



**ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE  
GIJÓN.**

**GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA.**

**ÁREA DE MECÁNICA.**

**SISTEMAS DE TRANSMISIÓN MECÁNICA DEL MOVIMIENTO,  
PROTOTIPOS.**

**AUTOR: D. GARCÍA CORTÉS, José Manuel.  
TUTORES: D. SIERRA VELASCO, José Manuel.  
D. CARDENAS FERNÁNDEZ, Modesto.**

**FECHA: JULIO 2023.**

# **ÍNDICE GENERAL**

<b>MEMORIA.....</b>	<b>3</b>
<b>PRESUPUESTO. ....</b>	<b>57</b>
<b>PLANOS. ....</b>	<b>64</b>

**Memoria.**

# ÍNDICE

1.	Introducción.....	5
2.	Objetivos y alcances.....	9
3.	Acoplamiento Schmidt.....	11
3.1.-	Descripción.....	11
3.2.-	Características.....	16
3.3.-	Diseño del prototipo.....	17
3.4.-	Prototipo final.....	25
3.5.-	Aplicación del prototipo.....	26
4.	Doble junta universal cardan.....	30
4.1.-	Descripción.....	30
4.2.-	Características.....	33
4.3.-	Análisis de velocidades.....	33
4.4.-	Diseño del prototipo.....	36
4.5.-	Prototipo final.....	47
4.6.-	Aplicación del prototipo.....	49
5.	Fabricación de los prototipos.....	52
5.1.-	Impresión 3d.....	52
5.2.-	Procesos de mecanizado mediante arranque de viruta.....	53
6.	Conclusiones.....	55
7.	Bibliografía.....	56

# 1. Introducción.

En el diseño de máquinas, los acoplamientos desempeñan un papel crucial al transmitir el movimiento entre diferentes partes. Los acoplamientos permiten la conexión de ejes o árboles de transmisión, facilitando la transmisión de potencia, par y velocidad. Además, también pueden compensar diferentes tipos de desalineaciones entre los ejes conectados.

Los acoplamientos son utilizados para transmitir el movimiento de rotación. Estos dispositivos mecánicos son fundamentales para asegurar una transferencia eficiente de potencia y garantizar un funcionamiento suave y correcto de los componentes de la máquina.

Además de su función principal de transmitir el par, la potencia y la velocidad, los acoplamientos pueden adaptarse a diferentes desalineaciones. En las aplicaciones industriales, es común que los ejes de transmisión no estén perfectamente alineados debido a diversas razones, como el montaje incorrecto, deformaciones estructurales o tolerancias de fabricación. Los acoplamientos pueden absorber estas desalineaciones, permitiendo un funcionamiento adecuado y evitando daños en los componentes de transmisión.

El objetivo del empleo de estos elementos es unir dos árboles alineados, uno delante de otro aproximadamente en prolongación, de modo que giren juntos. Pueden unir árboles con el mismo diámetro o con diámetros distintos. Transmiten un par de giro o potencia entre los dos árboles, y podemos distinguir en principio entre dos tipos de acoplamientos, rígidos o flexibles.

1. **Acoplamientos Rígidos:** Estos acoplamientos no admiten ninguna desalineación en los ejes, lo que los hace adecuados para aplicaciones donde la coaxialidad de los ejes se mantiene con seguridad. La selección de estos acoplamientos se efectúa por el diámetro de los ejes a enlazar, y sus capacidades están en relación directa a la capacidad de transmisión de potencia del eje al cual pueden ser acoplados. Los acoplamientos rígidos se dividen en acoplamiento rígido de platos, acoplamiento rígido de bridas y acoplamiento de manguitos.



Ilustración 1.1 - De izquierda a derecha, acoplamiento rígido de platos, de bridas y de manguitos.

2. Acoplamientos Flexibles: Permiten cierta desalineación de los ejes, ya que absorben las fuerzas que provocan cargas axiales, angulares o paralelas mediante elementos flexibles. Estos vienen limitados por las tensiones máximas aceptables de sus elementos flexibles. Existen:

- Acoplamientos flexibles rígidos a torsión, se emplean para transmitir momentos de manera precisa y sin pérdida del ángulo correspondiente. Algunos son los acoplamientos de barriletes, dientes abombados y láminas.



Ilustración 1.2 - De izquierda a derecha, acoplamiento de barriletes, de dientes abombados y de láminas.

- Acoplamientos elásticos a torsión, sirven principalmente para absorber las vibraciones o sacudidas de momento de giro de modo elástico. Para ello se emplean elementos intermedios deformables. Algunos son los acoplamientos de resortes, elementos elásticos intermedios y varios elementos elásticos intermedios.



Ilustración 1.3 - De izquierda a derecha, acoplamiento de resortes, con elemento elástico intermedio y con varios elementos elásticos intermedios.

Los acoplamientos flexibles reducen las fuerzas de reacción en los apoyos por errores de posicionamiento de los árboles, compensan la falta de uniformidad del momento de giro, modifican el número crítico de revoluciones y amortiguan las vibraciones de torsión. Estos acoplamientos flexibles comentados anteriormente son adecuados para desalineaciones angulares de hasta  $3^\circ$  o  $4^\circ$  y aproximadamente hasta 7 a 12 mm de falta de paralelismo entre ejes, dependiendo del diseño.

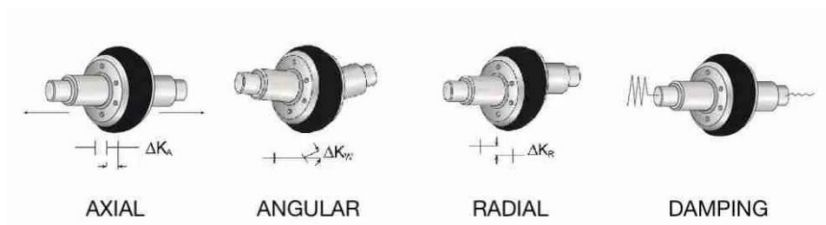


Ilustración 1.4 - Efectos de los acoplamientos flexibles.

Existen otros tipos de acoplamientos especiales para aplicaciones concretas, como los acoplamientos para grandes desalineaciones axiales (como la junta Cardan simple), los acoplamientos para grandes desalineaciones radiales (como la junta Cardan doble, el acoplamiento Schmidt y la junta Oldham), y se pueden emplear ejes intermedios conectados mediante uniones que permiten el desplazamiento axial.



Ilustración 1.5 - De izquierda a derecha, junta cardan doble, acoplamiento Schmidt y junta Oldham.



## 2. Objetivos y alcances.

El presente proyecto consiste en el diseño de dos nuevos prototipos de mecanismos para la transmisión de movimiento en casos especiales. Estos prototipos estarán destinados a ser utilizados en prácticas de asignaturas como Cálculo y Diseño de Máquinas o Teoría de Máquinas y Mecanismos, con el propósito de visualizar y comprender los conceptos asociados a dichos mecanismos.

El primer prototipo se enfocará en el diseño de un acoplamiento Schmidt, destinado para situaciones de grandes desalineaciones radiales. Este mecanismo permite la transmisión de movimiento entre dos ejes paralelos, incluso cuando no están alineados. Además, tiene la capacidad de transmitir movimiento incluso con variaciones en la distancia radial entre los ejes durante su funcionamiento. El prototipo permitirá observar cómo se logra esta transmisión de movimiento y cómo el acoplamiento Schmidt puede adaptarse a las desalineaciones entre los ejes.

El segundo prototipo se trata de una doble junta universal cardan. Este mecanismo se utiliza para transmitir movimiento entre ejes que pueden presentar una desalineación radial importante o una desalineación angular. El prototipo permitirá visualizar y comprender las variaciones de velocidad que se producen debido a las desalineaciones entre las velocidades del brazo intermedio y del eje de salida. Además, se podrán estudiar las variaciones de velocidad al cambiar el ángulo de las juntas respecto al eje de entrada o al variar el ángulo entre las propias juntas.

Como se menciona en el capítulo anterior, los dos prototipos planteados son elementos para casos especiales, mientras que la doble junta universal cardan está destinada para grandes desviaciones radiales y angulares, el acoplamiento Schmidt se utiliza para grandes desviaciones radiales. Estos acoplamientos poseen más características que se mostrarán a continuación.

Mediante la realización y estudio de estos prototipos se complementará los conocimientos sobre mecanismos de transmisión mecánica, así como las habilidades de modelaje de piezas en 3D mediante software de modelado sólido. Además, con estos prototipos se aumenta el número de ejemplos de mecanismos que existen en el laboratorio para facilitar el aprendizaje de los alumnos que cursan asignaturas de esta área.

A continuación, se puede observar dos prototipos realizados por un alumno.



Ilustración 2.1 - Paradoja de Ferguson.

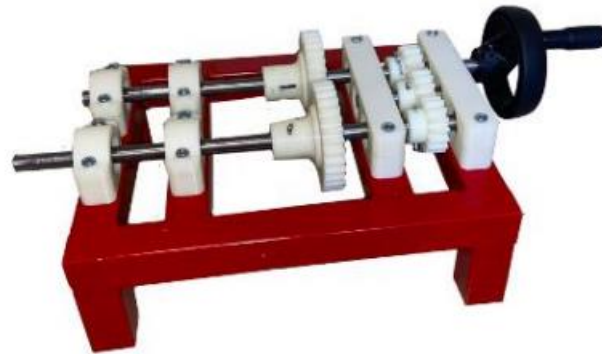


Ilustración 2.2 - Mecanismo con doble embrague.

En esta memoria se detallarán todos los datos técnicos, económicos y funcionales de dichos prototipos.

## 3. Acoplamiento Schmidt.

Como se comenta anteriormente, el primer prototipo se trata de un acoplamiento Schmidt similar al que se puede observar en la Ilustración 3.1. Este mecanismo nos permite transmitir el movimiento entre dos ejes desalineados radialmente, además de variar la posición del eje de salida radialmente en el área de un círculo.

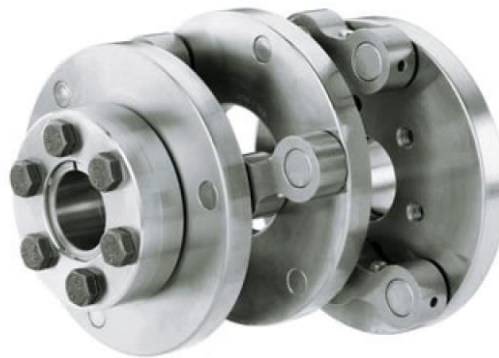


Ilustración 3.1- Ejemplo comercial de un acoplamiento Schmidt.

### 3.1.- DESCRIPCIÓN.

Como se puede observar en la Ilustración 3.1, el acoplamiento cuenta con tres platos de igual tamaño que están conectados entre sí mediante bielas. Para conectar estas bielas a los platos, estos cuentan con unos orificios en los que se insertan unos pasadores, a su vez las bielas se conectan en un extremo a un pasador del plato que transmite el movimiento y en su otro extremo al a un pasador del plato que recibe el movimiento.

Este mecanismo tiene la peculiaridad de que es capaz de transmitir el giro a la vez que se puede variar radialmente la posición del eje de salida en un área de un círculo cuya dimensión la establecen el tamaño de las bielas, ya que los platos son del mismo tamaño y disponen de las mismas características, exceptuando el plato intermedio que dispone de seis pasadores, tres para conectar las bielas provenientes del plato primario que es el que recibe el giro del eje de entrada, y tres para conectar las bielas que transmiten el giro al plato terciario, este al eje de salida. En nuestro prototipo, las bielas disponen de una distancia de 60 mm entre orificios donde se conectan los pasadores, lo que quiere decir que sitúan a 60 mm el centro

del plato que recibe le movimiento del que lo transmite. En la Ilustración 3.2 se puede observar como la desviación entre platos es 60 mm debido al tamaño de las bielas.

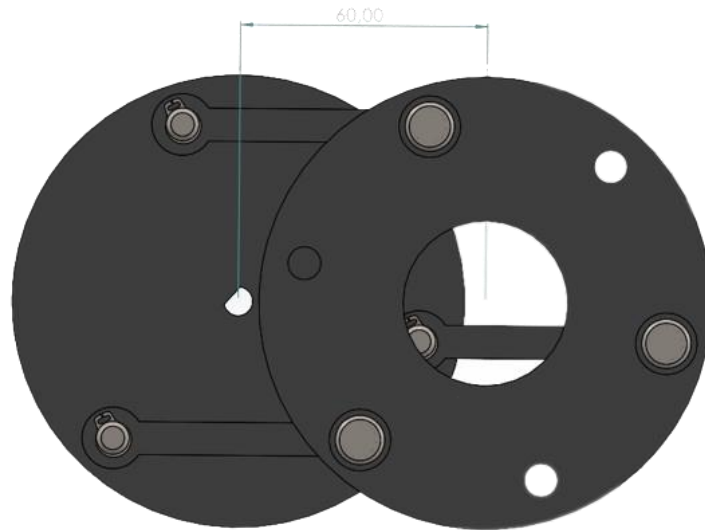


Ilustración 3.2 - Desviación entre platos.

Como la desviación entre platos es 60 mm, la desviación máxima entre el eje de entrada y el eje de salida del acoplamiento será 120 mm, estableciendo un rango de movimiento radial del eje de salida respecto al de entrada un círculo de radio 120 mm. En la Ilustración 3.3 se puede observar que el área rayada es el rango de movimiento del eje de salida respecto al de entrada.

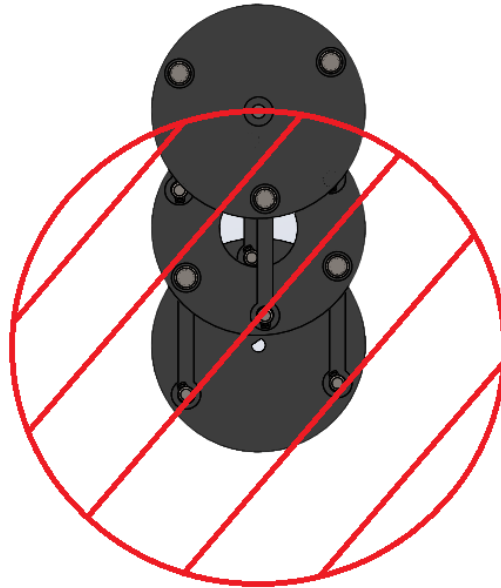


Ilustración 3.3 - Rango de movimiento del acoplamiento Schmidt.

Para que las bielas puedan transmitir el giro, entre estas y los pasadores existe un rodamiento que elimina el rozamiento y estas puedan girar sobre los pasadores sin problema. En el prototipo diseñado no existe tal rodamiento, pero no es necesario ya que su función es educativa y el mecanismo no debe transmitir un par. Para que las bielas giren sobre los pasadores, se han diseñado de manera que exista un juego con holgura entre ellos eliminando lo máximo posible el rozamiento.

En la Ilustración 3.4, Ilustración 3.5 y Ilustración 3.6 se muestran varias posiciones características del acoplamiento Schmidt, pudiéndose observar el rango de movimiento.

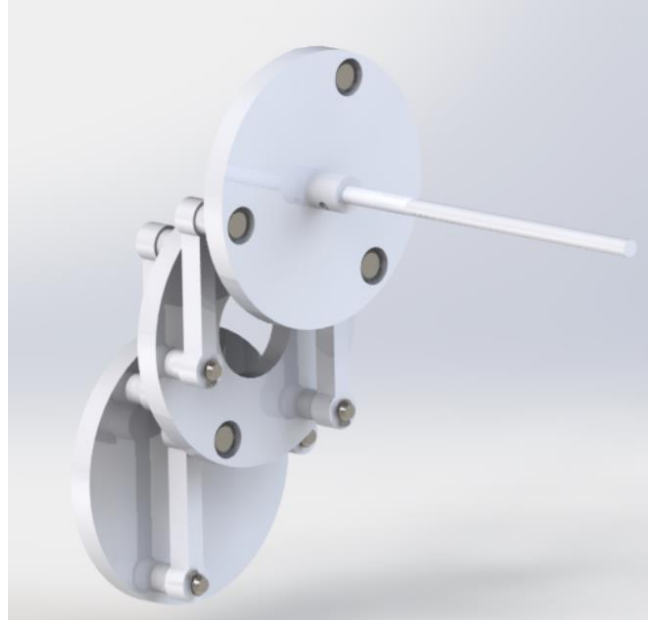


Ilustración 3.4 - Acoplamiento Schmidt con máxima distancia entre ejes.

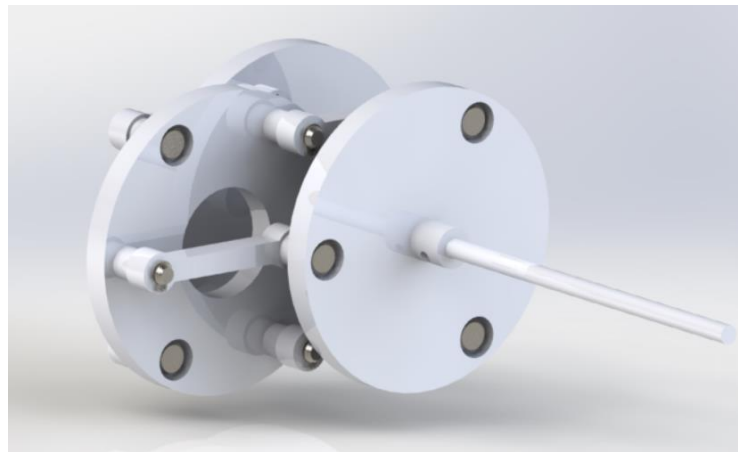


Ilustración 3.5 - Acoplamiento Schmidt con ejes alineados.

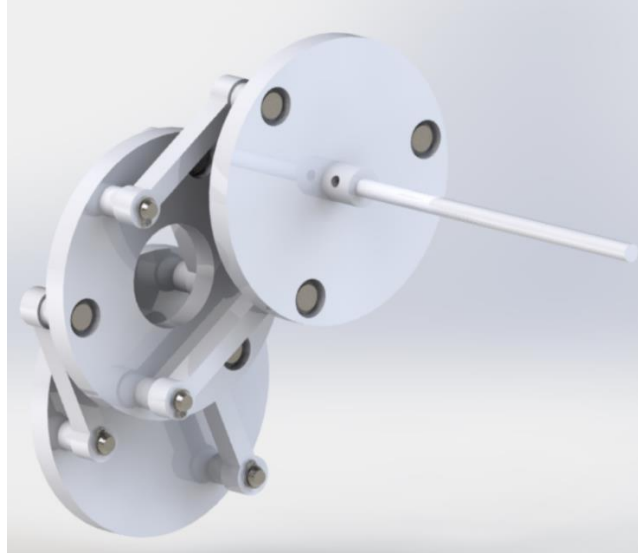


Ilustración 3.6 - Acoplamiento Schmidt con ejes en posición aleatoria.

Debido al movimiento del acoplamiento, las fuerzas que actúan sobre el acoplamiento son significativas en las bielas, ya que, según su posición, en estas se producen un esfuerzo de tracción o compresión. En la Ilustración 3.7 se puede observar el giro de los platos y como las bielas sufren los esfuerzos de compresión y tracción según su posición, siendo de compresión en la biela donde las flechas apuntan una a la otra y de tracción en la biela donde no se apuntan una a la otra. Las posiciones marcadas en X son las correspondientes al punto de transición de tracción y compresión, por lo que en esos puntos las bielas no sufren ningún esfuerzo. Las posiciones marcadas con un triángulo son las correspondientes a los puntos de máximo esfuerzo de las bielas.

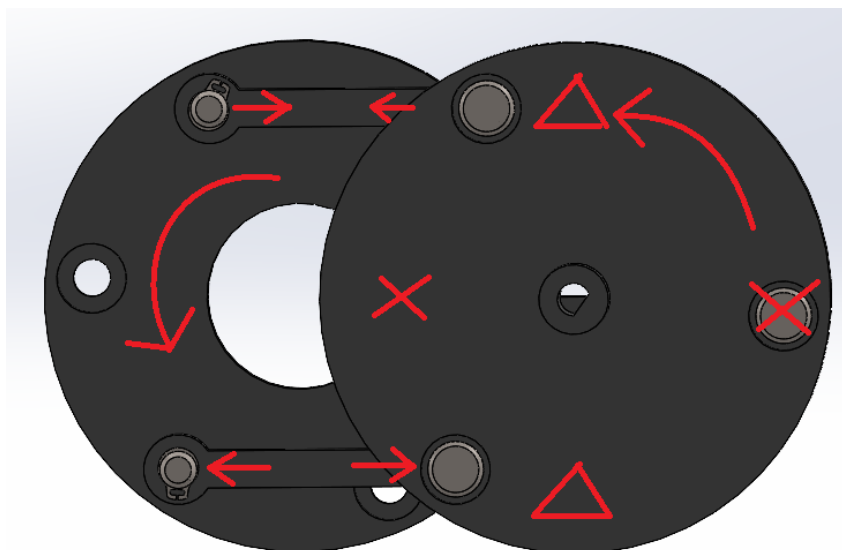


Ilustración 3.7 - Esfuerzos acoplamiento Schmidt.

Según esto los esfuerzos soportados por una biela en un ciclo describirán una gráfica sinusoidal como la que se puede observar en la Ilustración 3.8, siendo los puntos máximos los marcados con un triángulo en la Ilustración 3.7.

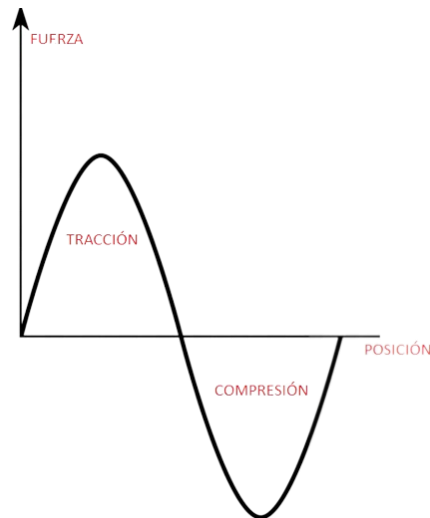


Ilustración 3.8 - Esfuerzos soportados por una biela.

### 3.2.- CARACTERÍSTICAS.

Un acoplamiento Schmidt comercial es un mecanismo robusto que nos permite transmitir el giro entre dos ejes descentrados mientras mantiene constante el par y la velocidad angular. El diseño compacto de este mecanismo elimina vibraciones radiales y no produce cargas laterales, al tiempo que permite cambios en la desalineación de ejes sin pérdida de rendimiento.

Estos mecanismos suelen utilizarse en varios campos como la laminación o procesamiento de papel, procesamiento de metales, montajes automatizados, entre otras.



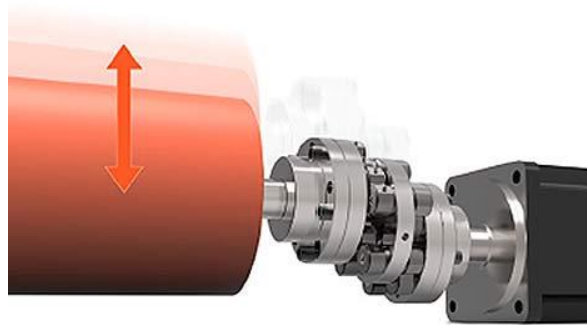


Ilustración 3.9 - Acoplamiento Schmidt acoplado a un rodillo de laminación.

### 3.3.- DISEÑO DEL PROTOTIPO.

En este apartado se describirá el prototipo y los elementos que se han utilizado tanto comerciales como los impresos en 3D. Se ha diseñado a un tamaño en el que se pueda apreciar correctamente su funcionamiento a la vez de que fuera lo suficientemente robusto y ligero.

Para la bancada del prototipo se han utilizado perfiles de aluminio de 30 x 30 mm de la casa Fasten, unidos mediante escuadras de fijación y tuercas diseñadas para estos perfiles.



Ilustración 3.10 - Bancada del prototipo acoplamiento Schmidt.

En cuanto a la generación de movimiento, se ha elegido un motor eléctrico modelo 68KTYZ cuyas dimensiones se pueden observar en la Ilustración 3.11.



Ilustración 3.11 - Dimensiones del motor 68KTYZ.

Las características del motor son las siguientes:

- Velocidad: 20rpm.
- Potencia: 28 w.
- Tensión: 220 V AC.
- Par motor: 1.61 N/m.

La sujeción del motor a la bancada se ha realizado mediante la adquisición de un soporte diseñado para este modelo de motor, se puede observar en la Ilustración 3.12.



Ilustración 3.12 – Motor 68KTYZ con soporte.

Para transmitir la corriente al motor se ha elegido un selector de la casa Siemens modelo 3SB3400-0D.



Ilustración 3.13 - Selector Siemens

Los elementos del acoplamiento Schmidt se han modelado mediante software de modelado 3D, salvo los pasadores y los circlips que actúan como retenes. Los pasadores utilizados pertenecen a la norma DIN-1444A de 28 mm de longitud y 8 mm de diámetro, mientras que los circlips corresponden a la norma DIN-471 para diámetro de 7mm. A dichos pasadores se les ha mecanizado una ranura para disminuir el diámetro a 7 mm y poder introducir los circlips.

En la Ilustración 3.6 se puede observar el acoplamiento Schmidt diseñado, con capacidad para desplazar radialmente el eje de salida con respecto al eje del motor, ya que este está fijo, en un área de un círculo de diámetro de 240mm. Este rango de movimiento viene

determinado por las bielas, ya que los tres platos que conforman el mecanismo disponen los agujeros de los pasadores a 45 mm del centro del plato y las bielas tienen los agujeros en los que se introducen los pasadores a 60 mm de centro a centro. El plato primario y el terciario son iguales, y se han diseñado para que puedan acoplarse al eje del motor y de salida respectivamente fijándose mediante un tornillo que actúa como pasador ajustado por una tuerca. Tanto los platos como los ejes disponen de un agujero pasante para poder incorporar el tornillo.

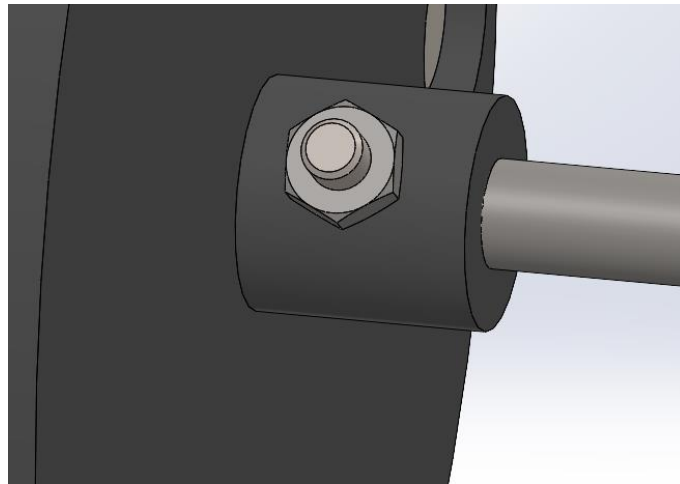


Ilustración 3.14 - Unión entre plato terciario y el eje de salida.

Para el desplazamiento vertical del eje de salida se ha optado por incorporar un husillo de 330mm de longitud más tuerca de rosca trapecoidal T8x2mm como el de la Ilustración 3.15. Mientras que para el desplazamiento horizontal se ha utilizado un carro y guía lineal de 290mm de longitud modelo BRS20B de la casa Abballinear, similar al de la Ilustración 3.16.



Ilustración 3.15 - Husillo y tuerca con rosca trapecoidal.

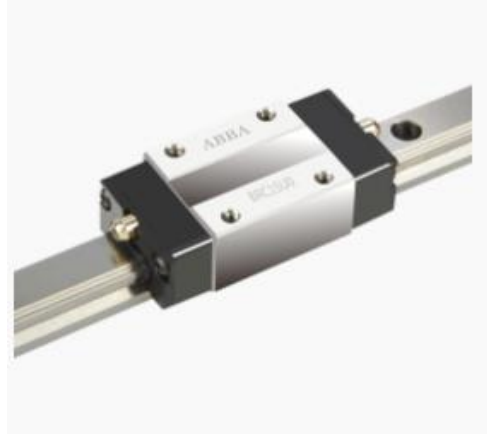


Ilustración 3.16 - Carro y guía lineal.

Para combinar los dos desplazamientos se ha diseñado una estructura en la que el husillo es soportado por dos ejes, una placa de sujeción superior y otra inferior que está atornillada al carro. En los ejes se han mecanizado roscas a cada lado para poder introducir tuercas y que la estructura sea sólida. Además, el husillo también ha sido mecanizado en los extremos para que tenga un diámetro de 5mm, y se apoye en unos rodamientos del mismo diámetro con referencia MR105-2RS. En la Ilustración 3.17 se puede observar una vista seccionada en la que los ejes de izquierda y derecha están ajustados al soporte inferior mediante tuercas y el husillo situado entre los dos ejes se apoya sobre el rodamiento. Para el soporte superior se ha diseñado de la misma manera.

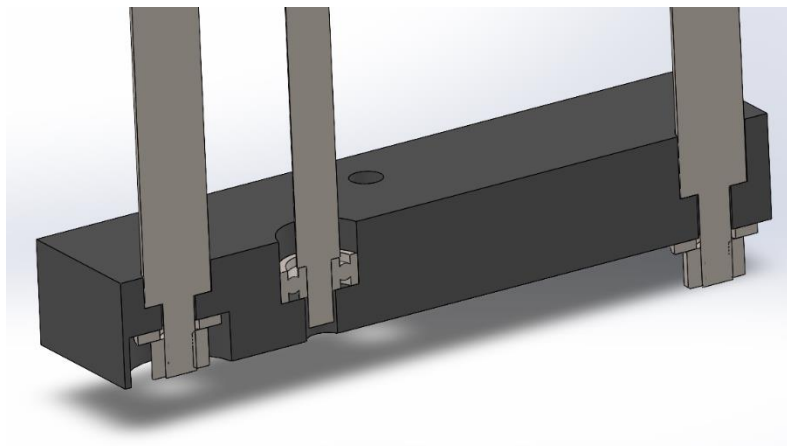


Ilustración 3.17 - Vista de sección del soporte inferior, ejes de sujeción y husillo.

En cuanto al eje de salida, se le ha diseñado una caja en la que en su interior se alojan dos rodamientos de 7mm de diámetro interior con referencia 627-2RS. Estos rodamientos son encargados de contrarrestar las oscilaciones que puedan surgir en el eje de salida si este solo

está fijo en un extremo. En la Ilustración 3.18 se puede observar la vista seccionada de la disposición de la caja, los rodamientos y el eje de salida.

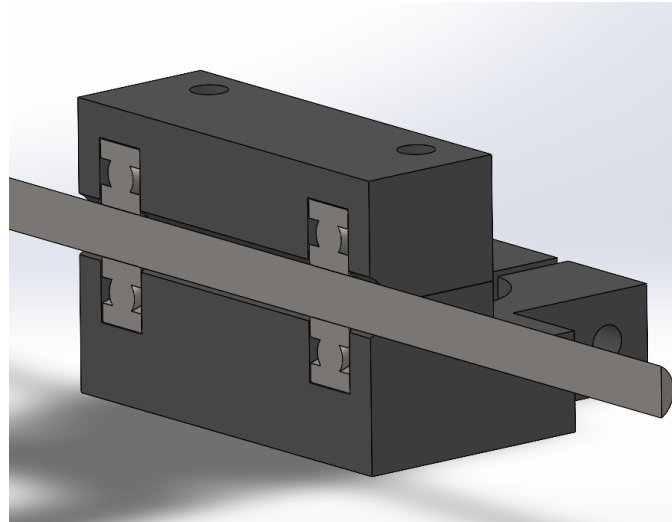


Ilustración 3.18 - Vista seccionada de la caja y eje de salida.

A su vez, la parte inferior de la caja se ha diseñado también como base para la tuerca del husillo, y de unos rodamientos lineales que se utilizan como guía en los ejes que se mencionaron anteriormente. La función de estos rodamientos es que las fuerzas laterales que se genera en el eje de salida no sean soportadas solo por la tuerca del husillo, sino también por los ejes. Estos rodamientos son de la casa SKF modelo LBBR12. La tuerca del husillo se ha situado debajo de la caja de salida. En la Ilustración 3.19 se puede observar la disposición de los rodamientos lineales y de la tuerca junto con la caja de salida.

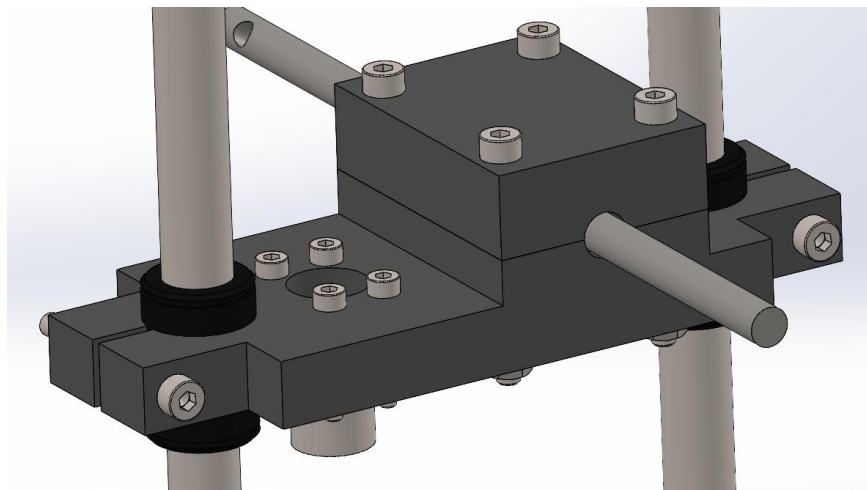


Ilustración 3.19 - Disposición de la caja de salida, tuerca de husillo y rodamientos lineales.

El diseño de la estructura correspondiente a las partes anteriormente descritas se puede observar en la Ilustración 3.20. Se ha incorporado una manivela, modelada también mediante software, con pomo para poder girar el husillo de manera fácil y ergonómica.

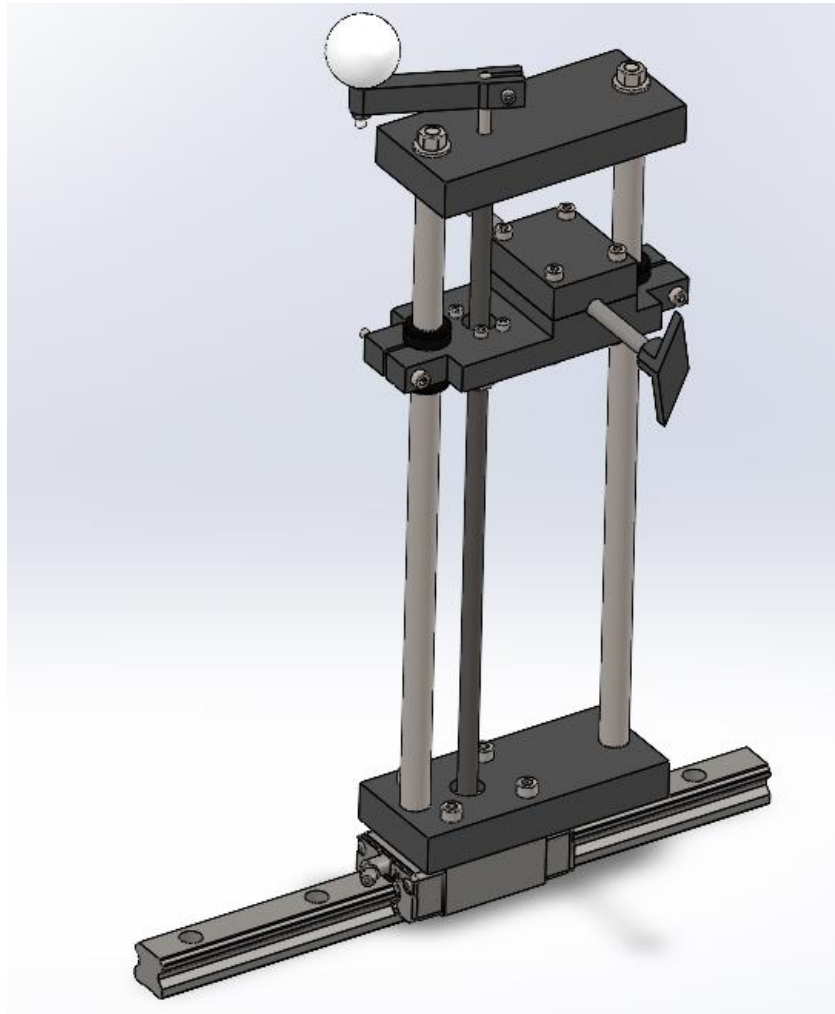


Ilustración 3.20 - Estructura para desplazar el eje de salida.

Respecto a la tornillería, todos los tornillos corresponden a la norma DIN 912 de calidad 4.6, las tuercas a la DIN 439 y DIN 555 y arandelas a la DIN 522 y DIN 6908, aunque puede utilizarse cualquier tornillo que respete la métrica establecida. La calidad 4.6 quiere decir que tiene una resistencia a la tracción de  $400 \text{ N/mm}^2$ .

Las normas y referencias de fabricantes correspondientes a los elementos comerciales se especificarán en el plano de conjunto.

El diseño del prototipo con todos los componentes se puede observar en la Ilustración 3.21 y Ilustración 3.22. La guía lineal, el soporte del motor y la pletina de sujeción del selector se

fijan a la bancada mediante tornillos y tuercas de perfil al igual que las escuadras de fijación de los perfiles de aluminio que constituyen la bancada.

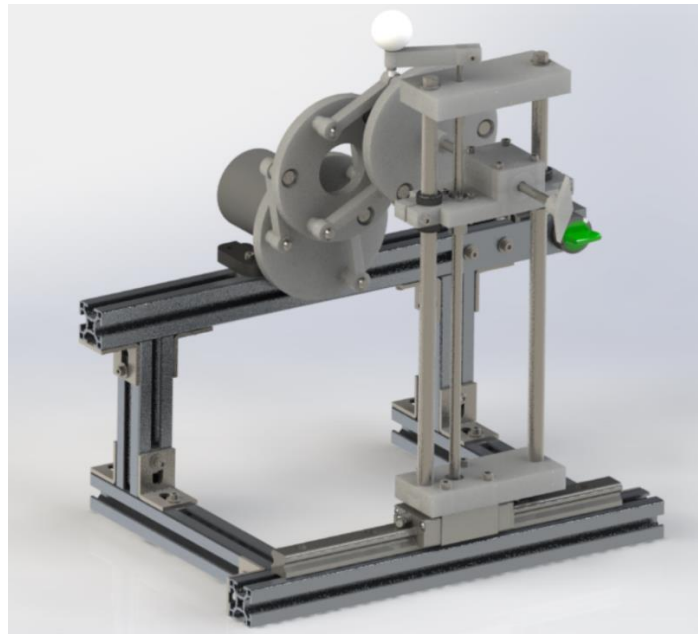


Ilustración 3.21 - Diseño del prototipo acoplamiento Schmidt.

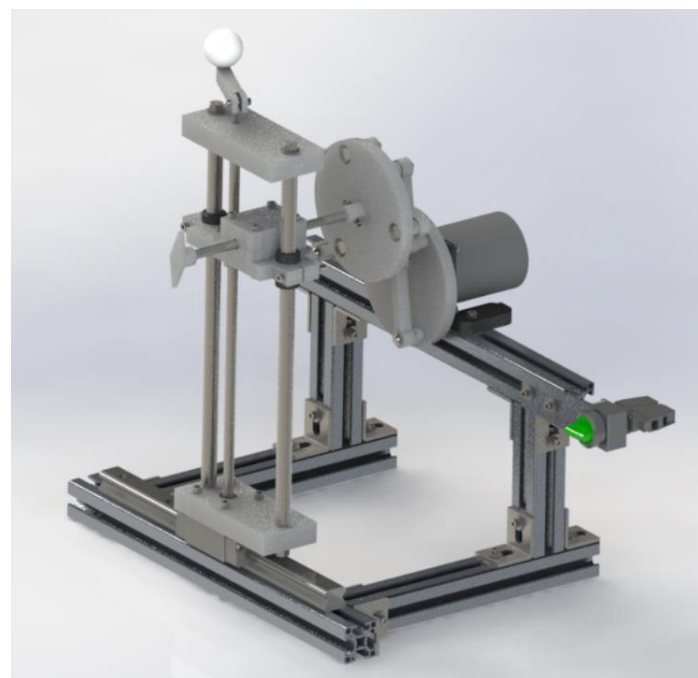


Ilustración 3.22 - Diseño del prototipo acoplamiento Schmidt.



### 3.4.- PROTOTIPO FINAL.

En la Ilustración 3.23, Ilustración 3.24 y Ilustración 3.25 se puede observar el prototipo final correspondiente a lo especificado en el apartado anterior.

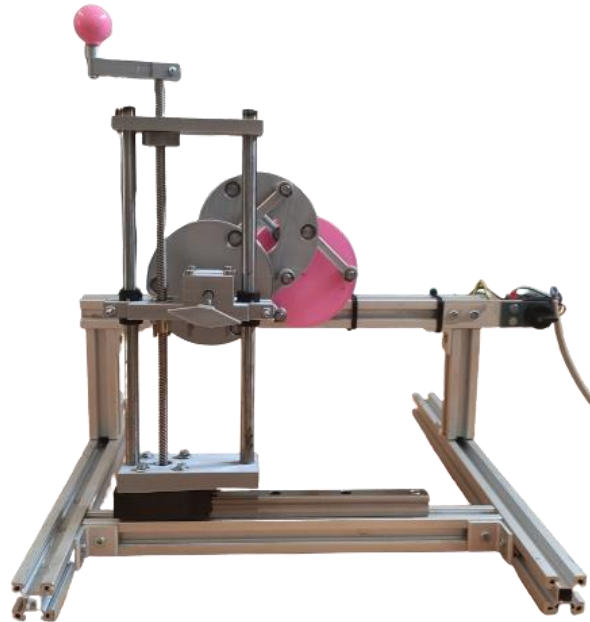


Ilustración 3.23 - Vista frontal del prototipo Schmidt.

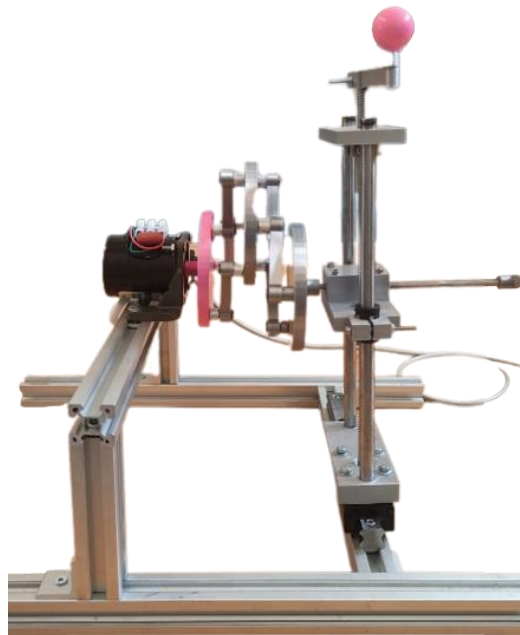


Ilustración 3.24 - Vista lateral del prototipo Schmidt.

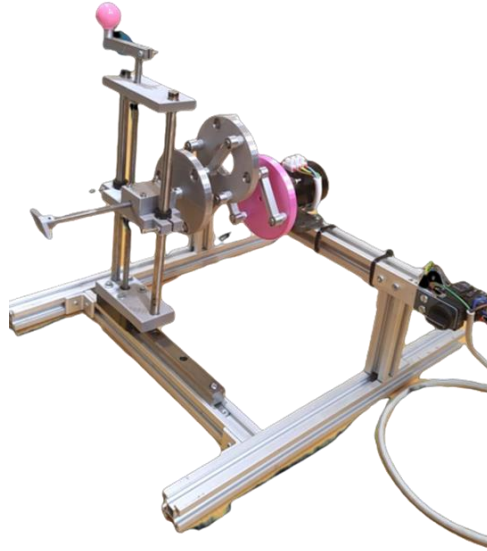


Ilustración 3.25 - Vista en perspectiva del prototipo Schmidt.

Las características finales del prototipo son las siguientes:

- Peso: 5,8 kg.
- Largo: 346 mm.
- Ancho: 356 mm.
- Altura: 425 mm.

Según estas características, el prototipo cumple con los requisitos expuestos anteriormente, teniendo el suficiente tamaño para apreciar el funcionamiento, así como ligero y robusto para su transporte si fuera necesario.

### **3.5.- APLICACIÓN DEL PROTOTIPO.**

El diseño final del prototipo no permite desplazar el eje de salida en el rango completo de 120 mm de radio, pero sí lo suficiente para entender el movimiento. En la Ilustración 3.26 se puede observar el rango de desplazamiento del prototipo.

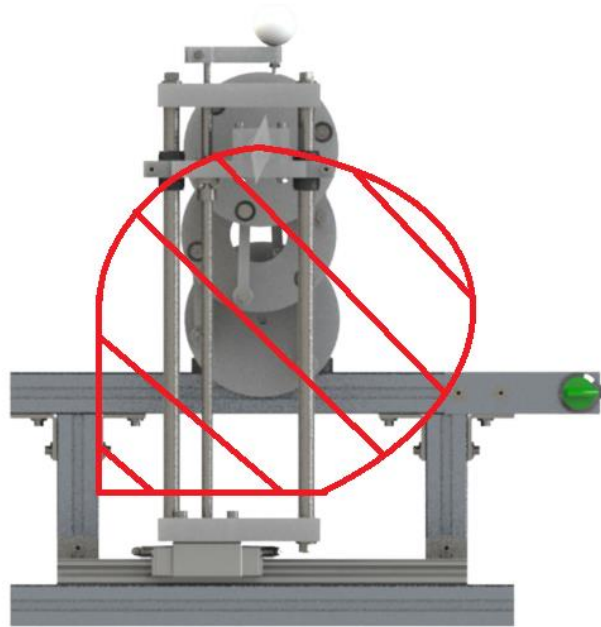


Ilustración 3.26 - Rango de desplazamiento del prototipo final

Para variar la posición del eje de salida se ha de accionar la manivela para que el husillo de rosca trapezoidal gire y la tuerca, que esta unida a la caja del eje de salida, pueda subir o bajar según el sentido de giro en el que se accione la manivela. El desplazamiento horizontal se encarga la guía lineal. Para el estudio del movimiento se puede accionar la manivela al mismo tiempo que se desplaza horizontalmente o se pueden hacer los desplazamientos individualmente.

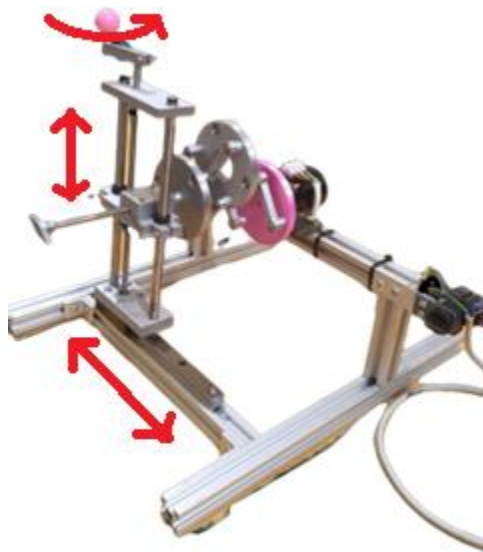


Ilustración 3.27 - Desplazamientos del prototipo.

Además, si se desea verificar que se mantiene la velocidad entre los ejes de entrada y salida independientemente de su posición relativa dentro del área de trabajo, se puede emplear un tacómetro para medir las velocidades en ambos ejes.

Para realizar la medición, se debe conectar el tacómetro en el plato primario y registrar la velocidad de rotación. Luego, se debe repetir el proceso con el plato terciario y nuevamente registrar la velocidad de rotación.

En la Ilustración 3.28 se puede observar el tacómetro utilizado, y en la Ilustración 3.29 y Ilustración 3.30 se puede observar como la velocidad medida por el tacómetro es casi la misma, la pequeña variación que se observa de 70,4 rpm a 70,6 rpm se puede deber a error humano en el posicionamiento del tacómetro o que el plato no es perfectamente circular.



Ilustración 3.28 - Tacómetro.



Ilustración 3.29 - Toma de velocidad del plato primario.

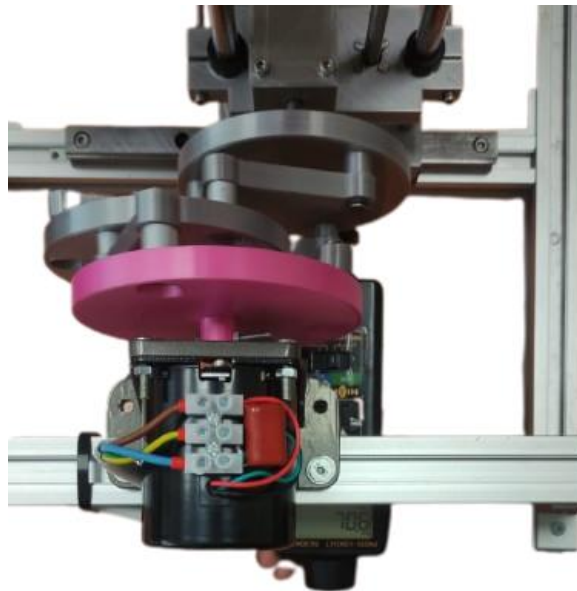


Ilustración 3.30 - Toma de velocidad del plato terciario.

## 4. Doble junta universal cardan.

El segundo prototipo se trata de una doble junta universal cardan con brazo telescópico similar al de la Ilustración 4.1. Una junta universal cardan permite transmitir el giro entre dos ejes no coaxiales de forma sencilla, por lo que una doble junta cardan nos permite transmitir el giro entre dos ejes que estén alejados uno de otro.



Ilustración 4.1 - Doble junta cardan telescópica.

### 4.1.- DESCRIPCIÓN.

En la Ilustración 4.1 se puede observar que la doble junta cardan es un mecanismo sencillo en las que se diferencian tres partes, la primera junta universal que recibe el giro del eje de entrada, el brazo intermedio telescópico que recibe el giro de la primera junta universal y la segunda junta universal que le transmite el giro el brazo telescópico, siendo este último un eje estriado introducido en un tubo con el mismo perfil.

Una junta universal cuenta de tres partes, dos horquillas y una cruceta. Entre las horquillas y la cruceta existen rodamientos para eliminar el rozamiento y transmitir el giro sin dificultad. En la Ilustración 4.2 se puede ver una junta universal cardan.



Ilustración 4.2 - Junta universal cardan.

Cuando se utiliza una junta universal simple, si el eje motriz gira a una velocidad angular constante, el eje de salida girará a una velocidad angular variable y estará sujeto a variaciones angulares de aceleración. Esto puede causar vibraciones no deseadas en el movimiento. Por lo tanto, en aplicaciones a baja velocidad, solo se empleará una sola junta.

Sin embargo, al utilizar dos juntas universales conectadas por un eje intermedio, se elimina la variación de velocidad angular causada por una sola junta. Esto se logra al alinear adecuadamente las juntas de manera que el ángulo total entre los ejes de entrada y salida se distribuya equitativamente entre ambas juntas.

Al distribuir el ángulo entre dos juntas cardán en lugar de una sola, se reduce la variación de velocidad angular en el eje de salida. Esto ayuda a minimizar las vibraciones no deseadas y mejora el rendimiento del sistema de transmisión.

Es importante destacar que la alineación precisa y el diseño adecuado de las juntas cardán son fundamentales para lograr una distribución equitativa del ángulo y evitar problemas como vibraciones excesivas o desgaste prematuro.

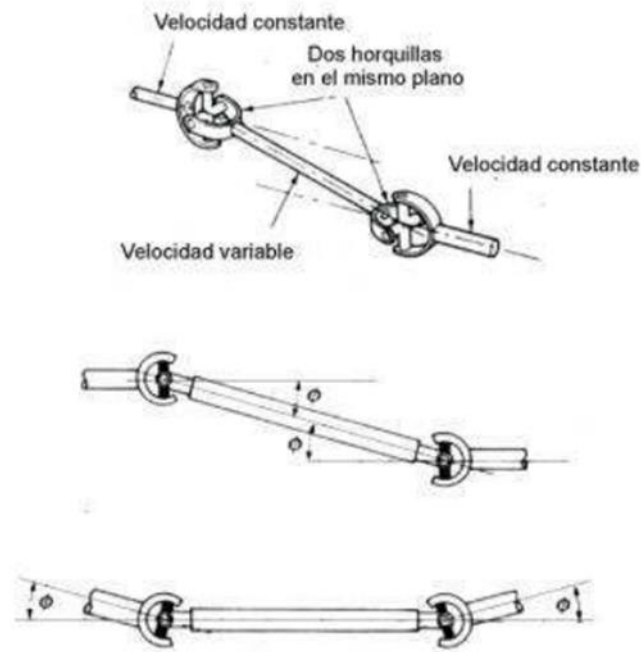


Ilustración 4.3 - Ejemplos de desviaciones de ejes en una doble junta cardan.

En la siguiente gráfica se puede observar cómo en un giro a una velocidad constante de 1 rpm del eje de entrada, se producen variaciones de velocidad en el eje de salida de una junta cardan. En el eje de abscisas tenemos la velocidad del eje de salida y en el eje de ordenadas la posición en grados en un giro. En diferentes colores tenemos las variaciones de velocidad a diferentes ángulos entre el ángulo de entrada y de salida, empezando por 15° hasta 60°.

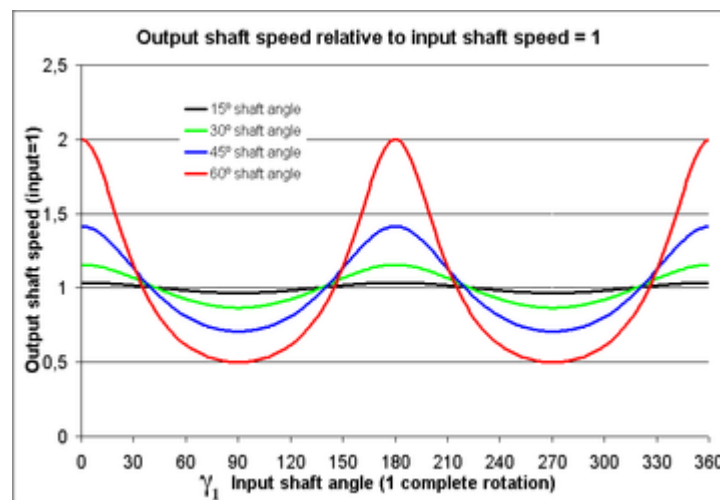


Ilustración 4.4 - Representación gráfica de la velocidad de una junta cardan.



## 4.2.- CARACTERÍSTICAS.

Una doble junta cardan es un mecanismo muy robusto que nos permite transmitir el giro entre dos ejes descentrados y alejados, permitiendo una sola junta universal diferencias angulares de hasta 25 grados.

La doble junta cardán se utiliza en aplicaciones donde es necesaria una mayor flexibilidad y compensación de desalineación, como en transmisiones de vehículos de tracción trasera o tracción en las cuatro ruedas, árboles de transmisión de camiones y maquinaria pesada, entre otros.



Ilustración 4.5 - Doble junta cardan utilizada en un vehículo.

## 4.3.- ANÁLISIS DE VELOCIDADES.

Como se ha mencionado anteriormente, en una junta cardan se producen variaciones de velocidad dependientes del ángulo formado entre el eje de entrada y el eje de salida.

En la Ilustración 4.6 se puede observar un diagrama polar de velocidades angulares, en el que se puede apreciar las velocidades del eje de entrada y de salida durante un giro completo. Estableciendo la velocidad del eje de entrada constante se produce una circunferencia como diagrama polar. En cambio, para el eje de salida se produce una elipse que corta la circunferencia en cuatro puntos, por lo que en un giro la velocidad del eje de entrada y de salida es la misma en cuatro ocasiones siendo superior o inferior la velocidad del eje de salida en el resto del giro.

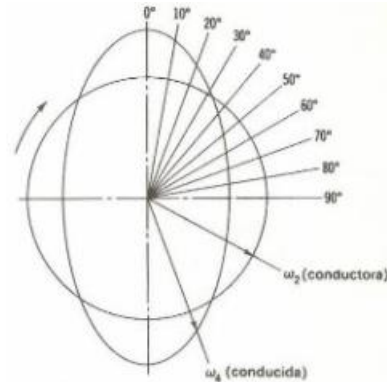


Ilustración 4.6 - Diagrama polar de velocidades.

Observando la Ilustración 4.7, el eje de entrada 2 se conecta mediante una junta cardan al eje de salida 4. Los ejes concéntricos coinciden en el punto O bajo el ángulo  $\beta$ . Los extremos de la cruzeta 3 están conectados a la horquilla en el punto C y D. Cuando se produce el giro, la recta AB describe una circunferencia en el plano vertical perpendicular al dibujo y CD describe otra circunferencia en un plano que forma el ángulo  $\beta$  con el anterior. Estas dos circunferencias son círculos máximos de la misma esfera cuyo centro es O. Durante el giro, los puntos A y C se encuentran a la misma distancia, es decir, a  $90^\circ$  del círculo máximo. La desviación máxima de la relación de transmisión se produce cuando uno de los puntos A o C corta la intersección de los dos círculos máximos.

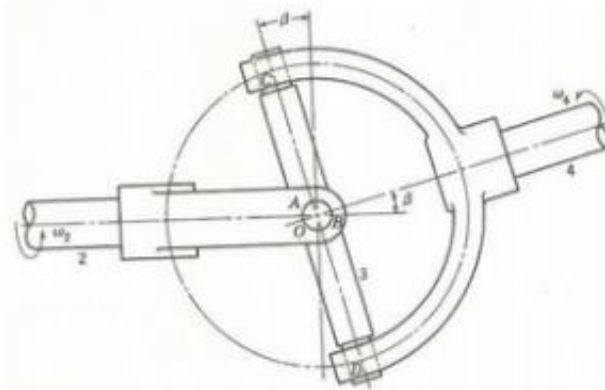


Ilustración 4.7 - Análisis de las velocidades en una junta cardan.

En la Ilustración 4.8 se observan los dos círculos máximos sobre los que se mueven los puntos A y C. La intersección de ambos es D y forman entre sí el ángulo  $\beta$ . Estableciendo que el punto A realiza una distancia  $\theta$  desde D. Entonces, el punto C debe estar sobre su círculo máximo, pero separado del punto A un arco AC de  $90^\circ$ , y detrás de A. Definiendo

C', situando 90° delante de C sobre el círculo máximo en el que se mueve C. Los triángulos AC'D y AC'C son esféricos. Los arcos AC y C'C son de 90° y, por tanto, son lados rectos.

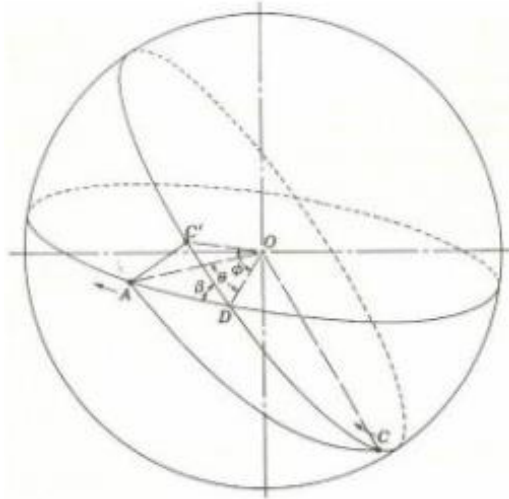


Ilustración 4.8 - Relación de ángulos de una junta cardan.

Siendo el triángulo esférico rectángulo AC'D, en el que el ángulo AC'D es recto, C'DA es el ángulo que forman los ejes  $\beta$ , el arco AD es el ángulo girado por el eje conductor y C'D, señalado con  $\varphi$ , el ángulo que gira el eje conducido, de las ecuaciones de los ángulos esféricos.

$$\cos \beta = \tan \varphi \cot \theta \quad (1)$$

Para obtener una relación entre las velocidades angulares, se escribe con las variables separadas

$$\tan \varphi = \cos \beta \tan \theta \quad (2)$$

Derivando respecto al tiempo,

$$\dot{\varphi} \sec^2 \varphi = \dot{\theta} \cos \beta \sec^2 \theta \quad (3)$$

Como  $\dot{\varphi} = \omega_4$  la velocidad del eje conducido, y  $\dot{\theta} = \omega_2$ , la velocidad angular del eje conductor, la relación de velocidades angulares es:

$$\frac{\omega_4}{\omega_2} = \frac{\cos \beta \sec^2 \theta}{\sec^2 \varphi} = \frac{\cos \beta \sec^2 \theta}{1 + \tan^2 \varphi} \quad (4)$$

Sustituyendo la ecuación 2 en la ecuación 3 se tiene:

$$\frac{\omega_4}{\omega_2} = \frac{\cos\beta}{1 - \text{sen}^2\theta \text{sen}^2\beta} \quad (5)$$

Suponiendo el ángulo entre los ejes  $\beta$  es constante, se obtiene el valor máximo, según la ecuación 2, cuando  $\text{sen}\theta = 1$ ; esto es, cuando  $\theta=90^\circ$ ,  $270^\circ$ , etc. El denominador es el máximo cuando  $\text{sen}\theta = 0$ , lo que permite determinar la relación mínima de velocidades.

En la Ilustración 4.9 se puede observar la relación entre el porcentaje de variación de la velocidad del eje de salida respecto al ángulo producido entre los ejes.

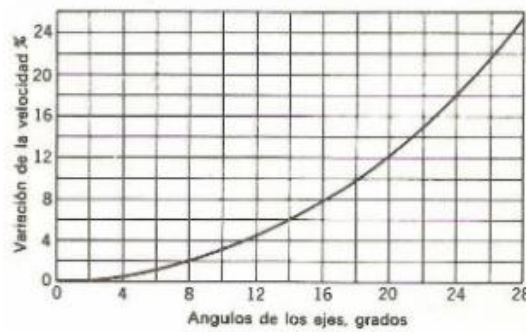


Ilustración 4.9 - Representación gráfica de la variación de velocidad en porcentaje.

Por lo tanto, en una doble junta cardan tendremos variaciones de velocidad del brazo respecto al eje de entrada y del eje de salida respecto al brazo, siendo las variaciones del eje de salida respecto al de entrada mayores o pueden que se anulen si se alinean los ejes de entrada y salida.

#### 4.4.- DISEÑO DEL PROTOTIPO.

En este apartado se describirá el diseño del prototipo y las piezas incorporadas, tanto comerciales como las modeladas mediante software de modelado 3D. El diseño tiene un tamaño suficiente para que pueda apreciarse su funcionamiento, a la vez de que es robusto y lo más ligero posible.

Para el prototipo se ha diseñado una bancada con perfiles de aluminio de 30 x 30 mm de la casa fasten unidos mediante escuadras de fijación y tuercas especiales para los perfiles. En la Ilustración 4.10 se puede observar la bancada.



Ilustración 4.10 - Bancada del prototipo de doble junta universal cardan.

En cuanto a la generación del giro se ha decidido incorporar un motor 68KTYZ con soporte igual que el utilizado en el prototipo del acoplamiento Schmidt y un selector e interruptor también iguales. Se pueden observar en la Ilustración 3.11, Ilustración 3.12 y Ilustración 3.13.

En la doble junta cardan se ha optado por adquirir una de comercio, y se ha decidido por una opción de la casa norelem cuya referencia es 23412-100230. En la Ilustración 4.11 se puede observar la doble junta cardan adquirida cuyas características son las siguientes:

- Diámetro interior de las juntas cardan: 10 mm.
- Diámetro exterior de las juntas cardan: 16 mm.
- Longitud de la doble junta cardan sin desplegar: 230 mm.
- Capacidad de extensión: 80 mm.



Ilustración 4.11 - Doble junta cardan adquirida.

Debido a que para apreciar las variaciones de velocidad en el prototipo se ha de poder variar el ángulo del eje de entrada y del eje de salida, se han diseñado dos estructuras para cada eje respectivamente.

Para el eje de entrada se ha realizado una estructura en el que el soporte del motor va unido a una sujeción móvil modelada mediante software, la cual dispone de una base y dos patas. Estas patas cuentan con dos orificios cada una, en el superior se introducirá una perilla de estrella a la que se le enroscará una tuerca de mariposa para poder apretar si se quiere fijar el ángulo o aflojar si se quiere variar. En el orificio inferior se introducirá un tornillo fijado con una tuerca que actuará como eje para permitir la variación del ángulo.

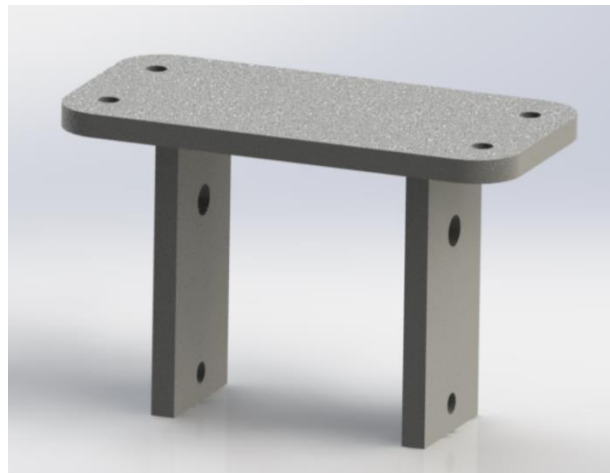


Ilustración 4.12 - Sujeción móvil para el motor.

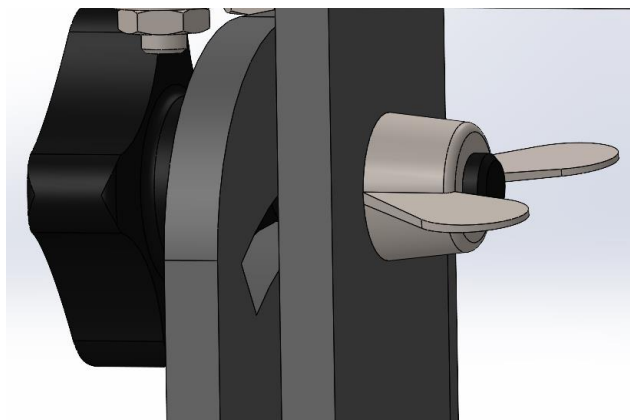


Ilustración 4.13 - Perilla de estrella y tuerca utilizadas para permitir o bloquear el giro del eje de entrada.

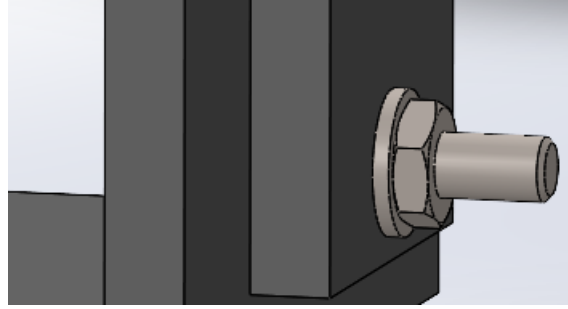


Ilustración 4.14 - Tornillo utilizado como eje para el giro del eje de entrada.

Esta sujeción móvil va sustentada por dos sujeciones fijas que disponen de una ranura, en la que se introduce la perilla de estrella, de modo que si se aprieta la mariposa a la sujeción móvil la perilla de estrella apriete esta sujeción fija no permitiéndose la variación del ángulo. También cuenta con un orificio inferior, en el que se introduce el tornillo que actúa como eje, y un orificio en la base para fijarla mediante un tornillo y tuerca de perfil a la bancada. En la Ilustración 4.15 se puede observar la sujeción fija descrita.

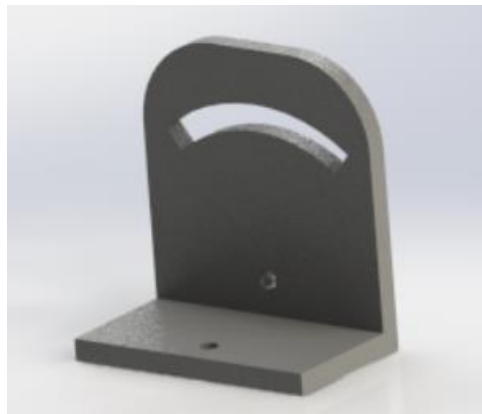


Ilustración 4.15 - Sujeción fija a perfiles.

En la Ilustración 4.16 se puede observar la estructura del eje de entrada.



Ilustración 4.16 - Estructura para el eje de entrada fijada a parte de la bancada.

En cuanto al eje de salida, se ha diseñado una estructura que permita también el desplazamiento vertical del mismo. Dicha estructura cuenta con una placa a la que se le han añadido cuatro orificios, uno para el eje de salida, dos para los tornillos que unen los soportes de rodamiento a la placa y uno para introducir una perilla de estrella. Se ha diseñado mediante software 3D y cuenta con 8 mm de espesor, ya que en sus extremos discurrirá por la ranura de unos perfiles de aluminio como los utilizados en la bancada, utilizándolos como guía para su desplazamiento vertical. En la Ilustración 4.17 se puede observar la placa de sujeción junto con los soportes de rodamientos la perilla de estrella utilizada para fijar el desplazamiento vertical.



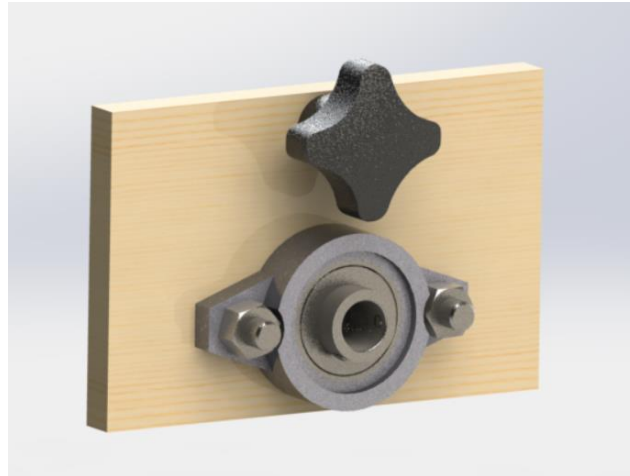


Ilustración 4.17 - Placa de sujeción con soportes de rodamientos y perilla de estrella.

A los perfiles de aluminio se les ha taladrado en un extremo un orificio para poder introducir un eje de 10 mm, produciéndose el giro sobre él. En este eje se han mecanizado una ranura en cada extremo para introducir un circlip que bloquee el movimiento lateral sobre este.



Ilustración 4.18 - Eje de giro de perfiles.

Al igual que en la estructura del eje de entrada se han utilizado unas sujeciones similares a las de la Ilustración 4.15 para poder fijar la estructura a la bancada. En la ranura superior se introduce una perilla de estrella que se introducirá a su vez en una tuerca de perfil, de modo que cuando se enrosque sobre esta apriete la sujeción contra el perfil bloqueando el giro.

La perilla de estrella que se puede observar en la Ilustración 4.17 tiene la función de enroscar en una palomilla como las utilizadas en la estructura del eje de entrada para que esta palomilla presione una placa de aluminio que actuaría como una pinza, presionando a los perfiles que actúan como guía para la placa de sujeción del eje, de modo que se haga la suficiente fuerza como para que la placa de sujeción del eje de salida no pueda desplazarse. En la Ilustración 4.19 se observa cómo actúa esta placa.



Ilustración 4.19 - Placa que actúa como pinza.

Para reforzar la estructura se ha añadido una placa de aluminio en la parte superior de los perfiles, esta cuenta con dos agujeros en los que se introducen un tornillo en cada uno y se atornillan a una tuerca de perfil que se encuentran introducidas en una de las ranuras de los perfiles. En la se puede observar la disposición de esta placa, garantizando la rigidez de la estructura y evitando que pueda haber desplazamientos.



Ilustración 4.20 - Placa de sujeción de los perfiles.

En la Ilustración 4.21 se puede observar la estructura del eje de salida.



Ilustración 4.21 – Estructura para el eje de salida anclada a parte de la base.

Este prototipo se ha diseñado para poder apreciar las variaciones de velocidad de una doble junta cardan, por lo que se han incorporado tres ruedas dentadas de 50 dientes cada una mediante las cuales se podrán percibir estas variaciones. Para ello, se hará pasar una tarjeta sobre los dientes de la rueda dentada de modo que por el roce de los dientes con la tarjeta se pueda percibir acústicamente dichas variaciones. Además, estas ruedas dentadas disponen de tres orificios en los que se introducirá un casquillo de un color llamativo apreciándose también visualmente estas variaciones. Las ruedas se dispondrán en el prototipo en el eje de entrada, en el brazo telescópico de la doble junta cardan y en el final del eje de salida.

Para conectar el eje del motor y la horquilla de la doble junta cardan se ha diseñado una pieza en la se puede observar que cuenta con dos orificios a cada extremo por el que se introducen un tornillo que actúa como pasador.

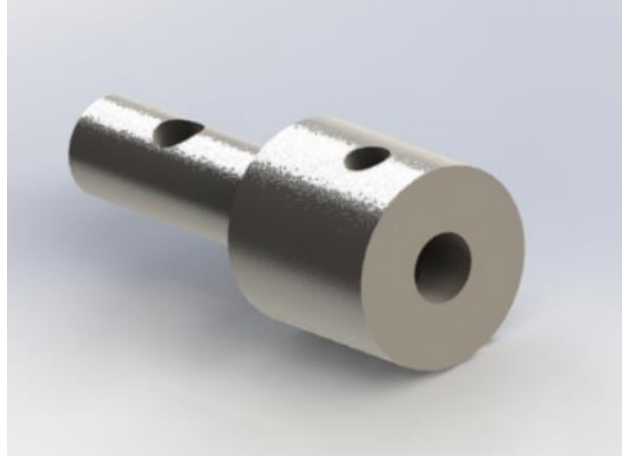


Ilustración 4.22 - Acople.

En la Ilustración 4.23 se puede observar la rueda dentada del eje de entrada está situada entre la pieza que actúa como acople entre el eje del motor y la horquilla de la doble junta universal cardan.

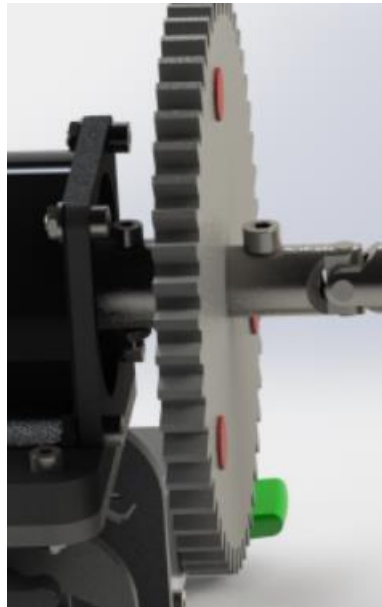


Ilustración 4.23 - Rueda dentada eje de entrada.

La fijación de la rueda intermedia al brazo de la doble junta cardan, como se puede observar en la Ilustración 4.24 y Ilustración 4.25, se produce mediante un tornillo y una tuerca, introduciéndose esta última en una ranura que no permite su giro y situándose justo en el agujero por el cual se introduce el tornillo, de modo que cuando se enrosca el tornillo a la tuerca lo suficiente este presionará el brazo telescópico fijando la rueda dentada.

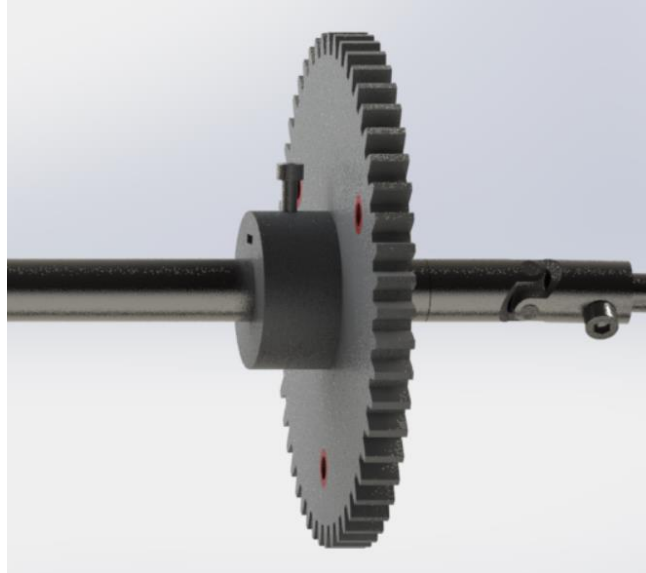


Ilustración 4.24 - Rueda dentada intermedia.

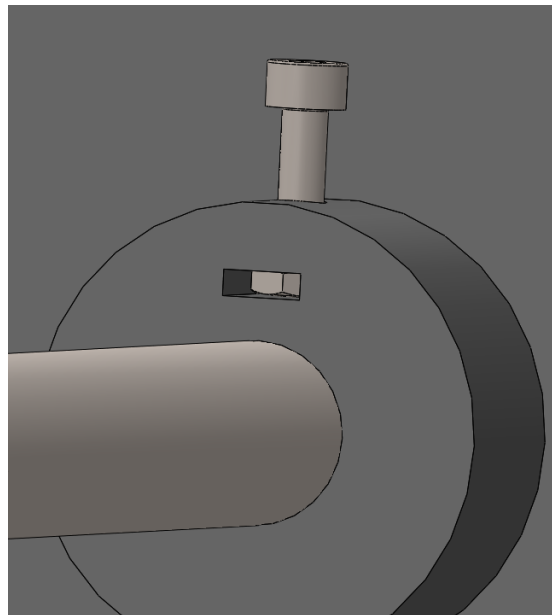


Ilustración 4.25 - Detalle de fijación de la rueda dentada intermedia.

La última rueda dentada se fija al extremo final del eje de salida del mismo modo del que se fija el acople al eje del motor como se puede observar en la Ilustración 4.26.

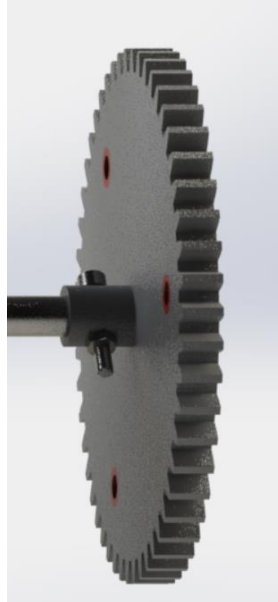


Ilustración 4.26 - Rueda dentada eje de salida.

La tornillería utilizada corresponde a la norma DIN 912, las tuercas a la DIN 439 y DIN 555, las arandelas a la DIN 522 y DIN 6908, las perillas de estrella a la DIN 6336 y las palomillas a la DIN 315.

Las normas y referencias de fabricantes correspondientes a los elementos comerciales se especificarán en el plano de conjunto.

A continuación, se puede observar en la Ilustración 4.27 y Ilustración 4.28 el diseño del prototipo.

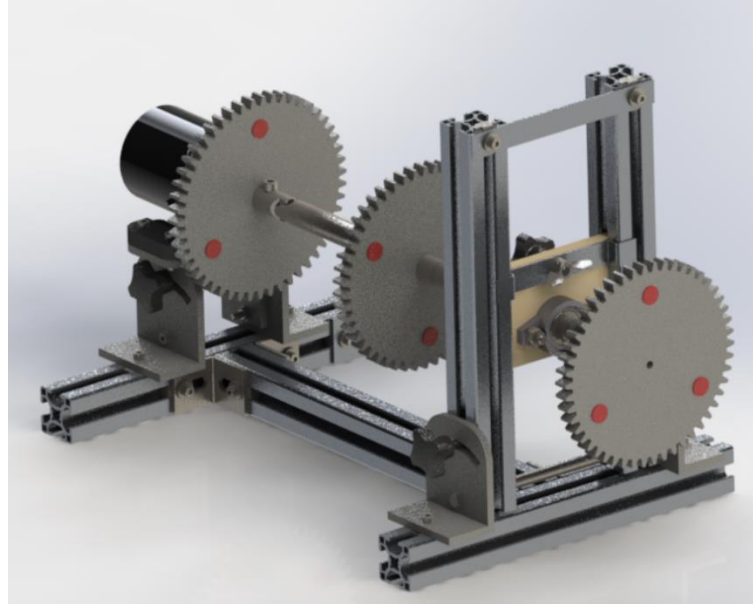


Ilustración 4.27 - Diseño final del prototipo de doble junta universal cardan.

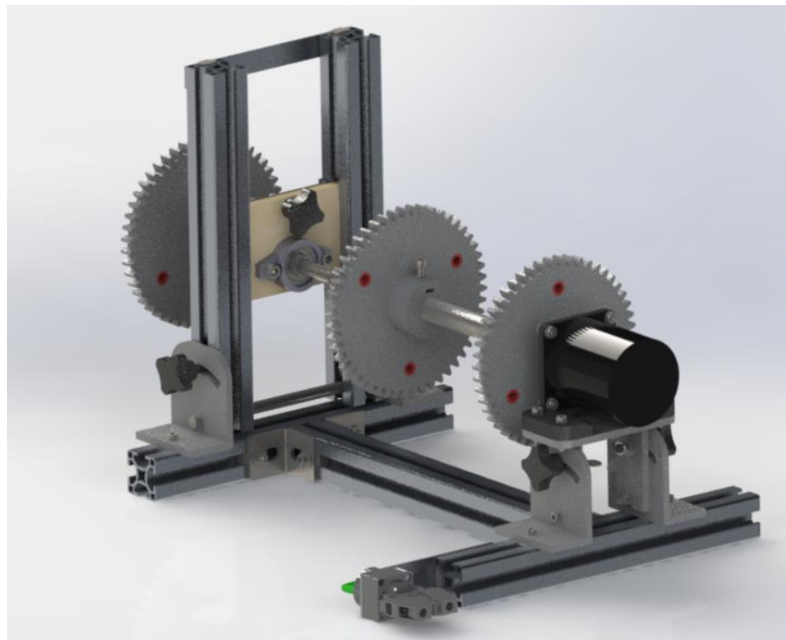


Ilustración 4.28 - Diseño final del prototipo de doble junta universal cardan.

#### **4.5.- PROTOTIPO FINAL.**

En la Ilustración 4.29, Ilustración 4.30 y Ilustración 4.31 se puede observar el prototipo construido.

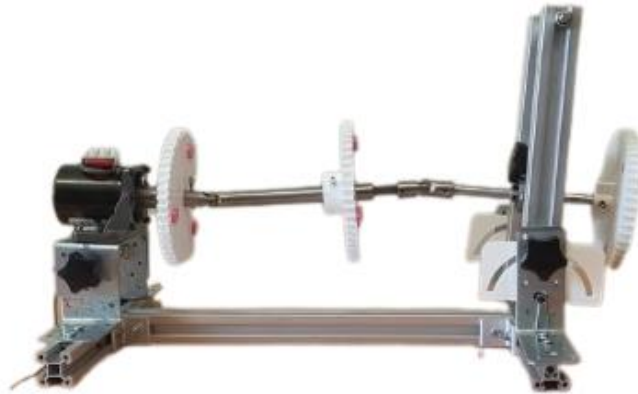


Ilustración 4.29 - Vista lateral del prototipo.

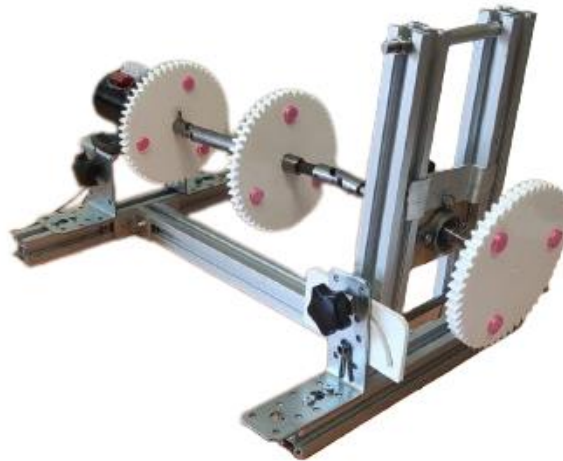


Ilustración 4.30 - Vista en perspectiva del prototipo.



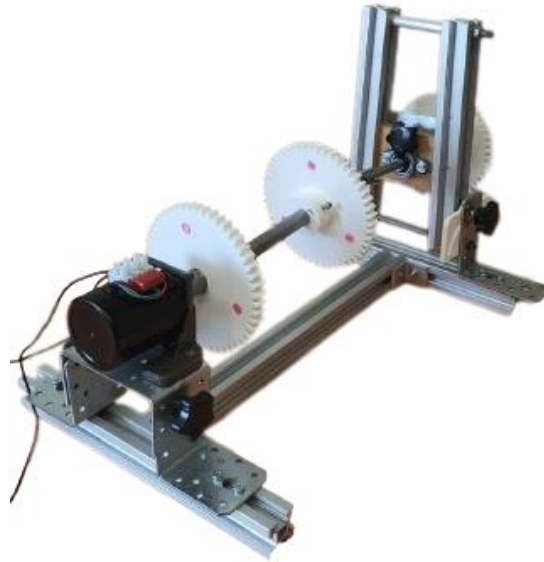


Ilustración 4.31 - Vista en perspectiva del prototipo.

Las características finales del prototipo son las siguientes:

- Peso: 4,1 kg.
- Largo: 477 mm.
- Ancho: 317 mm.
- Alto: 283 mm.

El largo y alto del prototipo puede variar según se giren las estructuras del eje de entrada y de salida.

Según estas características se puede concluir que el prototipo cumple con las características para poder mostrar su funcionamiento correctamente, así como ligero para su transporte si fuera necesario.

#### **4.6.- APLICACIÓN DEL PROTOTIPO.**

Para el estudio de las velocidades en el prototipo se pueden variar el ángulo de entrada y de salida, así como la altura del eje de salida. En la Ilustración 4.32 se puede observar las direcciones en las que pueden desplazarse los ejes, así como la doble junta cardan puede desplegarse para facilitar el giro de los ejes. Esta misma posición sería una

posición interesante para su estudio, ya que los ejes de entrada y salida no están alineados y se puede apreciar con claridad las variaciones de velocidad.

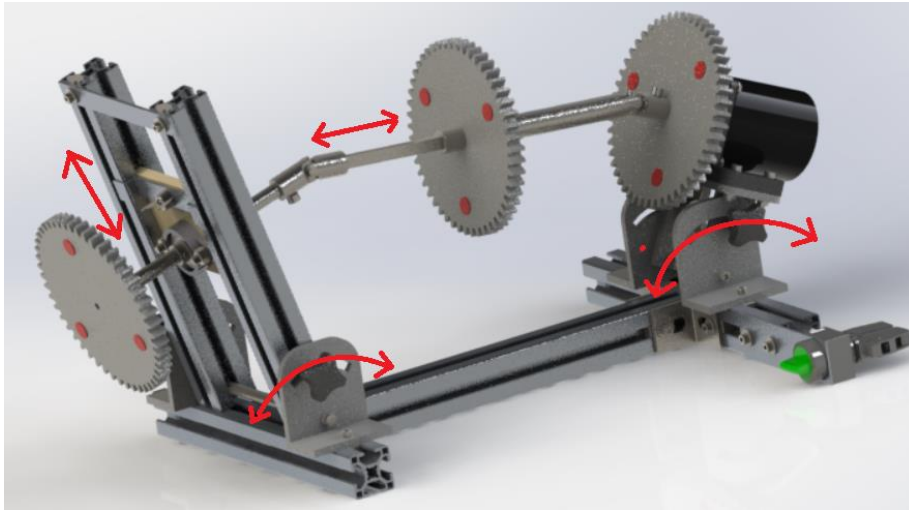


Ilustración 4.32 - Desplazamientos del prototipo.

Una manera sencilla de percibir las variaciones de velocidad es mediante el roce de una tarjeta con las ruedas dentadas que se han incorporado en cada uno de los puntos importantes para su estudio, ya que mediante el sonido que produce el roce se puede percibir una clara variación de velocidad. También se puede observar visualmente mediante los puntos que se han incorporado a las ruedas dentadas.

Aún así, si se prefiere, al igual que en el prototipo del acoplamiento Schmidt se puede usar un tacómetro, pero en este caso se ha diseñado mediante modelado 3D un cabezal en forma de rueda dentada para que pueda engranar con las ruedas dentadas del prototipo.



Ilustración 4.33 - Rueda dentada del tacómetro.

En la Ilustración 4.34 y Ilustración 4.35 se puede observar la toma de velocidades del eje de entrada y de salida respectivamente. En el eje de entrada se observa una velocidad de 40,8 rpm, un valor razonable puesto que el eje gira a 20 rpm y la rueda dentada consta de 25 dientes, la mitad de la rueda dentada del eje. Para la medida del eje de salida se observa una velocidad de 38,1 rpm, pero mediante su medición se observó una variación de velocidad de 9 rpm aproximadamente, siendo el menor valor de 34 rpm y el máximo de 43 rpm, justificándose así las variaciones explicadas anteriormente que se producen en este tipo de acoplamientos.



Ilustración 4.34 - Toma de velocidad del eje de entrada con tacómetro.



Ilustración 4.35 - Toma de velocidad del eje de salida con tacómetro.

## 5. Fabricación de los prototipos.

En este apartado se expondrán los procesos, máquinas y herramientas utilizados para poder fabricar los prototipos anteriormente descritos.

### 5.1.- IMPRESIÓN 3D.

La impresión 3D, también denominada fabricación aditiva (inglés), es una familia de procesos que genera objetos añadiendo material a las capas que corresponden a secciones transversales sucesivas de un modelo 3D. Estos modelos son realizados mediante un software de modelado en 3D.

La impresora utilizada para este proyecto se trata de una BCN3D EPSILON W27 que utiliza plástico ABS para fabricar piezas a partir de un archivo .STL obtenido con cualquier programa de modelado. Dos características de esta impresora son el volumen máximo de impresión que es 420 x 300 x 220 mm y el espesor de capa 0,3 mm. Este último parámetro se refiere al espesor de las capas que forman la pieza impresa, cuando menor es el espesor mayor precisión se obtiene.

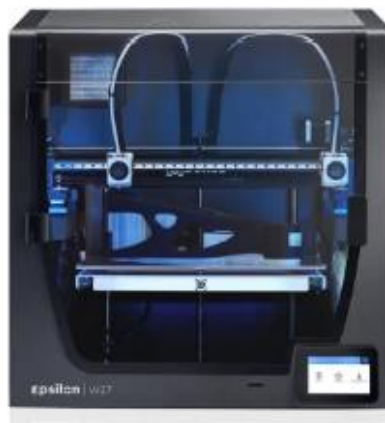


Ilustración 5.1 - Impresora BCN3D EPSILON W27

Todas las piezas no comerciales de los prototipos se han obtenido mediante impresión 3D. Cabe destacar que los planos de estas piezas no presentan tolerancias dimensionales, debido a que la calidad de la pieza depende de la precisión de la impresora a la hora de imprimir los modelos realizados mediante software.

## 5.2.- PROCESOS DE MECANIZADO MEDIANTE ARRANQUE DE VIRUTA.

El mecanizado por arranque de viruta es un proceso de mecanizado que consiste en separar material de una pieza fabricada. El nombre de esta técnica se debe a que el material es arrancado o cortado con una herramienta dando lugar a un desperdicio o viruta. Los procesos utilizados para la fabricación de los prototipos son los siguientes:

- **Torneado:** El torneado es un proceso de mecanizado utilizado para hacer piezas cilíndricas, en el cual la herramienta de corte se mueve de forma lineal mientras la pieza de trabajo gira. Dentro del torneado hay diferentes operaciones, pero en este proyecto solo se han utilizado el ranurado, por ejemplo, en los pasadores del acoplamiento Schmidt para introducir los circlips, y el desbaste en los extremos del husillo.



Ilustración 5.2 - Ejemplo de ranurado.

- **Taladrado:** Consiste en hacer un corte en el material haciendo girar una broca. La broca arranca virutas del material y realiza un orificio. Se ha realizado en los perfiles utilizados como guías en el prototipo de doble junta universal cardan o también los agujeros pasantes de los ejes de salida.
- **Serrado:** Consiste en deslizar una hoja de sierra hacia adelante y hacia abajo para realizar un corte en el material. Se han serrado los perfiles de aluminio para obtener los diferentes partes de las bancadas de ambos prototipos.



Ilustración 5.3 - Sierra de arco similar a la utilizada.

## 6. Conclusiones.

En este TFG se han diseñado dos prototipos de acoplamientos especiales, para casos de grandes desalineaciones.

El primer prototipo sobre un acoplamiento Schmidt, adecuado para grandes desalineaciones radiales, con la peculiaridad de permitir la transmisión del movimiento (par y potencia) incluso cuando la distancia radial entre ejes varía simultáneamente. El prototipo permite visualizar el efecto del acoplamiento al variar la posición del eje de salida respecto del eje motriz y accionado mediante un sistema de guías y husillos que permiten su accionamiento.

El segundo prototipo con una junta cardan doble, que permite transmitir el movimiento entre ejes con grandes desalineaciones angulares y radiales, que permite distintas configuraciones y permite visualizar las diferencias de velocidades que se producen en el caso de tener desalineación angular entre ambos ejes, así como que la velocidad se mantiene si hay desalineación radial pero los ejes permanecen paralelos. En un futuro sería interesante incluir un sistema de control que permita obtener gráficamente en tiempo real las velocidades en los tres ejes (eje motor, eje intermedio y eje de salida del prototipo de junta Cardan), que ahora se puede observar mediante el empleo de un tacómetro digital.

Si bien en este momento se han empleado algunas piezas obtenidas por fabricación aditiva (debido a su accesibilidad y bajo coste), el prototipo puede ser fabricado con los mismos planos, utilizando Aluminio o acero, lo que le daría mayor rigidez y evitaría algunos problemas de holguras existentes en los actuales prototipos.

El objetivo del proyecto se ha cumplido al disponer de estos prototipos que pueden ser empleados en las prácticas de las asignaturas del área de ingeniería mecánica para su visualización y mejor comprensión de los mismos. Este tipo de prototipos con fines docentes de mecanismos especiales (al igual por ejemplo que los trenes de engranajes epicicloïdales), de difícil comprensión en clases teóricas de pizarra, o con esquemas, resultan más sencillos de comprender y asimilar mediante su observación directa.

## 7. Bibliografía.

- [1] Shigley, J. E. (1970). Análisis Cinemático de Mecanismos. Ed. Mac Graw Hill. 3ra edición.
- [2] Práctica 5 de la asignatura de Cálculo y Diseño de Máquinas.
- [3] Catálogo de acoplamientos Schmidt de ZERO-MAX.
- [4] Catálogo de FASTEN.
- [5] Catálogo de dobles juntas cardan de Norelem.
- [6] “BANCOS DE ENSAYOS DE TRANSMISIONES POR ENGRANAJES” de Diego Pitiot Muñoz.



**Presupuesto.**

# ÍNDICE

1.	Presupuesto del prototipo del acoplamiento Schmidt.....	59
1.1.-	Recursos humanos.....	59
1.2.-	Elementos de unión.....	59
1.3.-	Elementos estructurales.....	60
1.4.-	Elementos electricos.....	61
1.5.-	Precio final.....	61
2.	Presupuesto del prototipo de la doble junta universal cardan.....	62
2.1.-	Recursos humanos.....	62
2.2.-	Elementos de unión.....	62
2.3.-	Elementos estructurales.....	63
2.4.-	Elementos eléctricos.....	63
2.5.-	Precio final.....	63

# 1. Presupuesto del prototipo del acoplamiento Schmidt.

A continuación, se muestra el presupuesto de manera desglosada el precio de todos los recursos utilizados para la fabricación del prototipo de acoplamiento Schmidt.

## 1.1.- RECURSOS HUMANOS.

Corresponden a los gastos correspondientes al diseño, fabricación y montaje.

Concepto	Coste unitario (€/h)	Cantidad (h)	Coste total (€)
Ingeniería, estudio del arte	20	5	100
Ingeniería, prediseño	20	15	300
Ingeniería, búsqueda de elementos comerciales	20	10	200
Ingeniería diseño del prototipo	20	70	1400
Ingeniería, realización de planos	20	40	800
Ingeniería, realización de informe	20	35	700
Operario impresora	10	1	10
Montador	10	1	10
<b>COSTE TOTAL (€)</b>			<b>3520</b>

## 1.2.- ELEMENTOS DE UNIÓN.

Se calculó el precio de todos los elementos de unión utilizados.

Elemento	Unidades	Coste (€)/Ud.	Coste total (€)
Tornillo DIN 912 M4 X 20mm	2	0,27	0,54
Tuerca DIN 439-2 M4	13	0,03	0,42
Circlip DIN 471 - 7mm	12	0,07	0,80
Pasador DIN 1444-A 8x28mm	12	1,20	14,38
Tuerca DIN 912 M4 X 40	6	0,35	2,13
Arandela DIN 6908 M4	11	0,02	0,20
Arandela DIN 6908 M6	4	0,03	0,12
Tuerca DIN 555 M6	4	0,12	0,47
Tornillo DIN 912 M4 X 10mm	4	0,22	0,89
Tornillo DIN 912 M3 X 16mm	1	0,24	0,24
Arandela DIN 6908 M3	1	0,02	0,02
Tuerca DIN 934-1 M3	1	0,11	0,11
Tornillo DIN 912 M5 X 20mm	4	0,28	1,10
Escuadra fasten	12	2,91	34,92
Tuerca perfil M4	30	0,6	18,00
Arandela DIN 522 M4	26	0,05	1,30
Tornillo DIN 912 M4 X 12	26	0,2	5,20
Tornillo DIN 912 M4 X 16	4	0,74	2,96
Tornillo DIN 912 M3 X 20	4	0,56	2,24
<b>COSTE TOTAL (€)</b>			<b>86,02</b>

### 1.3.- ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

Partiendo de los elementos estructurales obtenidos para la construcción del prototipo se calculó el precio de estos.

Para el eje de salida se obtuvo una barra de 7 mm de diámetro y 100 mm de largo para su construcción.

Los ejes de soporte del husillo se fabricaron a partir de dos barras de acero de 12 mm de diámetro y 330 mm de largo.

Para fabricar las piezas obtenidas mediante impresión 3D se obtuvo un 1 kg de filamento para su construcción, siendo este más que suficiente.

Elemento	Unidades	Coste (€)/Ud.	Coste total (€)
Husillo y tuerca TR8mm	1	17,24	17,24
Barra Ø7 x 100 mm	1	1,75	1,75
Sujección motor	1	12,9	12,9
Pomo manivela	1	1,19	1,19
Rodamiento 627-2rs	2	3,25	6,50
Carro y guía lineal	1	43,84	43,84
Barra Ø12 x 330 mm	2	14,66	29,32
Rodamiento lineal	2	30,01	60,02
Perfil fasten 30x30x1000	2	20,38	40,76
Filamento ABS 1 kg plata	1	46,69	46,69
<b>COSTE TOTAL (€)</b>			<b>260,20</b>

## 1.4.- ELEMENTOS ELECTRICOS.

Se calculó el precio de elementos eléctricos.

Elemento	Unidades	Precio (€)/Ud.	Precio total (€)
Motor	1	34,39	34,39
Selector Siemens	1	14	14,00
Interruptor Siemens	1	12	12,00
		<b>COSTE TOTAL (€)</b>	<b>60,39</b>

## 1.5.- PRECIO FINAL.

A continuación, se muestra el precio final del prototipo.

Concepto	Coste (€)
Recursos humanos	3520
Elementos de unión	86,02
Elementos estructurales	260,20
Elementos eléctricos	60,39
<b>COSTE TOTAL (€)</b>	<b>3926,61</b>

## 2. Presupuesto del prototipo de la doble junta universal cardan.

Se procede a especificar el presupuesto, como el anterior, para el prototipo de doble junta cardan.

### 2.1.- RECURSOS HUMANOS.

Tras valorar las horas de diseño, construcción y montaje se obtienen el siguiente coste.

Concepto	Coste unitario (€/h)	Cantidad (h)	Coste total (€)
Ingeniería, estudio del arte	20	7	140
Ingeniería, prediseño	20	12	240
Ingeniería, búsqueda de elementos comerciales	20	10	200
Ingeniería, diseño del prototipo	20	55	1100
Ingeniería, realización de planos	20	30	600
Ingeniería, realización de informe	20	25	500
Operario impresora	10	1	10
Montador	10	1	10
<b>COSTE TOTAL (€)</b>			<b>2800</b>

### 2.2.- ELEMENTOS DE UNIÓN.

Se muestra a continuación el coste de todos los elementos de unión utilizados en el prototipo.

Elemento	Unidades	Coste unitario (€/ud.)	Coste total (€)
Perilla DIN 6336	5	0,82	4,1
Escuadra FASTEN	4	2,91	11,64
Tornillo DIN 912 M4 X 20mm	7	0,27	1,89
Tuerca DIN 439-2 M4	13	0,03	0,39
Circlip DIN 471 - 7mm	2	0,07	0,14
Tornillo DIN 912 M4 X 10mm	4	0,22	0,88
Arandela DIN 6908 M4	10	0,02	0,2
Tornillo DIN 912 M6 X 30mm	2	0,32	0,64
Tuerca DIN 555 M6	2	0,12	0,24
Tornillo DIN 912 M4 X 25mm	2	0,29	0,58
Tuerca perfil M4	16	0,6	9,6
Tornillo DIN 912 M4 X 12 mm	16	0,2	3,2
Arandela DIN 522 M4	12	0,05	0,6
Palomilla DIN 315 M6	3	0,3	0,9
Tornillo DIN 912 M5 X 10 mm	2	0,22	0,44
Tuerca perfil M6	2	1,2	2,4
<b>COSTE TOTAL (€)</b>			<b>37,84</b>

### 2.3.- ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

El coste de los elementos estructurales utilizados en el prototipo son los siguientes.

Para el eje de salida y el eje de los perfiles se ha adquirido una barra de 10 mm de diámetro por 330 mm de largo, dividiendo esta barra en los tramos necesarios para obtener ambos ejes.

La placa de sujeción del selector, la chapa de sujeción de los perfiles y la chapa que actúa como pinza se ha obtenido de una placa de aluminio de 250 x 250 x 2 mm.

El filamento ABS se ha reutilizado el utilizado en el prototipo Schmidt.

Elemento	Unidades	Coste unitario (€/ud.)	Coste total (€)
Perfil fasten 30x30x1000	2	20,38	40,76
Doble junta cardan	1	93,28	93,28
Chapa de aluminio 250 x 250 x 2	1	13,23	13,23
Soporte con rodamiento 10 mm	2	3,25	6,5
Barra Ø10 x 330 mm	1	6,55	6,55
Sujeción motor	1	12,9	12,9
<b>COSTE TOTAL (€)</b>			<b>160,32</b>

### 2.4.- ELEMENTOS ELÉCTRICOS.

A continuación, se muestra el coste de los elementos eléctricos adquiridos para el prototipo.

Elemento	Unidades	Coste unitario (€/ud.)	Coste total (€)
Motor	1	34,39	34,39
Selector Siemens	1	14	14
Interruptor Siemens	1	12	12
<b>COSTE TOTAL (€)</b>			<b>60,39</b>

### 2.5.- PRECIO FINAL.

Teniendo en cuenta los costes anteriores se ha obtenido el coste total del prototipo.

Concepto	Coste (€)
Recursos humanos	2800
Elementos de unión	37,84
Elementos estructurales	160,32
Elementos eléctricos	60,39
<b>COSTE TOTAL (€)</b>	<b>3058,55</b>

# **Planos.**



# ÍNDICE PLANOS

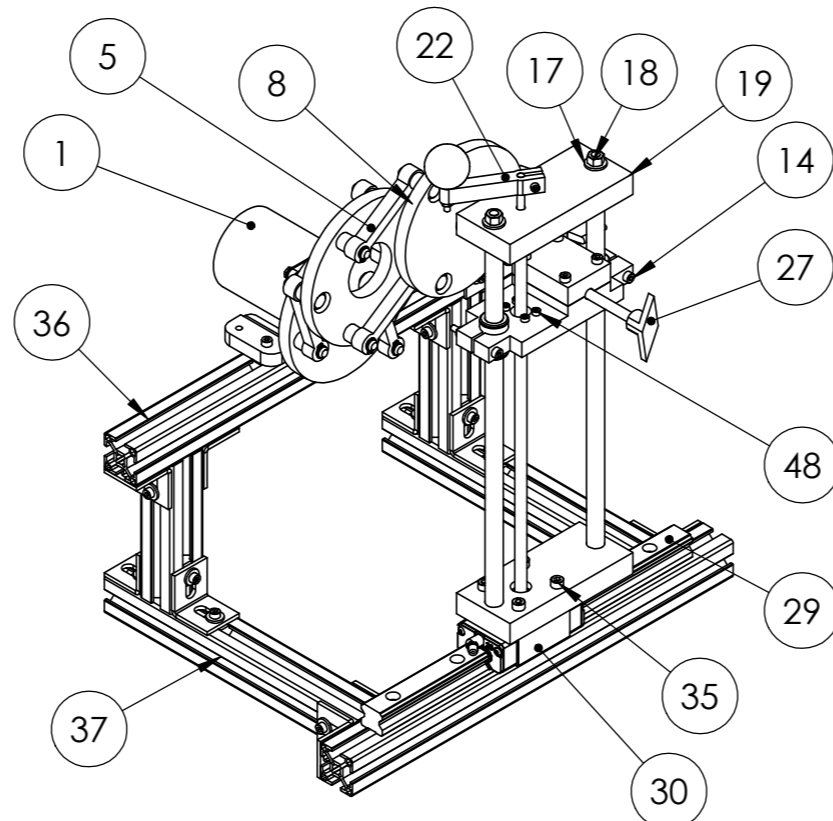
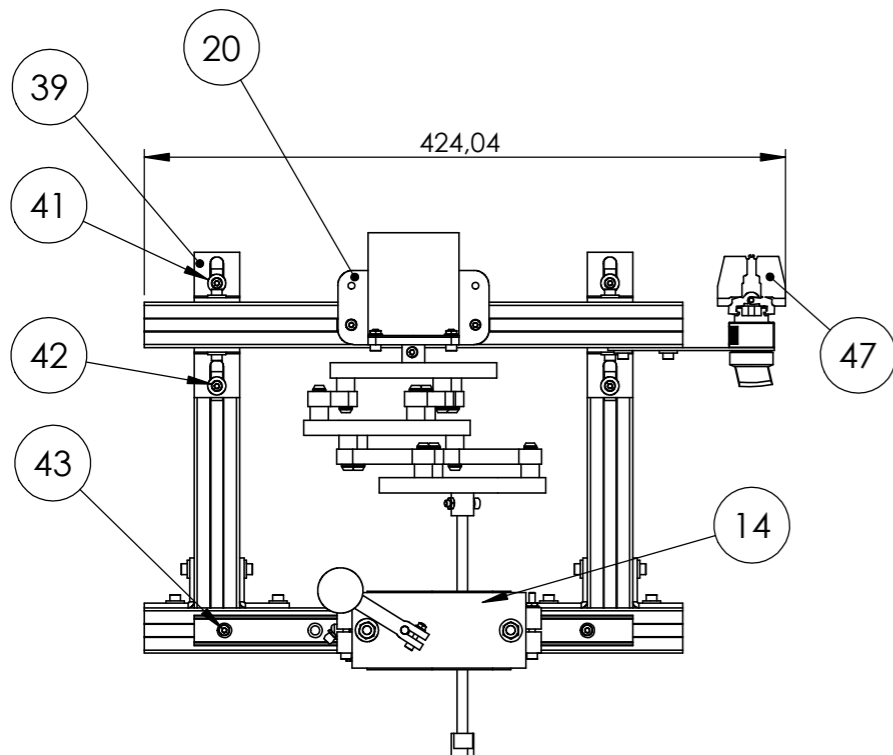
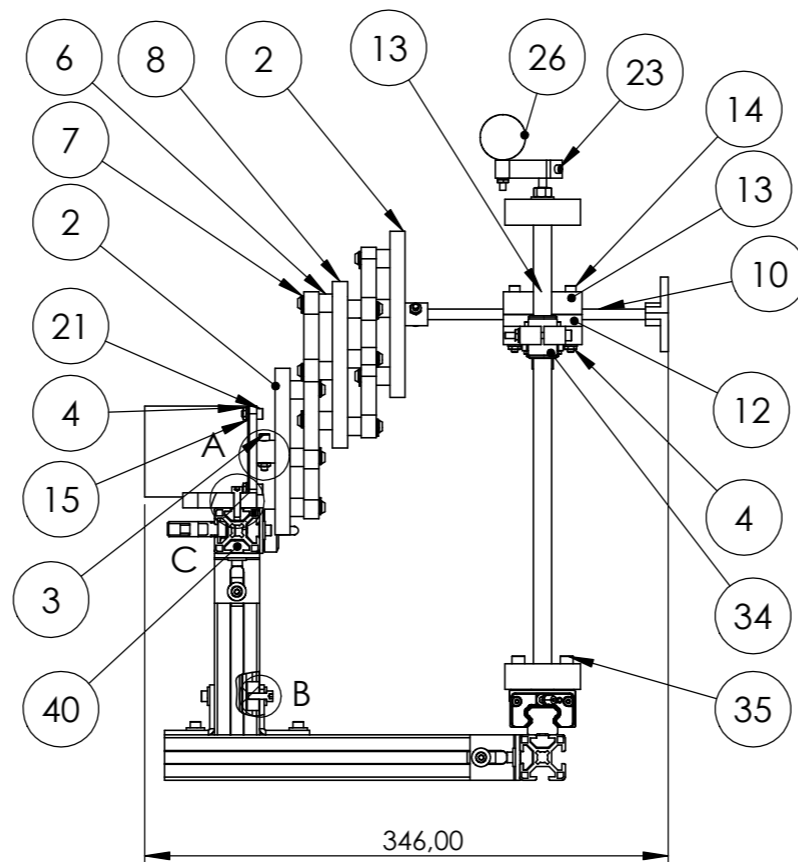
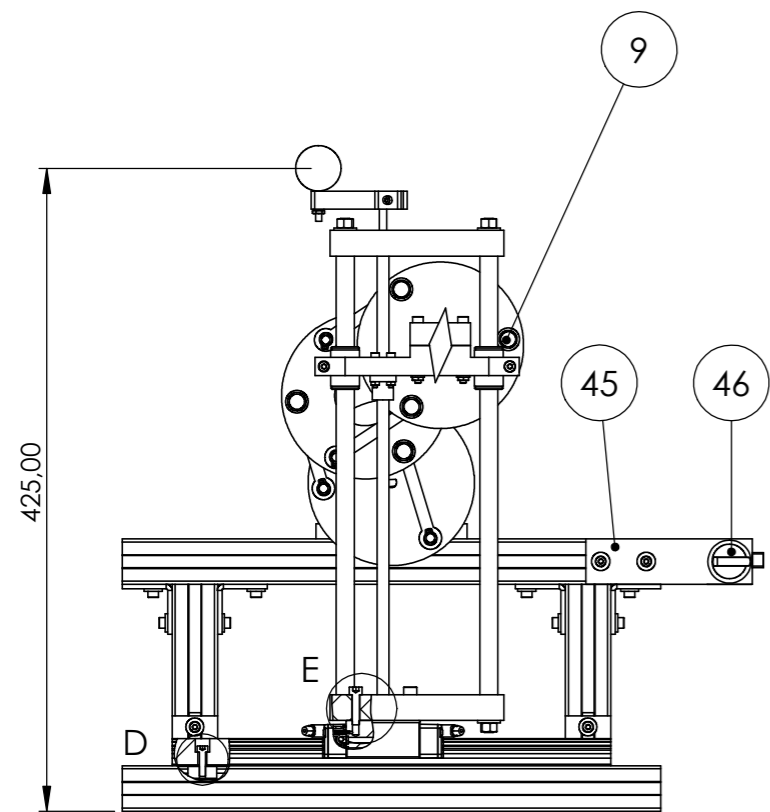
## 1-Prototipo acoplamiento Schmidt.

Plano de conjunto.....	Plano - 1.01.
Bancada.....	Plano - 1.02.
Acoplamiento Schmidt.....	Plano - 1.03.
Husillo y soporte.....	Plano - 1.04.
Plato primario y terciario.....	Plano - 1.05.
Plato intermedio.....	Plano - 1.06.
Biela.....	Plano - 1.07.
Casquillo.....	Plano - 1.08.
Pasador 8 x 28.....	Plano - 1.09.
Eje de salida.....	Plano - 1.10.
Caja salida parte inferior.....	Plano - 1.11.
Caja salida parte superior.....	Plano - 1.12.
Eje soporte husillo.....	Plano - 1.13.
Eje soporte husillo_2.....	Plano - 1.14.
Soporte husillo inferior.....	Plano - 1.15.
Soporte husillo superior.....	Plano - 1.16.
Husillo TR8 x 300.....	Plano - 1.17.
Manivela.....	Plano - 1.18.
Hélice.....	Plano - 1.19.
Pomo manivela.....	Plano - 1.20.
Chapa sujeción selector.....	Plano - 1.21.

## 2-Prototipo doble junta universal.

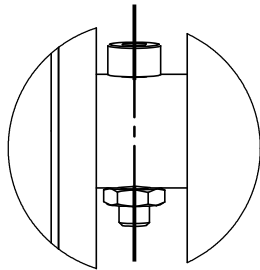
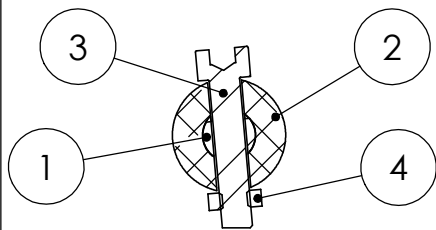
Plano de conjunto.....	Plano - 2.01.
Bancada.....	Plano - 2.02.
Estructura eje de entrada.....	Plano - 2.03.
Estructura eje de salida.....	Plano - 2.04.
Sujeción motor móvil.....	Plano - 2.05.

Soporte para motor.....	Plano - 2.06.
Soporte para perfiles.....	Plano - 2.07.
Eje para perfiles.....	Plano - 2.08.
Perfil fasten 30 x 30 x 250 con taladro.....	Plano - 2.09.
Eje salida.....	Plano - 2.10.
Placa sujeción eje.....	Plano - 2.11.
Rueda dentada eje motor.....	Plano - 2.12.
Rueda dentada intermedia.....	Plano - 2.13.
Rueda dentada eje salida.....	Plano - 2.14.
Chapa sujeción selector.....	Plano - 2.15.
Casquillo.....	Plano - 2.16.
Acople .....	Plano - 2.17.
Chapa sujeción perfiles.....	Plano - 2.18.
Pinza de sujeción.....	Plano - 2.19.
Rueda dentada tacómetro.....	Plano - 2.20.



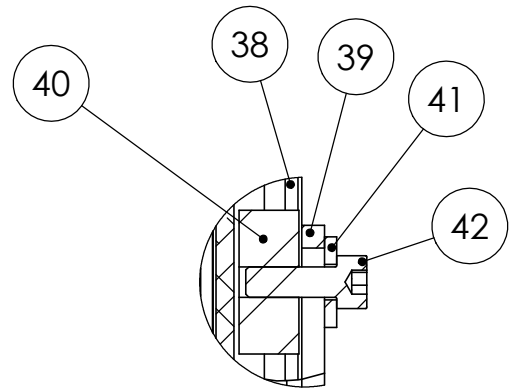
48	Tornillo M3 x 20 - 20N	DIN 912-CLD 4.6	4
47	Interruptor siemens	SIEMENS-3SB3400-0D	1
46	Selector siemens	SIEMENS-3SB3400-0D	1
45	Chapa sujeccion selector	Plano - 1.21	1
44	Eje soporte husillo_2	Plano - 1.14	1
43	Tornillo M4 x 16 - 16N	DIN 912-CLD 4.6	4
42	Tornillo M4 x 12 - 12N	DIN 912-CLD 4.6	26
41	Arandela-4.7-N	DIN 522	26
40	Tuerca perfil	FASTEN-52094	30
39	Escuadra fasten	FASTEN-5305	12
38	Perfil fasten 30x30x120	FASTEN-5010	2
37	Perfil fasten 30x30x235	FASTEN-5010	2
36	Perfil fasten 30x30x356	FASTEN-5010	2
35	Tornillo M5 x 20	DIN 912-CLD. 4.6	4
34	Rodamiento lineal	SKF-LBBR12	2
33	Eje soporte husillo	Plano - 1.13	1
32	Husillo TR8x300	Plano - 1.17	1
31	Rodamiento 5 mm	Rodamiento-MR105-2RS	2
30	carro guia lineal	ABBALINEAR-BRS20B	1
29	Guia lineal	ABBALINEAR-BRS20B	1
28	Rodamiento 7 mm	Rodamiento-627-2RS	2
27	Helice	Plano - 1.19	1
26	Pomo manivela	Plano - 1.20	1
25	Tuerca M3 - D - N	DIN 934-1	5
24	Arandela_M3	DIN 6908	1
23	Tornillo M3 x 16 - 16N	DIN 912-CLD 4.6	1
22	Manivela	Plano - 1.18	1
21	Tornillo M4 x 10 - 10N	DIN 912-CLD 4.6	4
20	Sujeccion motor	Sujección motor 68KTYZ	1
19	Soporte husillo superior	Plano - 1.16	1
18	Tuerca M6	DIN 555	4
17	Arandela 7.4	DIN 6908	4
16	Soporte husillo inferior	Plano - 1.15	1
15	Arandela-4.55-S	DIN 6908	11
14	Tornillo M4 x 40 - 20N	DIN 912-CLD 4.6	6
13	Caja salida parte superior	Plano - 1.12	1
12	Caja salida parte inferior	Plano - 1.11	1
11	Tuerca husillo ISB	TR8x2	1
10	Eje salida	Plano - 1.10	1
9	Pasador 8 x 28 - St	Plano - 1.09	12
8	Plato intermedio	Plano - 1.06	1
7	Circlip - 7 x 0.8	DIN 471	12
6	Casquillo	Plano - 1.08	12
5	Biela	Plano - 1.07	6
4	Tuerca M4	DIN 439-2	13
3	Tornillo M4 x 20 - 20N	DIN 912-CLD 4.6	2
2	Plato primario y terciario	Plano - 1.05	2
1	Motor	68KTYZ	1
N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE LA PIEZA	REFERENCIA/PLANO	CANTIDAD

Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: 1.01
Dibujante 21/04/2023	J.Manuel García		Tamaño: A3
Aprobado 21/04/2023	J.Manuel García		Peso: 5,8 kg
Escala:	Nombre del plano:		Material:
1:5	Plano de conjunto		Hoja 1 de 2

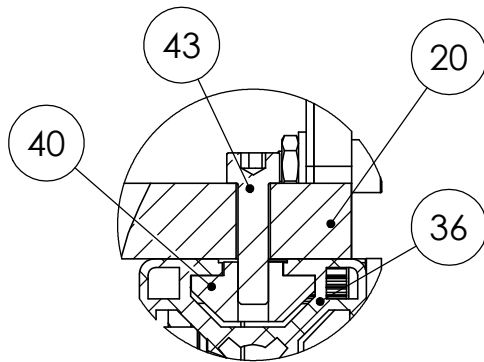


DETALLE A

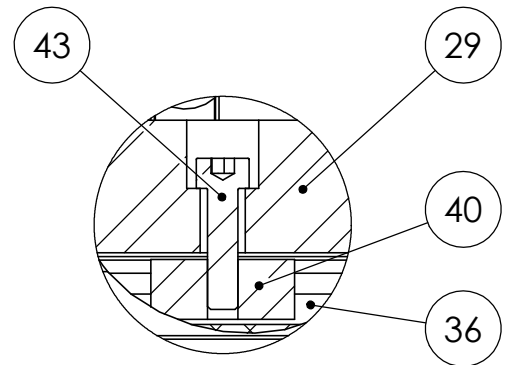
Misma representación para el plato terciario y el eje de salida.



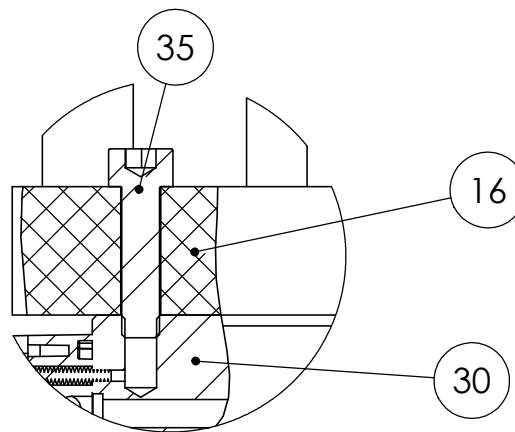
DETALLE B



DETALLE C

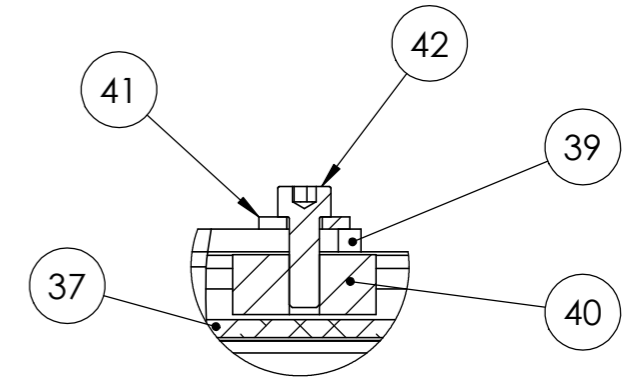
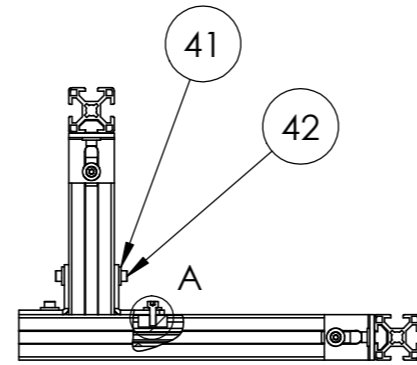
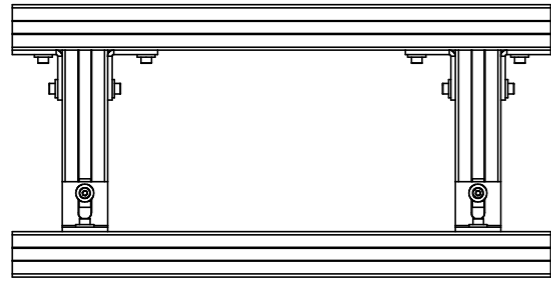


DETALLE D

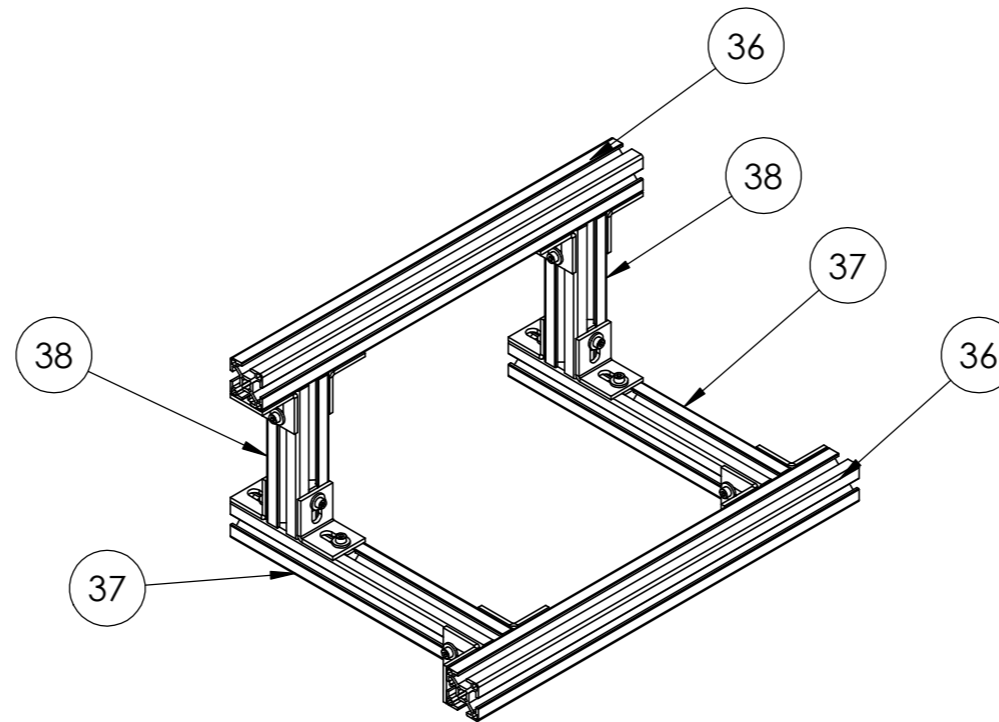
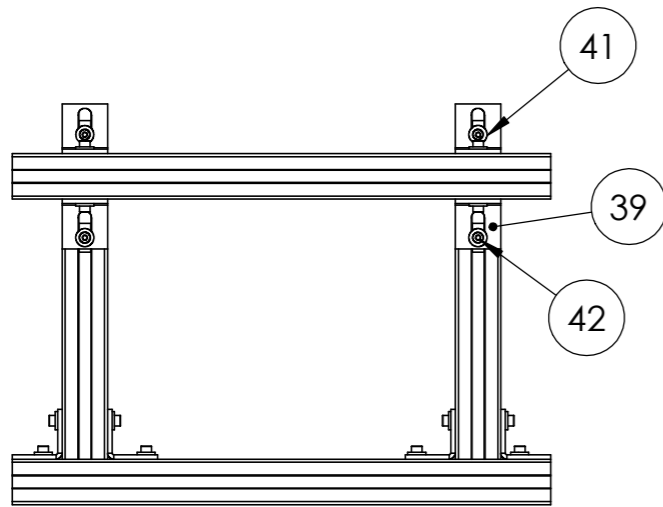


DETALLE E

	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>1.01</b>
Dibujante	21/04/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	21/04/2023	J.Manuel García		Peso:
Escala	Nombre de Plano:			Material:
1:1	Plano de conjunto			Hoja 2 de 2

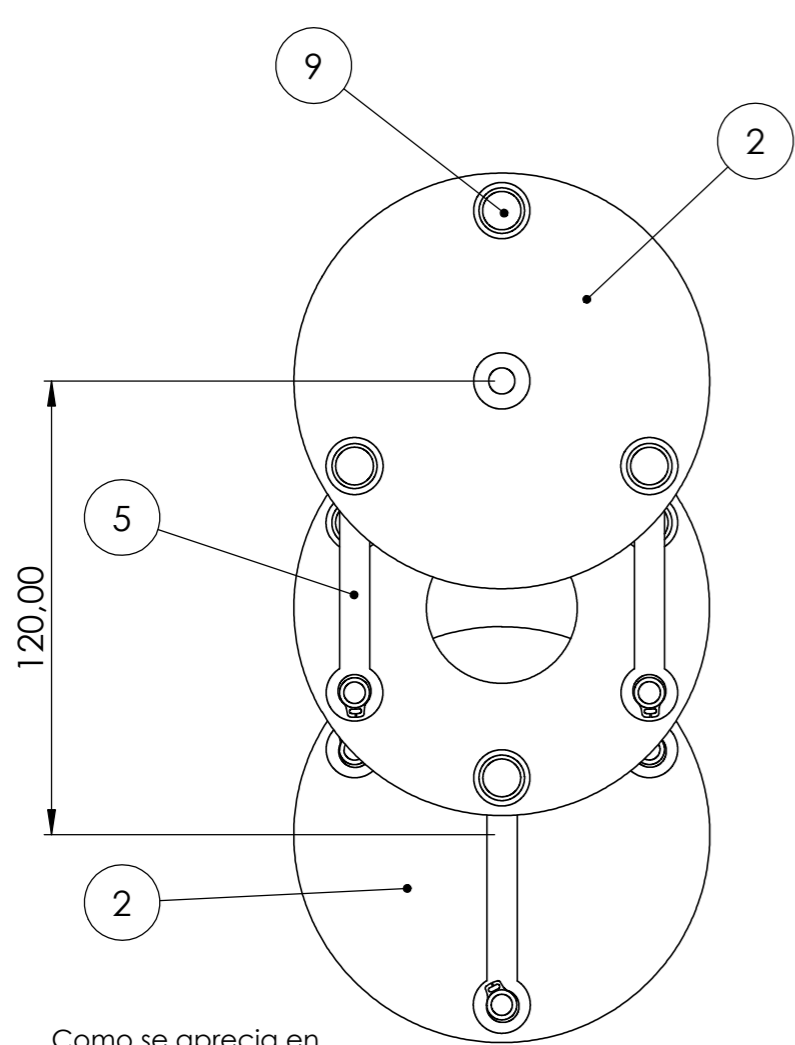


DETALLE A  
ESCALA 1 : 1

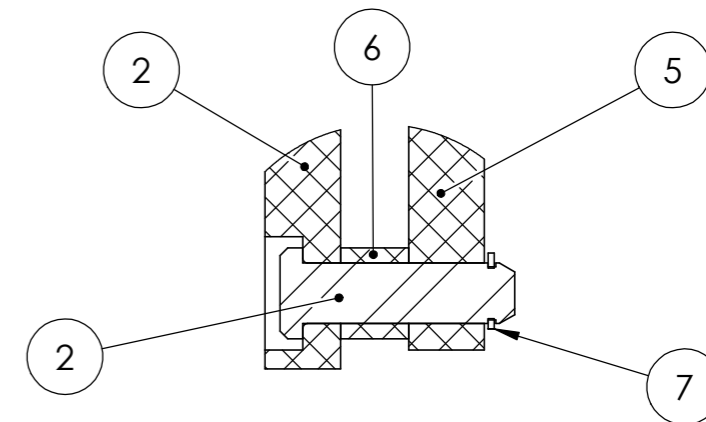
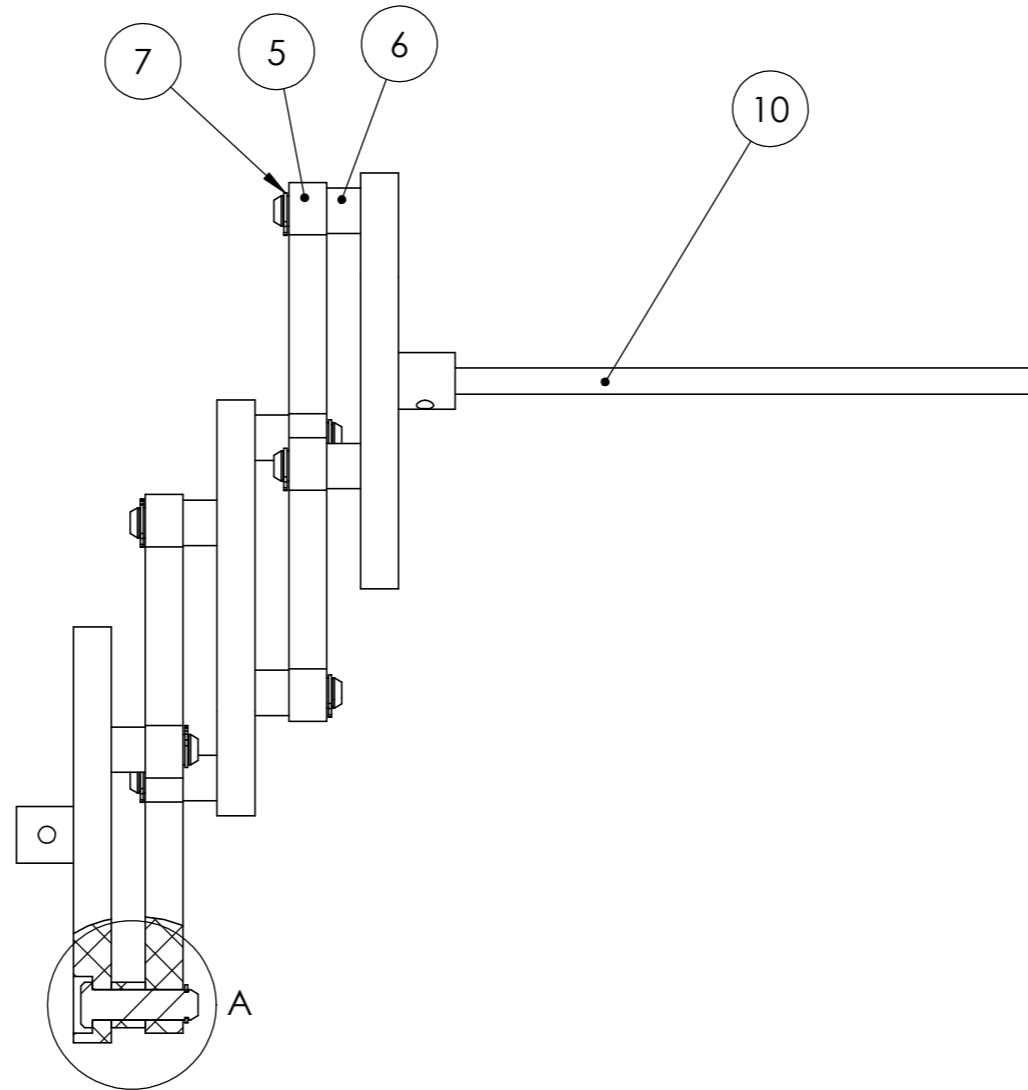


42	Tornillo M4 x 12 mm	DIN 912-CLD 4.6	24
41	Arandela M4 N	DIN 522	24
40	Tuerca perfil M4	FASTEN-52094	24
39	Escuadra fasten	FASTEN-5305	12
38	perfil fasten 30x30x120	FASTEN-5010	2
37	perfil fasten 30x30x235	FASTEN-5010	2
36	perfil fasten 30x30x356	FASTEN-5010	2
N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	REFERENCIA / PLANO	CANTIDAD

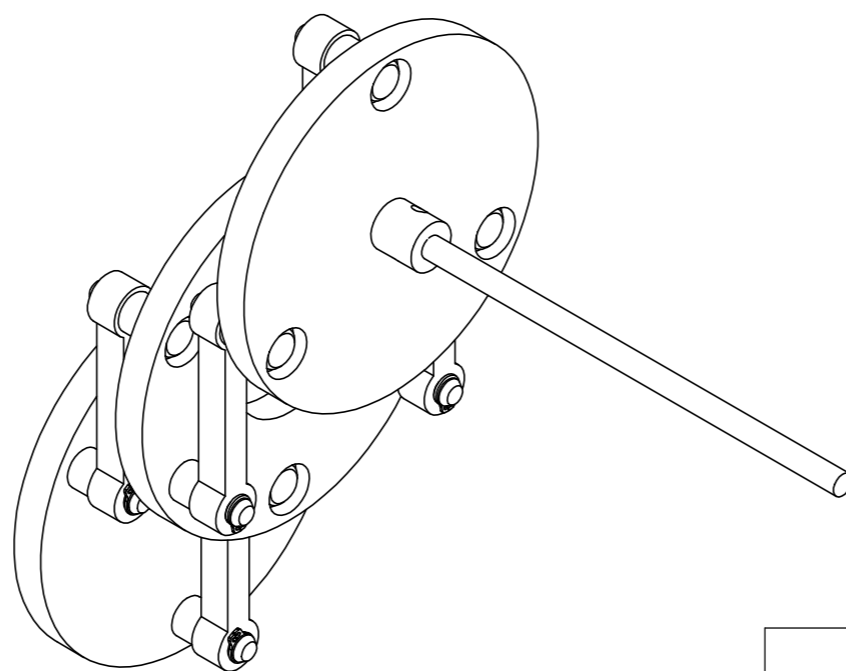
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: 1.02
Dibujante	23/06/2023	J.Manuel García		Tamaño: A3
Aprobado	23/06/2023	J.Manuel García		Peso:
Escala:	Nombre del plano:			Material:
1:5	Bancada			Hoja 1 de 1



Como se aprecia en la cota, el acoplamiento puede transmitir el giro en un área de un círculo de 120 mm de radio.

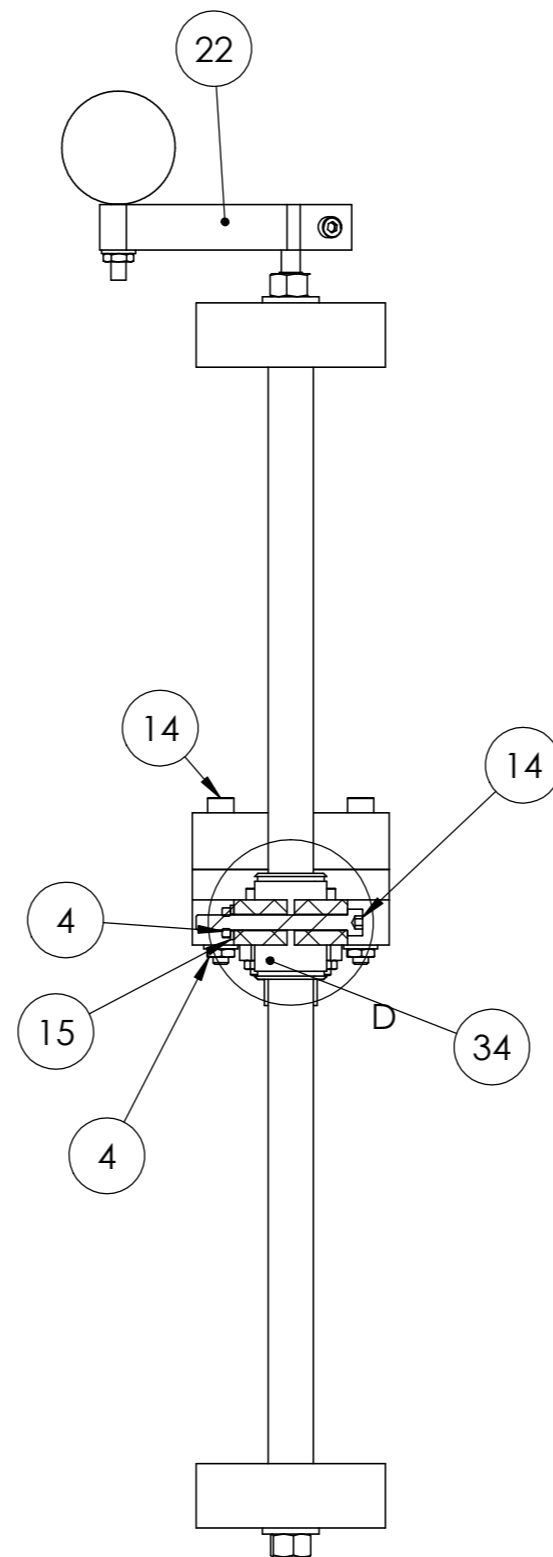
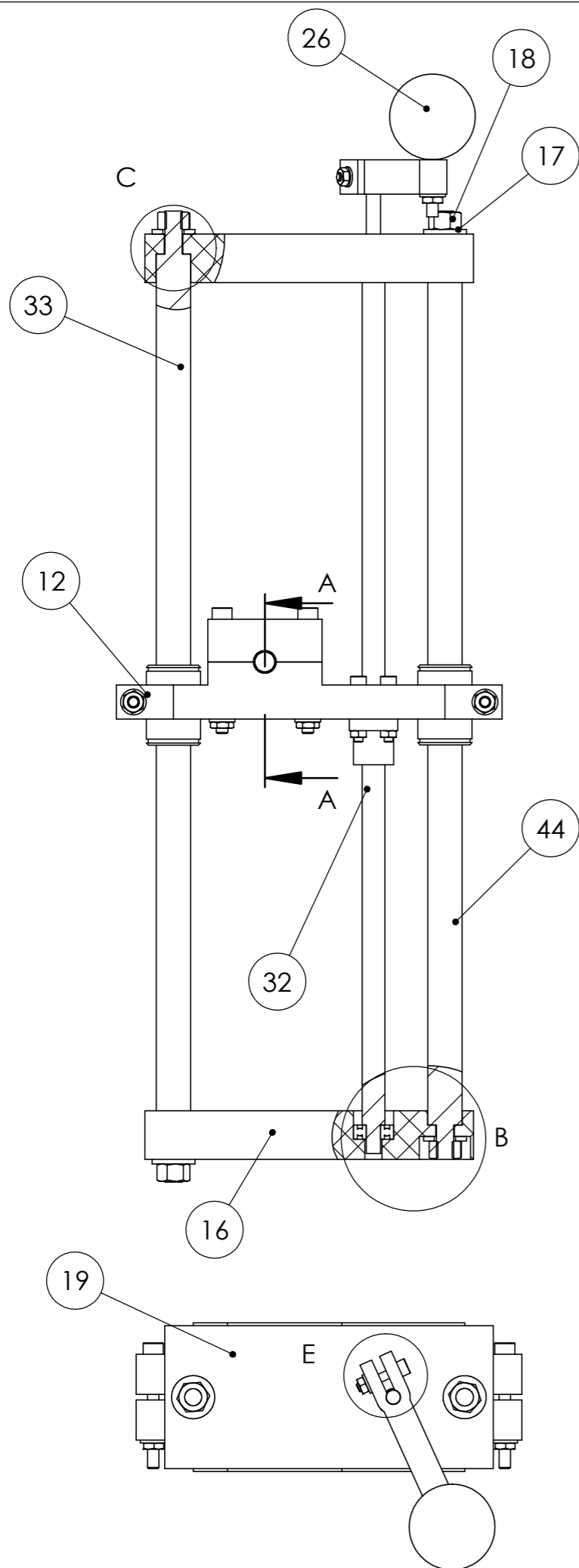


DETALLE A



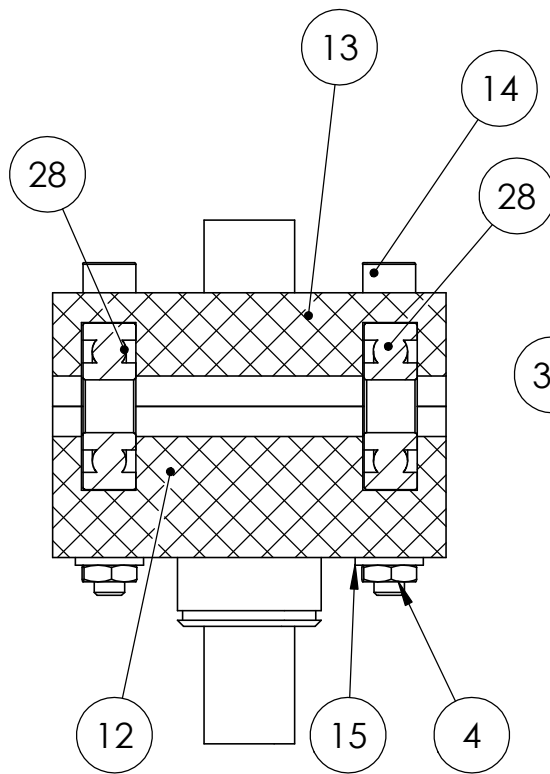
10	Eje salida	Plano - 1.10	1
9	Pasador 8 x 28 - St	Plano - 1.09	12
8	Plato intermedio	Plano - 1.06	1
7	Circlip - 7 x 0.8	DIN 471	12
6	Casquillo	Plano - 1.08	12
5	Biela	Plano - 1.07	6
2	Plato primario y terciario	Plano - 1.05	2
N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD

	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: 1.03
Dibujante	01/05/2023	J.Manuel García		Tamaño: A3
Aprobado	01/05/2023	J.Manuel García		Peso: 527 g
Escala:	Nombre del plano:			Material:
1:5	Acoplamiento schmidt			Hoja 1 de 1

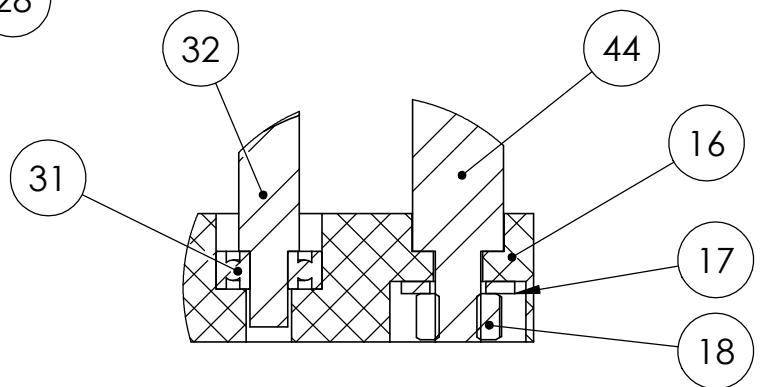


N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	REFERENCIA / PLANO	CANTIDAD
22	Tornillo M3 x 20 mm	DIN 912-CLD 4.6	4
44	Eje soporte husillo_2	Plano - 1.14	1
34	Rodamiento lineal	SKF-LBBR12	2
33	Eje soporte husillo	Plano - 1.13	1
32	Husillo TR8x300	Plano - 1.17	1
31	Rodamiento 5 mm	Rodamiento-MR105-2RS	2
28	Rodamiento 7 mm	Rodamiento-627-2RS	2
26	Pomo manivela	Plano - 1.20	1
25	Tuerca M3	DIN 934-1	5
24	Arandela M3	DIN 6908	1
23	Tornillo M3 x 16 mm	DIN 912-CLD 4.6	1
22	Manivela	Plano - 1.18	1
19	Soporte husillo superior	Plano - 1.16	1
18	Tuerca M6	DIN 555	4
17	Arandela 7.4	DIN 6908	4
16	Soporte husillo inferior	Plano - 1.15	1
15	Arandela M4 S	DIN 6908	7
4	Tuerca M4	DIN 439-2	7
14	Tornillo M4 x 40 mm	DIN 912-CLD 4.6	6
13	Caja salida parte superior	Plano - 1.12	1
12	Caja salida parte inferior	Plano - 1.11	1
11	Tuerca husillo	TR8x2	1

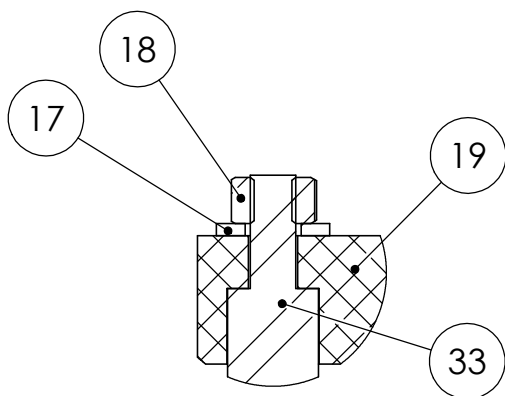
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: 1.04
Dibujante	01/05/2023	J.Manuel García		
Aprobado	01/05/2023	J.Manuel García	Peso: 1,14 kg	
Escala:	Nombre del plano:		Material:	
1:2	Husillo y soporte		Hoja 1 de 2	



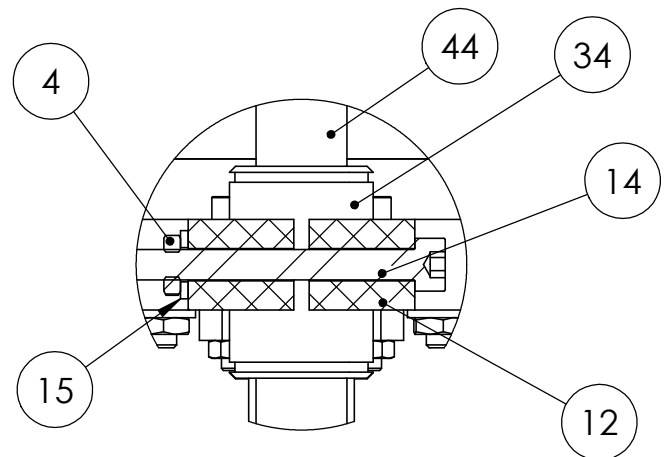
SECCIÓN A-A



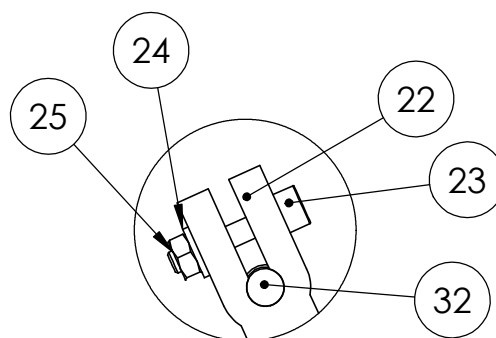
DETALLE B



DETALLE C



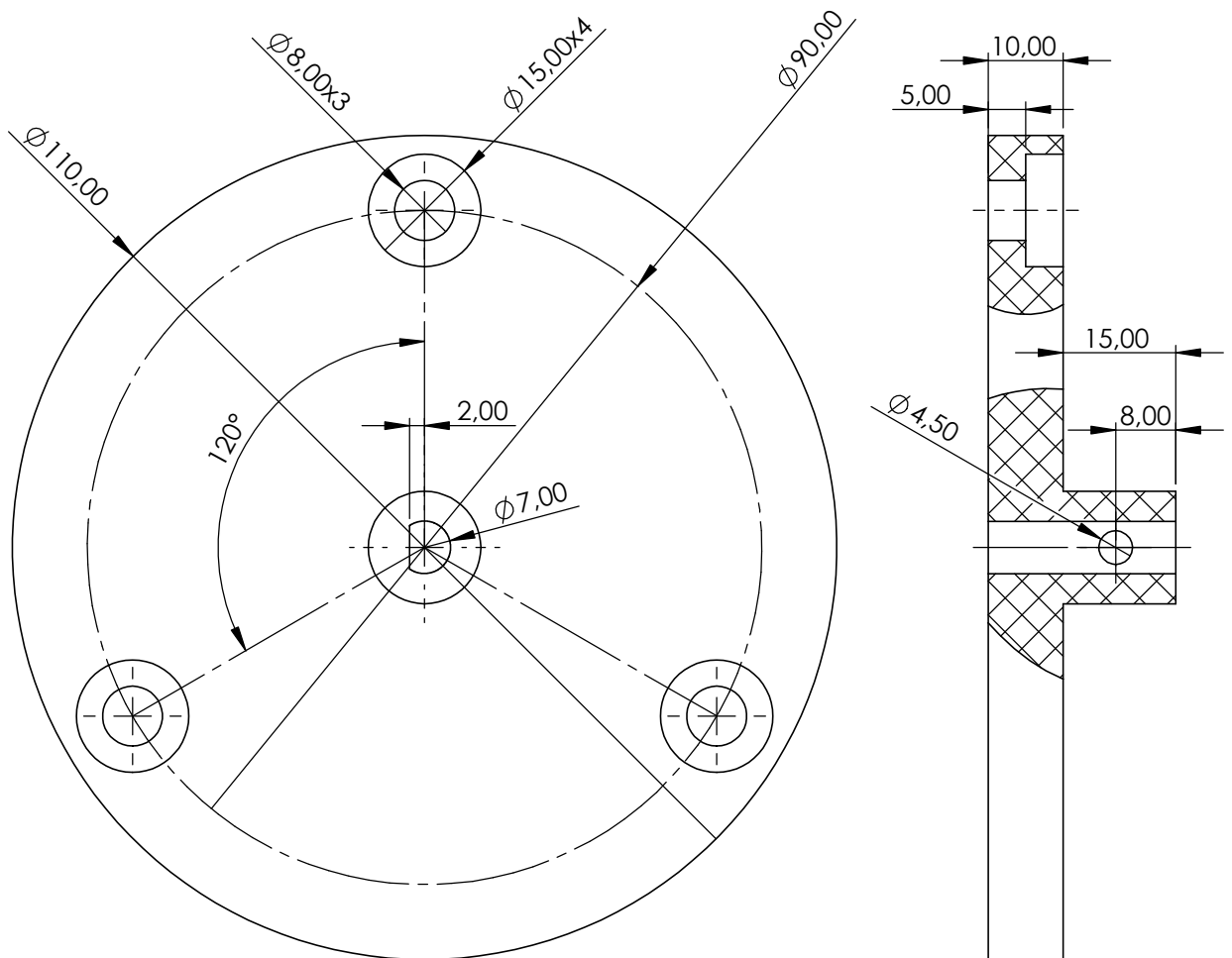
DETALLE D



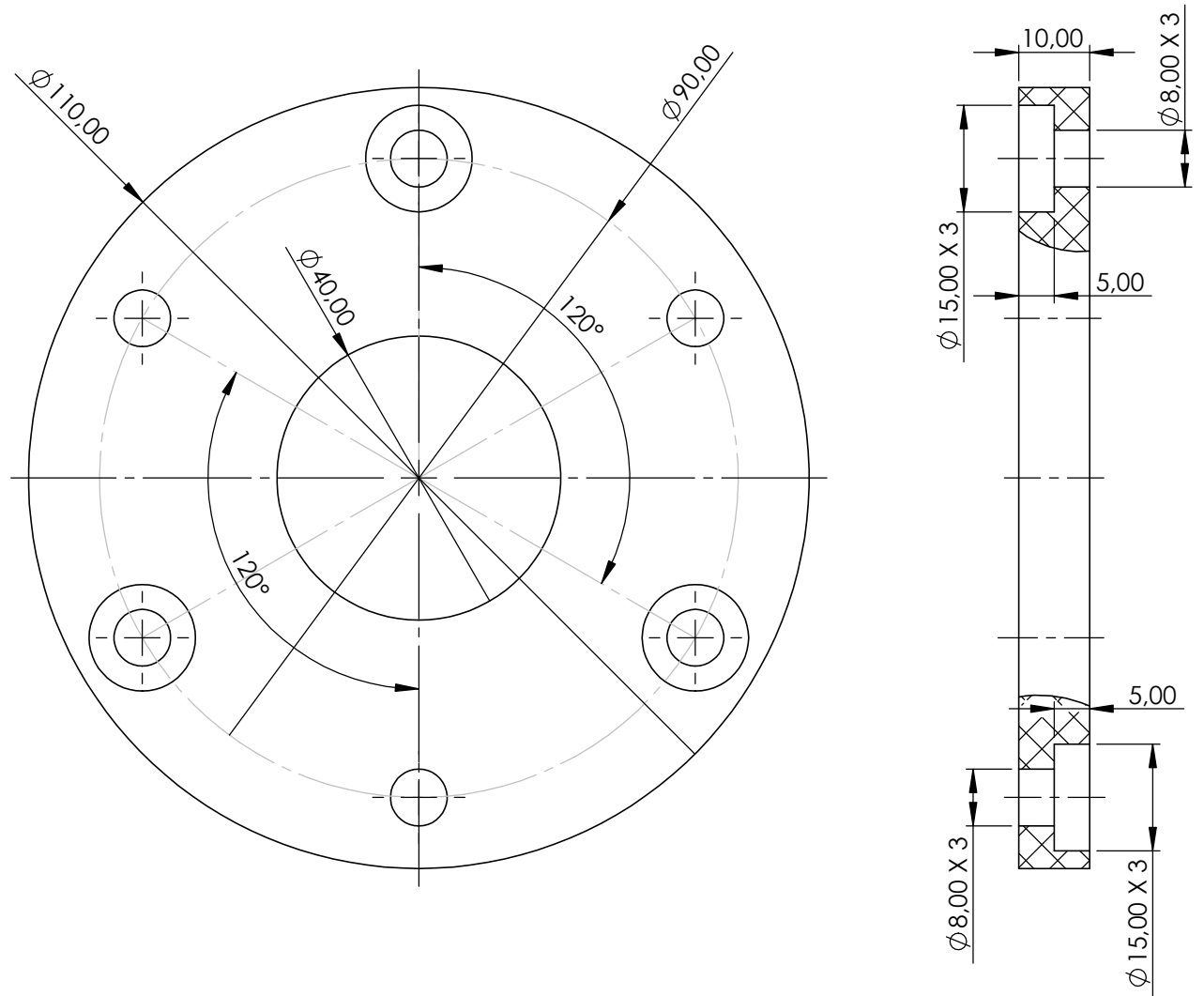
DETALLE E

	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>1.04</b>
Dibujante	01/05/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	01/05/2023	J.Manuel García	Peso:	Material:
Escala	Nombre de Plano:			Hoja 2 de 2
1:1	<b>Husillo y soporte</b>			

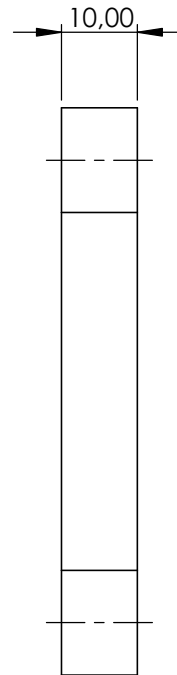
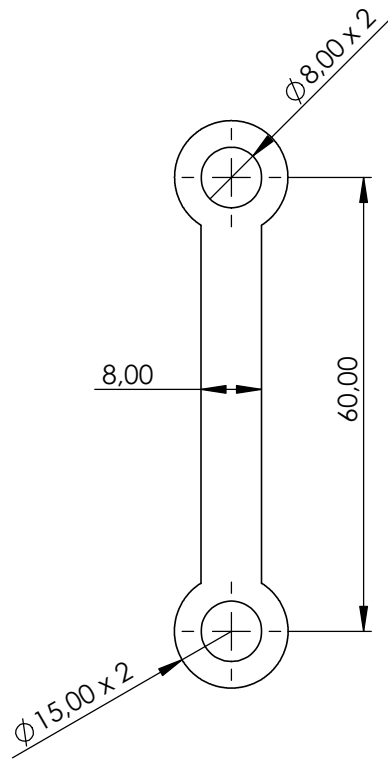




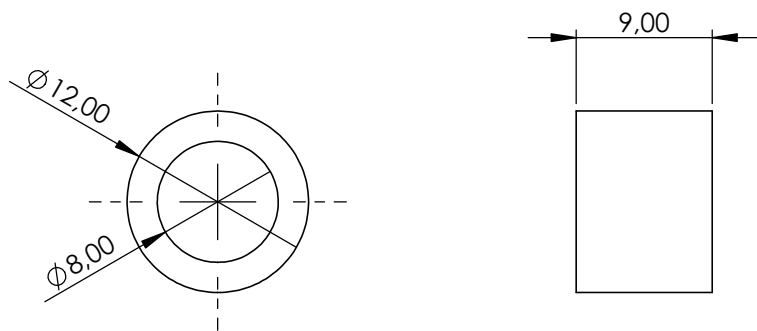
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: 1.05
Dibujante	22/04/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	22/04/2023	J.Manuel García	Peso: 95,18 g	
Escala	Nombre de Plano:		Material: ABS	
1:1	Plato primario y terciario		Hoja 1 de 1	



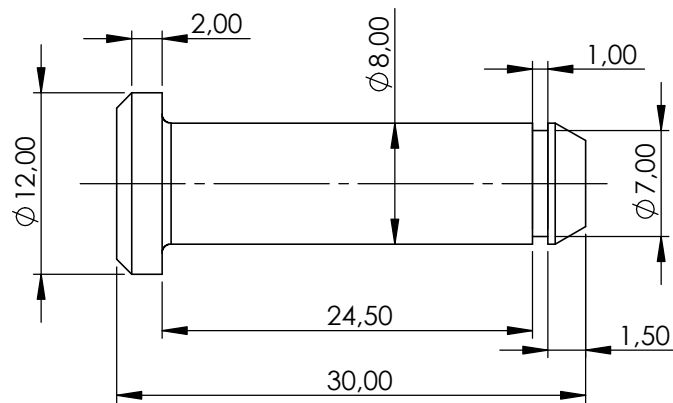
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: 1.06
Dibujante	22/04/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	22/04/2023	J.Manuel García		Peso: 77,17 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: ABS
1:1	Plato intermedio			Hoja 1 de 1



	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: 1.07
Dibujante	22/04/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	22/04/2023	J.Manuel García		Peso: 6,31 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: ABS
1:1	Biela			Hoja 1 de 1

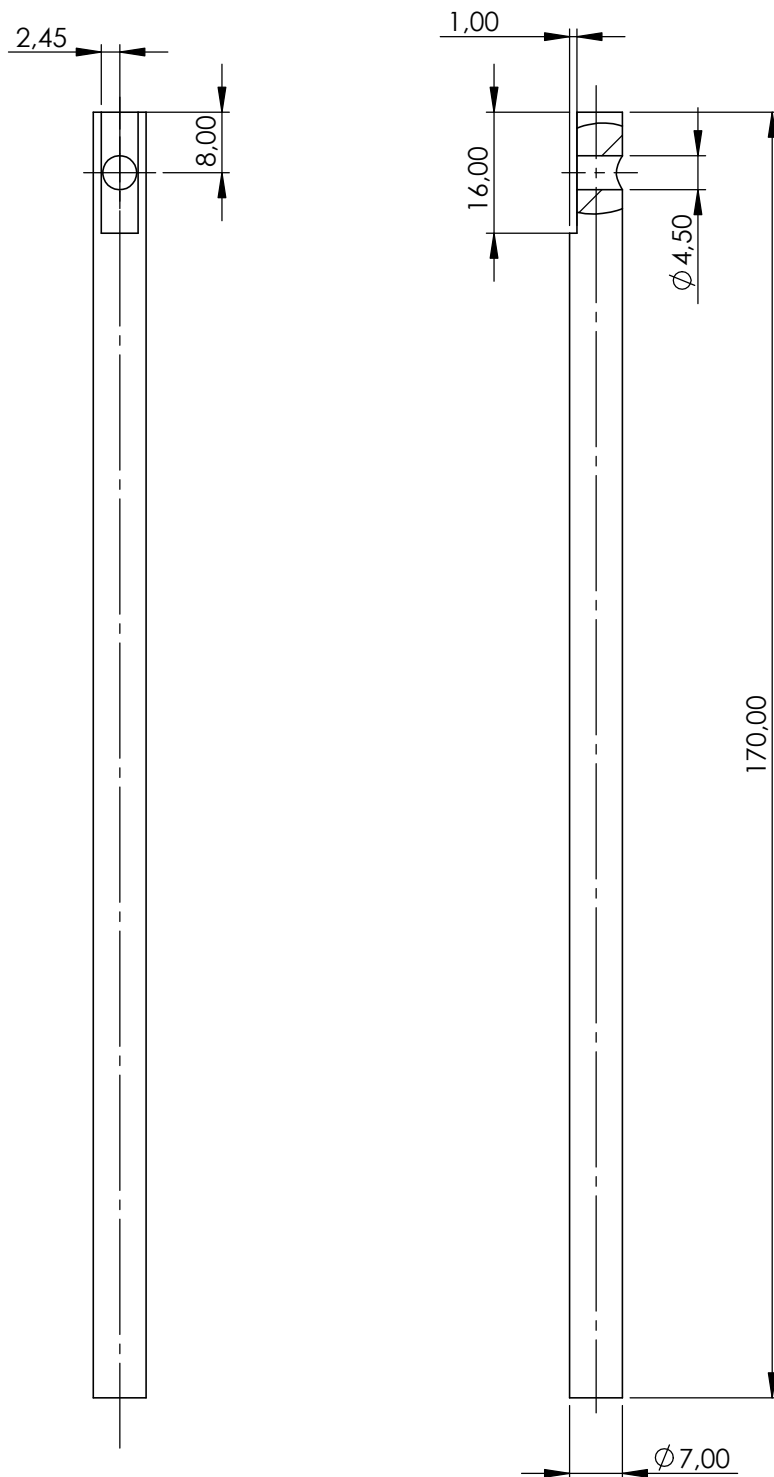


	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>1.08</b>
Dibujante	22/04/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	22/04/2023	J.Manuel García		Peso: 0,58
Escala	Nombre de Plano:			Material: ABS
2:1	<b>Casquillo</b>			Hoja 1 de 1

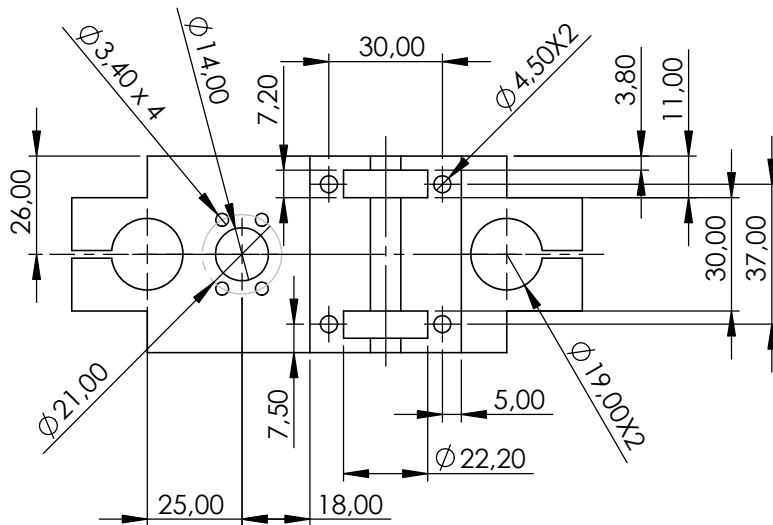
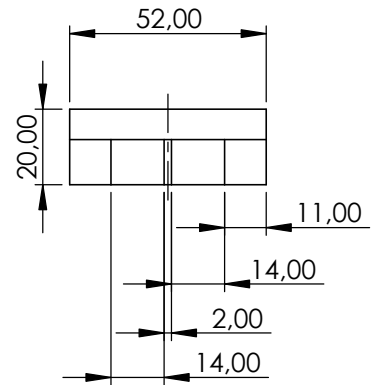
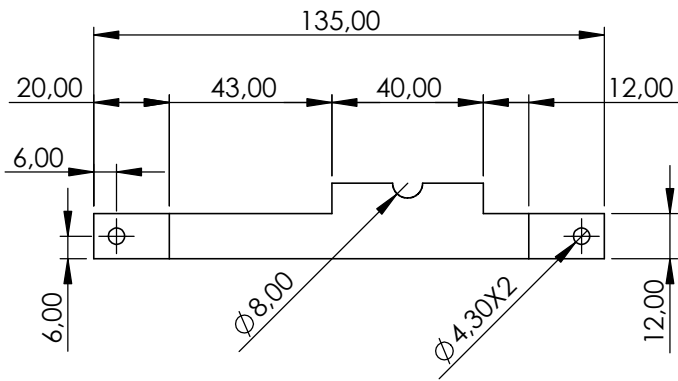


Pasador correspondiente a la norma DIN 1444-A, al cual se le ha añadido una ranura de  $\varnothing 7$  mm.

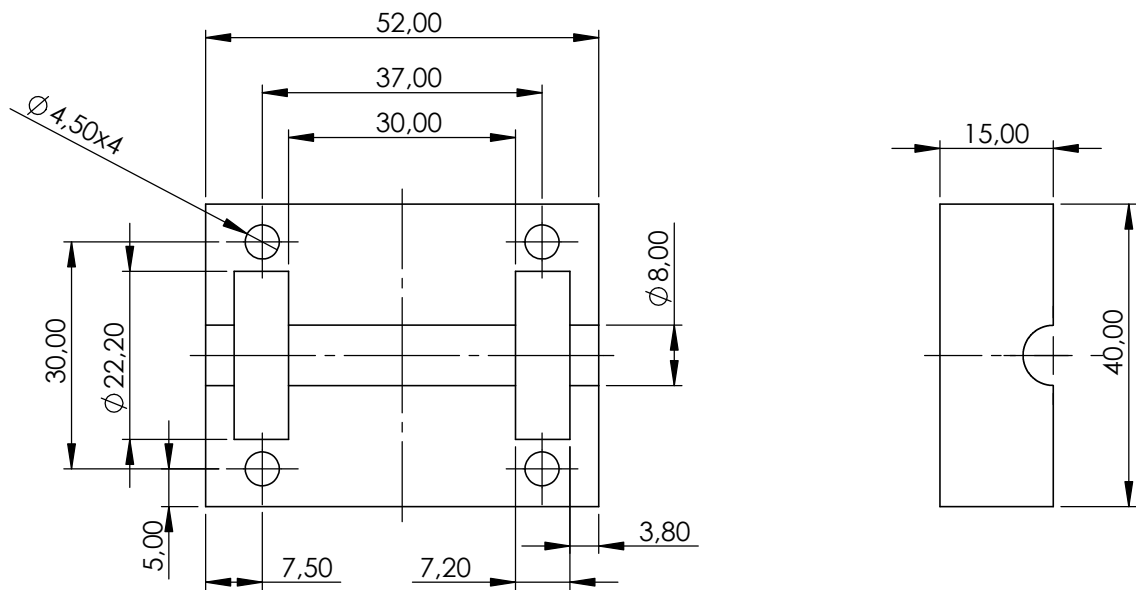
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: 1.09
Dibujante	22/04/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	22/04/2023	J.Manuel García		Peso: 13.54 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: Acero
2:1	Pasador 8 x 28			Hoja 1 de 1



	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>1.10</b>
Dibujante	22/04/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	22/04/2023	J.Manuel García		Peso: 50,53 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: S235JR
1:2	Eje salida			Hoja 1 de 1

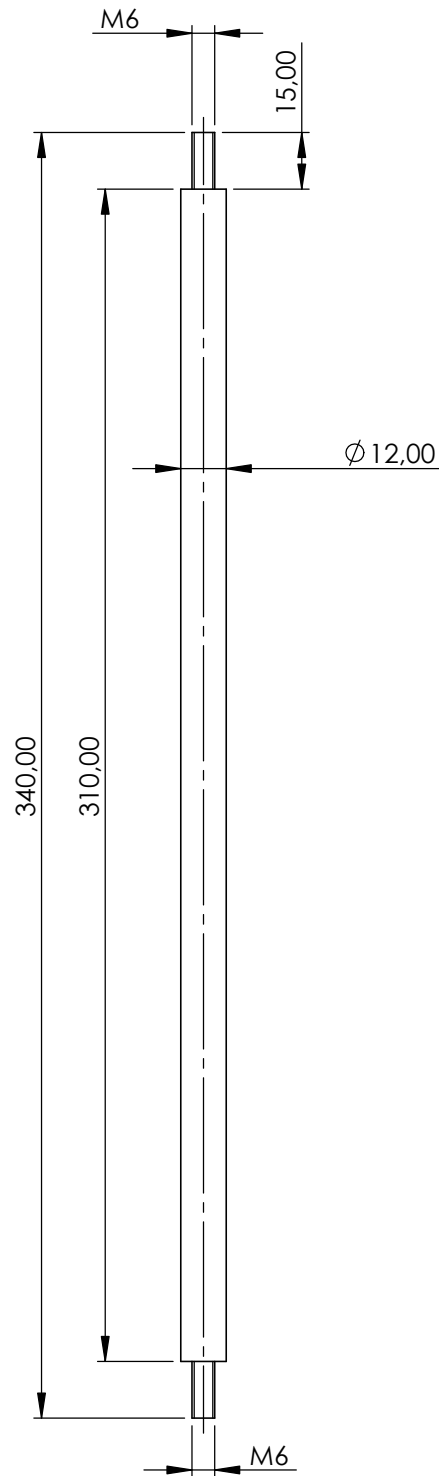


	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: 1.11
Dibujante	22/04/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	22/04/2023	J.Manuel García		Peso: 76.41g
Escala	Nombre de Plano:			Material: ABS
1:2	Caja salida parte inferior			Hoja 1 de 1

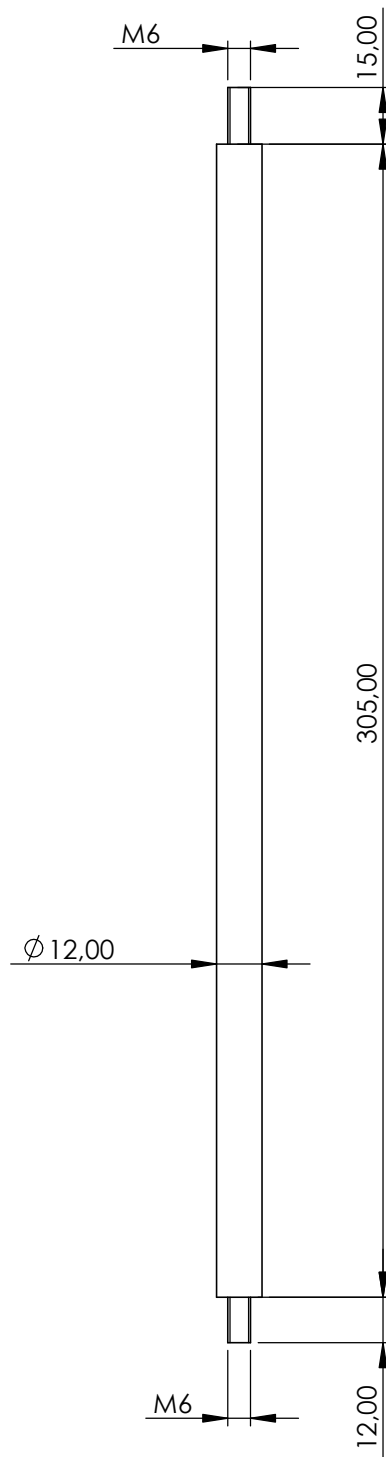


	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: 1.12
Dibujante	22/04/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	22/04/2023	J.Manuel García	Peso: 27.04 g	
Escala	Nombre de Plano:		Material: ABS	
1:1	Caja salida parte superior		Hoja 1 de 1	

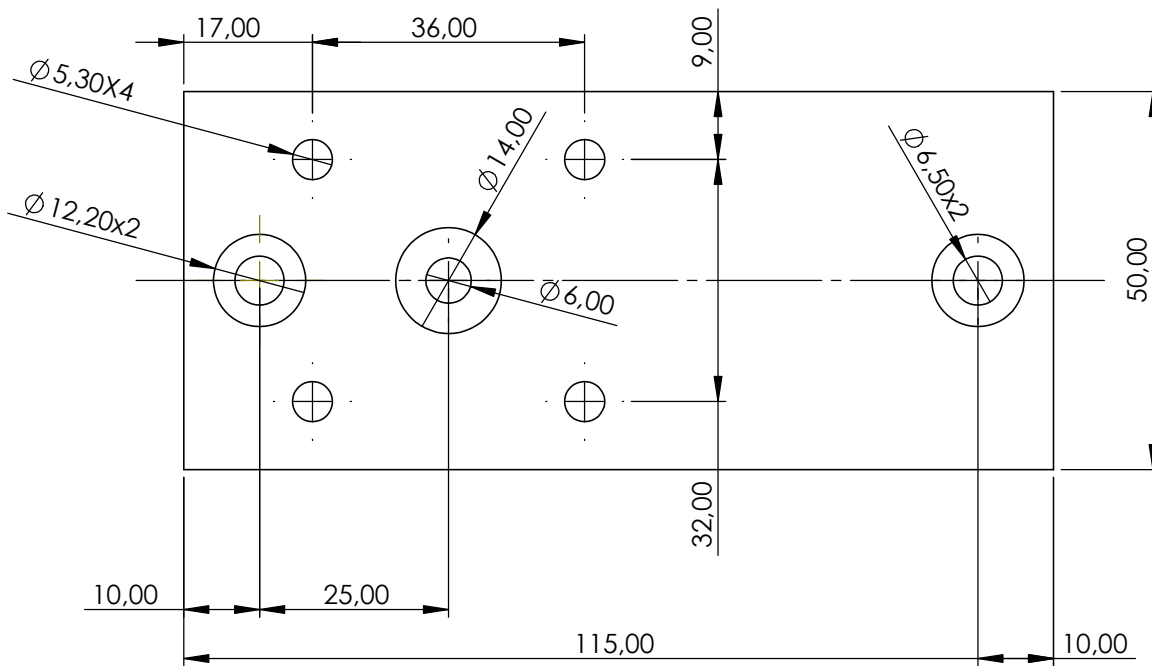
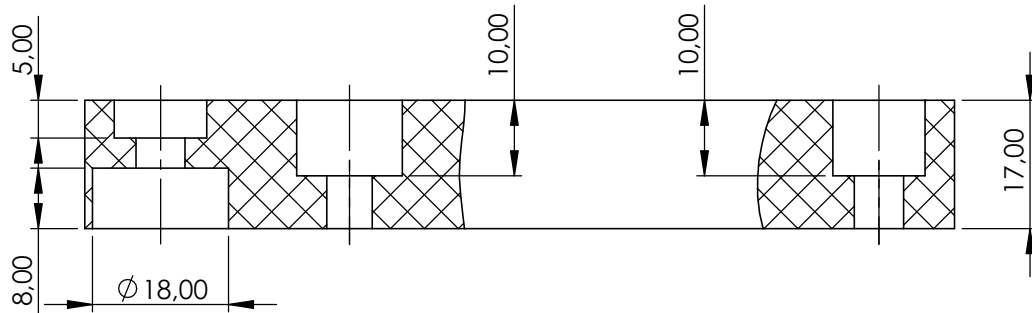




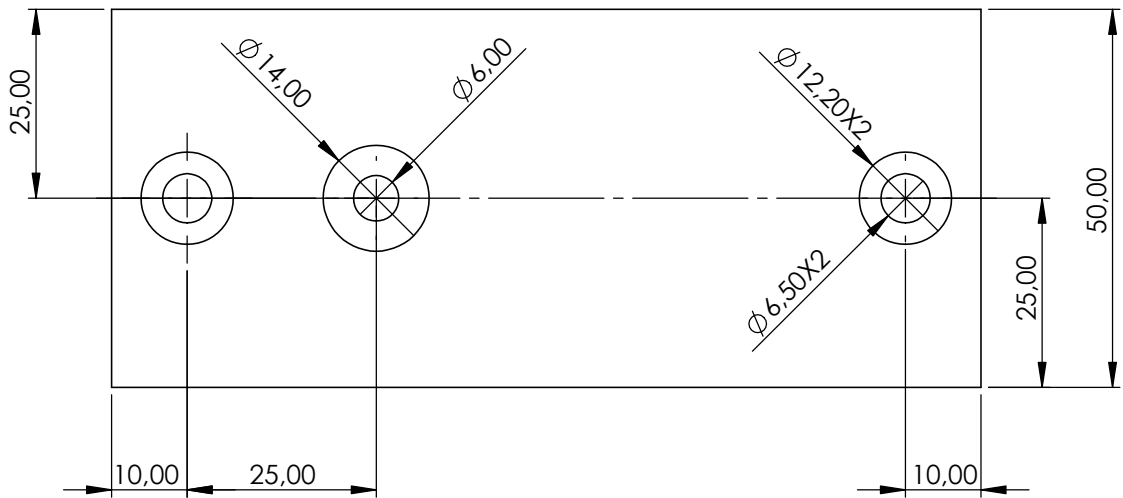
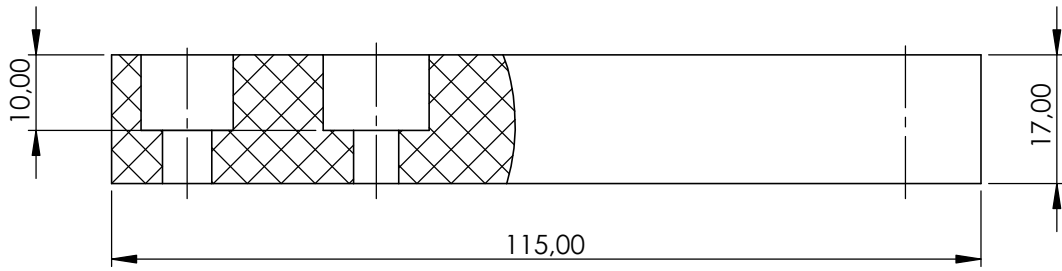
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>1.13</b>
Dibujante	22/04/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	22/04/2023	J.Manuel García	Peso: 287,27 g	
Escala	Nombre de Plano:		Material: S275JR	
1:2	Eje soporte husillo		Hoja 1 de 1	



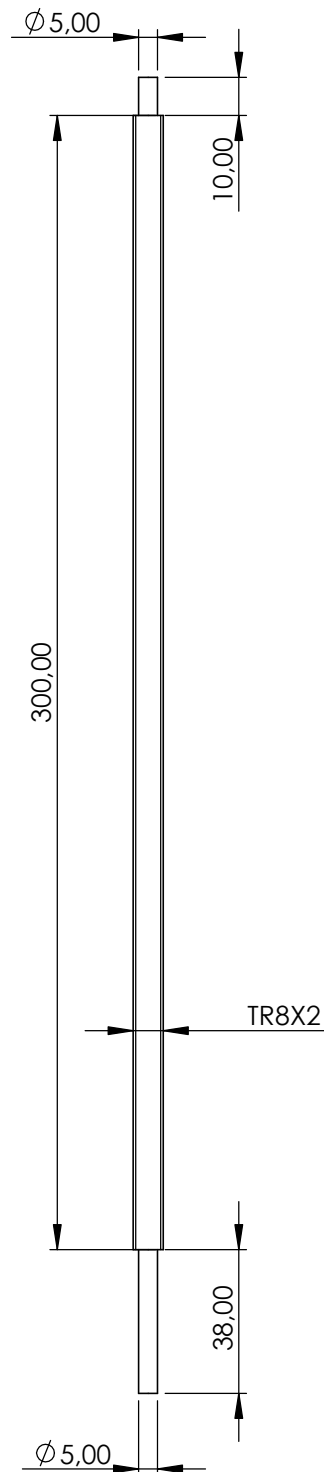
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>1.14</b>
Dibujante	02/05/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	02/05/2023	J.Manuel García		Peso: 286,16 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: S235JR
1:2	Eje soporte husillo_2			Hoja 1 de 1



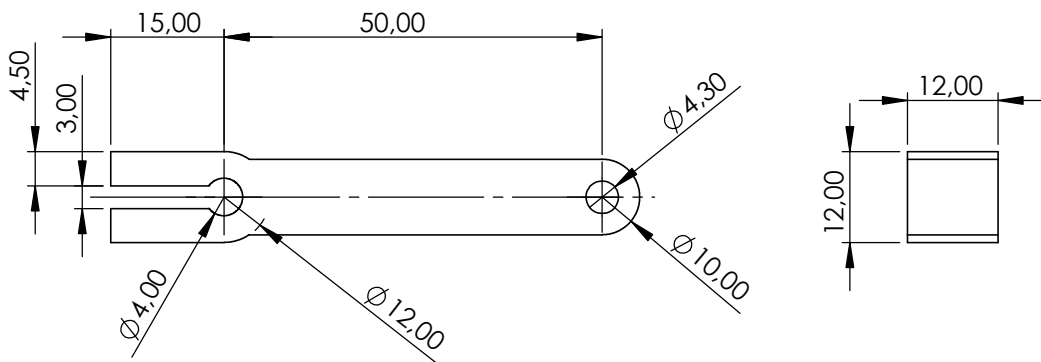
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: 1.15
Dibujante	22/04/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	22/04/2023	J.Manuel García		Peso: 92,17 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: ABS
1:1	Soporte husillo inferior			Hoja 1 de 1



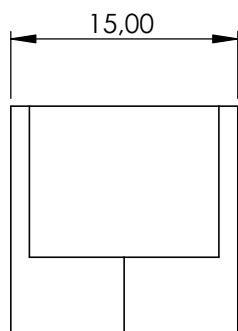
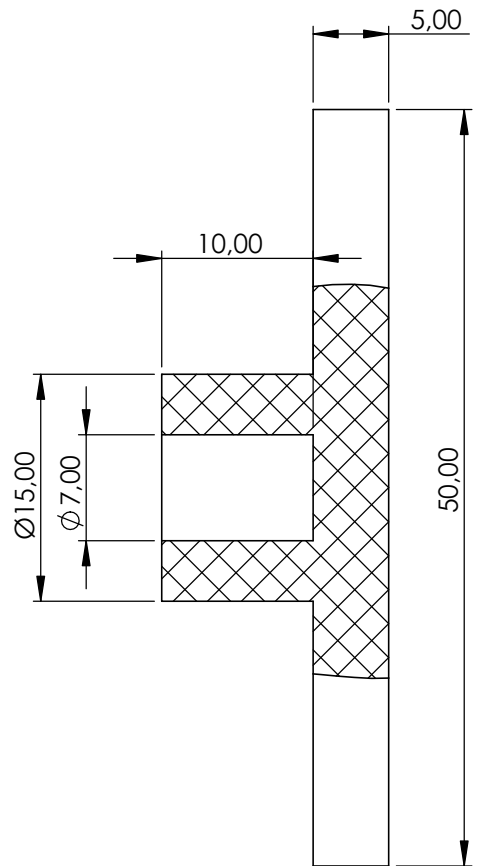
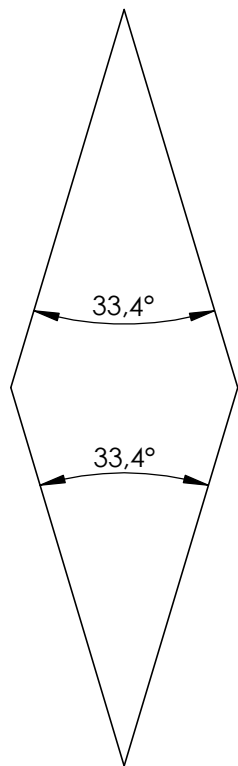
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>1.16</b>
Dibujante	22/04/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	22/04/2023	J.Manuel García		Peso: 95,07 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: ABS
1:1	Soporte husillo superior			Hoja 1 de 1



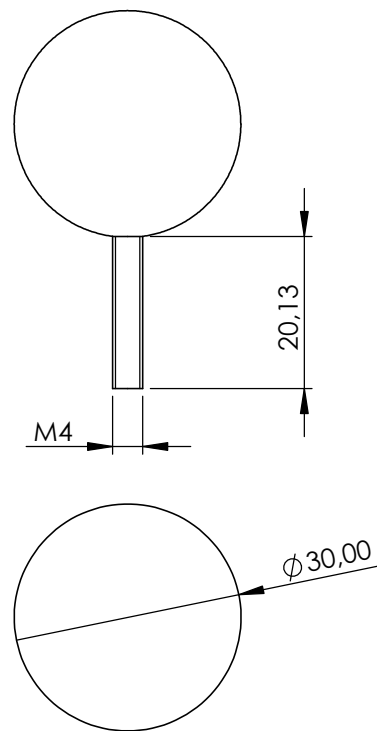
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>1.17</b>
Dibujante	01/05/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	01/05/2023	J.Manuel García		Peso: 128.18 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: S235JR
1:2	Husillo TR8x300			Hoja 1 de 1



	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>1.18</b>
Dibujante	22/04/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	22/04/2023	J.Manuel García	Peso: 7,90 g	
Escala	Nombre de Plano:		Material: ABS	
1:1	<b>Manivela</b>		Hoja 1 de 1	

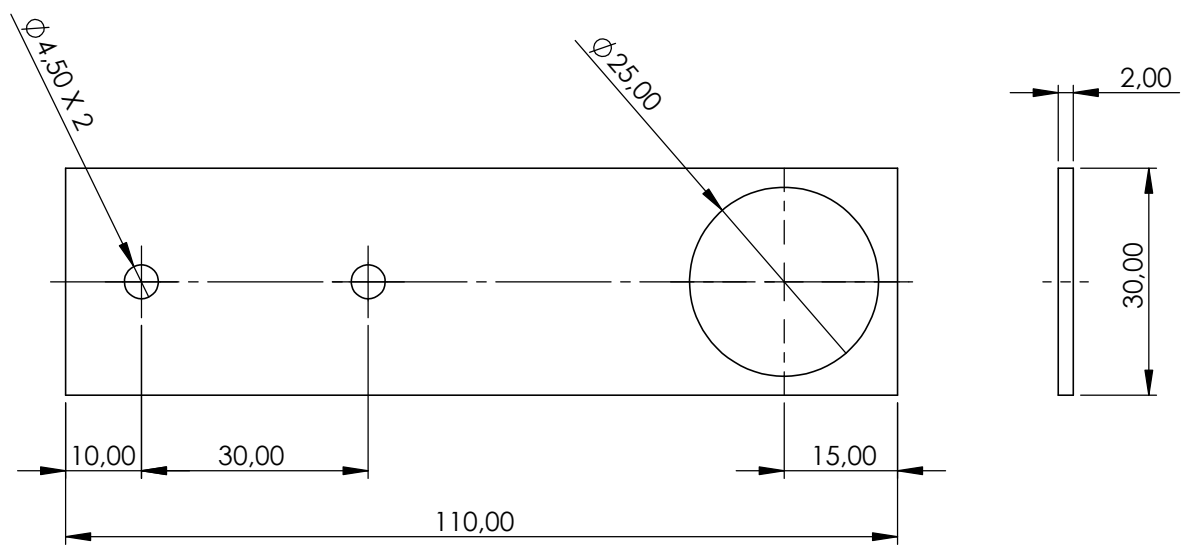


	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>1.19</b>
Dibujante	22/04/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	22/04/2023	J.Manuel García		Peso: 3,29 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: ABS
2:1	<b>Helice</b>			Hoja 1 de 1

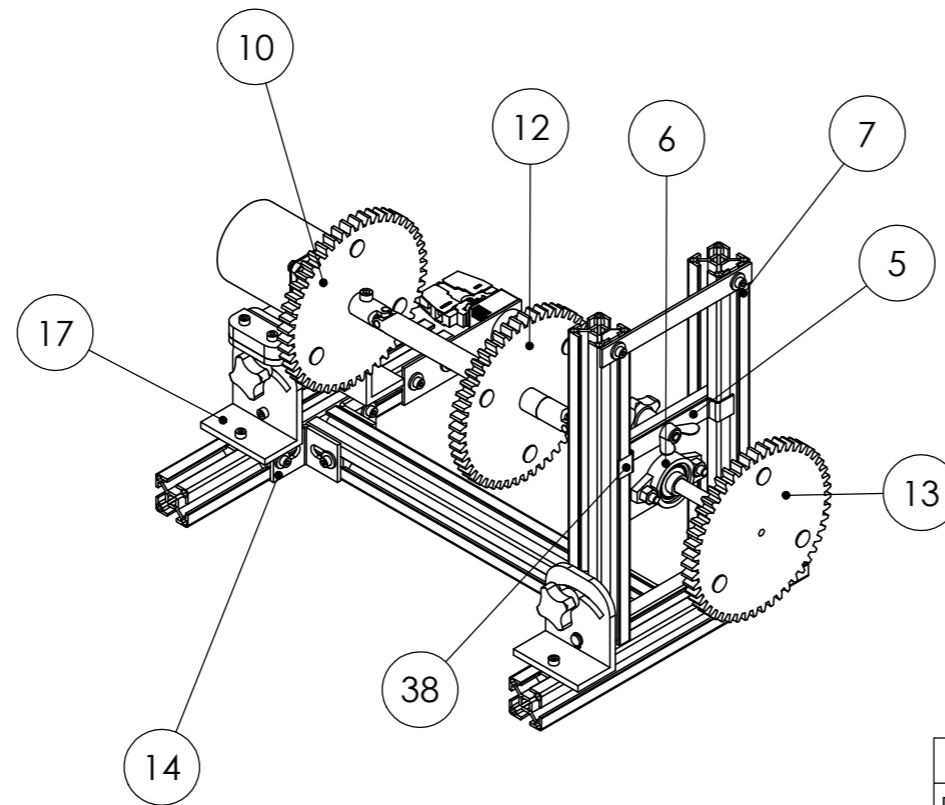
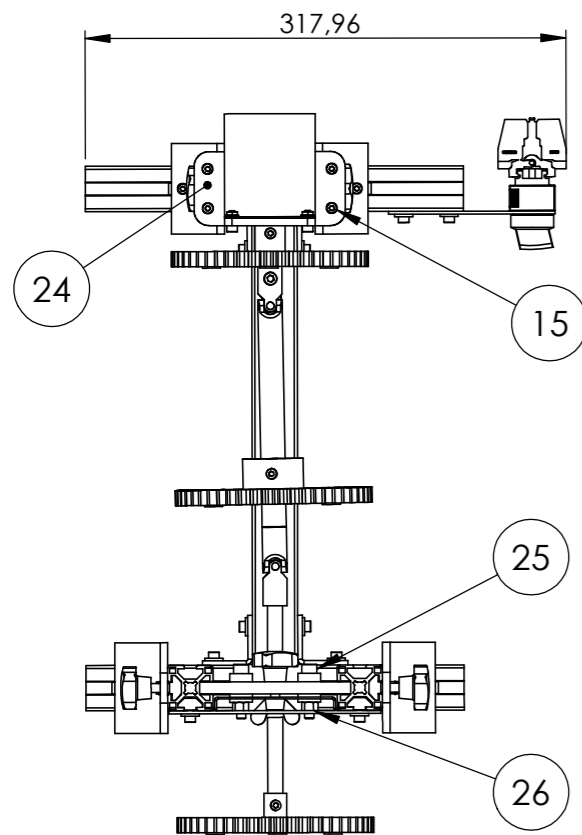
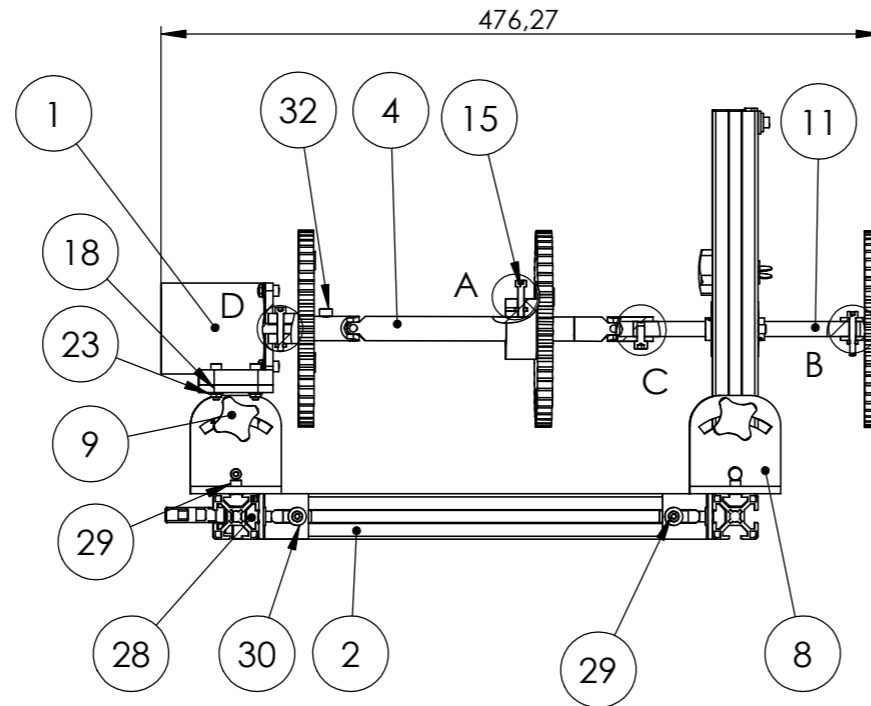
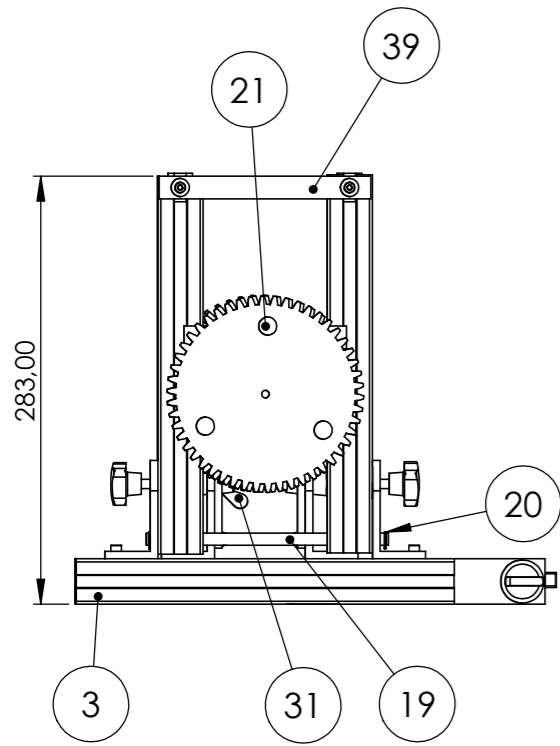


	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: 1.20
Dibujante	23/06/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	23/06/2023	J.Manuel García	Peso: 15 g	
Escala	Nombre de Plano:		Material: ABS y acero	
1:1	Pomo manivela		Hoja 1 de 1	



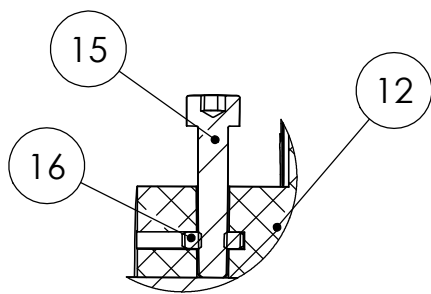


	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: 1.21
Dibujante	23/06/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	23/06/2023	J.Manuel García		Peso: 15 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: Aluminio
1:2	Chapa sujeccion selector			Hoja 1 de 1

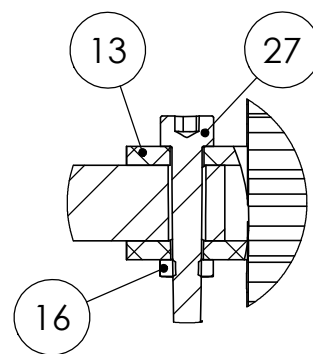


39	Chapa sujeción perfiles	Plano - 2.18	1
38	Pinza de sujeción	Plano - 2.19	1
37	Acople	Plano - 2.17	1
36	Selector siemens	SIEMENS-3SB3400-0D	1
35	Interruptor siemens	SIEMENS-3SB3400-0D	1
34	Chapa sujecion selector	Plano - 2.15	1
33	Tuerca perfil M6	FASTEN-52096	2
32	Tornillo M5 x 10 mm	DIN 912-CLD 4.6	2
31	Palomilla M6	DIN 315	3
30	Arandela M4 N	DIN 10669	12
29	Tornillo M4 x 12 mm	DIN 912-CLD 4.6	16
28	Tuerca perfil M4	FASTEN-52094	16
27	Tornillo M4 x 25 mm	DIN 912-CLD 4.6	2
26	Tuerca M6	DIN 555	2
25	Tornillo M6 x 30 mm	DIN 912-CLD 4.6	2
24	Sujecion motor	Sujeción motor 68KTYZ	1
23	Arandela M4 S	DIN 10673	10
22	Tornillo M4 x 10 mm	DIN 912-CLD 4.6	4
21	Casquillo	Plano - 2.16	9
20	Circlip - 7 x 0.8	DIN 471	2
19	Eje para perfiles	Plano - 2.08	1
18	Sujeción motor movil	Plano - 2.05	1
17	Soporte para motor	Plano - 2.06	2
16	Tuerca M4	DIN 439-2	13
15	Tornillo M4 x 20 mm	DIN 912-CLD 4.6	7
14	Escuadra fasten	FASTEN-5305	4
13	Rueda dentada eje salida	Plano - 2.14	1
12	Rueda dentada intermedia	Plano - 2.13	1
11	Eje salida	Plano - 2.10	1
10	Rueda dentada eje motor	Plano - 2.12	1
9	Perilla de estrella M6x20	DIN 6336	5
8	Soporte para perfiles	Plano - 2.07	2
7	perfil fasten 30x30x250 con taladro	Plano - 2.09	2
6	Soporte con rodamiento 10 mm	Soporte-KFL000/Rodamiento-K000	2
5	Placa de sujeción eje	Plano - 2.11	1
4	Junta cardan universal	Norelem-23412-100230	1
3	perfil fasten 30x30x250	FASTEN-5010	2
2	perfil fasten 30x30x375	FASTEN-5010	1
1	Motor	68KTYZ	1
N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	REFERENCIA / PLANO	CANTIDAD

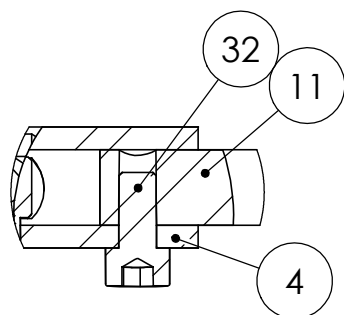
Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: 2.01
Dibujante 11/05/2023	J.Manuel García		Tamaño: A3
Aprobado 11/05/2023	J.Manuel García		Peso: 4,1 kg
Escala: 1:5	Nombre del plano: Plano de conjunto		Material:
			Hoja 1 de 2



DETALLE A

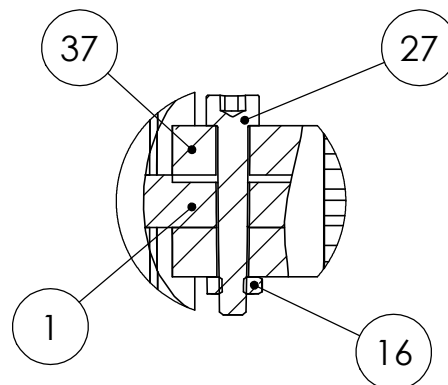


DETALLE B



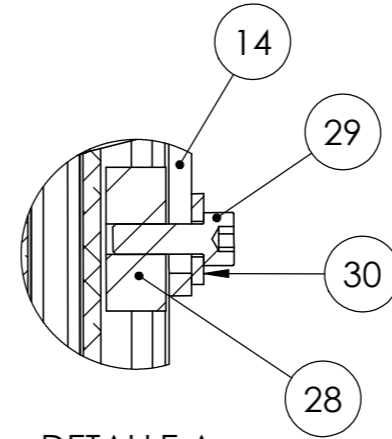
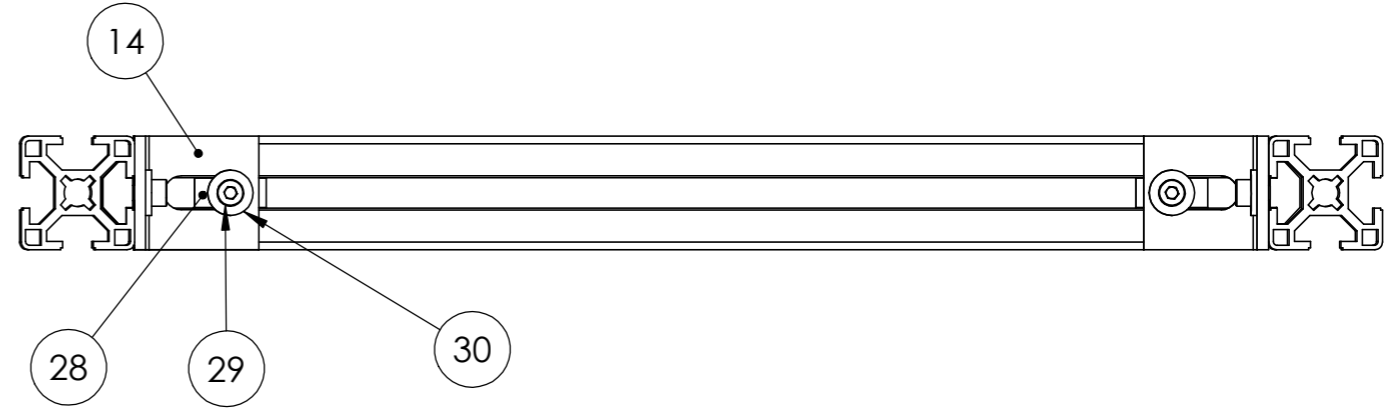
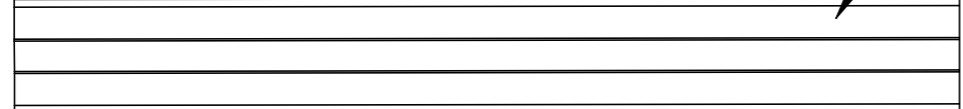
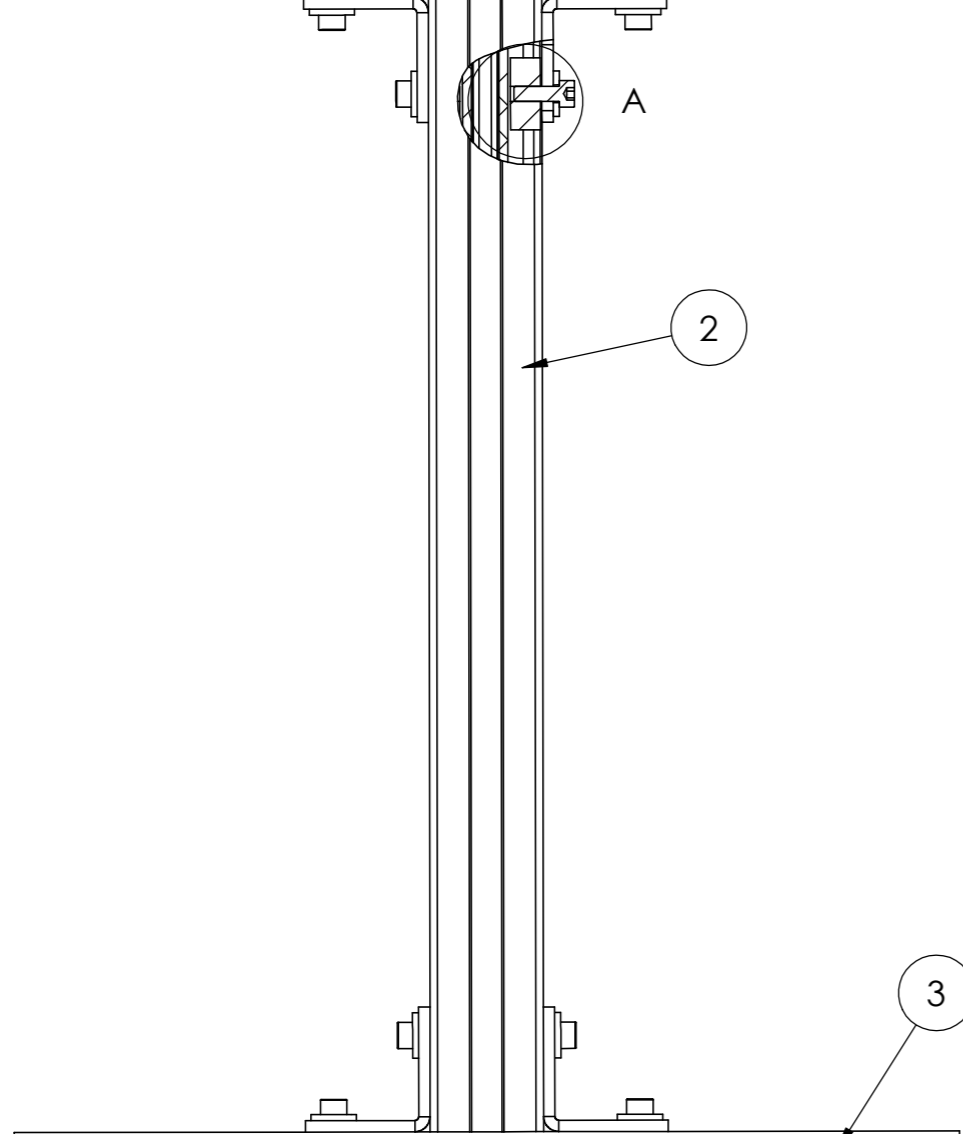
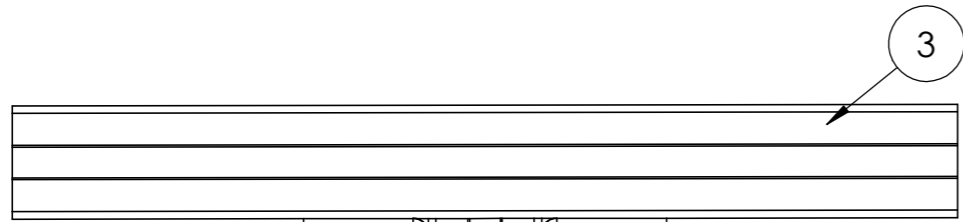
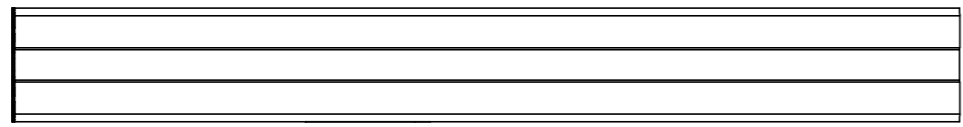
DETALLE C

Detalle C, misma representación para la otra horquilla de la doble junta y el acople.



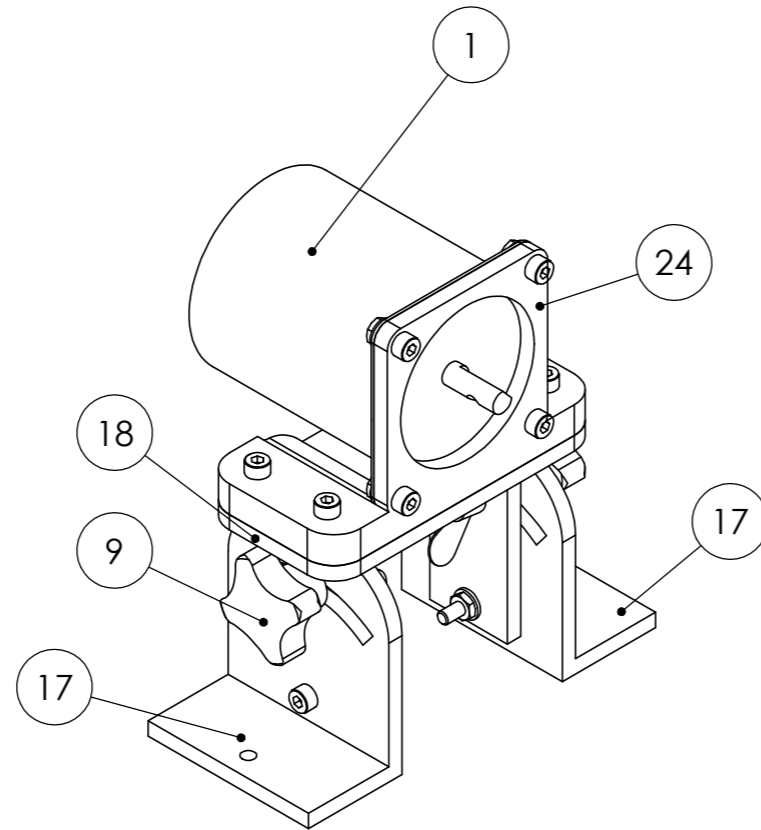
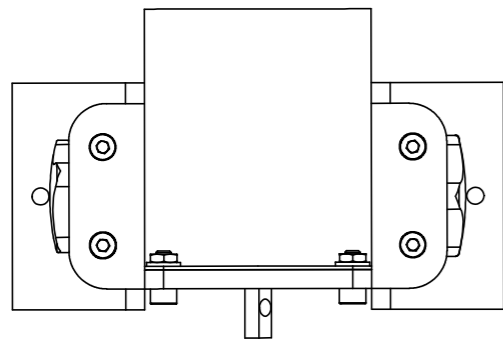
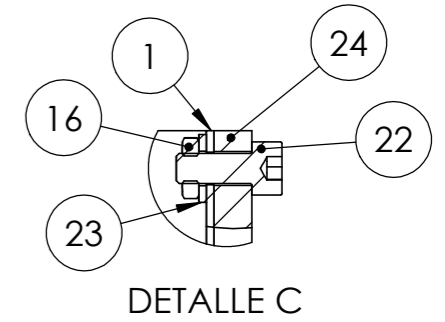
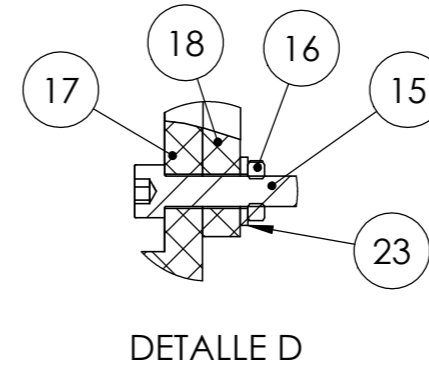
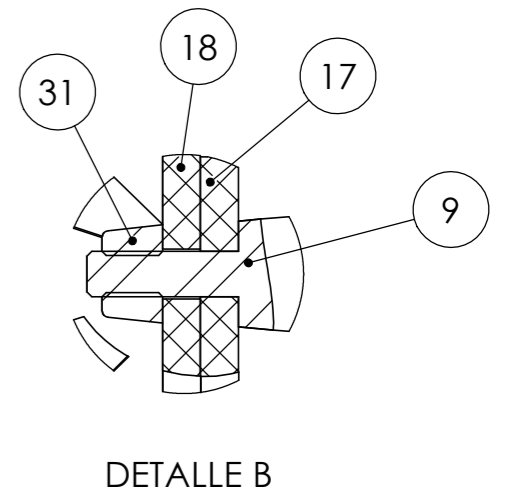
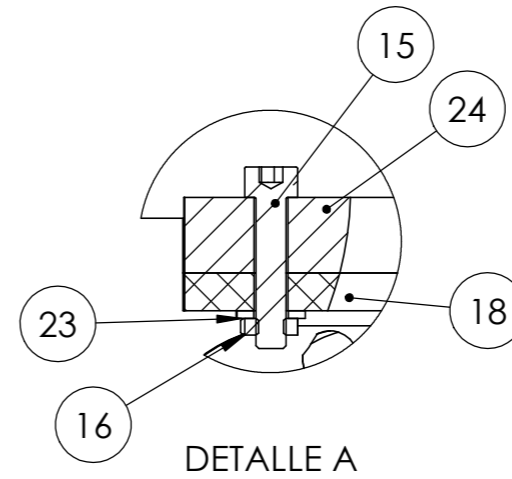
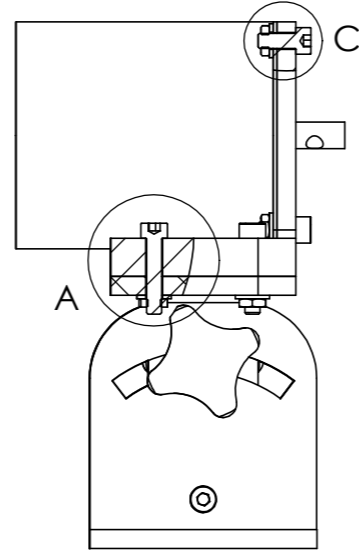
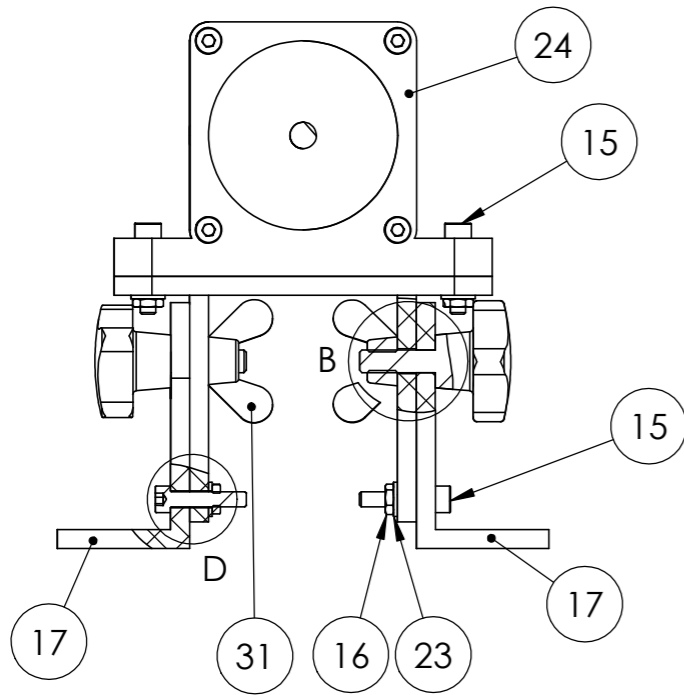
DETALLE D

	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.01</b>
Dibujante	11/05/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	11/05/2023	J.Manuel García		Peso:
Escala	Nombre de Plano:			Material:
1:1	Plano de conjunto			Hoja 2 de 2



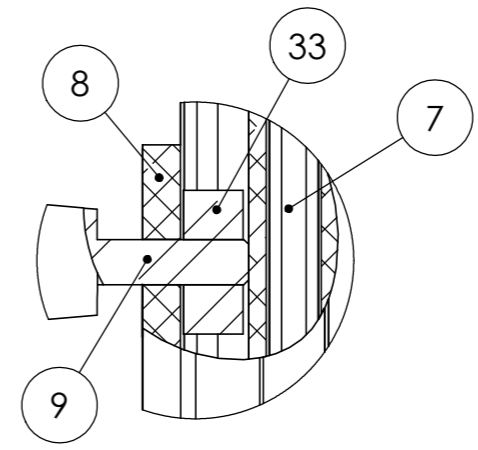
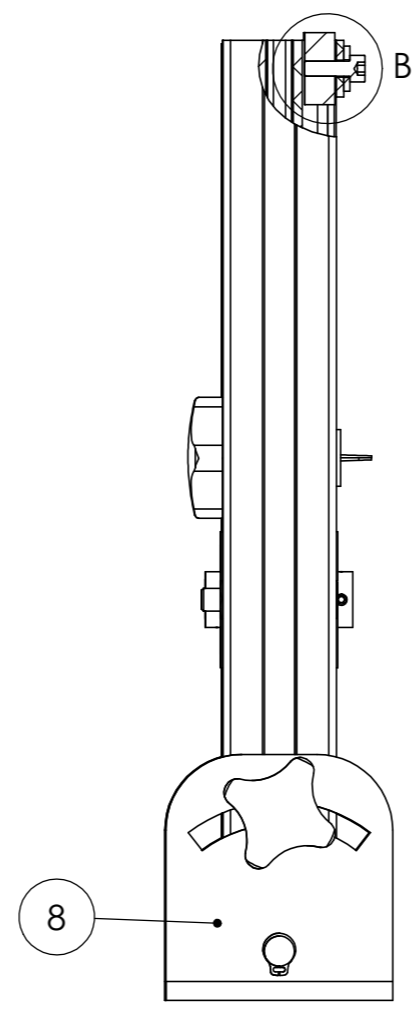
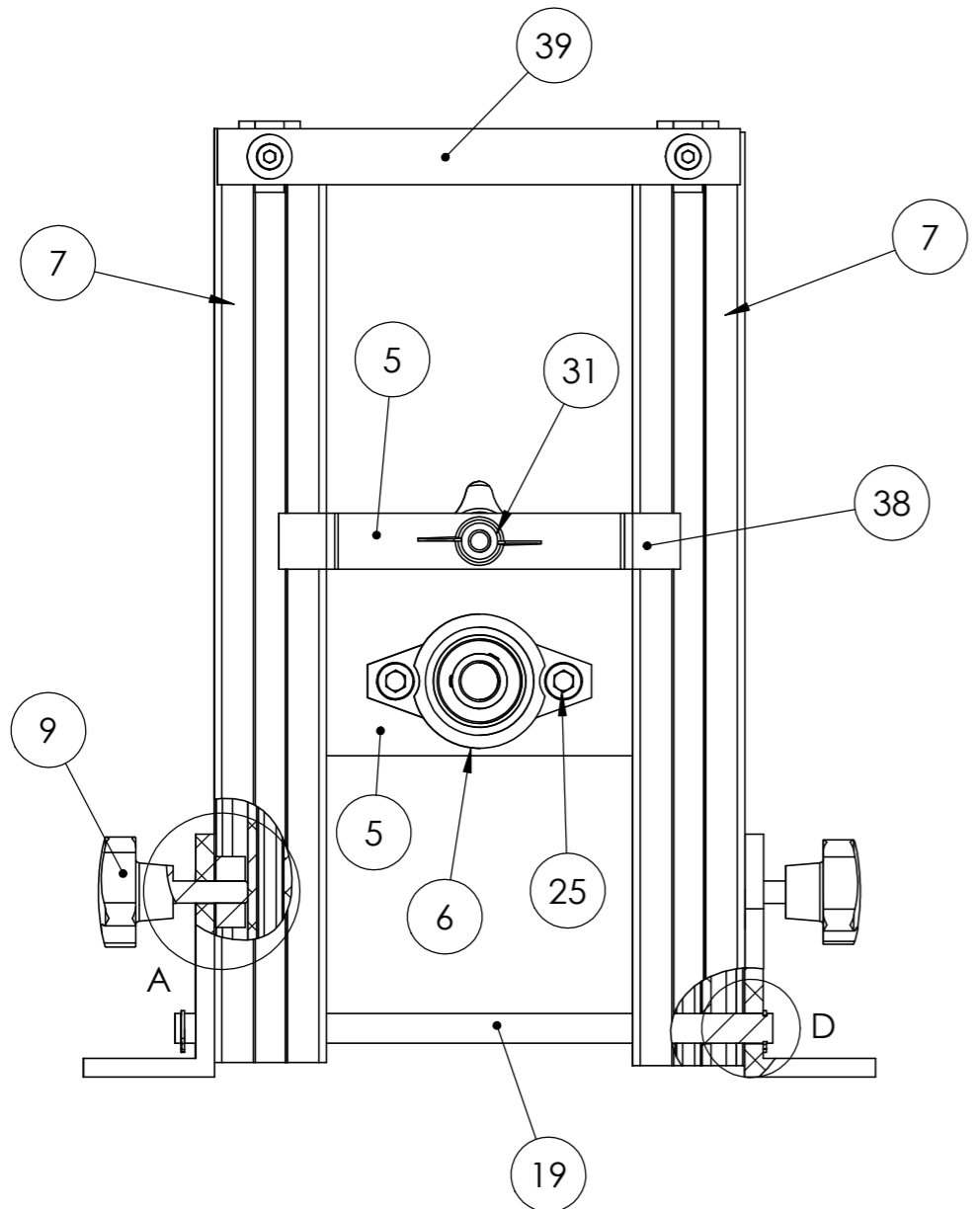
N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	REFERENCIA / PLANO	CANTIDAD
30	Arandela M4 N	DIN 10669	8
29	Tornillo M4 x 12 mm	DIN 912-CLD 4.6	8
28	Tuerca perfil M4	FASTEN-52094	8
14	Escuadra fasten	FASTEN-5305	4
3	perfil fasten 30x30x250	FASTEN-5010	2
2	perfil fasten 30x30x375	FASTEN-5010	1

	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.02</b>
Dibujante	23/06/2023	J.Manuel García		Tamaño: A3
Aprobado	23/06/2023	J.Manuel García		Peso: 960 g
Escala:	Nombre del plano:			Material:
1:2	Bancada			Hoja 1 de 1

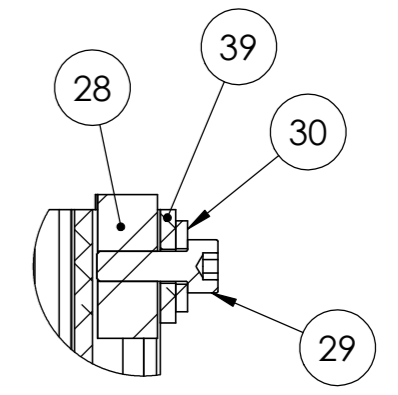


31	Palomilla M6	DIN 315	2
9	Perilla de estrella M6x20	DIN 6336	2
18	Sujeción motor movil	Plano - 2.05	1
17	Soporte para motor	Plano - 2.06	2
15	Tornillo M4 x 20 mm	DIN 912-CLD 4.6	6
24	Sujecion motor	Sujeción motor 68KTYZ	1
23	Arandela M4 S	DIN 10673	10
16	Tuerca M4	DIN 439-2	10
22	Tornillo M4 x 10 mm	DIN 912-CLD 4.6	4
1	Motor	68KTYZ	1
N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	REFERENCIA / PLANO	CANTIDAD

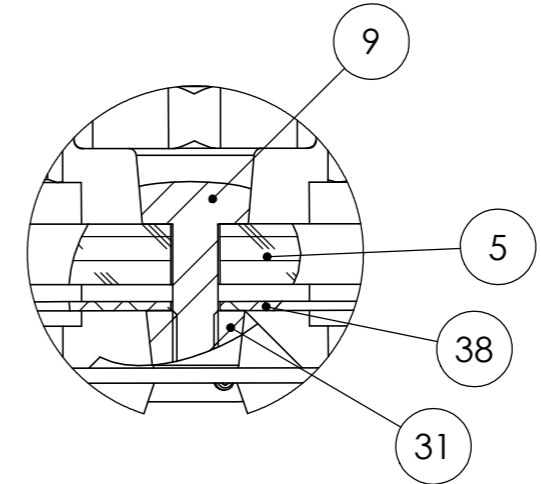
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: 2.03
Dibujante	23/06/2023	J.Manuel García		Tamaño: A3
Aprobado	23/06/2023	J.Manuel García		Peso: 1,12 kg
Escala:	Nombre del plano:			Material:
1:2	Estructura eje de entrada			Hoja 1 de 1



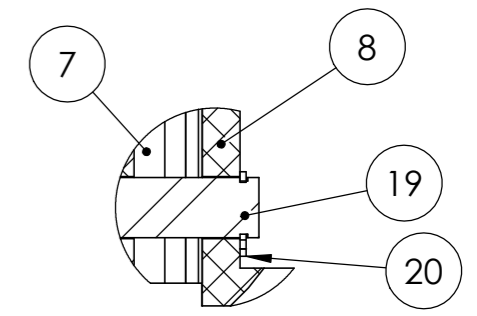
DETALLE A



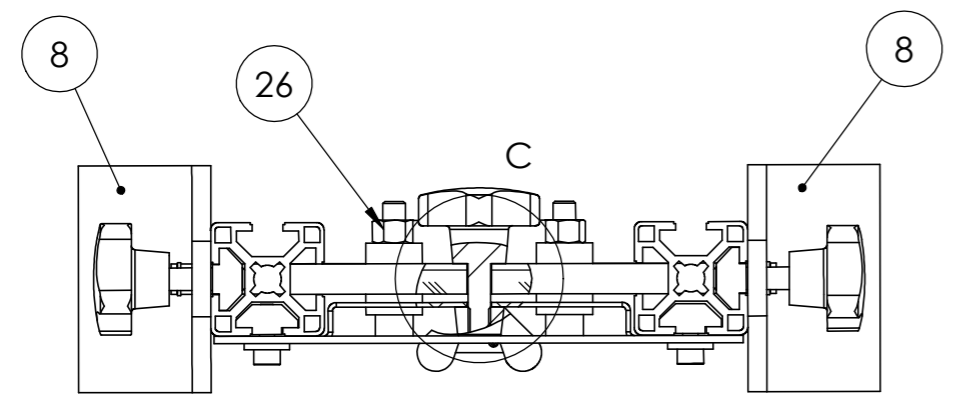
DETALLE B



DETALLE C

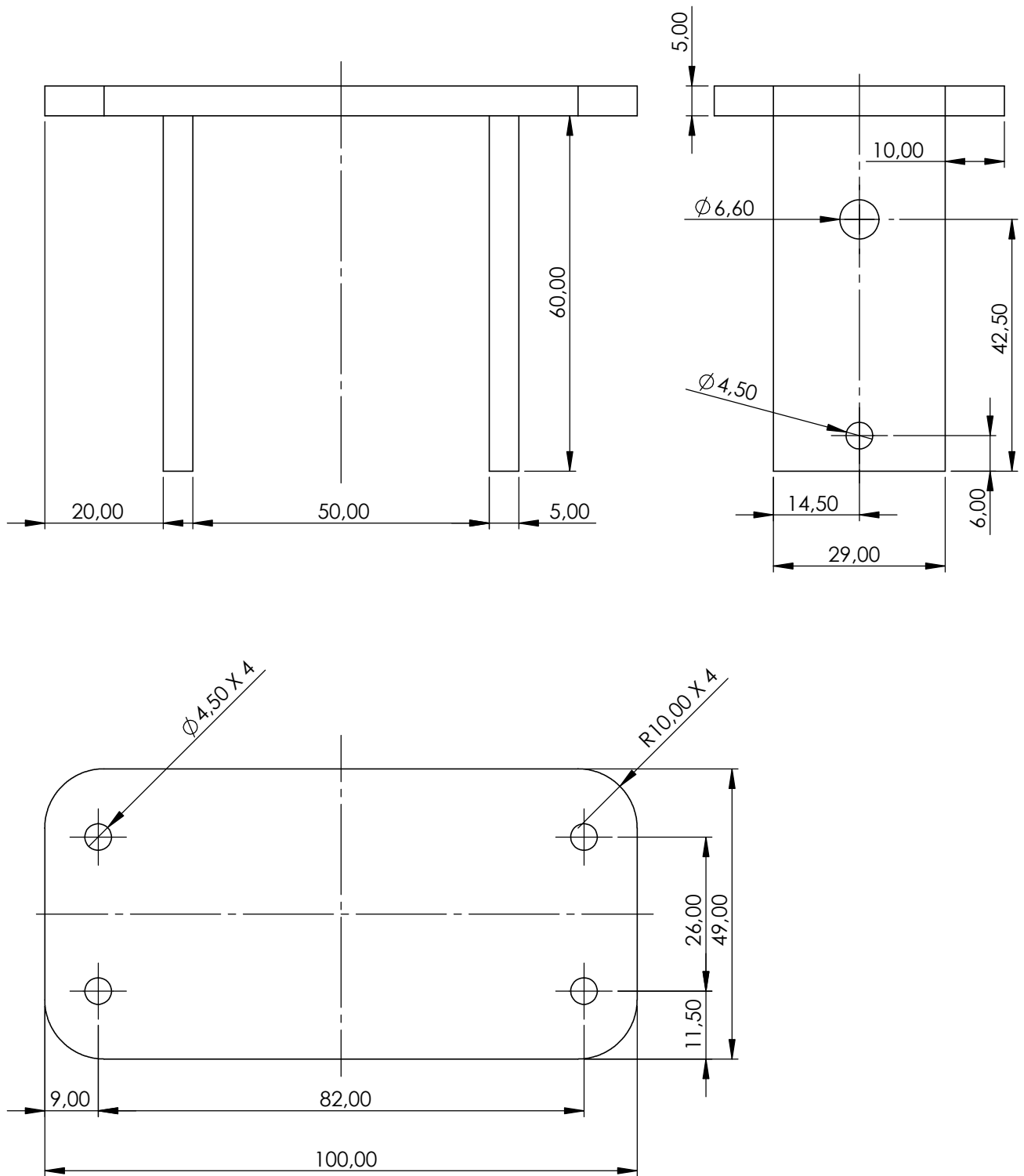


DETALLE D

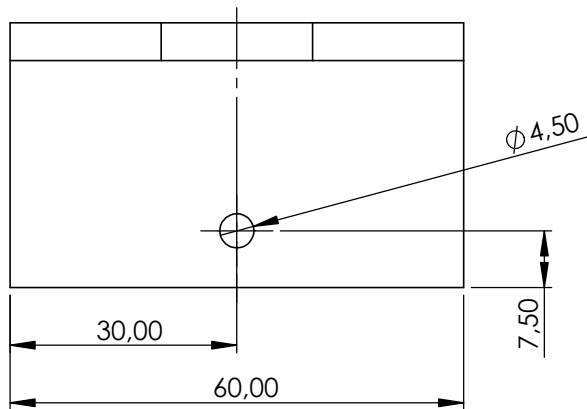
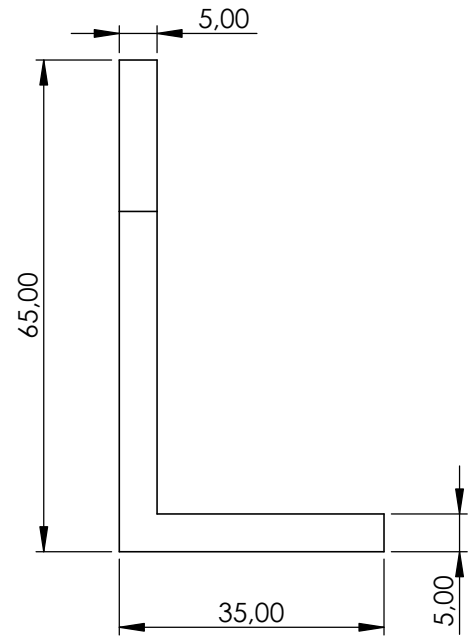
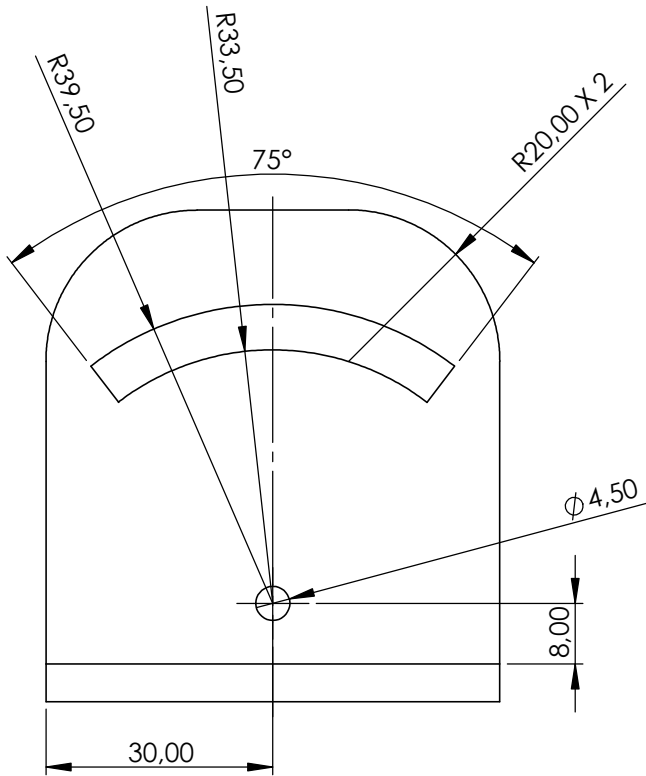


28	Tuerca perfil M4	FASTEN-52094	2
29	Tornillo M4 x 12 mm	DIN 912-CLD 4.6	2
30	Arandela M4 N	DIN 10669	2
39	Chapa sujeción perfiles	Plano - 2.18	1
31	Palomilla M6	DIN 315	1
38	Pinza de sujeción	Plano - 2.19	1
33	Tuerca perfil M6	FASTEN-52096	2
20	Circlip - 7 x 0.8	DIN 471	2
19	Eje para perfiles	Plano - 2.08	1
9	Perilla de estrella M6x20	DIN 6336	3
8	Soporte para perfiles	Plano - 2.07	2
7	perfil fasten 30x30x250 con taladro	Plano - 2.09	2
26	Tuerca M6	DIN 555	2
25	Tornillo M6 x 30 mm	DIN 912-CLD 4.6	2
6	Soporte con rodamiento 10 mm	Soporte-KFL000/Rodamiento-K000	2
5	Placa de sujeción eje	Plano - 2.11	1
N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	REFERENCIA / PLANO	CANTIDAD

Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.04</b>
Dibujante 23/06/2023 J.Manuel García	Aprobado 23/06/2023 J.Manuel García		Tamaño: A3
Escala: 1:2	Nombre del plano: <b>Estructura eje de salida</b>	Peso: 1.27 kg	Material:
		Hoja 1 de 1	

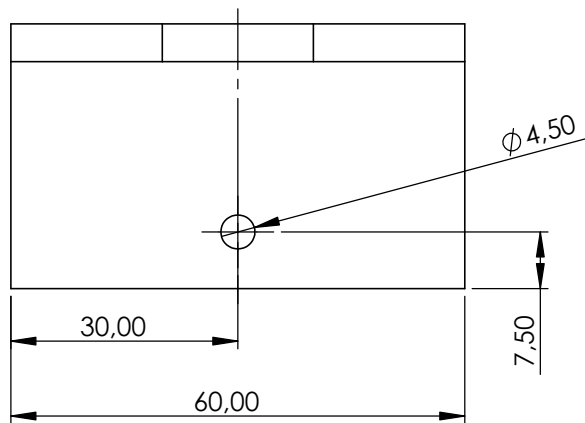
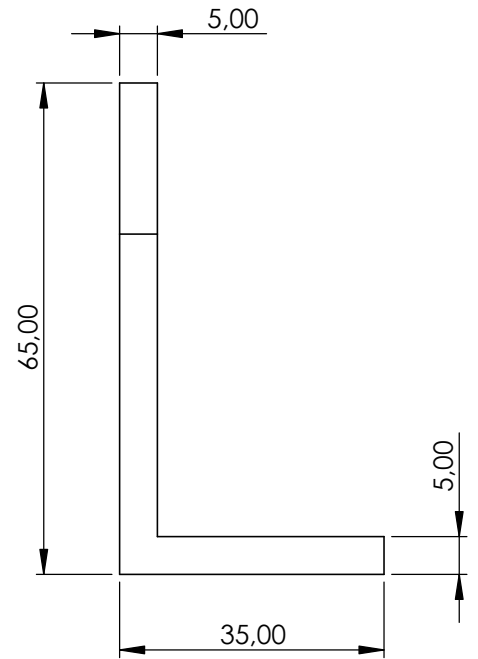
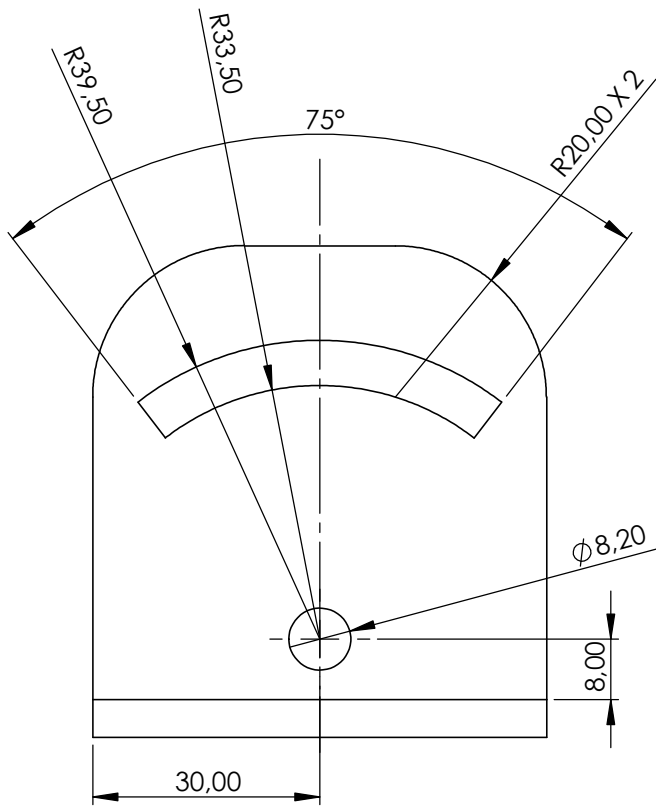


	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.05</b>
Dibujante	12/06/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	12/06/2023	J.Manuel García	Peso: 41 g	
Escala	Nombre de Plano:			Material: ABS
1:1	Sujección motor movil			Hoja 1 de 1

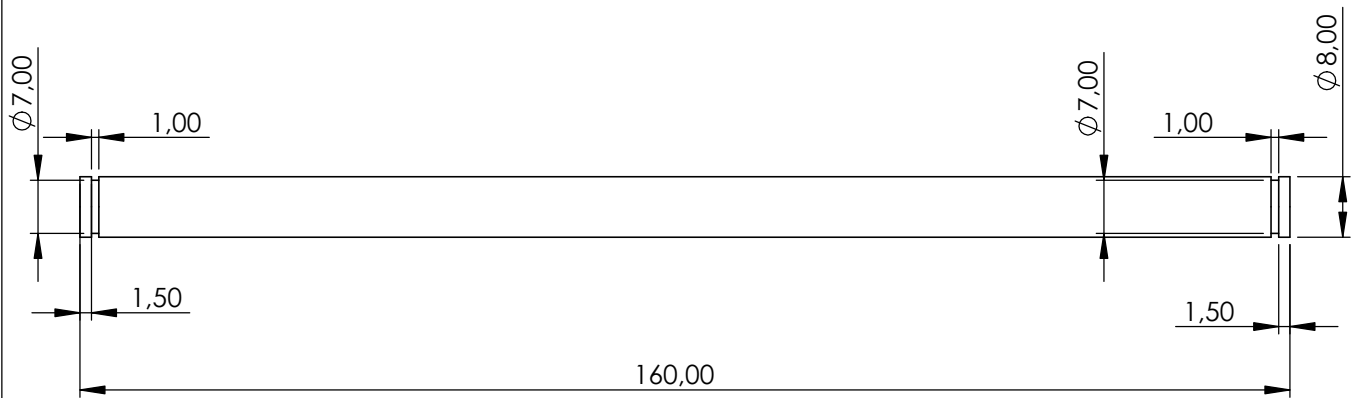


	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.06</b>
Dibujante	12/06/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	12/06/2023	J.Manuel García		Peso: 26 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: ABS
1:1	Soporte para motor			Hoja 1 de 1

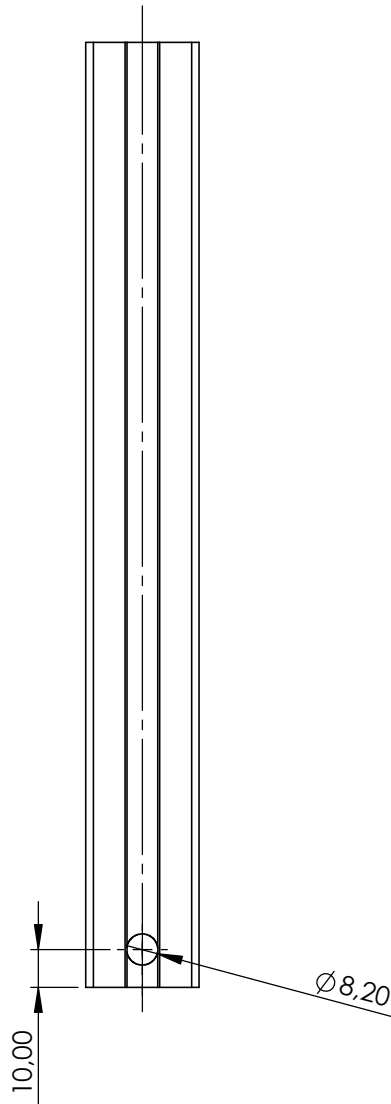




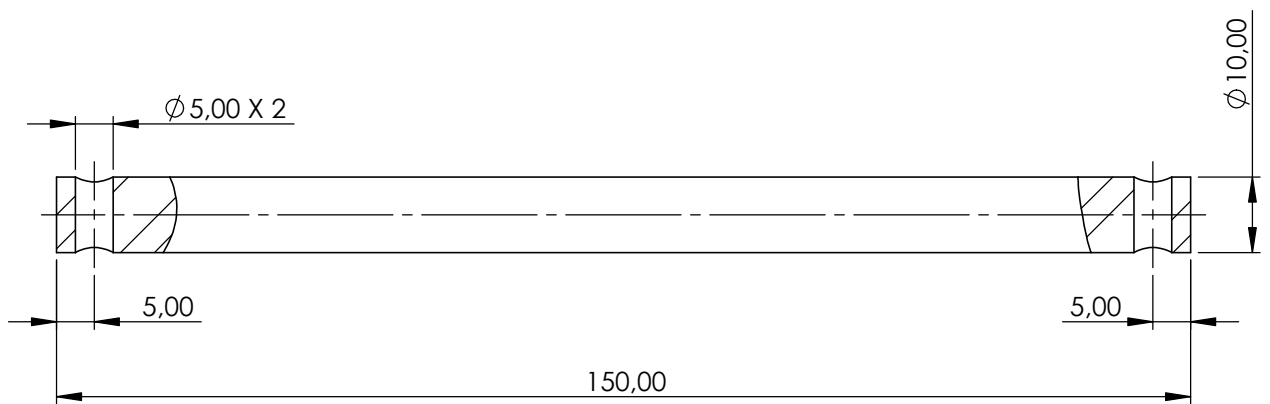
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.07</b>
Dibujante	12/06/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	12/06/2023	J.Manuel García		Peso: 26 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: ABS
1:1	Soporte para perfiles			Hoja 1 de 1



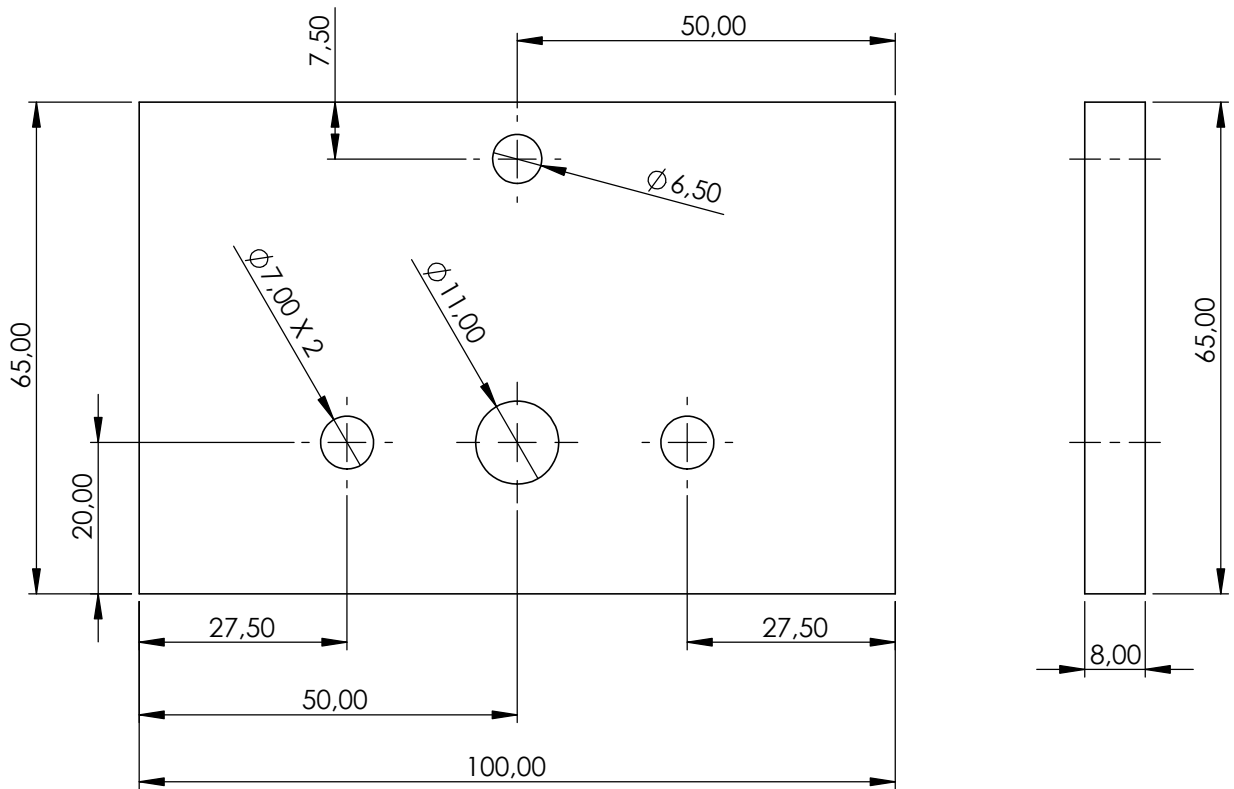
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.08</b>
Dibujante	12/06/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	12/06/2023	J.Manuel García		Peso: 64 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: S235JR
1:1	Eje para perfiles			Hoja 1 de 1



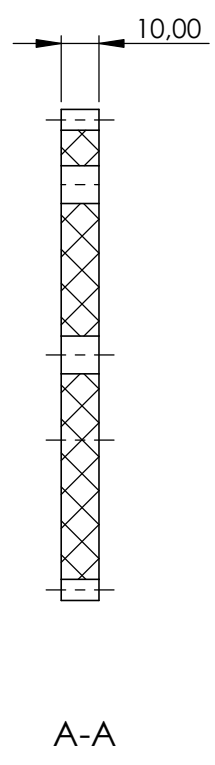
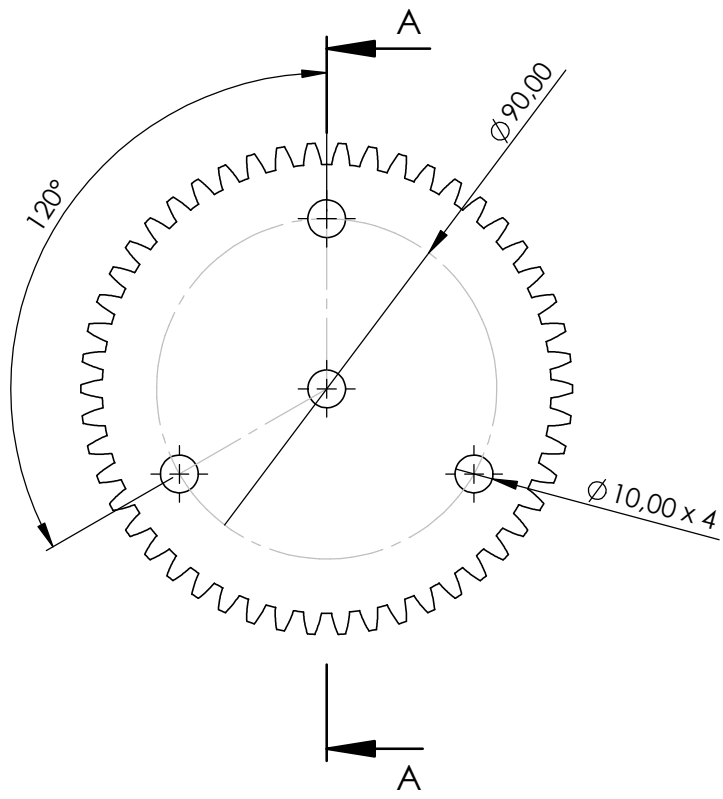
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.09</b>
Dibujante	12/06/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	12/06/2023	J.Manuel García	Peso: 211 g	
Escala	Nombre de Plano:			Material: Aluminio
1:2	perfil fasten 30x30x250 con taladro			Hoja 1 de 1



	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.10</b>
Dibujante	12/06/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	12/06/2023	J.Manuel García		Peso: 91 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: S235JR
1:1	<b>Eje salida</b>			Hoja 1 de 1

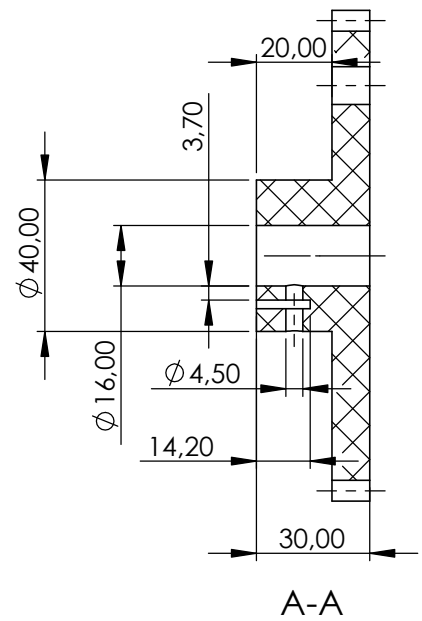
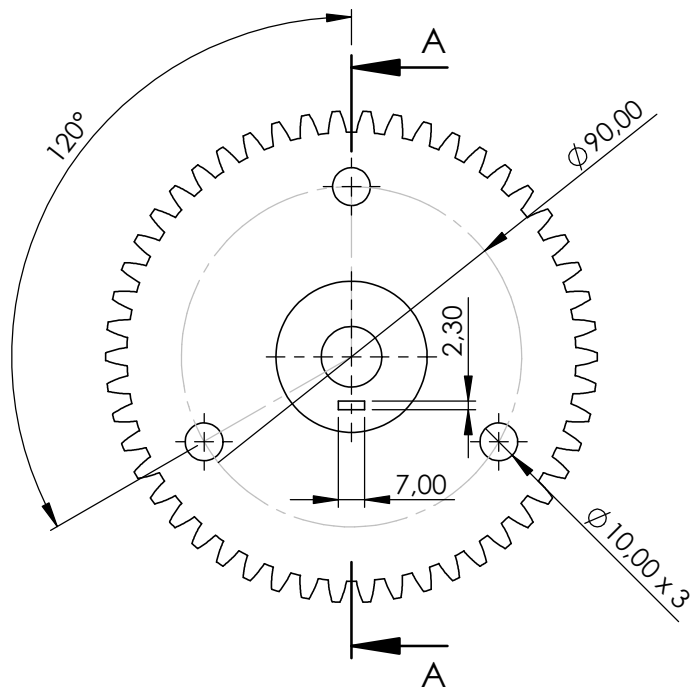


	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.11</b>
Dibujante	12/06/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	12/06/2023	J.Manuel García		Peso: 20 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: ABS
1:1	Placa de sujección eje de salida			Hoja 1 de 1



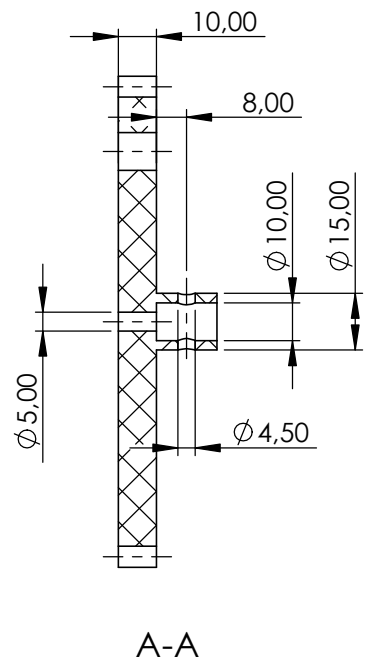
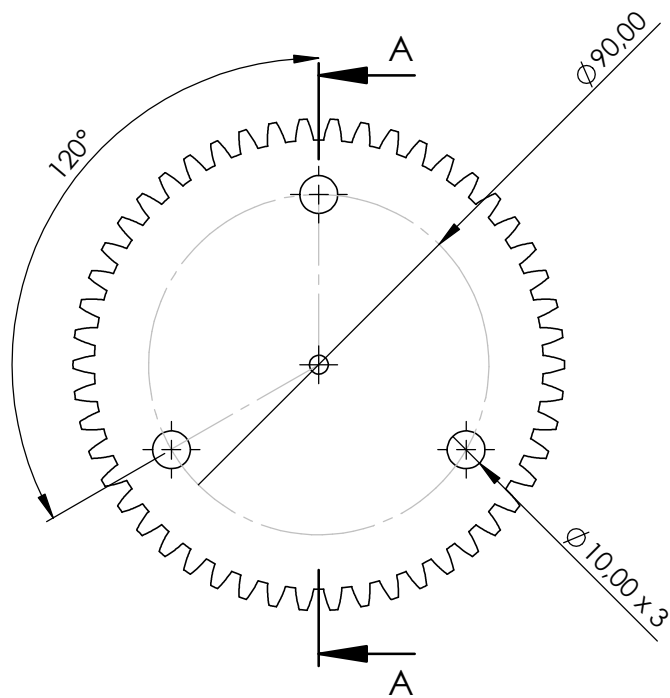
MÓDULO	2.5 mm
ÁNGULO DE PRESIÓN	14.5°
NÚMERO DE DIENTES Z1	50
DIÁMETRO PRIMITIVO Z1	125 mm
DIÁMETRO EXTERIOR Z1	130 mm

	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.12</b>
Dibujante	12/06/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	12/06/2023	J.Manuel García		Peso: 123 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: ABS
1:2	Rueda dentada eje motor			Hoja 1 de 1



MÓDULO	2.5 mm
ÁNGULO DE PRESIÓN	14.5°
NÚMERO DE DIENTES Z2	50
DIÁMETRO PRIMITIVO Z2	125 mm
DIÁMETRO EXTERIOR Z2	130 mm

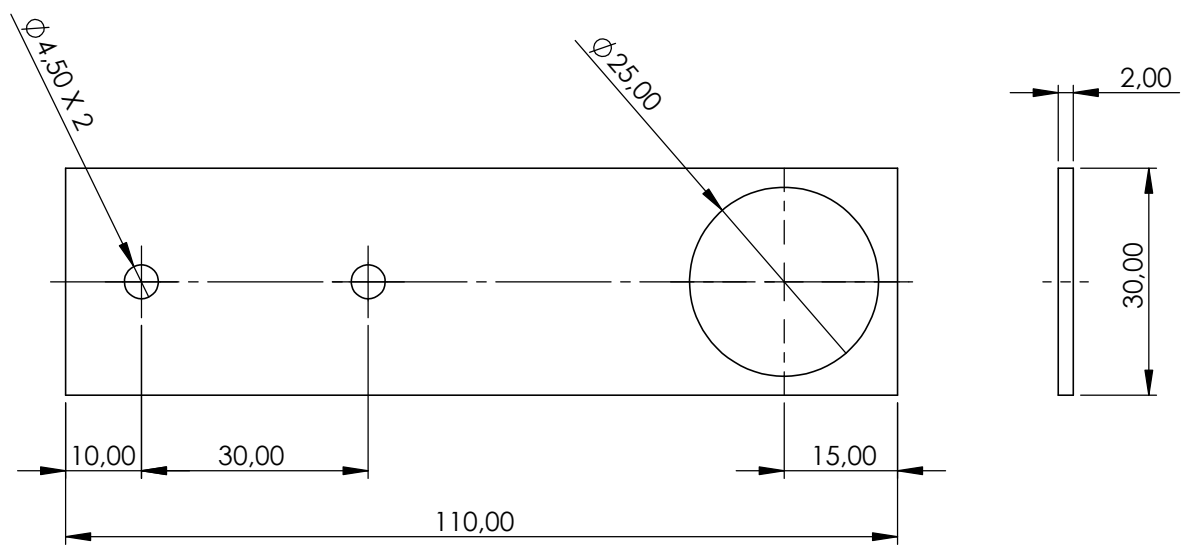
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.13</b>
Dibujante	12/06/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	12/06/2023	J.Manuel García		Peso: 140 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: ABS
1:2	Rueda dentada intermedia			Hoja 1 de 1



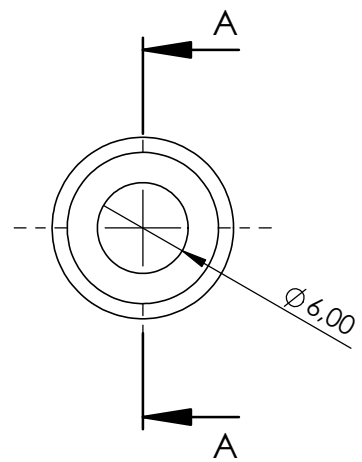
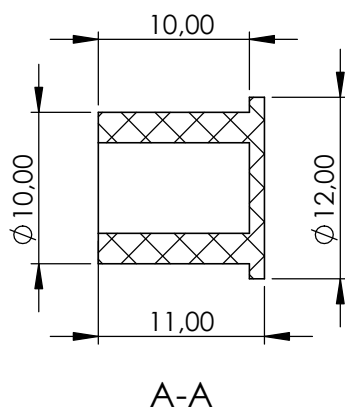
MÓDULO	2.5 mm
ÁNGULO DE PRESIÓN	14.5°
NÚMERO DE DIENTES Z3	50
DIÁMETRO PRIMITIVO Z3	125 mm
DIÁMETRO EXTERIOR Z3	130 mm

	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.14</b>
Dibujante	12/06/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	12/06/2023	J.Manuel García		Peso: 122 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: ABS
1:2	Rueda dentada eje salida			Hoja 1 de 1

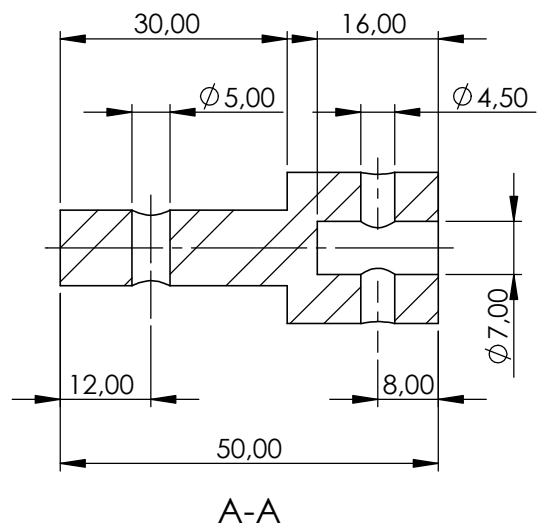
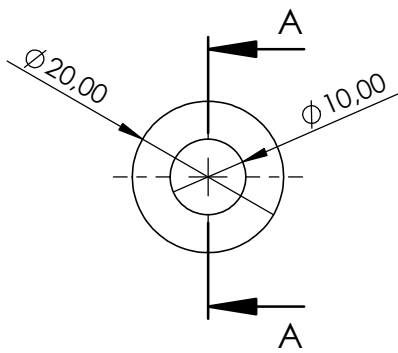




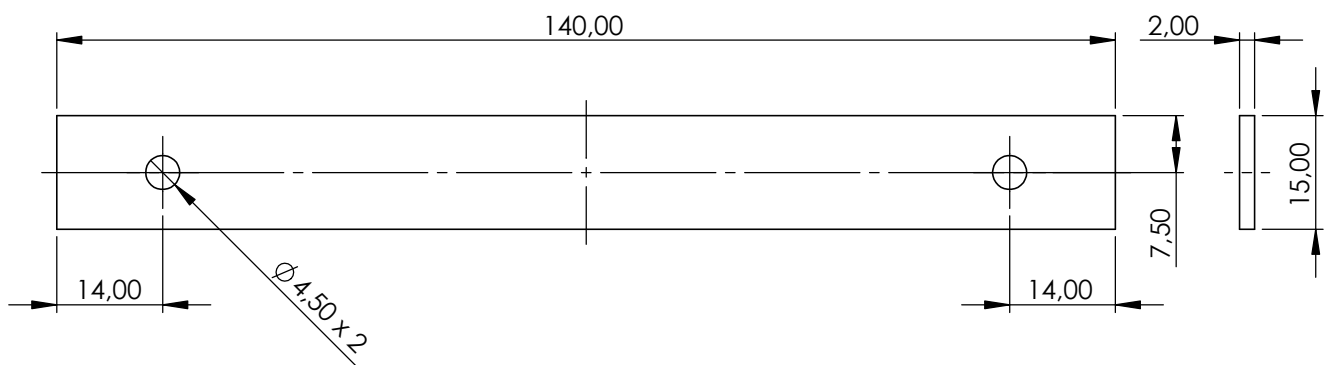
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.15</b>
Dibujante	23/06/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	23/06/2023	J.Manuel García		Peso: 15 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: Aluminio
1:2	Chapa sujeccion selector			Hoja 1 de 1



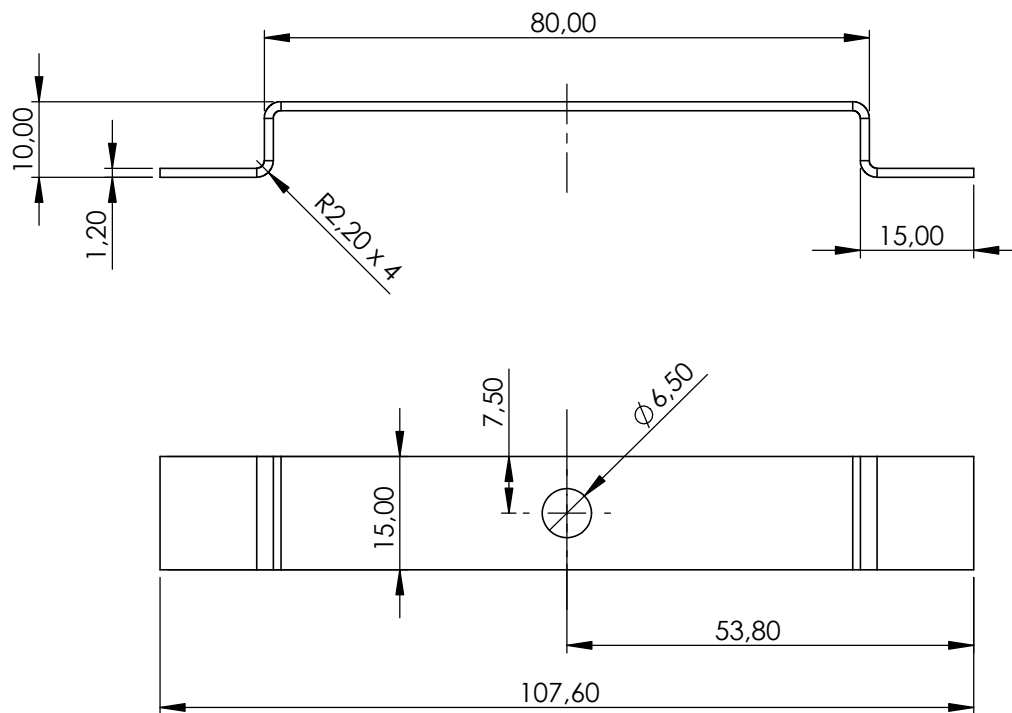
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.16</b>
Dibujante	12/06/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	12/06/2023	J.Manuel García		Peso: 0,6 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: ABS
2:1	<b>Casquillo</b>			Hoja 1 de 1



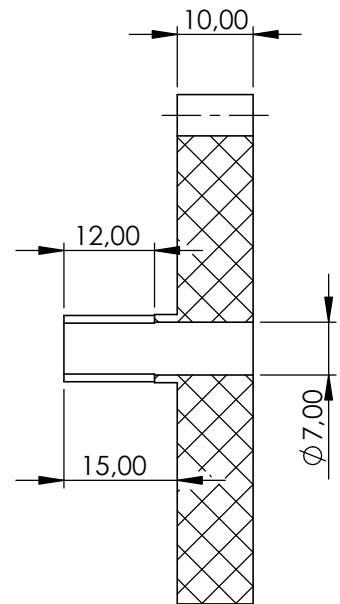
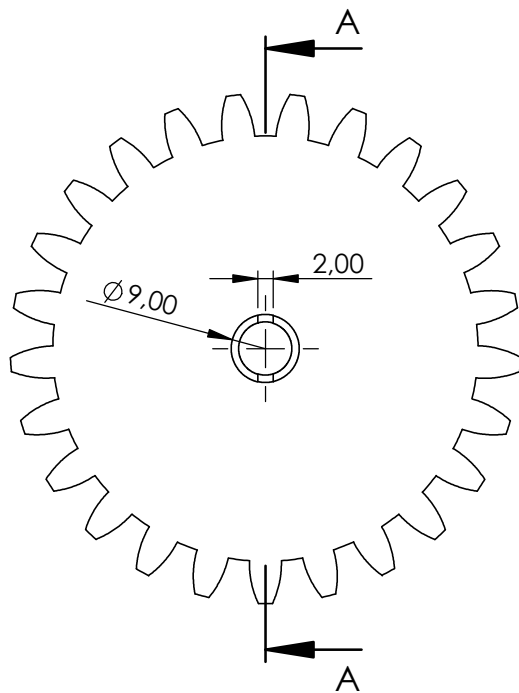
	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.17</b>
Dibujante	07/07/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	07/07/2023	J.Manuel García		Peso: 61g
Escala	Nombre de Plano:			Material: S235JR
1:1	Acople			Hoja 1 de 1



	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.18</b>
Dibujante	07/07/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	07/07/2023	J.Manuel García		Peso: 11 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: Aluminio
1:1	Chapa sujeción perfiles			Hoja 1 de 1



	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.19</b>
Dibujante	07/07/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	07/07/2023	J.Manuel García		Peso: 6 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: Aluminio
1:1	Pinza de sujeción			Hoja 1 de 1



A-A

MODÚLO	2.5 mm
ÁNGULO DE PRESIÓN	14.5°
NÚMERO DE DIENTES Z4	25
DIÁMETRO PRIMITIVO Z4	62.5 mm
DIÁMETRO EXTERIOR Z4	67.5 mm

	Fecha	Nombre	 Universidad de Oviedo	Número: <b>2.20</b>
Dibujante	12/07/2023	J.Manuel García		Tamaño: A4
Aprobado	12/07/2023	J.Manuel García		Peso: 30 g
Escala	Nombre de Plano:			Material: ABS
1:1	Rueda dentada tacómetro			Hoja 1 de 1