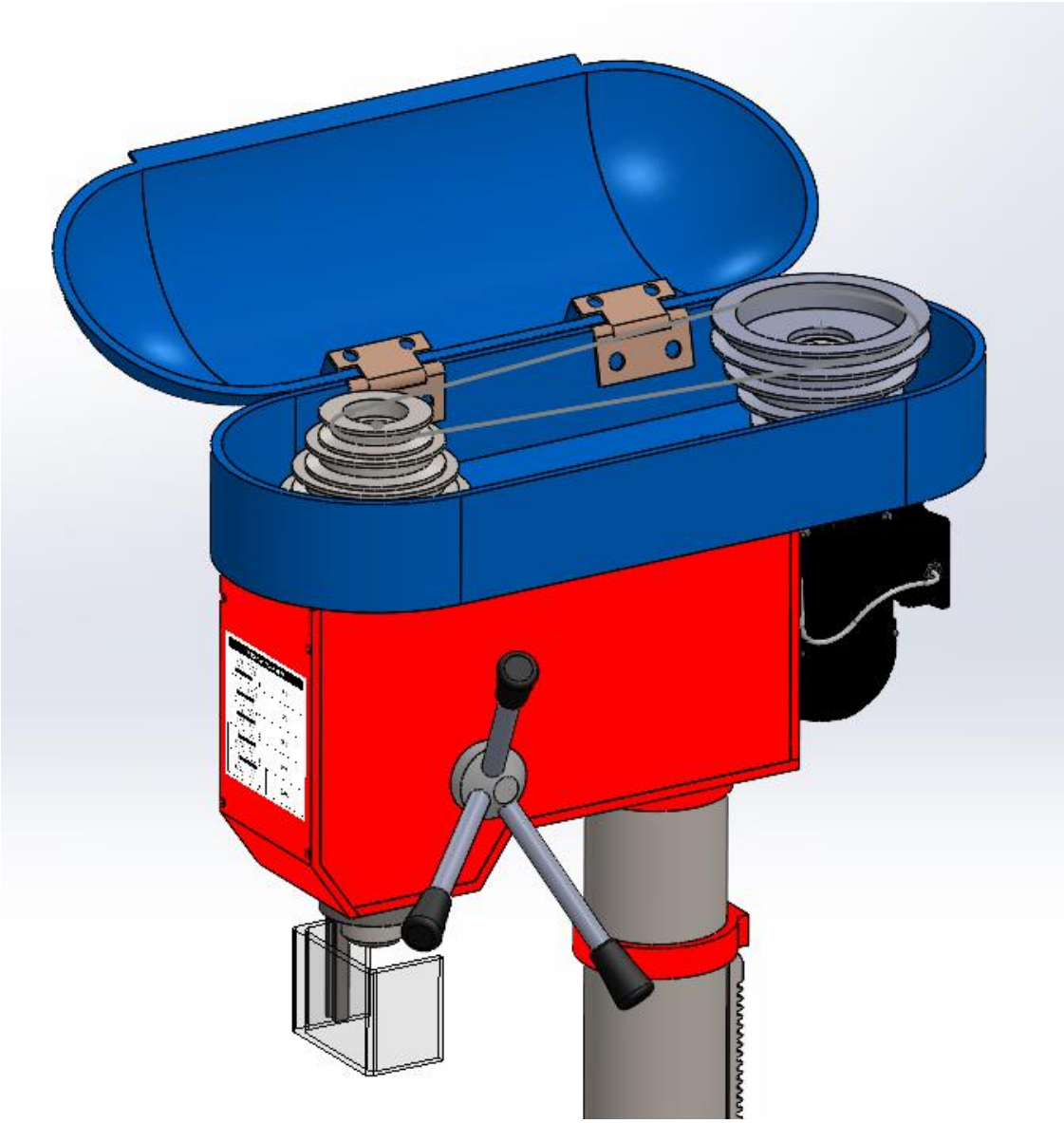


Figura 21. Cabezal taladrador ensamblaje. Vista 1 (Fuente propia)

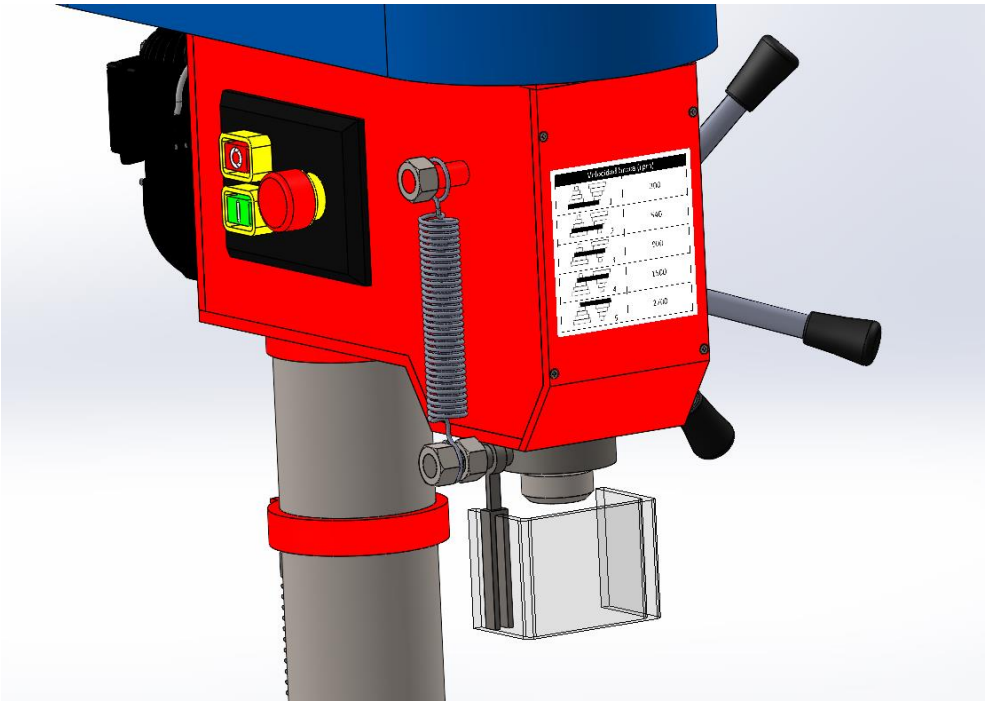


Figura 22. Cabezal taladrador donde se puede observar la tabla de velocidades. Vista 2 (Fuente propia)

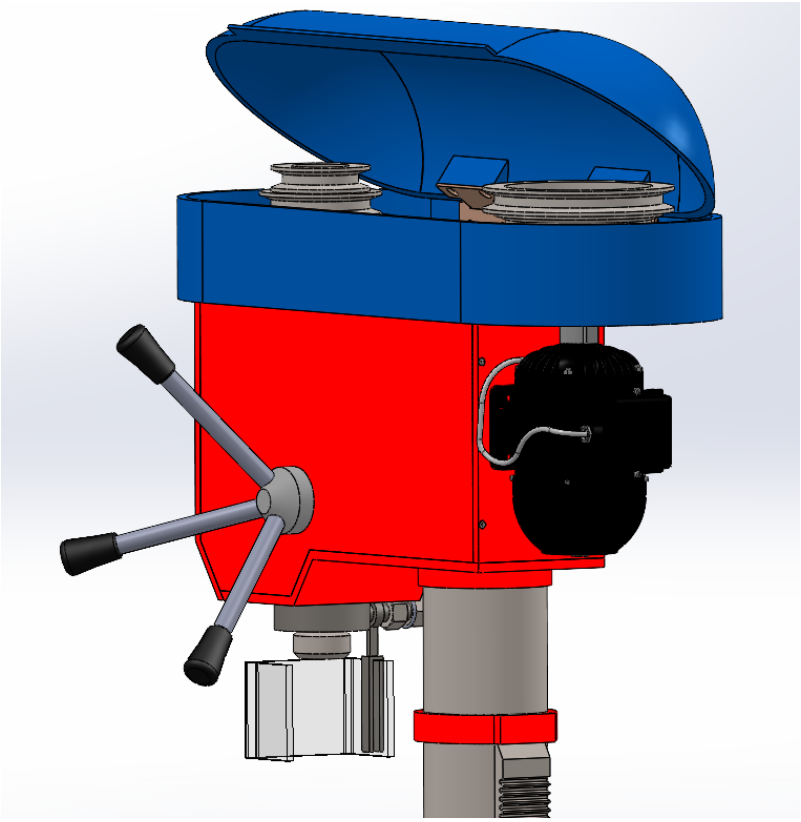


Figura 23. Cabezal taladrador ensamblaje vista trasera. Vista 3 (Fuente propia)

Antes de explicar los mecanismos, se procederá a explicar las otras partes del cabezal, la carcasa y la cubierta para las poleas:

Carcasa

La carcasa está formada por cuatro chapas metálicas hechas de aluminio, el AlMg3, se ha escogido este material, ya que es más ligero que el acero y supondrá mucho menos peso para la máquina. Esta carcasa ensambla con la columna, separando los elementos mecánicos del exterior. Asimismo es donde se ubican los botones de encendido, parada y parada de emergencia.

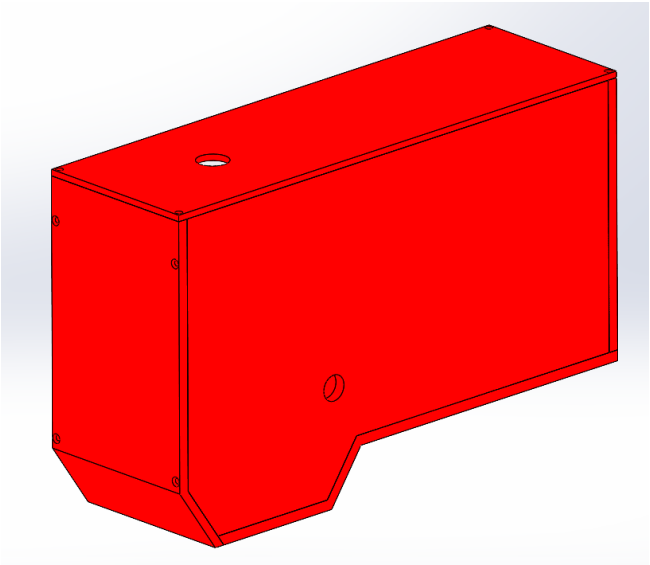


Figura 24. Carcasa del cabezal taladrador (Fuente propia)

Las cuatro chapas estarán unidas mediante tornillos M3/M2 de avellanado plano, con una longitud de 20 mm para asegurar la unión idónea para las chapas. En la chapa trasera, se encuentran cuatro taladros para la unión del motor al cabezal. Tienen soldados tres tubos de acero inoxidable AISI 316, dos para el mecanismo de avance de la broca y uno para el ensamble de la columna, también tiene soldado una rosca macho que sirve para el mecanismo de avance explicado más adelante. Las chapas están pintadas con una pintura roja, por la estética del taladro.

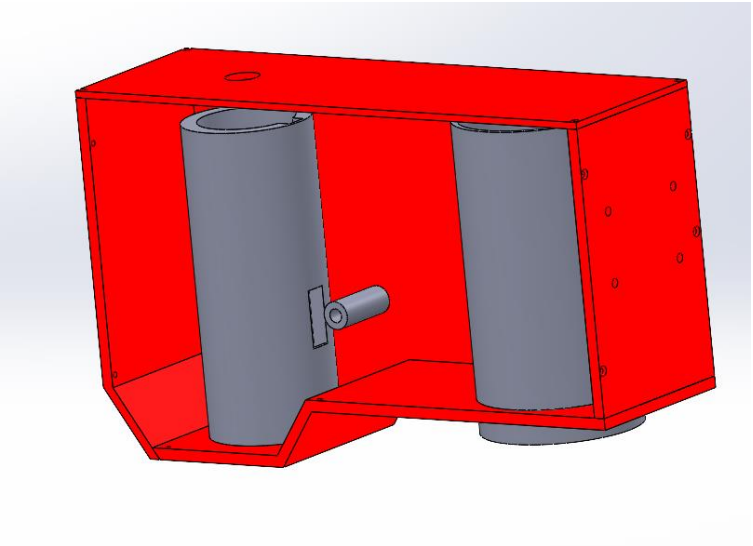


Figura 25. Carcasa del cabezal taladrador, ocultando un lateral, donde se pueden observar los tubos soldados del interior (Fuente propia)

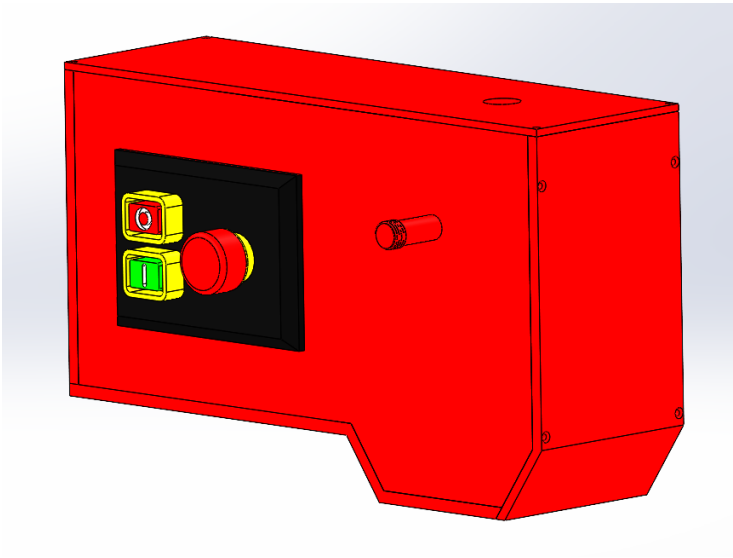


Figura 26. Carcasa del cabezal taladrador, donde se pueden observar la rosca soldada y los botones de encendido, apagado y paro de emergencia (Fuente propia)

Cubierta y tapa de las poleas y la correa:

La cubierta es la parte del cabezal donde se encuentran las poleas, es una parte importante ya que estas tienen que estar aisladas del exterior, para que el polvo, la suciedad etc. no afecten a la transmisión y no dañen más elementos. Una polea va conectada al motor y la otra al husillo, por eso se encuentran dos orificios en la base.

Figura 27. Cubierta y tapa cuando se encuentra cerrada (Fuente propia)

La cubierta esta atornillada a la tapa de la carcasa, con 4 tornillos M3 avellanado plano de longitud 20 mm, estos sirven también para unir las chapas de la carcasa. La cubierta tiene dos partes, una base donde se sitúan los orificios de los ejes que conectaran las poleas y una tapa, estas dos están unidas mediante dos bisagras para el correcto cierre, estas bisagras están hechas de un polímero de carbono [19], concretamente la bisagra 54-7-3605 del catálogo, con una longitud de 50x50mm y 8 gramos de peso.

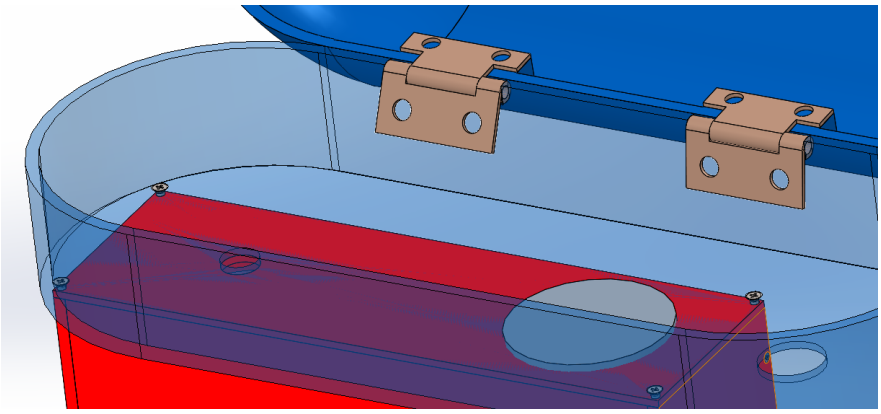


Figura 28. Base de la cubierta, ocultando los otros elementos donde se pueden observar los tornillos de unión (Fuente propia)

La tapa aparte de proteger de la suciedad del exterior también tiene otras funciones: sirve de protección para el usuario, para que cuando esté funcionando la maquina no lleguemos a tocar las partes móviles, y la otra función es que cuando se desee cambiar la velocidad de rotación de la broca, se podrá llegar a la correa a partir de esta tapa. Hecha de poliestireno(PS), un plástico duro y resistente que funciona para esta aplicación.

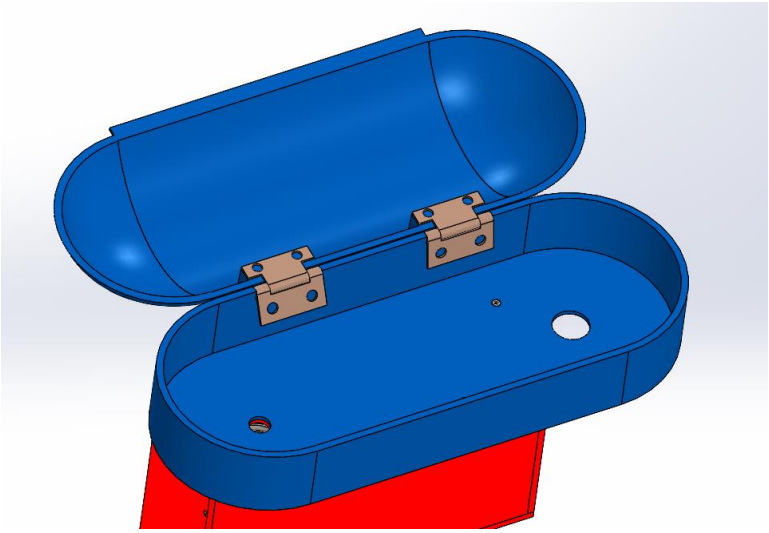


Figura 29. Cubierta y tapa cuando se encuentra abierta, ocultando poleas y correa (Fuente propia)

Manija y rueda para el avance de la broca

La manija y la rueda son la parte del cabezal que nos permite el avance de la broca, simplemente girando en sentido anti-horario, conseguimos que la broca se mueva, a continuación se explicara el mecanismo con más detalle.

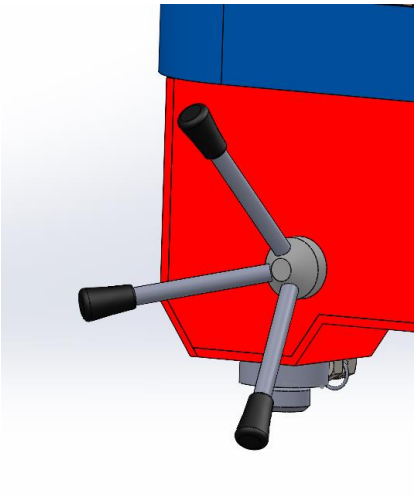


Figura 30. Manija y rueda para el avance de la broca (Fuente propia)

Las manijas tienen una longitud de 120 mm, van atornilladas a la rueda mediante una rosca M10, a su extremo llevan un mango de caucho para mejorar el agarre a la hora de girar la manija.

Figura 31. Imagen real de las manijas (Fuente propia)

Protector del husillo y broca

Al taladrar una pieza, hay una proyección de partículas, virutas de esa pieza que pueden salir a una velocidad razonable, esté protector sirve para que ninguna de estas virutas llegue a hacer daño al usuario.

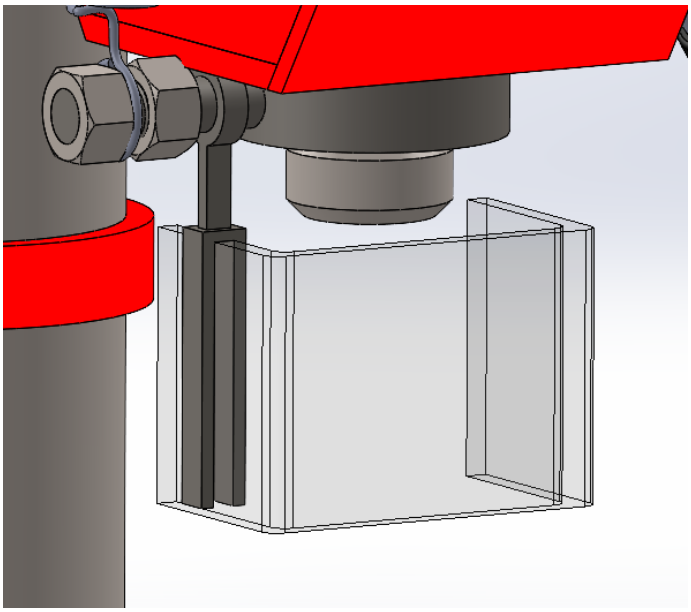


Figura 32. Protector del husillo y broca (Fuente propia)

Formada por dos piezas, una anilla de acero mecanizado que va sujeta a la camisa, es el soporte del protector, está cuando se desee cambiar la broca o el portabrocas, simplemente por comodidad se rotara para que el plástico no moleste al hacer el recambio. La otra pieza es un plástico de 4mm de

espesor que separara el portabrocas y la broca del usuario. El plástico tiene que ser lo suficientemente grande para que ninguna viruta pueda salir disparada hacia enfrente del taladro.

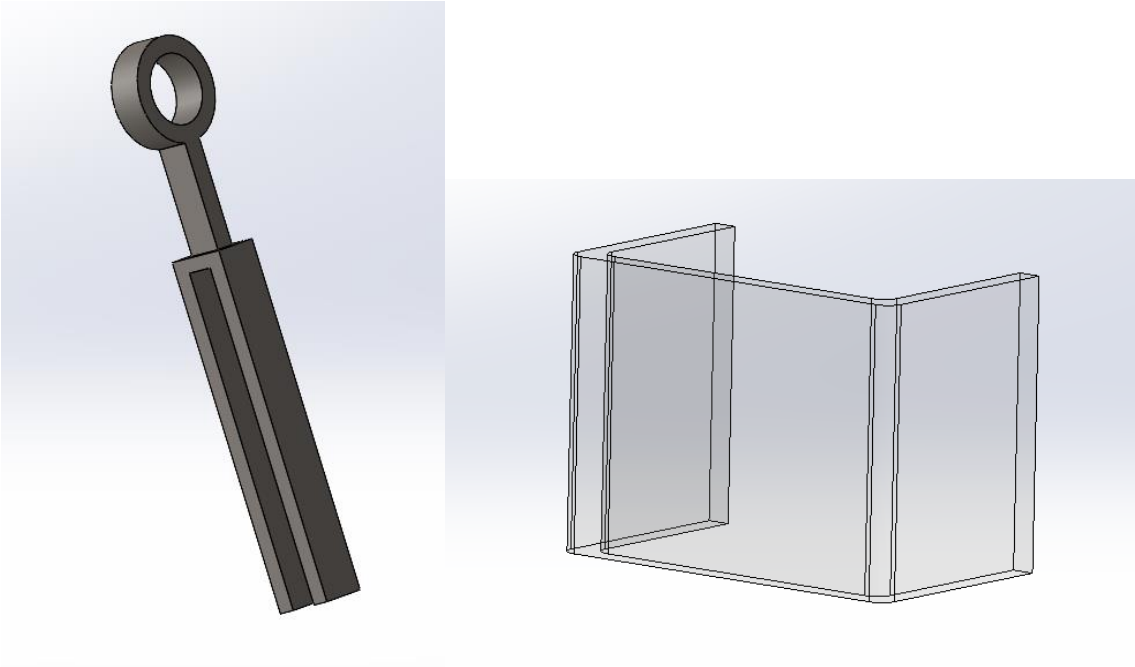


Figura 33. Protector del husillo y broca por piezas (Fuente propia)

A continuación se procederá a explicar los dos mecanismos principales del taladro:

4. Mecanismo para la rotación de la herramienta de corte

La rotación de la herramienta de corte, la broca, consiste en un husillo y un motor eléctrico, que están conectados por medio de una correa trapezoidal y dos poleas escalonadas en la parte superior de la máquina. Estas poleas serán las mismas, pero una tendrá el diámetro mayor a la base, y la otra tendrá el diámetro mayor a la parte superior, como se muestra en la figura 20.

Está transmisión permite diferentes velocidades del husillo, y por tanto diferentes velocidades de la broca, permitiendo hacer distintos tipos de agujero. Para este diseño se quieren conseguir 5 velocidades de rotación diferentes, de 500 a 2500 revoluciones por minuto aproximadamente.

4.4.1. Poleas escalonadas

En primer lugar se elegirán las poleas, junto a las correas, son las encargadas de proporcionar el par y la rotación del husillo. Una polea está directamente conectada a la salida del motor, la conductora, y la otra al husillo, la conducida. Según la posición de la correa, la broca girara a una velocidad mayor o

menor, si el diámetro de la polea conductora es menor que el de la conducida, conseguiremos menos vueltas por minuto, pero más potencia, y si el diámetro de la polea conductora es mayor que el de la conducida al revés.

El material del que estarán hechas dependerá del fabricante, se han buscado distintos fabricantes de poleas escalonadas, para comparar y elegir las poleas más óptimas para nuestro diseño.

- Fabricante S.C.R. S.A. [3]

Esta empresa argentina de repuestos agrícolas y transmisión industrial nos ofrece una gran variedad de poleas, hechas de fundición gris, de aluminio, de chapa… Aunque en su catálogo [4] solo nos presentan los diámetros de poleas de fundición gris ASTM A48-40B:

POLEAS DE FUNDICION DE DIÁMETROS ESCALONADOS

Código	1º canal	2º canal	3º canal	4º canal
I A 53 A 113	A - Ø53	A - Ø83	A - Ø113	
I A 85 A 145	A - Ø85	A - Ø115	A - Ø145	
I A 48 A 127	A - Ø48	A - Ø78	A - Ø104	A - Ø127
I B 60 B 105	B - Ø60	B - Ø105		
I B 53 B 113	B - Ø53	B - Ø83	B - Ø113	
I B 85 B 145	B - Ø85	B - Ø115	B - Ø145	
I B 115 B 210	B - Ø115	B - Ø170	B - Ø210	
I B 80 B 140	B - Ø80	B - Ø100	B - Ø120	B - Ø140

Figura 34. Catálogo de la empresa S.C.R. S.A de poleas escalonadas (Fuente: https://www.scr.com.ar/catalogos/Poleas%20de%20fundici%C3%B3n.pdf)

El objetivo eran 5 canales, pero este fabricante solo tiene poleas de 4 o menos canales, se escoge la polea **I B 80 B 140**, ya que los diámetros son acordes a las dimensiones de este diseño.

- Fabricante F.I.P.I.L.L. S.R.L

La empresa F.I.P.I.L.L. S.R.L. ofrece un amplio catálogo de poleas, trapeciales, dentadas, planas, variables… Además de otros productos de transmisión mecánica. Nos ofrece una serie de poleas de aluminio escalonadas [5], con un gran abanico de diámetros, el problema es su eje, como se puede observar en la figura XX, todas las poleas que suministran tienen esta u otras geometrías, donde no hay un agujero centrado para un eje, por lo tanto estas poleas no nos sirven y las descartamos para este taladro.

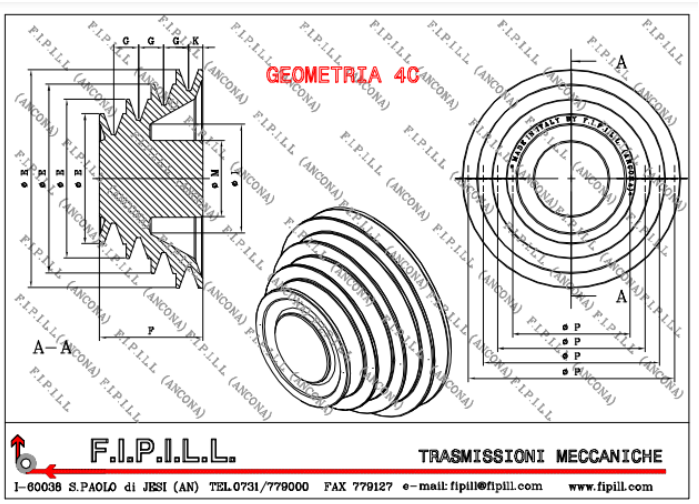


Figura 35. Plano de una polea PGA 80-100-120-140 A de la empresa F.I.P.I.L.L. S.R.L (Fuente: https://www.fipill.it/ecom/geometria/15_pag/4c.pdf)

- Fabricante RS Industrial LTDA [6]

RS Industrial es empresa que presta muchos servicios, uno de ellos son la venta de correas y poleas de transmisión. En su catálogo MASKA [7] disponen de poleas de acero AISI 4340, que posee gran templabilidad, tenacidad y resistencia a la fatiga. De las que tienen se elige la que tiene 5 canales, la MAS62, con un peso de 8 libras, unos 3.63 kilos y con los siguientes diámetros:

		CANAL 1	CANAL 2	CANAL 3	CANAL 4	CANAL 5
Diámetro externo	in	6	5	4	3	2
	mm	152,4	127,0	101,6	76,2	50,8

Tabla 1. Diámetros externos en pulgadas y milímetros de los canales de una polea escalonada, del catálogo MASKA. Empresa RS Industrial (Fuente propia)

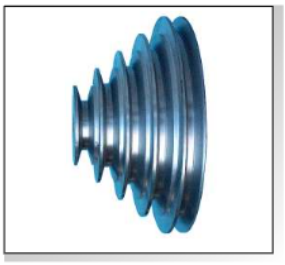
Hay que destacar que en el catálogo nos recomiendan un tipo de correas para estas poleas, correas en "V" 3L o 4L, del tipo "A". En el Anexo A, se puede encontrar la descripción de estas poleas escalonadas del catálogo de la empresa.

- Fabricante Rial S.A [8]

El último fabricante para comparar es la empresa Rial S.A, aparte de hacer poleas hormigoneras, maquinas, equipos para grúas…. Hacen fundición de aluminio, en su catálogo de *Aluminio* [9], tienen en stock poleas en V, escalonadas de 2 a 5 canales, de secciones "A" y "B", como se muestra en la figura:

05

POLEAS EN V, ESCALONADAS
2 A 5 CANALES, SECCIONES "A" Y "B"



DATOS TÉCNICOS:
* Compuesta de aleación de aluminio, moldeadas en matrices por centrifugado.
* Los diámetros que se consignan son nominales

Especificaciones

* Modelos:
- Polea escalonadas "A":.....Código: 012
Código: 012.05 - 80/100 mm. Peso: 0,380 Kg.
Código: 012.10 - 40/60/80 mm. Peso: 0,230 Kg.
Código: 012.15 - 50/80/110 mm. Peso: 0,500 Kg.
Código: 012.20 - 60/90/120 mm. Peso: 0,600 Kg.
Código: 012.25 - 60/80/100/120 mm. Peso: 0,830 Kg.
Código: 012.30 - 80/105/130/155 mm. Peso: 1,070 Kg.
Código: 012.35 - 50/85/120/150/190 mm. Peso: 1,430 Kg.
Código. 012.40 - 55/80/105/130/155 mm. Peso: 1,080 Kg.
Código: 012.45 - 70/100/130/160/190 mm. Peso: 1,560 Kg.
- Poleas escalonadas "B".....Código: 014
Código: 014.10 - 40/60/80 mm. Peso: 0,500 Kg.
Código: 014.15 - 50/80/110 mm. Peso: 0,650 Kg.
Código: 014.20 - 60/90/120 mm. Peso: 0,900 Kg.
Código: 014.25 - 60/80/100/120 mm. Peso: 1,100 Kg.
Código: 014.30 - 80/105/130/155 mm. Peso: 1,400 Kg.
Código: 014.35 - 50/85/120/150/190 mm. Peso: 2,000 Kg.
Código. 014.40 - 55/80/105/130/155 mm. Peso: 1,400 Kg.

Figura 36. Descripción de poleas en V escalonadas, de 2 a 5 canales, secciones A y B. Empresa Rial S.A (Fuente: https://docplayer.es/51604691-Aluminio.html)

Una vez visto todos los fabricantes, hay que decidir cuál elegimos para la transmisión del taladro. Las poleas de F.I.P.I.L.L. S.R.L hemos visto que no son factibles ya que no tienen el agujero para el eje, las descartamos.

S.C.R. S.A, RS Industrial LTDA y Rial S.A. De estas tres directamente podemos descartar una, las poleas de la empresa argentina S.C.R. S.A, como máximo tienen 4 canales, cuando las otras dos empresas pueden llegar a tener 5 canales, si la escogiéramos tendríamos una velocidad menos que las otras.

Tanto las de RS Industrial como las de Rial S.A, tienen 5 canales, pero hay una diferencia importante, en el catálogo de Rial S.A, solo nos dicen que son de tipo A o B y mencionan los diámetros, pero nada más, por otro lado el catalogo MASKA de RS Industrial, nos proporcionan más información, como más detalles de sus dimensiones, y hasta nos recomienda las correas que funcionan con este tipo de poleas.

En conclusión es mucho más factible elegir el fabricante RS Industrial, con una polea con un material resistente como el AISI 4340, obteniendo mucha más información acerca de la polea a nivel de

dimensiones, sabiendo las dimensiones del agujero para el eje, y lo más relevante, asegurando que con las correas que recomienda el fabricante, haya una perfecta transmisión de la rotación. Reitero que en el ANEXO A.1, se puede encontrar la descripción de estas poleas.

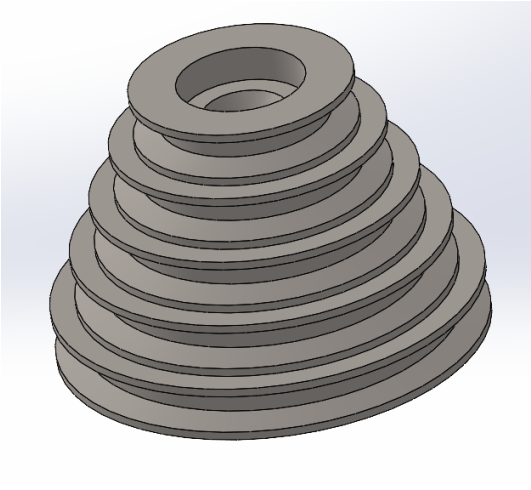


Figura 37. Polea RS Industrial dibujada en SOLIDWORKS (Fuente propia)

4.4.2. Correa

Una vez elegidas las poleas escalonadas, hay que encontrar una correa que se adapte perfectamente a la transmisión. Como se ha mencionado en el apartado anterior, el fabricante RS Industrial LTDA nos recomienda unas correas en "V" 3L o 4L, del tipo "A".

Se podrían encontrar este tipo de correas en muchos fabricantes, pero como que uno de los objetivos al fabricar nuevas máquinas, es disminuir el impacto ambiental, se miró si la empresa RS Industrial subministra también correas, por si hubiese fabricación en masa de este taladro, con un solo pedido nos llegaran tanto poleas como correas. Efectivamente venden también correas, en el mismo catálogo donde se encontraban las poleas escalonadas, presentan distintos tipos de correa, una de ellas, la correa llamada *Blue Flex*, 4L y del tipo A, justo la que necesitamos. En el anexo A se encuentran los distintos tipos de correa y las dimensiones nominales de las correas en V, sección A.
Para elegir la correa solo falta saber la longitud primitiva, en el ANEXO A.2 se pueden encontrar los cálculos de esta longitud que es de 31,4 pulgadas, que son 797,56 mm, por lo tanto se elige la correa A31.

Para la correa se le coloca un tensador, para asegurar la correcta transmisión del motor hacia la polea conducida, ya que según que transmisión, la longitud primitiva es mayor a la longitud real entre las dos poleas, eso es debido a que hemos hecho la media de las cinco transmisiones, y por eso hay que tensarla.

4.4.3. Motor eléctrico

El motor eléctrico es el que proporciona el movimiento a la máquina, por eso es importante su elección ya que de él dependerá que el taladro funcione y trabaje a las condiciones deseadas. Para determinar que motor elegir, habrá que mirar distintos aspectos, elegir motor monofásico o trifásico, tiene que tener el par y la velocidad de rotación para llegar a la velocidad máxima deseada, buscar un motor que no sea muy pesado, ya que afectara a la estabilidad de la máquina y otro aspecto importante, es el grado de protección [10], es un motor que no estará cubierto, por eso tendrá que tener un IP suficiente para que no se dañe al cabo de poco tiempo.

Para el taladro, un motor trifásico no tendría sentido, aparte de que no necesitamos mucha potencia, ya que es un taladro ligero, es muy usual que según el sitio, no haya conexión para línea trifásica. Un motor monofásico es una buena opción, ya que son asequibles, fáciles de reparar y con una conexión a la red que cualquier usuario tiene, tanto en una casa, un taller o una fábrica.

Se ha decidido comparar distintos motores con 2 distribuidores, SIEMENS y CEMER. Los dos distribuidores nos proporcionan una gran variedad de motores monofásicos y trifásicos de diferentes tipos, donde podemos elegir el motor que más nos convenga para el diseño. Se ha decidido que para el taladro la mejor opción es un monofásico.

En el catálogo SIEMENS [11], nos presentan dos tipos de motor, los serie 1RF2 y los serie 1LF3.

De los motores monofásicos 1RF2, el fabricante nos informa que sirven para operar con bombas centrífugas, ventiladores, máquinas-herramienta, molinos, etc. A su vez su grado de protección IP es 23, que tenga IP23 significa que está protegido contra la entrada de elementos sólidos de hasta 12,5mm y que no puede entrar agua hasta 60 grados de inclinación. Con un diseño abierto a prueba de goteo, pudiendo operar en interiores o en intemperie, garantizando un funcionamiento confiable y una larga vida útil. Por ultimo también comentan que los motores proporcionan importantes ahorros de energía cuando son acoplados a cualquier equipo que requiera potencia monofásica.

Figura 38. Características del motor monofásico serie 1RF2 (Fuente: https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:782b04d0-82f4-488a-936b-514cd8bb5d5f/version:1580149154/arteimpresioncatalogosimotics.pdf)

En cambio los motores 1LF3 comenta el fabricante que son de uso severo, están diseñados para aplicaciones más robustas, donde el ambiente es agresivo y las condiciones de operación exigentes. Estos motores son totalmente cerrados con ventilación exterior TEFC, eso significa una IP55, más protegidos que los 1RF2, y garantizan un funcionamiento confiable y larga vida útil.

Figura 39. Características del motor monofásico serie 1LF3 (Fuente: https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:782b04d0-82f4-488a-936b-514cd8bb5d5f/version:1580149154/arteimpresioncatalogosimotics.pdf)

Los dos tipos de motor son óptimos para nuestro diseño, ya que los dos tienen un buen grado de protección y tienen buenas características. Aunque los motores 1LF3 tienen mayor protección, el

taladro no va a estar bajo condiciones muy exigentes, una protección IP23 es suficiente para nuestra aplicación. Además el fabricante nos recomienda el 1RF2 para máquinas-herramienta, es decir que funcionan para un taladro, los motores 1LF3 tienen potencias y velocidades nominales superiores, aspectos que tampoco nos interesa demasiado. En conclusión, por las necesidades del taladro, y por elegir un motor más económico, tanto por el precio del motor, como por el ahorro de energía mencionado por el fabricante, el 1RF2 es el escogido, ahora hay que determinar qué modelo.

VALORES ELÉCTRICOS MOTORES MONOFÁSICOS SERIE 1RF2

Referencia	HP	F.S.	Velocidad Nominal (rpm)	Corriente en vacio (amp)	Corriente nominal (amp) 115V	230V	Eficiencia Nominal	Factor de Potencia	Torque nominal (lbs/ft)	Torque de arranque / Torque nominal	Motor Peso - kg -	Rodamientos lado AS y BS	Plano	Condensador de arranque	Condensador de trabajo
Motor 1RF2, 56 J, 2 polos, brida "C", espiga roscada, con pata, Uso Bomba, FS NEMA, 115/230V 60Hz.															
1RF21000CA004EB1	0,25	1,8	3.545	3,7	5,3	2,6	55,0	58,2	0,370	315%	7,70	6203 ZZ	3NM 1656	233 280/01	
1RF21000CA104EB1	0,33	1,7	3.540	4,4	5,3	2,6	57,5	69,1	0,495	240%	8,23	6203 ZZ	3NM-1656	233-280/01	--
1RF21000CA204EB1	0,5	1,6	3.550	7,1	8,2	4,1	62,0	64,4	0,740	239%	9,89	6203 ZZ	3NM-1656	233-280/01	--
1RF21000CA304EB1	0,75	1,6	3.545	7,3	9,8	4,9	64,0	74,3	1,111	194%	10,62	6203 ZZ	3NM-1656	340-408/01	--
1RF21000CA404EA1	1,0	1,4	3.535	11,6	14,0	7,0	66,0	67,2	1,486	253%	12,60	6203 ZZ	3NM-1656	400-480/01	--
1RF21000CA504EA1	1,5	1,3	3.540	15,7	24,2	10,2	70,0	71,1	2,226	205%	13,70	6203 ZZ	3NM-1677	590-708/04	--
1RF21000CA604EA1	2	1,2	3.490	11,1	21,0	10,5	74,0	82,3	3,010	171%	17,29	6203 ZZ	3NM-1676	590-708/04	--
1RF21000CA714EA1	3	1,0	3.465	10,9	26,7	13,3	75,5	93,5	4,547	204%	18,14	6203 ZZ	3NM-1691	829-995/04	75/04
Motor 1RF2, 56, 2 polos, Escudo, eje con Cuñero,con pata,Uso General, FS NEMA, 115/230V 60Hz															
1RF20000DA004AB1	0,25	1,8	3.550	5,1	5,4	2,7	55,0	57,8	0,370	356%	7,70	6203 ZZ	3NM-1655	233-280/01	--
1RF20000DA104AB1	0,33	1,7	3.540	6,0	6,5	3,2	57,5	60,5	0,495	316%	8,23	6203 ZZ	3NM-1655	233-280/01	--
1RF20000DA204AB1	0,5	1,6	3.535	8,0	8,6	4,3	62,0	66,1	0,743	276%	9,89	6203 ZZ	3NM-1655	340-408/01	--
1RF20000DA304AB1	0,75	1,6	3.530	8,0	10,1	5,0	64,0	74,9	1,116	260%	10,62	6203 ZZ	3NM-1655	430-516/01	--
1RF20000DA404AA1	1,0	1,4	3.525	10,0	12,8	6,4	66,0	75,3	1,490	252%	12,60	6203 ZZ	3NM-1676	590-708/04	--
1RF20000DA504AA1	1,5	1,3	3.515	15,3	18,9	9,4	70,0	75,5	2,241	192%	13,70	6203 ZZ	3NM-1676	590-708/04	--
1RF20000DA604AA1	2	1,2	3.490	11,1	21,0	10,5	74,0	82,3	3,010	171%	17,30	6203 ZZ	3NM-1676	590-708/04	--
Motor 1RF2, 4 polos, Escudo, eje con Cuñero,con pata,Uso General, FS NEMA, 115/230V 60Hz															
1RF20000DB004AB1	0,25	1,4	1.745	4,1	4,5	2,3	52,5	63,1	0,752	306%	8,93	6203 ZZ	3NM-1655	233-280/01	--
1RF20000DB104AB1	0,33	1,4	1.740	5,6	6,2	3,1	55,0	66,3	1,006	354%	9,18	6203 ZZ	3NM-1655	340-408/01	--
1RF20000DB204AB1	0,5	1,3	1.740	8,5	9,0	4,5	59,5	58,9	1,509	366%	10,36	6203 ZZ	3NM-1655	340-408/01	--
1RF20000DB304AB1	0,75	1,3	1.735	11,1	12,4	6,2	62,0	61,8	2,270	317%	13,54	6203 ZZ	3NM-1655	400-480/01	--
1RF20000DB414AA1	1,0	1,2	1.760	11,6	13,0	6,5	64,0	71,4	2,984	244%	14,73	6203 ZZ	3NM-1676	430-516/01	60/04
1RF20000DB514AA1	1,5	1,2	1.735	14,0	20,1	10,1	68,0	81,7	4,541	203%	16,22	6203 ZZ	3NM-1691	590-708/04	75/04
1RF20000DB614AA1	2	1,0	1.715	11,4	21,0	10,5	75,5	86,3	6,125	213%	17,43	6203 ZZ	3NM-1691	590-708/04	75/04

Figura 40. Modelos del motor monofásico serie 1RF2 (Fuente: https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:782b04d0-82f4-488a-936b-514cd8bb5d5f/version:1580149154/arteimpresioncatalogosimotics.pdf)

De todos los motores disponibles, la mayoría tienen más de 3000 rpm de velocidad nominal, no nos interesa, velocidades como los motores marcados en la figura, de alrededor de 1700 rpm, son más razonables para las velocidades que queremos obtener. No se busca un motor con un par muy elevado, la única fuerza contraria al motor será al hacer el orificio. Se elige un motor que tenga aproximadamente unos 500 W, el 1RF20000DB304AB1 es una buena opción, con una potencia de 0.75 caballos de fuerza, es decir 560 W, 1.3 de factor de seguridad y 1735 rpm de velocidad nominal, puede servir a la transmisión.

Está elegido el motor que creemos óptimo del catálogo SIEMENS, ahora miraremos el catálogo de CEMER [12], en esté hay motores monofásicos de 2, 4 y 6 polos, con velocidades nominales que van

de los 900 a los 3000 rpm. Escogeremos un motor con aislamiento clase F y una protección IP55. Al igual que los motores SIEMENS, no buscamos mucha potencia, ni mucha velocidad nominal, por lo que elegiremos un motor de los señalados en la figura.

MOTORES ASÍNCRONOS MONOFÁSICOS

Ventilación exterior IC 411, servicio continuo S1.
Aislamiento clase F, protección IP 55, 50 Hz

Velocidad síncrona 3000 rpm - 2 polos — Motores de aluminio serie **MYT**

Motores de aluminio serie MYT	TIPO	Potencia kW	Potencia CV	n rpm	I (Amp) 230 V	η %	Cosφ	M_A/M_N	M_S/M_N	I_A (A)	Condensador permanente (µf/V)	Nivel sonoro dB(A)	m Kg
	MYT 56 1 - 2 -	0,09	0,12	2760	0,81	54	0,90	0,70	1,6	3	4 µf/450V	67	2,9
	MYT 56 2 - 2 -	0,12	0,17	2770	0,98	58	0,92	0,70	1,6	4	6 µf/450V	67	3,2
	MYT 63 1 - 2 -	0,18	0,25	2780	1,42	60	0,92	0,70	1,7	5	10 µf/450V	70	4
	MYT 63 2 - 2 -	0,25	0,33	2780	1,94	61	0,92	0,68	1,7	7	12 µf/450V	70	4,5
	MYT 71 1 - 2 -	0,37	0,5	2800	2,75	63	0,93	0,63	1,7	12	20 µf/450V	75	5,1
	MYT 71 2 - 2 -	0,55	0,75	2810	3,50	72	0,95	0,63	1,7	15	25 µf/450V	75	7,2
	MYT 80 1 - 2 -	0,75	1	2810	4,77	72	0,95	0,45	1,7	20	25 µf/450V	75	9,6
	MYT 80 2 - 2 -	1,1	1,5	2810	6,80	74	0,95	0,43	1,7	28	35 µf/450V	78	11
	MYT 90 S - 2 -	1,5	2	2820	9,15	75	0,95	0,35	1,8	40	45 µf/450V	80	14
	MYT 90 L - 2 -	2,2	3	2820	13,08	77	0,95	0,35	1,8	60	60 µf/450V	80	16,5
	MYT 100 L - 2 -	3	4	2840	17,83	77	0,95	0,35	1,8	75	80 µf/450V	83	25

Velocidad síncrona 1500 rpm - 4 polos — Motores de aluminio serie **MYT**

Motores de aluminio serie MYT	TIPO	Potencia kW	Potencia CV	n rpm	I (Amp) 230 V	η %	Cosφ	M_A/M_N	M_S/M_N	I_A (A)	Condensador permanente (µf/V)	Nivel sonoro dB(A)	m Kg
	MYT 56 1 - 4 -	0,06	0,09	1360	0,59	48	0,92	0,75	1,6	2,5	4 µf/450V	63	3,5
	MYT 56 2 - 4 -	0,09	0,12	1370	0,83	51	0,92	0,75	1,6	3	6 µf/450V	63	3,8
	MYT 63 1 - 4 -	0,12	0,17	1380	1,09	52	0,92	0,65	1,6	3,5	10 µf/450V	65	4
	MYT 63 2 - 4 -	0,18	0,25	1380	1,55	55	0,92	0,65	1,5	5,5	12 µf/450V	65	4,6
	MYT 71 1 - 4 -	0,25	0,33	1380	2,15	55	0,92	0,60	1,5	8	20 µf/450V	65	5,7
	MYT 71 2 - 4 -	0,37	0,5	1380	2,91	60	0,92	0,55	1,5	10	20 µf/450V	68	6,7
	MYT 80 1 - 4 -	0,55	0,75	1400	3,93	64	0,95	0,45	1,7	15	20 µf/450V	70	9,2
	MYT 80 2 - 4 -	0,75	1	1410	5,05	68	0,95	0,45	1,7	20	25 µf/450V	70	9
	MYT 90 S - 4 -	1,1	1,5	1410	6,90	73	0,95	0,45	1,8	30	40 µf/450V	73	14,5
	MYT 90 L - 4 -	1,5	2	1420	9,38	74	0,94	0,45	1,8	40	45 µf/450V	75	16,2
	MYT 100 L1 - 4 -	2,2	3	1430	13,75	74	0,94	0,30	1,8	60	80 µf/450V	78	24
	MYT 100 L2 - 4 -	3	4	1440	17,83	77	0,95	0,45	1,7	76	100 µf/450V	80	32

Velocidad síncrona 1000 rpm - 6 polos — Motores de aluminio serie **MYT**

Motores de aluminio serie MY	TIPO	Potencia kW	Potencia CV	n rpm	I (Amp) 230 V	η %	Cosφ	M_A/M_N	M_S/M_N	I_A (A)	Condensador permanente (µf/V)	Nivel sonoro dB(A)	m Kg
	MY 63 1 - 6 -	0,09	0,12	900	0,92	46	0,92	0,55	1,45	2	8 µf/450V	63	5,1
	MY 63 2 - 6 -	0,12	0,16	900	1,05	54	0,92	0,55	1,45	3	11 µf/450V	63	6
	MY 71 1 - 6 -	0,18	0,25	900	1,55	55	0,92	0,60	1,5	4	16 µf/450V	68	6,3
	MY 71 2 - 6 -	0,25	0,33	900	2,07	57	0,92	0,60	1,5	5	20 µf/450V	68	7,6
	MY 80 1 - 6 -	0,37	0,55	900	2,69	65	0,92	0,35	1,6	8	25 µf/450V	68	9
	MY 80 2 - 6 -	0,55	0,75	900	3,84	67	0,93	0,35	1,6	14	30 µf/450V	70	11,6
	MY 90 S - 6 -	0,75	1	900	4,97	69	0,95	0,35	1,6	16	40 µf/450V	70	13,5
	MY 90 L - 6 -	1,1	1,5	900	7,19	70	0,95	0,35	1,6	25	50 µf/450V	70	16,2

Figura 41. Modelos de motor monofásico del catálogo CEMER (Fuente: https://www.roeirasa.es/wp-content/uploads/2018/05/CAT%C3%81LOGO-MOTORES-CEMER.pdf)

De estos elegiremos el MY801-6-0.37, se podría elegir el MY801-6-0.55, obteniendo más o menos la misma potencia que el motor SIEMENS, pero hay una diferencia de más de dos kilos de peso, por lo que elegimos el MY801-6-0.37, que ya tiene la potencia suficiente para un taladro.

Tanto el motor SIEMENS 1RF20000DB304AB1, como el CEMER MY801-6-0.37 tienen las prestaciones necesarias para el taladro, incluso el CEMER tiene mejor protección, lo único que falta por resolver son

las velocidades de la polea conducida, las velocidades de rotación que tendrá la broca con cada motor. Las fórmulas y la explicación de los cálculos realizados se encuentran en el anexo A.3. En la siguiente tabla se pueden ver los resultados obtenidos:

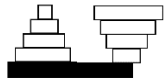
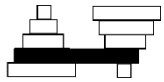
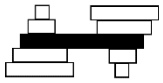
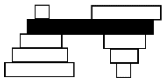
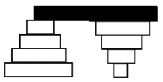
	Velocidad broca (rpm)	
	Motor SIEMENS 1RF20000DB304AB1	Motor CEMER MY801-6-0.37
 1	578	300
 2	1041	540
 3	1735	900
 4	2892	1500
 5	5205	2700

Tabla 2. Velocidades de la polea conducida y de la broca según los motores SIEMENS y CEMER (Fuente propia)

El objetivo de este diseño era conseguir 5 velocidades de rotación diferentes, de 500 a 2500 revoluciones por minuto aproximadamente. Con el motor SIEMENS vemos claramente que rebasamos el límite, llegamos a más de 5000 rpm, una velocidad demasiado alta para un taladro. Por otro lado con el motor CEMER, aunque pasemos de las 2500 rpm marcados en los objetivos, las velocidades son más coherentes, posiciones como la 1 y la 2, 300 y 540 rpm, sirven para hacer agujeros con menos revoluciones por minuto, pero con más par, es decir con más potencia para hacer agujeros grandes y a materiales duros. Las posiciones como la 5 sirven para agujeros más pequeños y materiales que no sean tan duros. En resumen el motor CEMER es el más factible por todo lo mencionado, y es el escogido para este diseño. Por lo tanto las velocidades a las que podrá rotar la broca según la disposición de la correa son las siguientes:

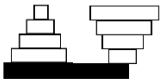
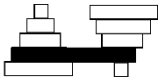
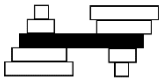
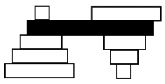
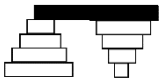
Velocidad broca (rpm)	
 1	300
 2	540
 3	900
 4	1500
 5	2700

Tabla 3. Velocidades de la polea conducida y de la broca según la posición de la correa (Fuente propia)

Para el dibujo del motor en SOLIDWORKS, se ha importado un CAD disponible online, para la simplificación de este, por eso las dimensiones del motor no se ajustan a la realidad, simplemente es una copia para la estética del dibujo.

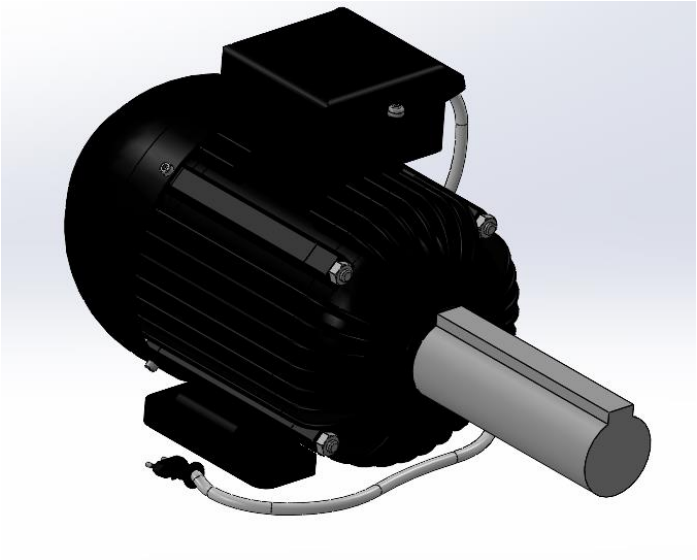


Figura 42. Dibujo del motor, del CAD online (Fuente: https://b2b.partcommunity.com/community/knowledge/es/detail/479/Electric+motor)

5. Mecanismo para el avance de la herramienta de corte

Una vez explicado el mecanismo para la rotación de la broca, el otro mecanismo más importante del taladro es el avance de la broca hacia la pieza de trabajo. Este mecanismo se le llama cremallera-piñón, formado por un piñón (una rueda dentada) que engrana perfectamente con una cremallera. Permite convertir un movimiento giratorio en uno lineal, cuando el piñón gira, sus dientes empujan los de la cremallera, provocando el desplazamiento lineal de esta.

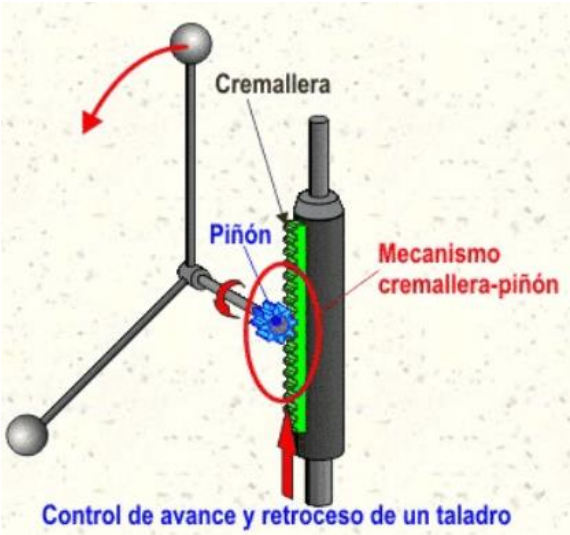


Figura 43. Dibujo explicativo de cómo funciona el mecanismo cremallera-piñon (Fuente: http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_cremallera-pinon.htm)

Para conseguir este movimiento, se necesitan otras piezas para el correcto funcionamiento de la máquina, a continuación se presentaran cada una de estas piezas.

4.5.1. Tubo camisa

El tubo de la camisa, hecho de acero inoxidable AISI 316, como se ha mencionado, es el que soporta los esfuerzos de la camisa y el husillo cuando están en movimiento, es decir es el soporte principal de este mecanismo de avance. El tubo va soldado a la base de la carcasa, hecho de acero mecanizado, con un diámetro interior de 42mm y un diámetro exterior de 56mm.

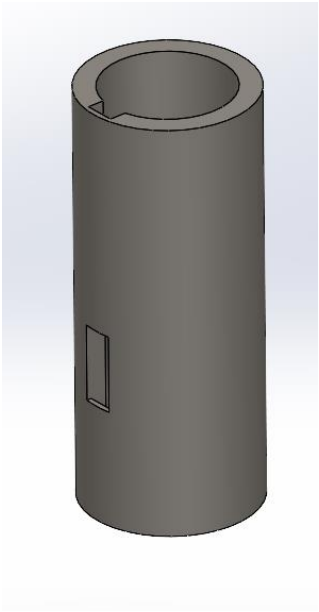


Figura 44. Tubo camisa (Fuente propia)

Tiene un chavetero que no es para una chaveta, es por donde se mueve la cremallera de la camisa, el hueco de 25x10 que hay en el lateral, es donde conectan la cremallera con el piñón.

4.5.2. Camisa

La camisa es otro tubo del mismo acero inoxidable, de diámetro exterior 42mm y diámetro interior 20mm. Dentro de este tubo por apriete se encuentra el husillo, que es el que rota, la camisa no rota, simplemente se mueve linealmente hacia arriba y abajo.

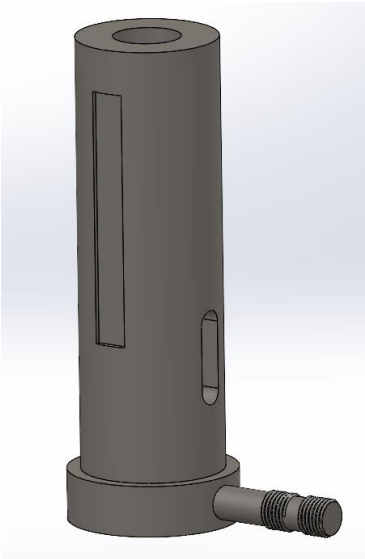


Figura 45. Camisa (Fuente propia)

Tiene un hueco en el lateral, que es donde se sitúa la cremallera, además de una rosca macho para el muelle, en la explicación de más adelante se dan los detalles para lo que sirve ese muelle. La otra ranura que se observa en la figura, sirve para cuando se quiere cambiar el portabrocas.

4.5.3. Rodamiento

Este rodamiento se encuentra justo encima de la camisa, dentro del tubo-camisa. Se ha decidido poner este rodamiento para mejorar la rotación del husillo y sacar más rendimiento al motor. Con un diámetro interior y exterior iguales a los de la camisa, con las siguientes características:

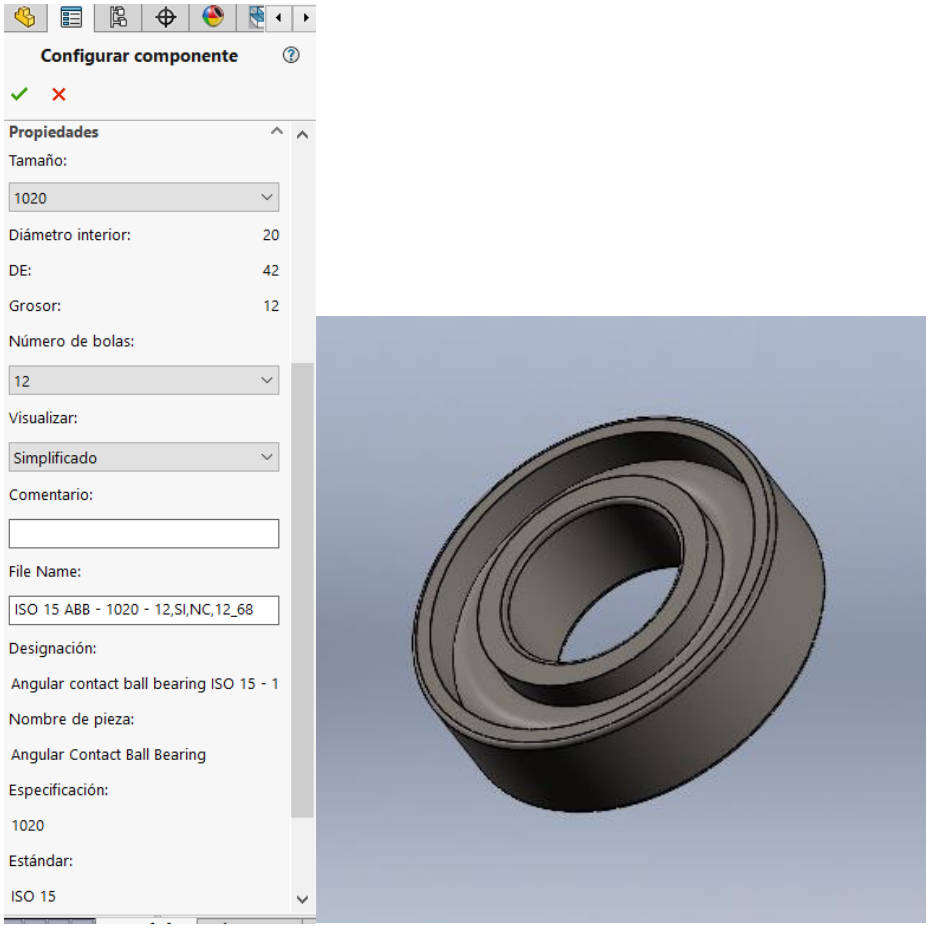


Figura 46. Características del rodamiento (Fuente propia)

4.5.4. Engranaje y cremallera

Estos elementos mecánicos permiten el desplazamiento lineal de la camisa y el husillo. La cremallera tiene una longitud de 75mm y un ancho de 10mm, se sitúa en la ranura de la camisa. El engranaje tiene un eje de 6mm con una chaveta, engrana con la cremallera con un diámetro de paso de 20 y un módulo de 3.

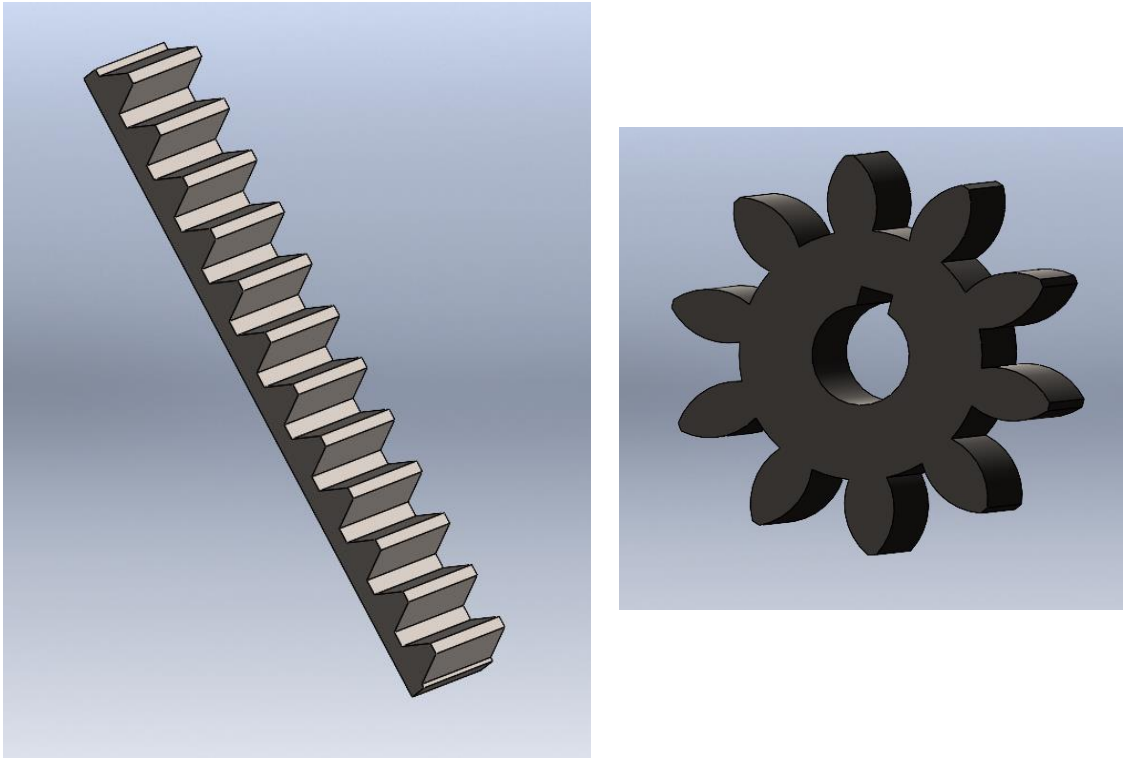


Figura 47. Engranaje y cremallera del mecanismo de avance (Fuente propia)

4.5.5. Eje y soporte engranaje

El engranaje está conectado a un eje con una chaveta (eje que va conectado con la rueda de las manijas) y a un tubo, soldado en un lateral de la carcasa, haciendo la función de soporte del engranaje. En la siguiente figura se puede observar el ensamble de estas partes:

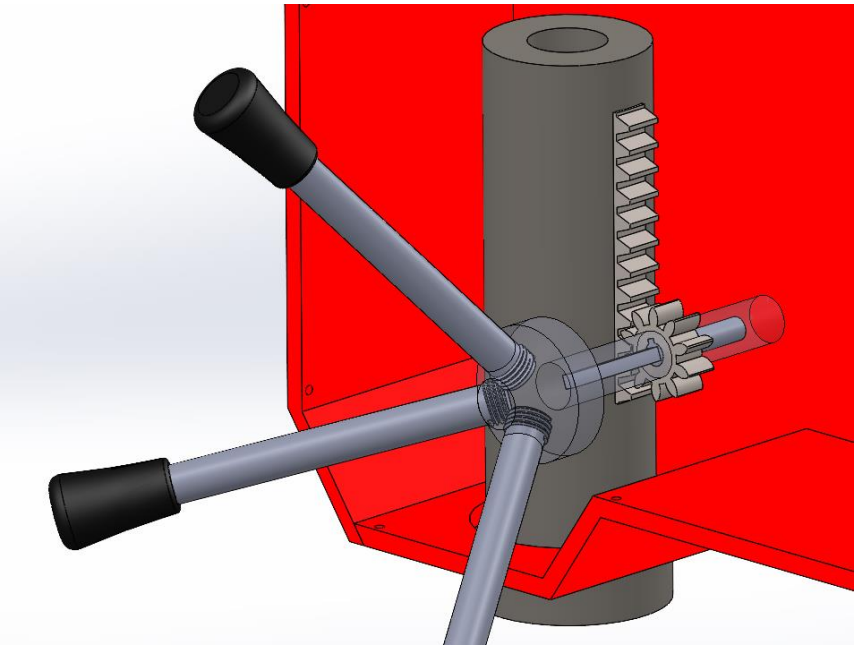


Figura 48. Subensamblaje del mecanismo cremallera-piñón (Fuente propia)

La rueda tiene tres roscas para las manijas y una ranura cuadrada para que al girar las manijas gire el eje.

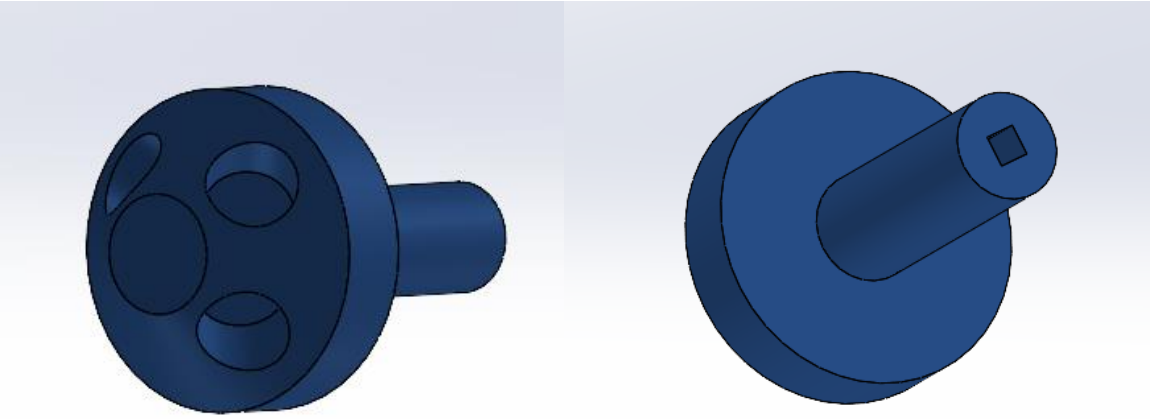


Figura 49. Rueda de las manijas (Fuente propia)

El eje hecho de acero, tiene una chaveta para hacer girar el engranaje, va conectado al tubo para que esté en la posición idónea para engranar con la cremallera.

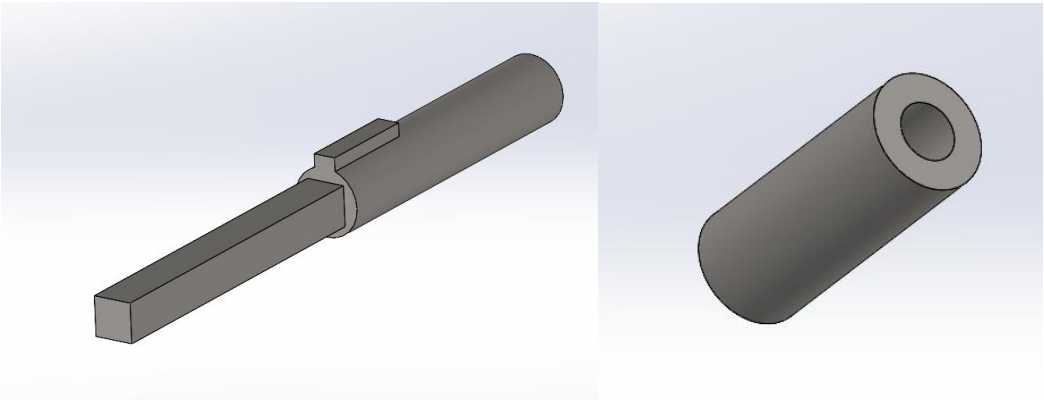


Figura 50. Eje y tubo del mecanismo de avance (Fuente propia)

4.5.6. Husillo

El husillo, hecho de acero inoxidable AISI 316, al igual que el tubo-camisa y la camisa, es el que le proporciona la rotación al portabrocas, por lo que es uno de los elementos más importantes en este mecanismo. Como se ha comentado anteriormente, por apriete se encuentra dentro de la camisa. La rotación se la proporciona la polea conducida, su parte superior engrana con la polea y gira a la misma velocidad. La parte inferior es por donde se conecta el portabrocas, se ha diseñado para broqueros de inserción rápida, es decir se conecta el portabrocas con un ajuste cónico, la mayoría de portabrocas actuales funcionan con este tipo de unión. La ranura al igual que la camisa, sirve para cuando se quiere cambiar el portabrocas, con la ayuda de una pletina.

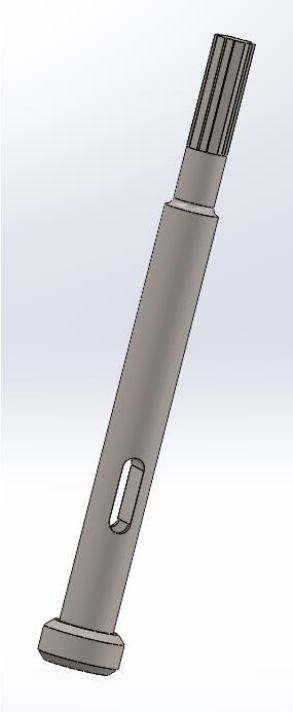


Figura 51. Husillo (Fuente propia)

Explicación del mecanismo:

El mecanismo es el siguiente, el usuario cuando encienda la máquina, hará rotar el husillo y la broca, seguidamente para que la broca avance hacia la pieza de trabajo, solo tendrá que girar la manija, la rueda, en sentido anti-horario. La rueda hará rotar el eje, la chaveta del eje provocará la rotación del engranaje, esté engranara con la cremallera, que ira ensamblada con la camisa, por lo que la camisa, cremallera y husillo se desplazaran linealmente hacia abajo. Como que la polea solo hace girar el husillo, la camisa se desplazara sin rotar, pero solo hasta una profundidad, esta profundidad máxima la marca el muelle.

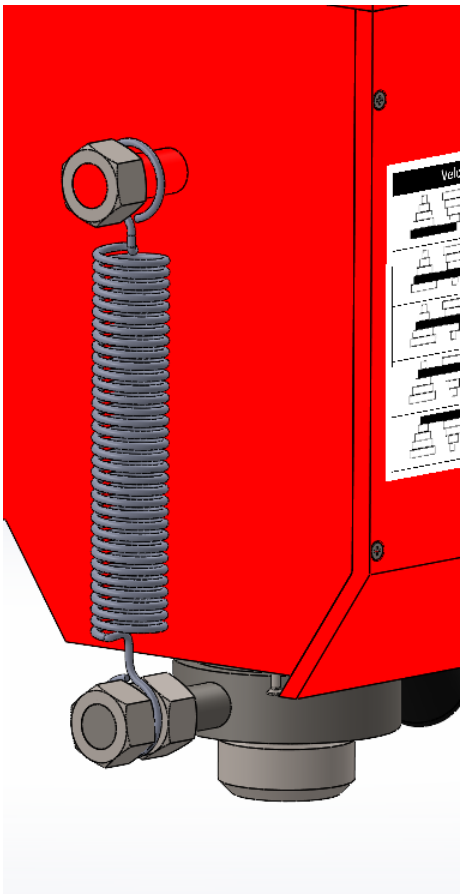


Figura 52. Muelle mecanismo de avance (Fuente propia)

La rosca soldada del lateral de la carcasa, y la rosca de la base de la camisa, junto unas tuercas sujetan un muelle de tracción [14], esté hace que si el usuario no hace girar la manija, la camisa volverá automáticamente a su posición inicial. También al ser un muelle a tracción habrá un momento que no podrá tensionarse más y no permitirá que se desplace más hacia abajo. El muelle lo compramos la fabricante Bauhaus [14]

Las siguientes figuras muestran el ensamblaje de este mecanismo con y sin explosionado:

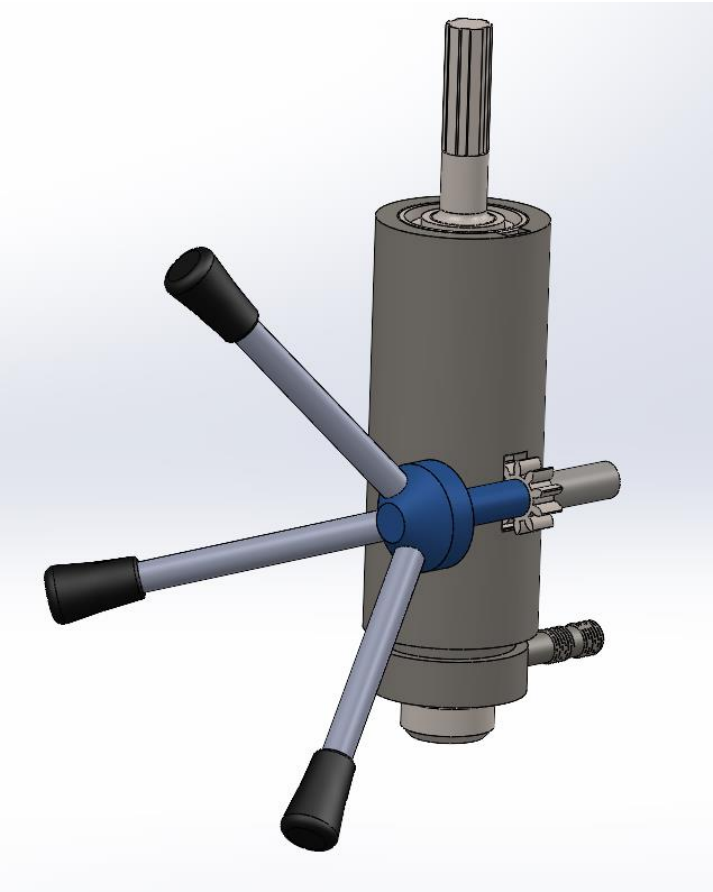


Figura 53. Ensamblaje del mecanismo de avance (Fuente propia)

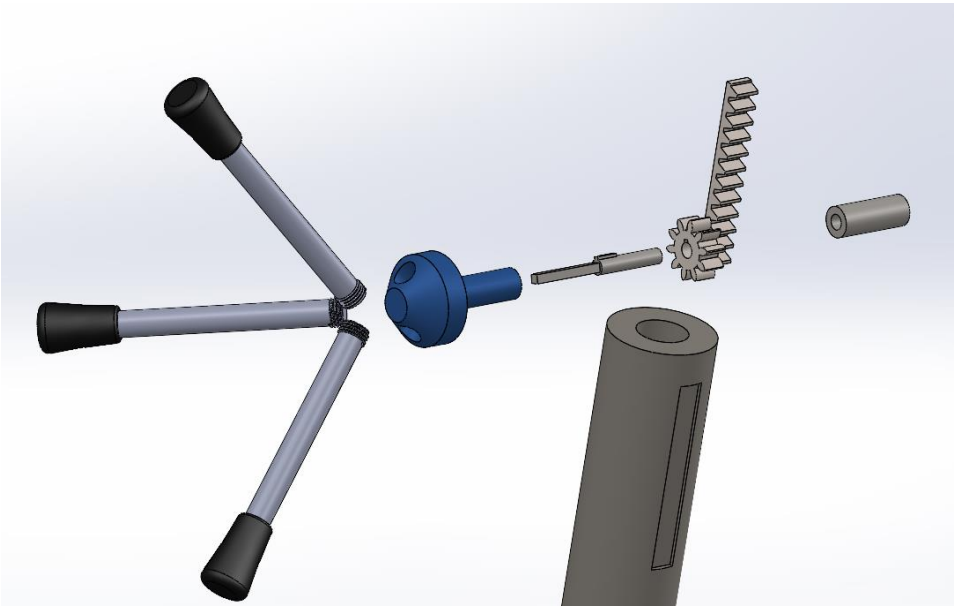


Figura 54. Ensamblaje del mecanismo de avance explosionado. Vista 1 (Fuente propia)

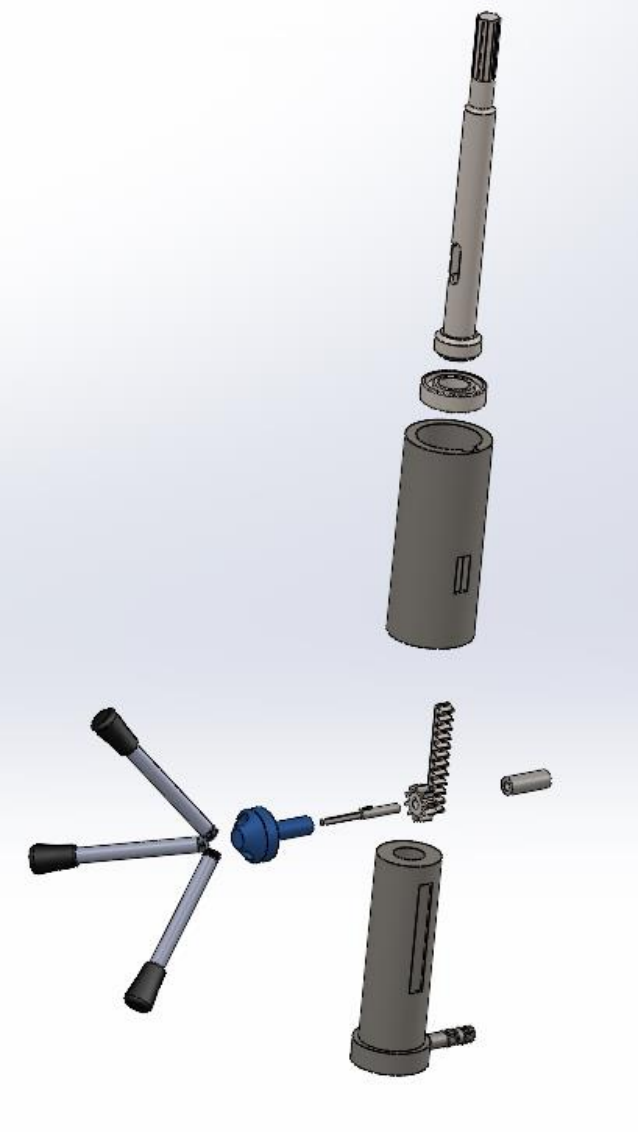


Figura 55. Ensamblaje del mecanismo de avance explosionado. Vista 2 (Fuente propia)

5. Elementos eléctricos

En este apartado se explica la parte eléctrica de la máquina. El funcionamiento eléctrico de esta máquina es un circuito de marcha-paro, con parada de emergencia. En el lateral de la carcasa del taladro, se encuentran tres pulsadores, marcha (pulsador verde), paro (pulsador rojo pequeño) y parada de emergencia (pulsador rojo grande).

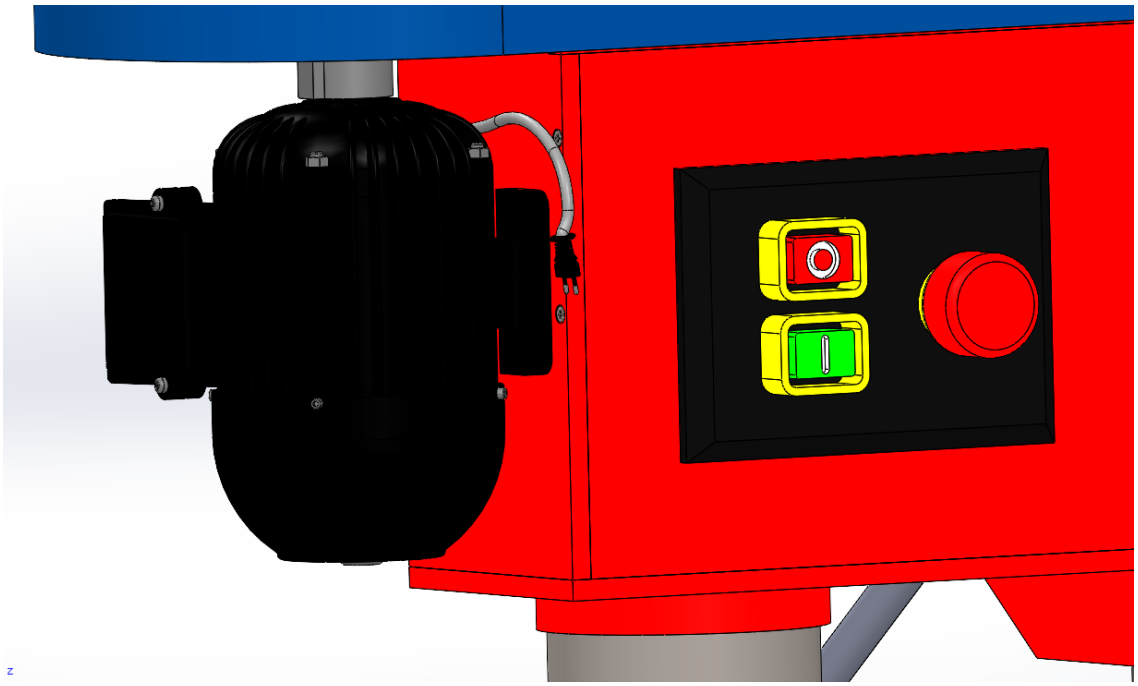


Figura 56. Imagen del lateral del taladro donde se pueden observar los botones marcha, paro, parada de emergencia y el motor con su conexión a la red (Fuente propia)

El esquema eléctrico es el siguiente:

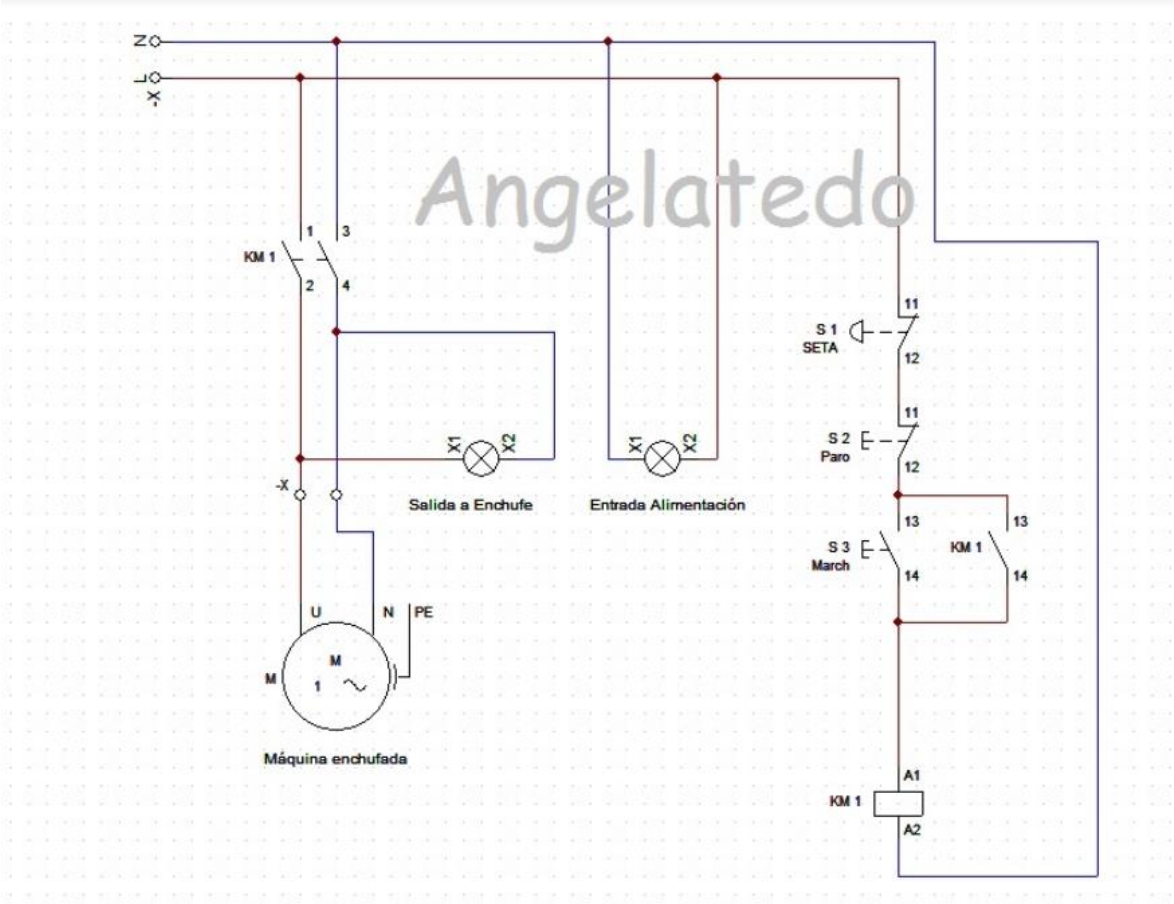


Figura 57. Esquema eléctrico del taladro (Fuente: http://bricolajeyocio.com/como-hacer-un-cuadro-electrico-con-marcha-paro-y-parada-de-emergencia/)

En el esquema eléctrico de la figura podemos observar distintos componentes: la entrada a la línea (L,N), que es la conexión que tendrá a la red, el motor, los 3 pulsadores mencionados y un contactor. El funcionamiento es el siguiente:

Cuando se quiere poner en marcha el motor se pulsa el botón de marcha (S3), al pulsarlo alimenta la bobina del contactor KM1. De este contactor utilizamos el contacto KM1 13-14 que queda cerrado alimentando la bobina, el motor empieza a girar.

Una vez puesto en marcha, tendremos la opción de paro por medio de S2 (pulsador de paro) o con el botón de paro de emergencia S1, se abre el circuito y se desconectara la alimentación a la bobina parando el motor.

El paro de emergencia al ser más grande nos permite localizarlo con mayor facilidad en caso de peligro, se ha colocado cerca de la parte delantera del taladro, lo ponemos en esa ubicación ya que es fácil de encontrar y estará más cerca la persona que esté trabajando con la máquina. Al ser de enclavamiento mecánico, al ser presionado, mantendrá la línea de alimentación abierta una vez que lo soltemos. De

esta manera aseguramos que el motor deje de ser alimentado y no tenga la posibilidad de arrancar si se presionara por error el botón pulsador de arranque. Hay que rearmarlo para desenclavar el mecanismo. Para ponerlo de nuevo en marcha se pulsa de nuevo el pulsador de marcha.

Se van a instalar los pulsadores de paro, marcha y seta de emergencia del distribuidor *CABLEMATIC* [16].

Calculo de la sección del cable

Hay que determinar la sección del cable que ira conectado a la red, intervienen distintos factores como los metros de cable, la temperatura del lugar donde se encuentre la máquina, la disposición de los cables etc. Pero para la aplicación de este diseño, un taladro, se ha considerado que la distancia entre el motor y la toma de red no sea muy grande nos guiaremos con la siguiente imagen:

POTENCIA DL MOTOR (kW / CV)	SECCIÓN DEL CABLE (mm^2)
0.09 / 0.12	1
0.12 / 0.17	1
0.18 / 0.25	1.5
0.25 / 0.33	1.5
0.37 / 0.5	1.5
0.55 / 0.75	1.5
0.75 / 1	1.5
1.1 / 1.5	2.5
1.5 / 2	2.5
2.2 / 3	4
3 / 4	4
3.7 / 5	6

Figura 58: Sección del cable según la potencia (Fuente:https://www.zuendo.com/smartblog/39_Como-conectar-un-motor-el%C3%A9ctrico-monof%C3%A1sico-2.html)

Para nuestro motor de 0.37 KW, una sección de 1,5 mm^2 es factible, kabiflex [18] es el distribuidor escogido para comprar el cable, que tendrá 1 metro de longitud. Para el diseño era mejor 1.5 metros, pero en el catálogo el inmediato superior era de 2 metros, una longitud demasiado larga.

Contactor

Del catálogo CEMER, determinamos que la intensidad del motor es de 2,69 A, no hay contactores con tan poco amperaje, el inmediato superior que se encuentra fácil en el mercado es de 9 A. Se escoge el contactor LC1D09P7 de Schneider Electric, es un contactor que funciona para corriente alterna y

monofásica a 230V, posee 2 carriles principales, dónde se conecta el motor, y dos auxiliares, para maniobras como la realimentación o conexión de señales de aviso.

Figura 59. Contactor (Fuente: Cadenza Electric [17])

6. Mantenimiento

Para el correcto funcionamiento y asegurar una larga vida útil es necesario que el taladro reciba el mantenimiento adecuado. Uno de los aspectos más importantes es la lubricación, ya que el calor y fricción generados por las partes móviles pueden dañar la máquina al cabo del tiempo. Lubricar las poleas se tiene que hacer una vez al mes, en caso que el taladro se use con frecuencia, se tendrá que lubricar semanalmente.

Después de su uso se debe limpiar correctamente el taladro, hay que retirar todas las virutas de la máquina y limpiar todas las superficies a fondo, poniendo especial atención en las ranuras y orificios de la mesa y la base, así como en los componentes del mecanismo de transmisión y de avance, correas, poleas y la camisa. Los componentes deben mantenerse secos y se debe colocar una capa ligera de aceite en todas las superficies sin pintar para evitar la oxidación.

Cuidados específicos

Mantenimiento mensual en caso de uso continuo: Se tiene que comprobar que los pernos de montaje y los tornillos de fijación de la cabeza y la columna estén bien apretados. Revisar si la correa está desgastada y reemplazarla si está deshilachada o dañada. Soplar con aire comprimido o aspirar para eliminar el polvo que pueda haberse acumulado en los orificios de ventilación del ventilador del motor. Se tiene que aplicar una capa delgada de pasta de cera o aceite ligero a la mesa y a la columna para lubricarla y ayudar a prevenir la corrosión. Si el cable de alimentación está dañado, debe ser reemplazado inmediatamente.

Mantenimiento/uso del taladro en condiciones adversas:

- Si el taladro se encuentra en un taller/fabrica e implica condiciones extremadamente polvorientas, se deben usar las velocidades de rotación de la broca más bajas para evitar un rápido desgaste abrasivo en las piezas móviles y lubricar la máquina con mayor frecuencia.
- Si el taladro se encuentra en un lugar frio, se debe encender a baja velocidad y dejar que las piezas y los lubricantes se calienten antes de aumentar las velocidades.
- Si el taladro se encuentra en un lugar que hace calor, se tiene que usar en ciclos intermitentes de encendido/apagado para mantener en todo momento una baja temperatura del motor, y evitar un sobrecalentamiento

Por ultimo retirar siempre las brocas y guardarlas en un lugar seguro y aislado después de usar el taladro.

7. Descripción final de la máquina

Una vez explicado todos los elementos del taladro, se resumirán sus características principales:

Es un taladro de columna con una potencia nominal de 370W. Cuenta con cinco velocidades de rotación, la velocidad en vacío es 300-2700 rpm, adecuado para perforación de amplia variedad de materiales. Constituido por ajuste cónico para portabrocas de 1.5 a 13 mm, mesa desplazable, protección ocular de portabrocas, base con orificios de fijación para anclaje de mordazas o tornillos de banco.

Especificaciones técnicas:

- Potencia: 370 W
- Voltaje: 230V / 50Hz (Monofásico)
- Velocidad del motor regulable: 300 - 2700 RPM
- Velocidades: 5
- Correa trapezoidal en "V" , 4L, tipo A
- Tamaño de mesa: 160 x 160 mm
- Perforación de 0 a 50 mm.
- Distancia del husillo a la columna:
- Recorrido del husillo/portabrocas: 50 mm
- Distancia máxima entre portabrocas y la base: 250 mm
- Distancia entre husillo y la mesa: 0 - 210 mm
- Dimensiones mesa de trabajo desplazable:
- Dimensiones base: 290 x 180 mm.
- Dimensiones totales: 600 x 400 x 140 mm (altura x largo caja superior x ancho).
- Peso: 14,5 Kg.

A continuación se presenta el modelo simulado en SOLIDWORKS:

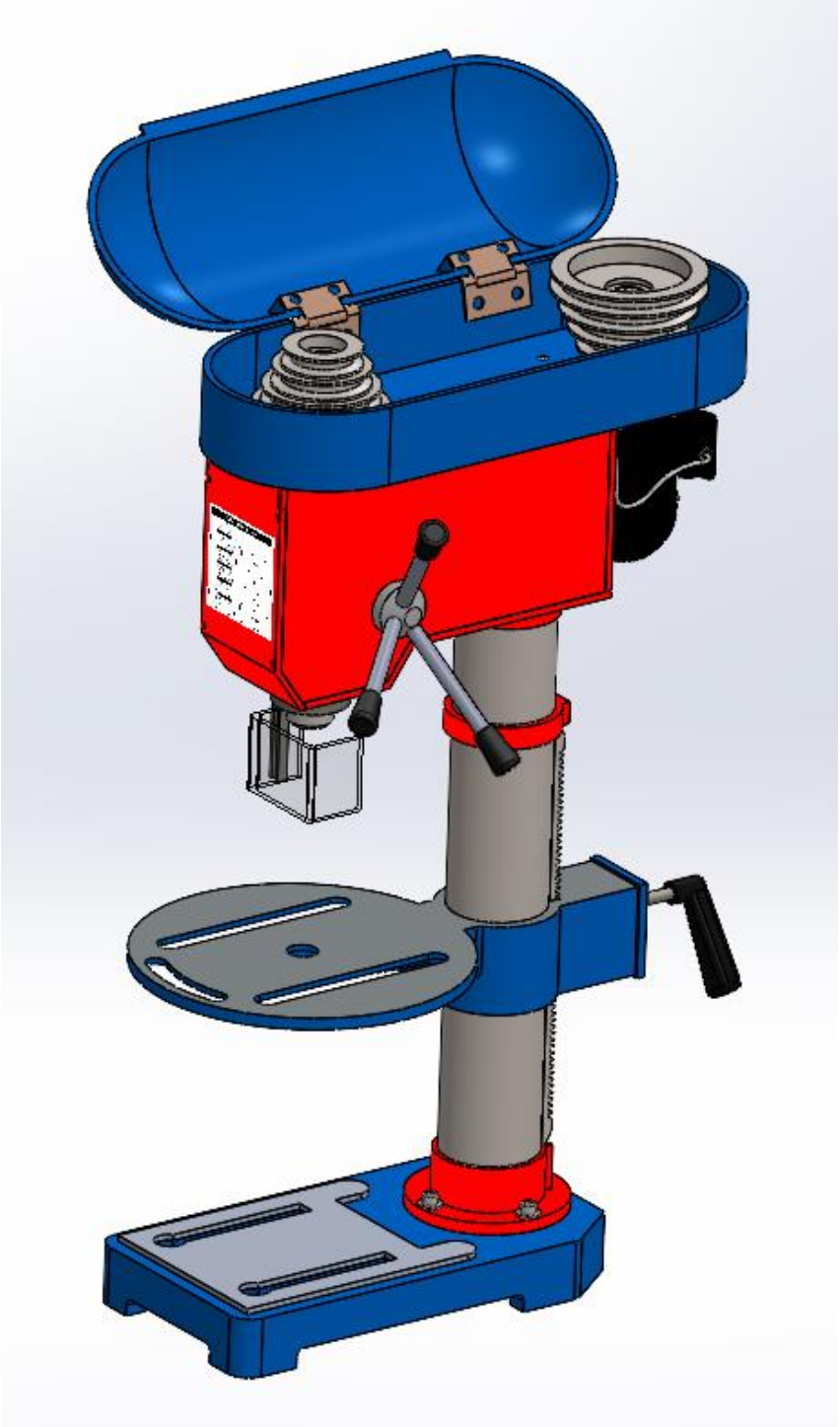


Figura 60. Taladro final. Vista 1(Fuente propia)

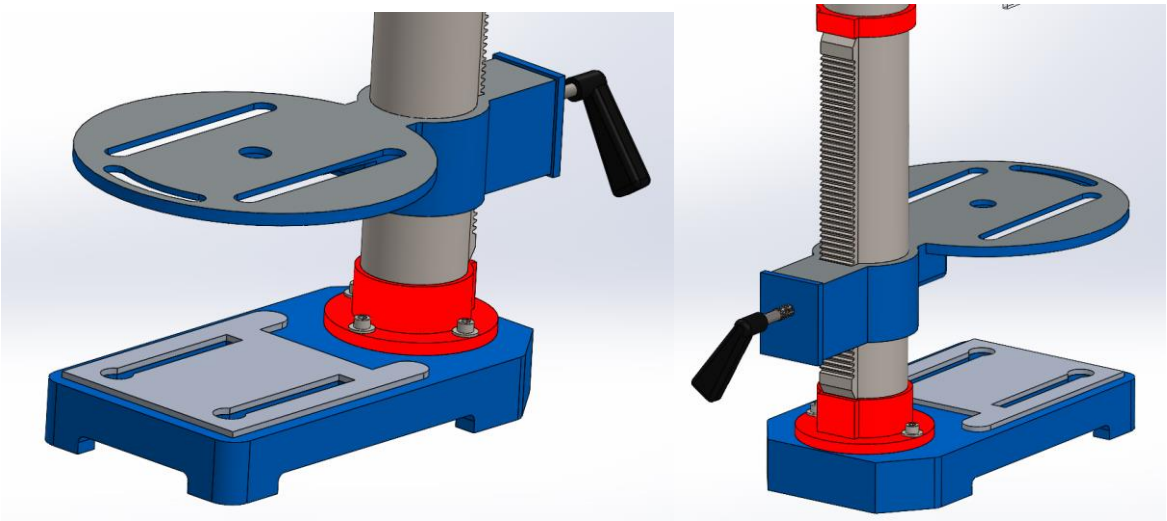


Figura 61. Taladro final. Vistas 2 y 3 (Fuente propia)

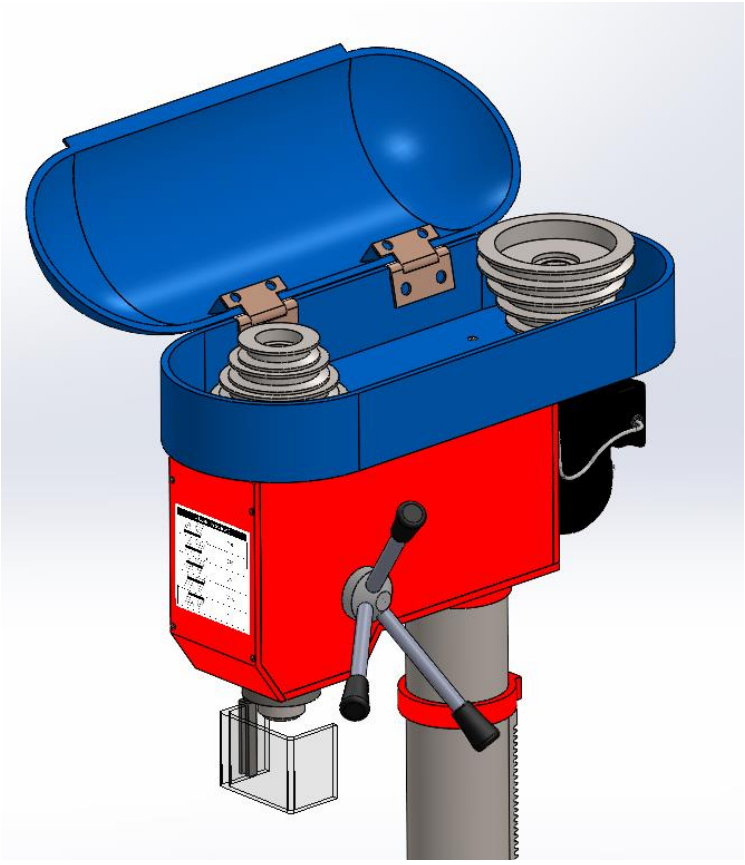


Figura 62. Taladro final. Vista 4(Fuente propia)

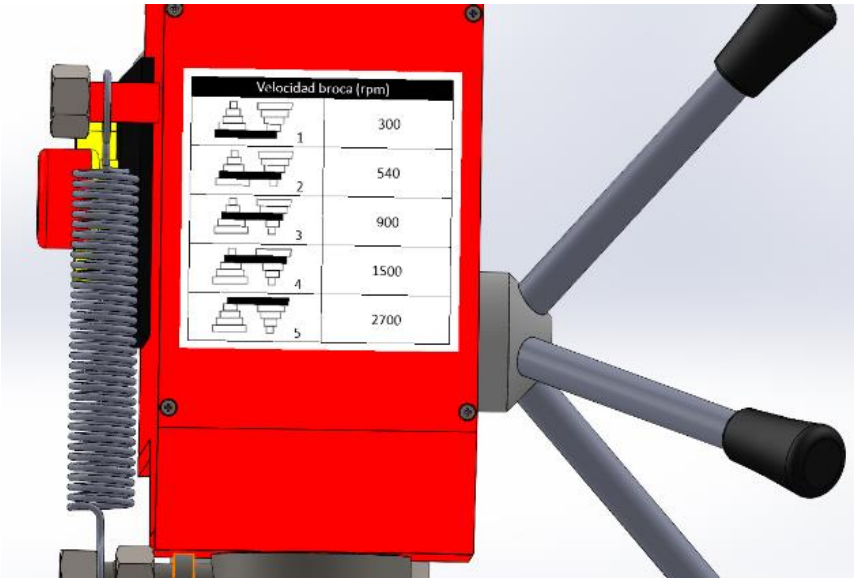


Figura 63. Taladro final. Vista 5(Fuente propia)

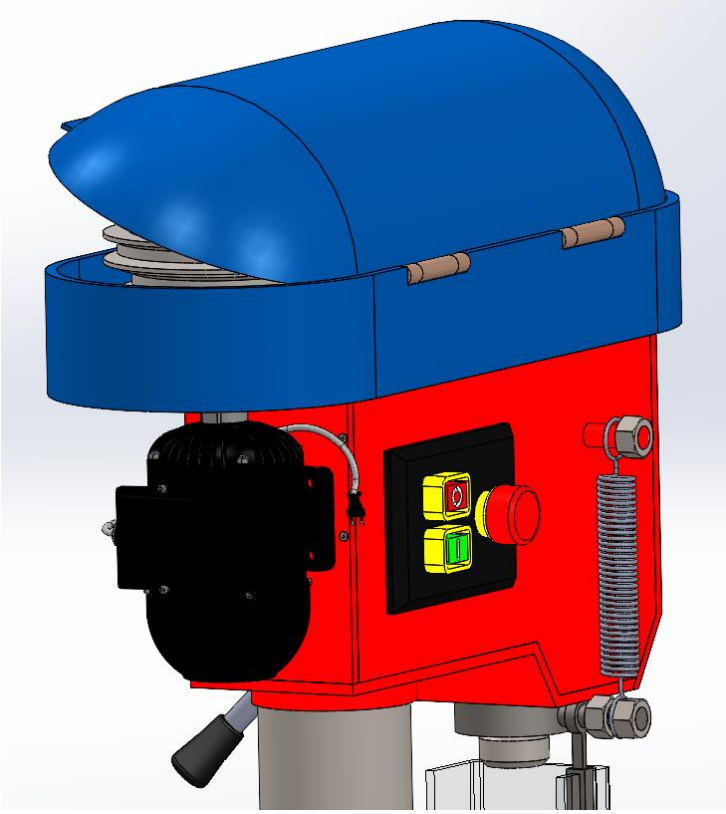


Figura 64. Taladro final. Vista 6(Fuente propia)

8. Análisis del impacto ambiental

Actualmente el cambio climático es uno de los problemas más importantes en el mundo. Científicos y expertos hace años que advierten que si no cambiamos nuestros estilos de vida, no habrá vuelta atrás y será un caos. Por ese motivo, al hacer el diseño de una máquina, en este caso un taladro de columna, hay que tener en cuenta como afectara al medio ambiente. Los materiales, el método de fabricación o el reciclaje cuando acabe la vida útil, supondrán un impacto ambiental positivo o negativo.

Algunas de las piezas de este diseño son de aluminio y acero, la contaminación que generan las industrias de este tipo de metales es preocupante, ya que arrollan millones de toneladas al año de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono, aunque para las partes mecánicas el acero tiene muy buenas propiedades y sería difícil encontrar un material de propiedades parecidas al mismo precio. Sin embargo el aluminio, material de la carcasa del cabezal, sí que se podría sustituir por otro material como un cerámico, o un compuesto. La tapa de la carcasa, hecha de plástico, también se podría sustituir por alguno de estos materiales mencionados, ya que el plástico es uno de los principales contaminantes del medio ambiente.

El taladro tiene muchos elementos, si se fabricara en masa, supondría un transporte de todos estos elementos hacia el lugar de fabricación, este transporte seguramente sería por vehículos que emiten CO2, camiones, barcos, aviones etc. Para este diseño se han intentado conseguir todos los elementos necesarios en distribuidores y fabricantes de España para reducir esas emisiones.

Detalles como estos, que parecen insignificantes, al incluir el mundo entero, son los que hacen cambiar las cosas y los que nos permitirán una mejora tanto para el medio ambiente como a la salud y futuro de la humanidad.

Conclusiones

Una vez concluido el diseño, podemos determinar si hemos conseguido todos los objetivos marcados al iniciar este proyecto. El principal objetivo, que era el diseño completo de la maquina se ha conseguido.

El taladro dispone de cinco velocidades de rotación de la broca distintas, con una excelente precisión y un ajuste de profundidad amplio. Esto nos permitirá hacer agujeros a materiales duros, con velocidades de rotación pequeñas pero con una potencia elevada, agujeros blandos, con velocidades de rotación grandes y hacer agujeros de distintos diámetros.

La máquina es segura, todos los mecanismos y partes móviles están perfectamente cubiertos para que no haya ningún tipo de contacto con el usuario que use esté taladro. Si se quiere cambiar la disposición de la correa, abriendo la tapa de la cubierta se puede llegar a ella perfectamente.

El funcionamiento de marcha-paro es sencillo, con dos pulsadores se enciende y se apaga la máquina, permitiendo que cualquier persona, aunque no esté cualificada, no tenga ningún tipo de problema y sepa usarla.

Los materiales y las piezas utilizadas hacen que sea una maquina ligera, con detalles como las ranuras de la base, para la comodidad del usuario a la hora de moverla.

Se han cumplido todos los objetivos menos uno, la maquina no es económica. Su precio de fabricación, teniendo en cuenta la compra de todos los materiales, es de 426,50 €. Es un precio muy elevado por las dimensiones y características que tiene esta máquina. En el presupuesto podemos observar que hay piezas como las poleas, el pulsador marcha-paro-seta o el rodamiento que son caros. Para solucionar este problema una de las soluciones seria hacer una búsqueda más exhaustiva de estas piezas para encontrarlas a mejor precio, o cambiar las condiciones de diseño para cambiarlas por otras piezas más baratas.

En conclusión, que sea caro es uno de los inconvenientes de esta máquina, pero sus prestaciones y diseño son correctos y funcionaria perfectamente para uso doméstico o para cualquier taller o industria.

Bibliografía

[1] Máquinas y herramientas. *¿Qué es un taladro de banco?.* https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/taladro-de-banco-introduccion

[2] Muebles domoticos. *Partes de un taladro de columna o árbol*. http://mueblesdomoticos.blogspot.com/2013/01/partes-de-un-taladro-de-columna-o-arbol.html

[3] S.C.R. S.A. *Repuestos agrícolas y transmisión industrial*. https://www.scr.com.ar/index.php/productos/poleas. [Consulta: 18 de mayo de 2021]

[4] S.C.R. S.A. (n.d.). *Catálogo de poleas*. p.11. POLEAS DE FUNDICION DE DIÁMETROS ESCALONADOS. https://www.scr.com.ar/catalogos/Poleas%20de%20fundici%C3%B3n.pdf

[5] F.I.P.I.L.L. S.R.L. (2021). *Poleas escalonadas de aluminio.* https://www.fipill.it/es/catalogo-poleas/poleas-escalonadas-de-aluminio.html

[6] RS Industrial LTDA. (n.d.). Correas y poleas de transmisión. https://www.rsindustrial.cl/#tab-1561573220-2-39

[7] RS Industrial LTDA (2019). Catálogo MASKA. p.31-p.73. POLEAS MAS ESCALONADAS- Correas de transmisión en V BLUE FLEX. https://www.rsindustrial.cl/wp-content/uploads/2019/06/Maska.pdf

[8] Rial S.A. (2018). *Fundición de Aluminio.* https://rial.com.ar/categoria/fundicion-de-aluminio/

[9] Rial S.A. (2008). Catálogo de poleas escalonadas: *Aluminio.* p.6. https://docplayer.es/51604691-Aluminio.html

[10] Nüo Planet. (2019). *Grados de protección IP.* https://blog.nuoplanet.com/grados-de-proteccion-ip

[11] Motores SIEMENS. (2019). *Simotics.* Catálogo de motores trifásicos y monofásicos. https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:782b04d0-82f4-488a-936b-514cd8bb5d5f/version:1580149154/arteimpresioncatalogosimotics.pdf

[12] Motores CEMER. (n.d.). *MOTORES ASÍNCRONOS TRIFÁSICOS y MONOFÁSICOS y con ELECTRO-FRENO.* https://www.roeirasa.es/wp-content/uploads/2018/05/CAT%C3%81LOGO-MOTORES-CEMER.pdf

[13] Brico-Todo. (n.d.). *TALADRAR.* *http://www.bricotodo.com/taladrar.htm#TIPOS%20DE%20TALADROS*

[14] Bauhaus. Muelle de tracción. https://www.bauhaus.es/muelles/muelle-de-traccin/p/23867664

[15] Zuendo. (n.d.). Dimensionado cable para motor monofásico. https://www.zuendo.com/smartblog/39_Como-conectar-un-motor-el%C3%A9ctrico-monof%C3%A1sico-2.html

[16] Cablematic. Caja de control con dos pulsadores. (n.d.). https://cablematic.com/es/productos/caja-de-control-con-dos-pulsadores-momentaneos-22mm-1no-1nc-400v-10a-y-parada-de-emergencia-TH038/?cr=EUR&ct=ES&gclid=CjwKCAjwn6GGBhADEiwAruUcKoAPFrFLQK2Y3TsrvAinoc3WCXJYJCqL2iYIDqJKze24_clE5TnKQhoCkeoQAvD_BwE#extra_product_info

[17] Cadenza Electric. (n.d.). Contactor 9 A LC1D09P7. https://www.cadenzaelectric.com/contactor-9a-1na1nc-230v-5060hz-ref-lc1d09p7_p1208612.htm?utm_source=Cadenza+Electric+%7c+Venta+de+material+electrico+Schneider+online&utm_medium=cpc&utm_campaign=Doofinder&utm_content=CONTACTOR+9A+1NA%2f1NC+230V+50%2f60HZ+++ref.+LC1D09P7

[18] Kabiflex. Datasheet del cable RV-K 0,6-1 KV UNE 21123 de Kbiflex. https://merkasol.com/WebRoot/StoreLES/Shops/62387086/54AA/E2CE/F26C/70E0/4F6B/C0A8/2AB9/97A1/Cableflex_RV-K_0.6-1KV_UNE_21123.pdf

[19] Fixor. Catálogo bisagras de polímero. https://www.fixor.es/data/documents/113-123-pinet-bis-polimer.pdf

[20] Ferrometal. Catálogo de perfiles normalizados y chapa metálica. https://www.ferrometalperfiles.es/catalogo.pdf

[21] Farnell. Tornillos y pernos. https://es.farnell.com/c/fijacion-mecanica/elementos-fijadores/tornillosy-pernos?tamano-de-rosca-metrica=m3.5

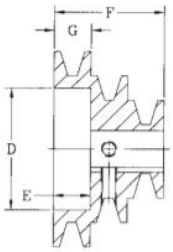
[22] 123 Rodamiento. Cojinete. https://www.123rodamiento.es/cojinete-1020-20G-RHP

Anexo A

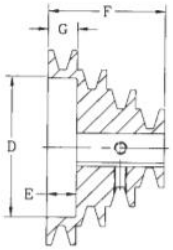
A1. Poleas escalonadas del catálogo Maska de la empresa RS Industrial

MASKA POLEAS **MAS** ESCALONADAS

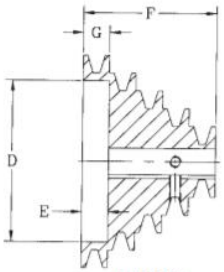
BARRENO RECTO - PARA CORREAS EN "V" 3L-4L (A)



TIPO 1



TIPO 2



TIPO 3

Poleas	Lista de Precio	Tipo	Diámetro Externo	Barrenos disponibles	D	G	F	E	Peso
MAS62	91.80	3	6" 5" 4" 3" 2"	1/2-5/8-3/4-7/8	4 9/16	3/4	3 3/4	3/4	8.0
MAS63	78.80	2	6" 5" 4" 3"	1/2-5/8-3/4-7/8-1-1 1/8	4 9/16	3/4	3	3/4	7.5
MAS64	65.30	1	6" 5" 4"	1/2-5/8-3/4-7/8-1-1 1/8	4 9/16	3/4	2 1/4	3/4	6.5
MAS52	67.30	2	5" 4" 3" 2"	1/2-5/8-3/4-7/8	3 9/16	3/4	3	3/4	4.5
MAS53	56.60	1	5" 4" 3"	1/2-5/8-3/4-7/8-1-1 1/8	3 9/16	3/4	2 1/4	3/4	4.2
MAS42	46.10	1	4" 3" 2"	1/2-5/8-3/4-7/8	2 1/2	3/4	2 1/4	3/4	2.3

NOTA: Todos los barrenos tienen 2 tornillos opresores.

Diámetro Datum para correas "A"(4L) = Diámetro externo - .25"
Diámetro de paso para correas "A"(4L) = Diámetro externo
Diámetro Datum para correas "3L" = Diámetro externo - .59"
Diámetro de paso para correas "3L" = Diámetro externo - .34"

Rango de barrenos	Cuñero
1/2" 5/8" - 7/8" 15/16" - 1-1/4"	**Ninguno** 3/16" X 3/32" 1/4" X 1/8"

Figura 65: Dimensiones de la polea escogida para el taladro. Catálogo MASKA (Fuente: https://www.rsindustrial.cl/wp-content/uploads/2019/06/Maska.pdf)

A2. Calculo de la longitud primitiva de la correa.

La longitud de la correa es igual a la suma de los dos tramos rectos más las longitudes en contacto con las poleas.

Los datos necesarios para el cálculo son:

- La distancia entre el centro de los ejes de las poleas, que son 237mm
- Diámetro de las poleas (tabla 1)

La fórmula para calcular la longitud primitiva es:

$$L = 2 \cdot e + 1.57 \quad (D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 \cdot e}$$

Figura 66: Fórmula para calcular la longitud primitiva de una correa. Catálogo empresa SCR (Fuente: https://www.scr.com.ar/catalogos/Poleas%20de%20fundici%C3%B3n.pdf)

Los resultados obtenidos para cada una de las transmisiones son:

L1	803,91
L2	795,75
L3	793,02
L4	795,75
L5	803,91

Tabla 4. Longitudes primitivas según la disposición de la correa (Fuente propia)

Observación: L1 = L5 y L2=L4 ya que estas transmisiones tienen los mismos diámetros.

Para determinar la longitud primitiva de la máquina, calculamos la media de los 3 resultados: 803.91, 795.75 y 793.02. La media es 797,56.

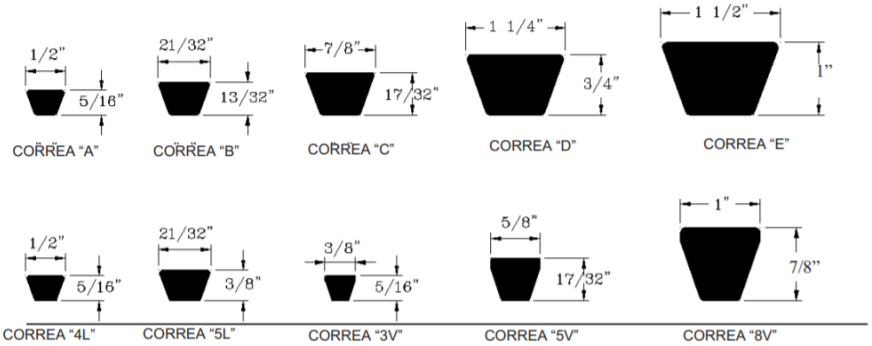
Una vez conocido el diámetro primitivo, miramos el catálogo de correas MASKA, las longitudes están en pulgadas, hacemos la conversión:

	mm	in
Longitud primitiva	797,56	31,4

Tabla 5. Longitud primitiva de la correa (Fuente propia)

MASKA **DIMENSIONES NOMINALES**

CORTE LATERAL DE LAS CORREAS EN V ***MASKA BLUE-FLEX***



Dimensiones nominales de correas en "V", Sección A (ancho superior 1/2-pulg., grosor lateral 5/16-pulg.)

Correa. Ind. No.	Precio de lista	Peso Aprox. (Lb)
A18	$10.00	.10
A19	10.00	.10
A20	10.00	.10
A21	10.16	.10
A22	10.16	.15
A23	10.24	.20
A24	10.32	.20
A25	10.40	.20
A26	10.40	.20
A27	10.56	.20
A28	10.80	.20
A29	10.96	.20
A30	11.20	.20
A31	11.20	.20
A32	11.36	.20
A33	11.60	.20
A34	11.76	.20
A35	12.00	.20
A36	12.00	.20
A37	12.00	.20
A38	12.80	.20
A39	13.28	.20
A40	13.36	.20
A41	13.44	.20
A42	13.60	.20
A43	14.00	.30
A44	14.08	.30
A45	14.24	.30
A46	14.40	.30
A47	14.64	.30
A48	14.80	.30
A49	14.96	.30
A50	15.04	.30

Correa. Ind. No.	Precio de lista	Peso Aprox. (Lb)
A51	$15.20	.30
A52	15.28	.30
A53	15.60	.30
A54	16.00	.30
A55	16.00	.30
A56	16.40	.30
A57	16.48	.30
A58	16.56	.30
A59	16.64	.30
A60	16.80	.30
A61	17.04	.30
A62	17.20	.30
A63	17.60	.30
A64	17.84	.30
A65	18.00	.30
A66	18.00	.40
A67	18.24	.40
A68	18.40	.40
A69	19.20	.40
A70	19.20	.40
A71	19.28	.40
A72	19.44	.40
A73	19.60	.40
A74	19.76	.40
A75	20.00	.40
A76	20.32	.40
A77	20.48	.40
A78	20.80	.40
A79	21.20	.40
A80	21.60	.40
A81	22.00	.40
A82	22.24	.40
A83	22.56	.40

Correa. Ind. No.	Precio de lista	Peso Aprox. (Lb)
A84	$22.80	.40
A85	23.20	.40
A86	23.53	.40
A87	23.84	.40
A88	24.16	.40
A89	24.24	.40
A90	24.80	.40
A91	25.12	.50
A92	25.36	.50
A93	25.60	.50
A94	25.92	.50
A95	26.16	.50
A96	26.40	.50
A97	26.72	.50
A98	27.04	.50
A99	27.28	.50
A100	27.52	.50
A101	27.76	.50
A102	28.00	.50
A103	28.28	.50
A104	28.56	.50
A105	28.80	.50
A106	29.60	.55
A107	30.00	.60
A108	30.40	.60
(A109)	30.80	.65
A110	31.20	.70
(A111)	31.60	.75
A112	32.00	.80
(A113)	32.32	.80
A114	32.64	.80
A115	32.96	.80
A116	33.28	.80

Correa. Ind. No.	Precio de lista	Peso Aprox. (Lb)
A118	$33.92	.80
(A119)	34.16	.80
A120	34.40	.80
A124	35.60	.80
(A125)	35.90	.80
A128	36.80	.80
A130	37.36	.80
(A132)	37.88	.80
(A133)	38.14	.80
A134	38.40	.80
(A135)	38.62	.90
A136	38.88	.90
(A137)	39.16	.90
(A140)	40.00	.95
A144	41.12	1.00
(A148)	42.30	1.02
(A152)	43.46	1.05
A156	44.62	1.10
(A157)	44.90	1.10
A158	45.20	1.10
(A160)	45.60	1.10
(A162)	46.00	1.10
(A167)	46.90	1.13
A173	48.00	1.15
A180	49.20	1.15
(A187)	50.00	1.22
(A196)	51.00	1.31
(A197)	53.00	1.31
(A210)	53.80	1.32
A221	59.46	1.40
(A256)	68.88	1.60
(A258)	69.42	1.60

Hasta 210 " de **dimensiones interiores** añadir 2 pulgadas para ser igual a la **dimensión exterior.** ( ) = No en inventario. Contacte MASKA para precio y tiempo de entrega

Figura 67. Dimensiones de las correas del catálogo MASKA (Fuente: https://www.rsindustrial.cl/wp-content/uploads/2019/06/Maska.pdf)

Elección final: la correa que más se acerca al valor calculado (31,4 in) es la A31 y la A32, se escoge la **A31** para que la correa esté más tensada.

A3. Calculo de las velocidades de rotación de la polea conducida.

Para calcular las velocidades de la polea conducida de cada motor se necesitan los siguientes datos:

- Velocidad nominal de cada motor, es la misma que la velocidad nominal de la polea conductora (n_m), para el SIEMENS 1735 rpm y el CEMER 900 rpm,
- Diámetros de las dos poleas, la conductora y la conducida (D_m /D_c), que se encuentran en la tabla 1.

Con estos datos y la formula de relación de transmisión:

$$i = \frac{D_c}{D_m} = \frac{n_m}{n_c}$$

Obtenemos las velocidades de la polea conducida:

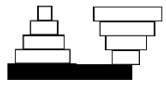
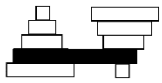
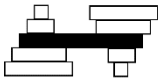
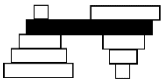
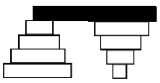
	Velocidad broca (rpm)	
	Motor SIEMENS 1RF20000DB304AB1	Motor CEMER MY801-6-0.37
 1	578	300
 2	1041	540
 3	1735	900
 4	2892	1500
 5	5205	2700

Tabla 3. Velocidades de la polea conducida y la broca (fuente propia)

Las velocidades del motor SIEMENS se han redondeado ya que los decimales no afectan a la comparación.

Índice de figuras

Figura 01. Tipos de taladro 3

Figura 02. Base del taladro 8

Figura 03. Base del taladro 9

Figura 04. Columna del taladro. Vista1 10

Figura 05. Columna del taladro. Vista2 11

Figura 06. Unión base-columna 11

Figura 07. Cremallera de la columna 12

Figura 08. Anillo de retención 13

Figura 09. Mesa de trabajo. Vista1 14

Figura10. Mesa de trabajo. Vista2 14

Figura 11. Rosca mesa de trabajo 15

Figura 12. Soporte rosca mesa de trabajo 16

Figura 13. Tapa con rosca de la mesa de trabajo 16

Figura 14. Cuadrado dentado 17

Figura 15. Engranaje del cuadrado y la cremallera 17

Figura 16. Rosca macho, cuadrado dentado y soporte del mecanismo de sujeción 18

Figura 17. Ensamblaje de la tapa y rosca hembra del mecanismo de sujeción, sin las otras piezas 18

Figura 18. Ensamblaje del mecanismo de sujeción, cuando esté sujeta la mesa de trabajo 19

Figura 19. Ensamblaje del mecanismo de sujeción, cuando esté no sujeta la mesa de trabajo 20

Figura 20. Ensamblaje de la base del taladro 20

Figura 21. Cabezal taladrador ensamblaje 21

Figura 22. Cabezal taladrador donde se puede observar la tabla de velocidades 22

Figura 23. Cabezal taladrador ensamblaje vista trasera 22

Figura 24. Carcasa del cabezal taladrador 23

Figura 25. Carcasa del cabezal taladrador, ocultando un lateral, donde se pueden observar los tubos soldados del interior 24

Figura 26. Carcasa del cabezal taladrador, donde se pueden observar la rosca soldada y los botones de encendido, apagado y paro de emergencia 24

Figura 27. Cubierta y tapa cuando se encuentra cerrada 25

Figura 28. Base de la cubierta, ocultando los otros elementos donde se pueden observar los tornillos de unión 25

Figura 29. Cubierta y tapa cuando se encuentra abierta, ocultando poleas y correa 26

Figura 30. Manija y rueda para el avance de la broca 26

Figura 31. Imagen real de las manijas 27

Figura 32. Protector del husillo y broca 27

Figura 33. Protector del husillo y broca por piezas 28

Figura 34. Catálogo de la empresa S.C.R. S.A de poleas escalonadas 29

Figura 35. Plano de una polea PGA 80-100-120-140 A de la empresa F.I.P.I.L.L. S.R.L 30

Figura 36. Descripción de poleas en V escalonadas, de 2 a 5 canales, secciones A y B. Empresa Rial S.A 31

Figura 37. Polea RS Industrial dibujada en SOLIDWORKS 32

Figura 38. Características del motor monofásico serie 1RF2 33

Figura 39. Características del motor monofásico serie 1LF3 34

Figura 40. Modelos del motor monofásico serie 1RF2 35

Figura 41. Modelos de motor monofásico del catálogo CEMER 36

Figura 42. Dibujo del motor, del CAD online 38

Figura 43. Dibujo explicativo de cómo funciona el mecanismo cremallera-piñón 39

Figura 44. Tubo camisa 40

Figura 45. Camisa 40

Figura 46. Características del rodamiento 41

Figura 47. Engranaje y cremallera del mecanismo de avance 42

Figura 48. Subensamblaje del mecanismo cremallera-piñón 43

Figura 49. Rueda de las manija 43

Figura 50. Eje y tubo del mecanismo de avance 44

Figura 51. Husillo 44

Figura 52. Muelle mecanismo de avance 45

Figura 53. Ensamblaje del mecanismo de avance 46

Figura 54. Ensamblaje del mecanismo de avance explosionado. Vista1 46

Figura 55. Ensamblaje del mecanismo de avance explosionado. Vista2 47

Figura 56. Imagen del lateral del taladro donde se pueden observar los botones marcha, paro, parada de emergencia y el motor con su conexión a la red 49

Figura 57. Esquema eléctrico del taladro 50

Figura 58. Sección del cable según la potencia 51

Figura 59. Contactor 52

Figura 60. Taladro final. Vista 1 55

Figura 61. Taladro final. Vistas 2 y 3 56

Figura 62. Taladro final. Vista 4 56

Figura 63. Taladro final. Vista 5 57

Figura 64. Taladro final. Vista 6 57

Figura 65: Dimensiones de la polea escogida para el taladro. Catálogo MASKA 67

Figura 66. Fórmula para calcular la longitud primitiva de una correa. Catálogo empresa SCR 68

Figura 67. Dimensiones de las correas del catálogo MASKA 69

Índice de tablas

Tabla 1. Diámetros externos en pulgadas y milímetros de los canales de una polea escalonada, del catálogo MASKA. Empresa RS Industrial 30

Tabla 2. Velocidades de la polea conducida y de la broca según los motores SIEMENS y CEMER 37

Tabla 3. Velocidades de la polea conducida y de la broca según la posición de la correa 38

Tabla 4. Longitudes primitivas según la disposición de la correa 68

Tabla 5. Longitud primitiva de la correa 68