

## ANEXO 1. MODELADO CINEMÁTICO DEL REMOLQUE

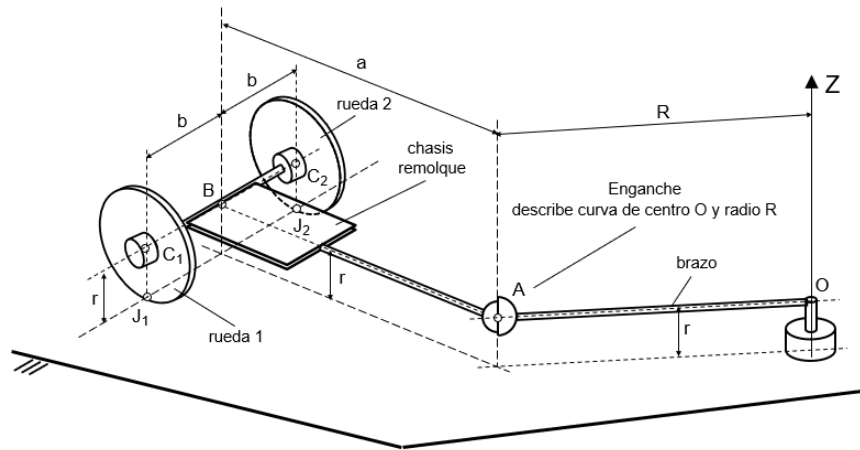


Figura A1. 1. Esquema simplificado de un vehículo remolcado describiendo el enganche una curva

### 1. GL y CI del sistema

#### 1.1. Establecer un sistema de coordenadas y velocidades generalizadas

Coordenadas generalizadas,  $q_i$ :  $\psi_1, \psi_2, \phi_1, \phi_2$ .

- Brazo respecto Ref. Abs. ( $O; \overline{XYZ}$ ):

1. Posición  $O \in$  brazo, fijo en Ref. Abs
2. Orientación:  $\psi_1$

- Chasis respecto brazo ( $O/A; \overline{1'2'3'}$ )

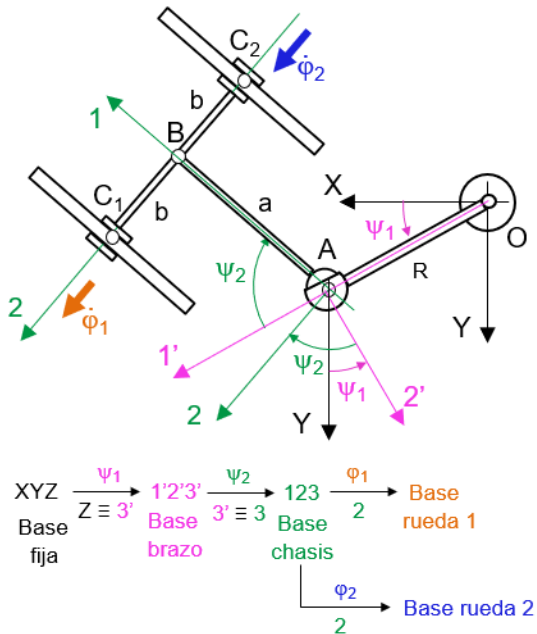
1. Posición  $A \in$  Chasis, definido  $\in$  brazo
2. Orientación: ( $\psi_1, \psi_2$ )

- Rueda  $i$  ( $i = 1, 2$ ) respecto chasis ( $A/B/C_i; \overline{123}$ )

1. Posición de  $C_i \in$  rueda  $i$ , definido  $\in$  chasis
2. Orientación: ( $\psi_1, \psi_2$ ),  $\phi_i$

Ejes de proyección:  $\overline{123}$

$$\left\{ \overline{\Omega}_{Abs}(123) \right\}_{123} = \left\{ \overline{\psi}_1 + \overline{\psi}_2 \right\}_{123} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dot{\psi}_1 - \dot{\psi}_2 \end{Bmatrix}_{123}$$



## ANEXO 1. MODELADO CINEMÁTICO DEL REMOLQUE

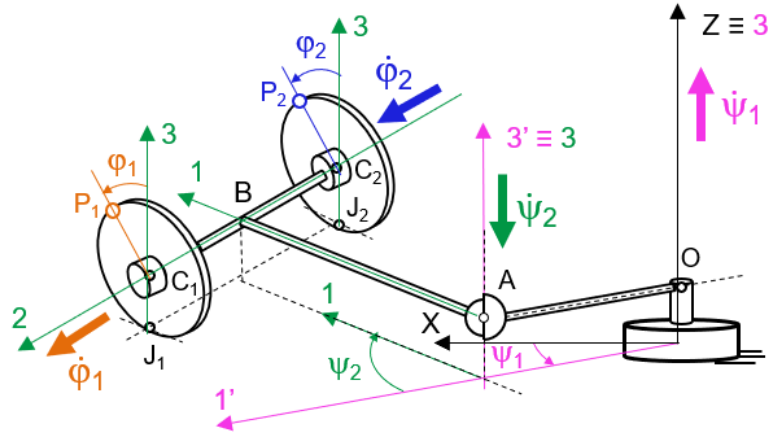


Figura A1. 2. Esquema simplificado y con las variables cinemáticas de un vehículo remolcado describiendo el enganche una curva

### 1.2. Condiciones de enlace

- Enlace brazo – plano fijo en  $O \in \text{plano}$ :  $\bar{v}_{Abs}(O) = \bar{0}$
- Enlace brazo - chasis en  $A \in \text{chasis}$ :  $\bar{v}_{Abs}(A \in \text{brazo}) = \bar{v}_{Abs}(A \in \text{chasis})$
- Enlace chasis – rueda  $i$  en  $C_i \in \text{chasis}$ :  $\bar{v}_{Abs}(C_i \in \text{rueda } i) = \bar{v}_{Abs}(C_i \in \text{chasis})$
- Enlace rueda  $i$  - plano fijo en  $J_i$ : rodar sin deslizar.

1. Condición de punto de contacto instantáneo,  $J_i \in \text{rueda } i$ :  $\bar{v}_{Abs}(J_i \in \text{rueda } i) = \bar{v}_{Abs}(J_i \in \text{plano fijo}) = \bar{0}$

2. Condición de punto geométrico de contacto,  $J_{iG}$ :  $\bar{v}_{Abs}(J_{iG}) = \bar{v}_{Abs}(C_i \in \text{rueda } i)$ , ya definida

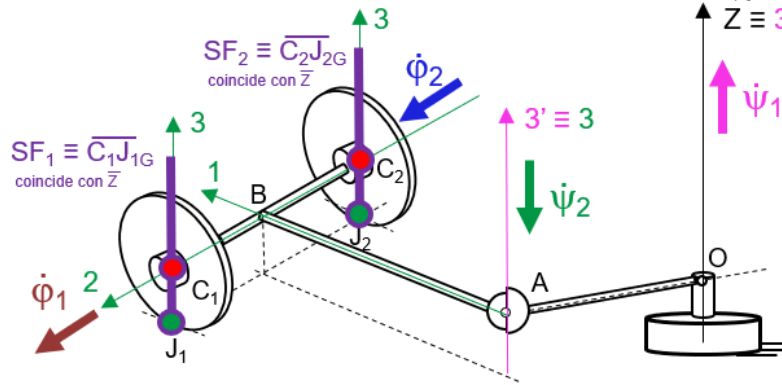


Figura A1. 3. Esquema simplificado y con las variables y condiciones de enlace cinemáticas de un vehículo remolcado describiendo el enganche una curva

## ANEXO 1. MODELADO CINEMÁTICO DEL REMOLQUE

### 1.3. Ecuaciones de enlace

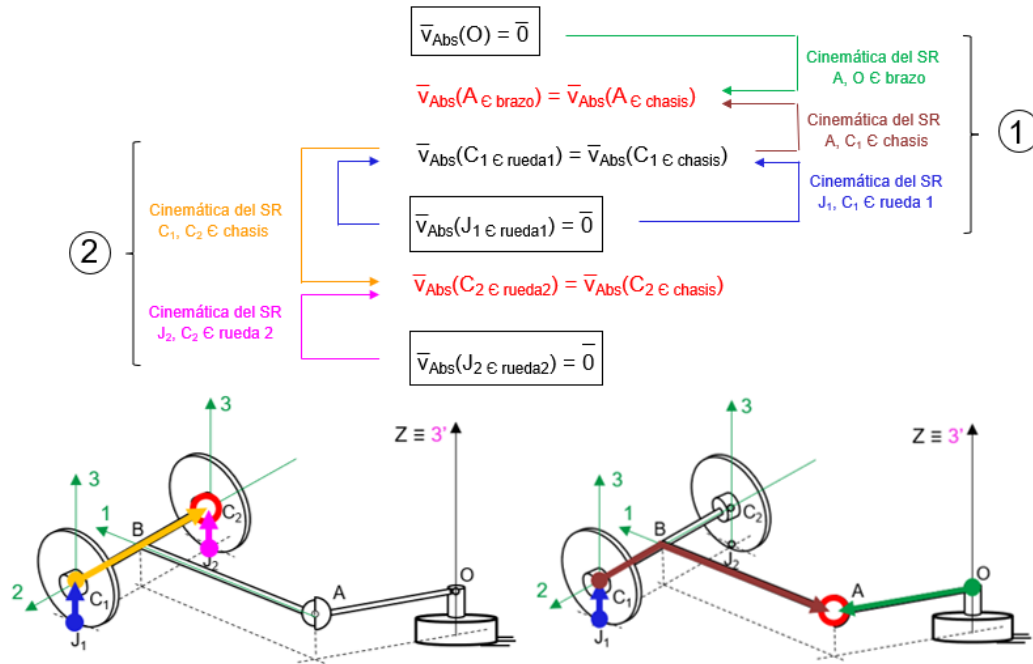


Figura A1. 4. Esquema simplificado y condiciones de enlace cinemáticas de un vehículo remolcado describiendo el enganche una curva

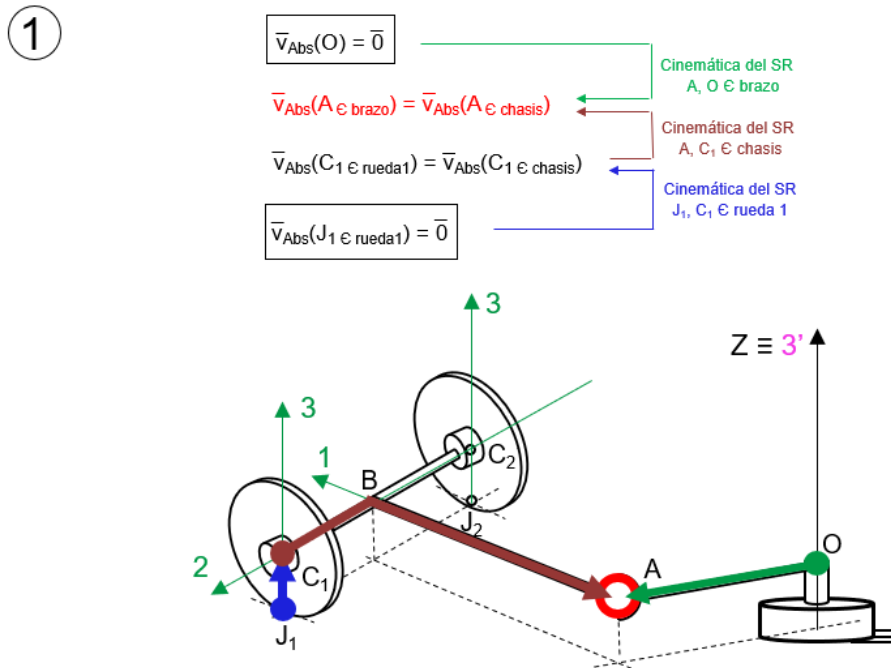


Figura A1. 5. Esquema simplificado y condiciones de enlace cinemáticas de la sección 1 de la figura A1.4 de un vehículo remolcado describiendo el enganche una curva

## ANEXO 1. MODELADO CINEMÁTICO DEL REMOLQUE

$$\left\{ \bar{\mathbf{v}}_{Abs}(A) = \bar{\mathbf{v}}_{Abs}(C_1) + \bar{\Omega}_{Abs}(\text{chasis}) \wedge \bar{C_1 A} \right\}_{123} = \left\{ \begin{array}{c} \dot{\phi}_1 r + (\dot{\psi}_1 - \dot{\psi}_2) b \\ - (\dot{\psi}_1 - \dot{\psi}_2) a \\ 0 \end{array} \right\}_{123}, \quad A, C_1 \in \text{chasis}$$

$$\left\{ \bar{C_1 A} \right\}_{123} = \left\{ \begin{array}{c} -a \\ -b \\ 0 \end{array} \right\}_{123}, \quad \bar{\Omega}_{Abs}(\text{chasis}) = \bar{\psi}_1 + \bar{\psi}_2$$

$$\left\{ \bar{\mathbf{v}}_{Abs}(C_1) = \bar{\mathbf{v}}_{Abs}(J_1) + \bar{\Omega}_{Abs}(\text{rueda 1}) \wedge \bar{J_1 C_1} \right\}_{123}, \quad J_1, C_1 \in \text{rueda 1}$$

$$\bar{\mathbf{v}}_{Abs}(J_1 \in \text{rueda 1}) = \bar{0}, \quad \left\{ \bar{J_1 C_1} \right\}_{123} = \left\{ \begin{array}{c} 0 \\ 0 \\ r \end{array} \right\}_{123}, \quad \bar{\Omega}_{Abs}(\text{rueda 1}) = \bar{\psi}_1 + \bar{\psi}_2 + \bar{\phi}_1$$

$$\left\{ \bar{\mathbf{v}}_{Abs}(A) = \bar{\mathbf{v}}_{Abs}(O) + \bar{\Omega}_{Abs}(\text{brazo}) \wedge \bar{OA} \right\}_{123} = \left\{ \begin{array}{c} -R \dot{\psi}_1 \sin \psi_2 \\ R \dot{\psi}_1 \cos \psi_2 \\ 0 \end{array} \right\}_{123}, \quad A, O \in \text{brazo}$$

$$\left\{ \bar{OA} \right\}_{123} = \left\{ \begin{array}{c} R \cos \psi_2 \\ R \sin \psi_2 \\ 0 \end{array} \right\}_{123}, \quad \bar{\Omega}_{Abs}(\text{brazo}) = \bar{\psi}_1, \quad \bar{\mathbf{v}}_{Abs}(O) = \bar{0}$$

, al igualar las  $\bar{\mathbf{v}}_{Abs}(A)$ , resultan 2 ecuaciones de enlace :

$$-a (\dot{\psi}_1 - \dot{\psi}_2) = \dot{\psi}_1 R \cos \psi_2$$

$$\dot{\phi}_1 r + (\dot{\psi}_1 - \dot{\psi}_2) b = -R \dot{\psi}_1 \sin \psi_2$$

2

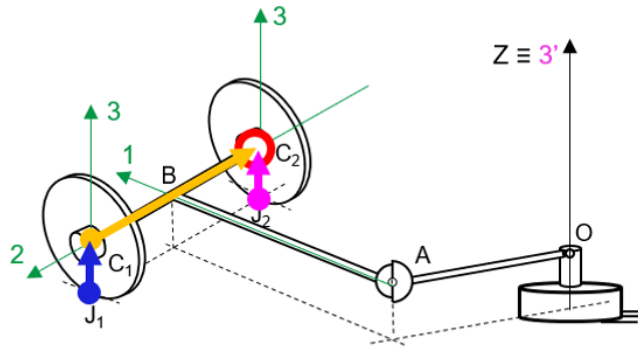
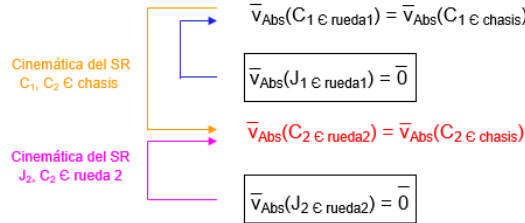


Figura A1. 6. Esquema simplificado y condiciones de enlace cinemáticas de la sección 2 de la figura A1.4 de un vehículo remolcado describiendo el enganche una curva

## ANEXO 1. MODELADO CINEMÁTICO DEL REMOLQUE

$$\{\bar{\mathbf{v}}_{Abs}(C_2) = \bar{\mathbf{v}}_{Abs}(C_1) + \bar{\Omega}_{Abs}(\text{chasis}) \wedge C_1 C_2\}_{123} = \begin{Bmatrix} \dot{\phi}_1 r + 2(\dot{\psi}_1 - \dot{\psi}_2) b \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}_{123}, \quad C_2, C_1 \in \text{chasis}$$

$$\{C_1 C_2\}_{123} = \begin{Bmatrix} 0 \\ -2b \\ 0 \end{Bmatrix}_{123}, \quad \bar{\Omega}_{Abs}(\text{chasis}) = \bar{\psi}_1 + \bar{\psi}_2$$

$$\{\bar{\mathbf{v}}_{Abs}(C_1) = \bar{\mathbf{v}}_{Abs}(J_1) + \bar{\Omega}_{Abs}(\text{rueda 1}) \wedge J_1 C_1\}_{123}, \quad J_1, C_1 \in \text{rueda 1}$$

$$\bar{\mathbf{v}}_{Abs}(J_1 \in \text{rueda 1}) = \bar{0}, \quad \{J_1 C_1\}_{123} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ r \end{Bmatrix}_{123}, \quad \bar{\Omega}_{Abs}(\text{rueda 1}) = \bar{\psi}_1 + \bar{\psi}_2 + \bar{\phi}_1$$

$$\{\bar{\mathbf{v}}_{Abs}(C_2) = \bar{\mathbf{v}}_{Abs}(J_2) + \bar{\Omega}_{Abs}(\text{rueda 2}) \wedge J_2 C_2\}_{123} = \begin{Bmatrix} \dot{\phi}_2 r \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}_{123}, \quad J_2, C_2 \in \text{rueda 2}$$

$$\bar{\mathbf{v}}_{Abs}(J_2 \in \text{rueda 2}) = \bar{0}, \quad \{J_2 C_2\}_{123} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ r \end{Bmatrix}_{123}, \quad \bar{\Omega}_{Abs}(\text{rueda 2}) = \bar{\psi}_1 + \bar{\psi}_2 + \bar{\phi}_2$$



, al igualar las  $\bar{\mathbf{v}}_{Abs}(C_2)$ , resulta una ecuación de enlace :

$$\dot{\phi}_1 r + 2(\dot{\psi}_1 - \dot{\psi}_2) b = \dot{\phi}_2 r$$

### 1.4. GL y CI

nº GL = 4  $\dot{q}_i$  - 3 ec. enlace = 1 GL:  $\dot{\psi}_1$

nº CI = 4  $q_i$  - 3 ec. enlace integrables = 1 CI:  $\psi_1$

$$(1) \quad \dot{\phi}_1 r + 2(\dot{\psi}_1 - \dot{\psi}_2) b = \dot{\phi}_2 r \quad \xrightarrow{\int} \quad (\phi_1 - \phi_{10}) r + 2((\psi_1 - \psi_{10}) - (\psi_2 - \psi_{20})) b = (\phi_2 - \phi_{20}) r$$

, se supone en  $t=0$ :  $\psi_1 = \psi_{10}$ ,  $\psi_2 = \psi_{20}$ ,  $\phi_1 = \phi_{10}$ ,  $\phi_2 = \phi_{20}$

$$(2) \quad -(\dot{\psi}_1 - \dot{\psi}_2) a = \dot{\psi}_1 R \cos \psi_2 \quad \xrightarrow{\int} \quad d\psi_1 = d\psi_2 / (1 + (R/a) \cos \psi_2)$$

Aplicar el cambio :  $\tan \psi_2 / 2 = t$

$$\left. \begin{array}{l} \sin \psi_2 = 2t / (1+t^2) \\ \cos \psi_2 = (1-t^2) / (1+t^2) \end{array} \right\} \rightarrow \begin{array}{l} \psi_2 = 2 \arctan t \\ d\psi_2 = 2 dt / (1+t^2) \end{array}$$

$$d\psi_1 = (2 dt / (1+t^2)) / (1 + ((R/a) ((1-t^2) / (1+t^2))))$$



## ANEXO 1. MODELADO CINEMÁTICO DEL REMOLQUE

$d\psi_1 = 2 dt / (t^2 (1 - (R/a)) + (1 + (R/a)))$ , solución depende de  $(R/a)$ :

1.  $R/a = 1$

$$d\psi_1 = dt \longrightarrow$$

$$, \text{ si se integra : } \left[ \psi_1 \right]_{\psi_{10}}^{\psi_1} = \left[ t \right]_{t_0}^t$$

, al ser:  $\tan \psi_2 / 2 = t$ , y se supone que en  $t = 0$ :  $\psi_1 = \psi_{10}$ ,  $\psi_2 = \psi_{20}$

$$\psi_1 - \psi_{10} = (\tan \psi_2 / 2) - (\tan \psi_{20} / 2)$$

2.  $R/a = 2$

$$d\psi_1 = -2 dt / (t^2 - 3) \longrightarrow$$

, si se sustituye por:  $d\psi_1 = -2 dt / (t^2 - (\sqrt{3})^2)$ , resulta una integral inmediata:

$$\left[ \psi_1 \right]_{\psi_{10}}^{\psi_1} = \left[ (1/2\sqrt{3}) \ln ((t - \sqrt{3})/(t + \sqrt{3})) \right]_{t_0}^t$$

, al ser:  $\tan \psi_2 / 2 = t$ , y se supone que en  $t = 0$ :  $\psi_1 = \psi_{10}$ ,  $\psi_2 = \psi_{20}$

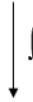
$$\psi_1 - \psi_{10} = - (1/2\sqrt{3}) \ln (((\tan \psi_2 / 2) - \sqrt{3})/((\tan \psi_{20} / 2) + \sqrt{3}))$$

3.  $R/a = 4$

, la ecuación de partida, es:  $d\psi_1 = -2 dt / (3 t^2 - 5)$ , su resolución es similar al caso anterior:

$$\psi_1 - \psi_{10} = - (1/2\sqrt{5/3}) \ln (((\tan \psi_2 / 2) - \sqrt{5/3})/((\tan \psi_{20} / 2) + \sqrt{5/3}))$$

$$(3) \quad r d\phi_1 + (d\psi_1 - d\psi_2) b = -R \sin \psi_2 d\psi_2 / (1 + (R/a) \cos \psi_2)$$



$$r (\phi_1 - \phi_{10}) + ((\psi_1 - \psi_{10}) - (\psi_2 - \psi_{20})) b = a ((\ln (1 + (R/a) \cos \psi_2)) + (\ln (1 + (R/a) \cos \psi_{20})))$$

, se supone en  $t = 0$ :  $\psi_1 = \psi_{10}$ ,  $\psi_2 = \psi_{20}$ ,  $\phi_1 = \phi_{10}$ ,  $\phi_2 = \phi_{20}$

Finalmente, se tendrá el modelo matemático integrado que para una configuración estructural particular con  $R/a = 1$ , es:

$$\psi_1 - \psi_{10} = (\tan \psi_2 / 2) - (\tan \psi_{20} / 2)$$

$$r (\phi_1 - \phi_{10}) + ((\psi_1 - \psi_{10}) - (\psi_2 - \psi_{20})) b = a ((\ln (1 + \cos \psi_2)) + (\ln (1 + \cos \psi_{20})))$$

$$(\phi_1 - \phi_{10}) r + 2 ((\psi_1 - \psi_{10}) - (\psi_2 - \psi_{20})) b = (\phi_2 - \phi_{20}) r$$

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

### 0. MODELO

La creación del modelo geométrico de un sistema mecánico en 3D requiere conocer cada una de las distintas piezas que lo componen, los tipos de contacto o unión, y los movimientos que permiten, por eso es recomendable disponer de un croquis tanto del sistema en su conjunto como de cada pieza con sus enlaces de este modo se facilita tanto su diseño como el posterior ensamblaje evitando errores constructivos e interferencias cuando se produzca el movimiento.

Para el análisis del sistema mecánico se han considerado 6 sólidos rígidos con los siguientes contactos: el plano fijo de rodadura del remolque y de articulación del brazo motor representativo del vehículo tractor que describe la curva; el brazo motor unido al plano fijo por un casquillo con retención axial de eje fijo vertical trazado por el centro de dicho plano que coincide con el centro de la curva que describirá el enganche del remolque al vehículo tractor; el chasis del remolque enganchado al brazo motor mediante una rótula esférica; y las 2 ruedas verticales iguales unidas al remolque sobre el mismo eje horizontal trasero por sendos casquillos con retención axial, además las ruedas están en contacto el plano fijo existiendo rozamiento.

El modelado final del sistema ya ensamblado se muestra en la figura A2.1, donde puede observarse que para evitar la interferencia entre el brazo motor y el chasis del remolque al describir el enganche la curva se ha practicado una ranura circular colocándose el brazo motor en la parte inferior mientras el remolque rueda sin deslizar sobre la parte superior del plano fijo.

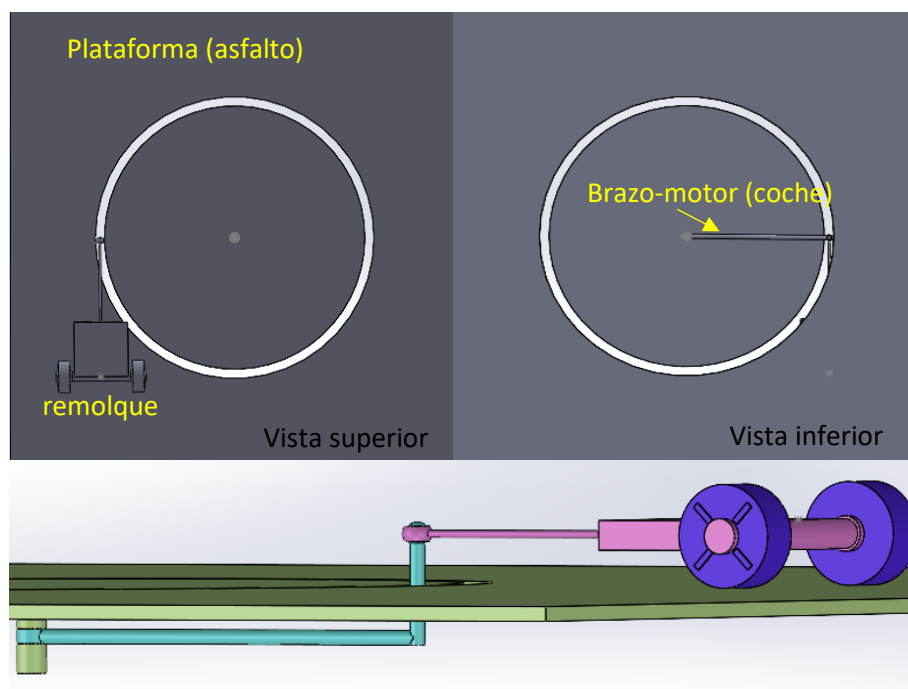


Figura A2. 1. Vistas descriptivas del sistema mecánico

# ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

## 1. CÓMO INICIAR SOLIDWORKS

Tras iniciar el programa, aparecerá la figura A2.2 en la pantalla

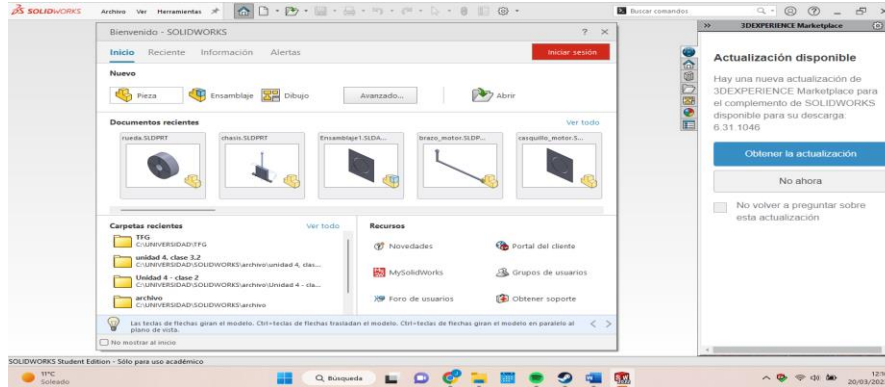


Figura A2. 2. Pantalla inicial SolidWorks

Una vez ahí, hay que elegir entre realizar un ensamblaje o una pieza. La opción de ensamblaje se utilizará cuando estén construidas todas las piezas y listas para ser montadas. Se comenzará realizando las piezas por lo que se clicará en pieza.

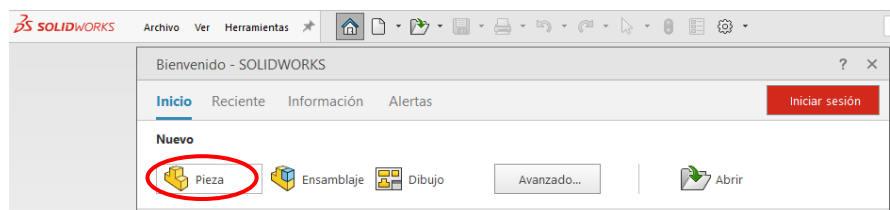


Figura A2. 3. Pantalla inicial SolidWorks

Después de abrir un proyecto pieza aparecerá el espacio de trabajo mostrado en la figura A2.4.

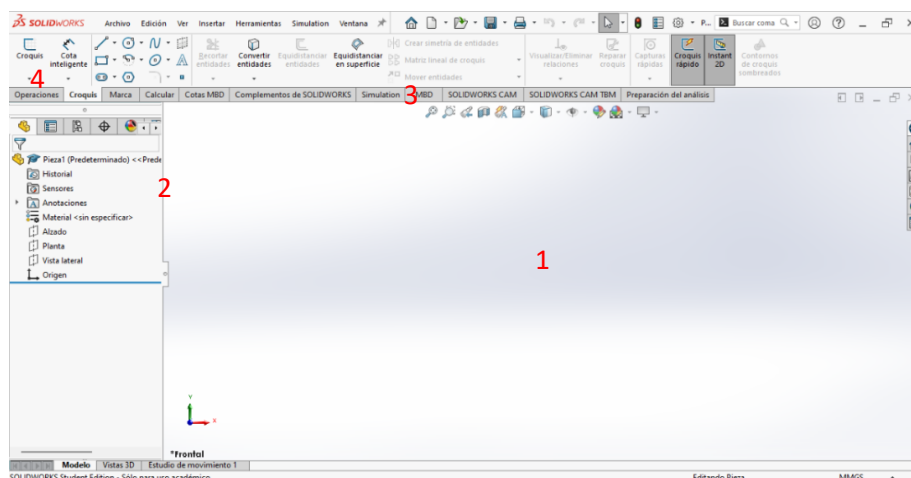


Figura A2. 4. Espacio de trabajo de SolidWorks



## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

---

Partes indicadas en la figura A2.4:

1. Espacio de trabajo, donde se dibujan los croquis y aparecerá la pieza
2. Registro de operaciones, en el que quedarán escritas las modificaciones, dibujos...
3. Menú
4. Barra de herramientas, donde aparecen las herramientas de cada sección del menú

### 2. MODELADO DEL CHASIS

El chasis se ha diseñado como un conjunto de varios elementos (figura A2.5) escogiéndose un elemento inicial sobre el que se van generando el resto, en este caso se elige el elemento central o cuerpo con forma de prisma rectangular, numerado como 3.

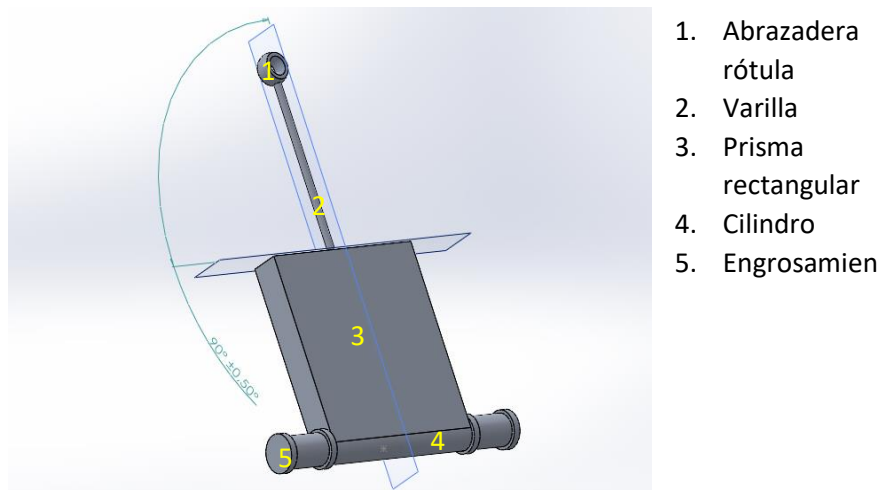


Figura A2. 5. Imagen oblicua del Chasis del Remolque

#### 2.1 CONSTRUCCIÓN PRISMA RECTANGULAR

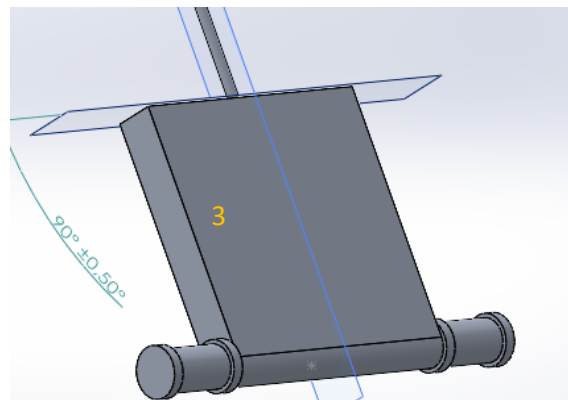


Figura A2. 6. Imagen de la parte posterior del chasis

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

Lo primero hay que seleccionar es el plano planta, situado a la izquierda de la pantalla, y posteriormente elegir en las herramientas de croquis el rectángulo de centro, como se ve en la figura A2.7.

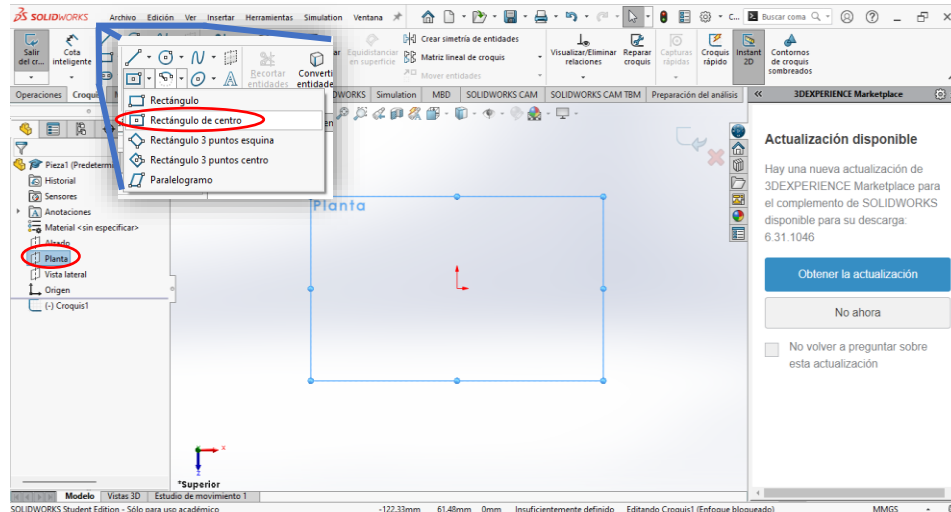


Figura A2. 7. Indicación en el espacio de trabajo

Seleccionar con un primer clic el centro del plano, marcado por los vectores perpendiculares rojos, el segundo clic se hará en otro punto del espacio sin importar las medidas, figura A2.8.

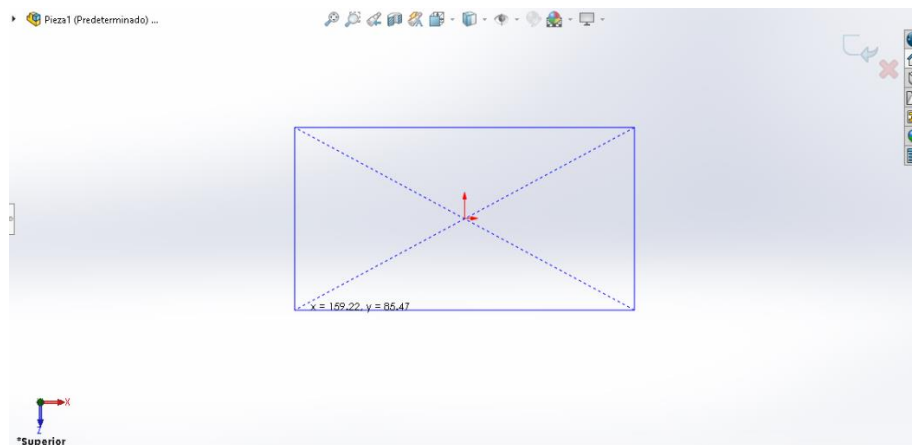


Figura A2. 8. creación del rectángulo base del prisma rectangular

Tras generarlo hay que darle las medidas, arriba a la izquierda, seleccionar en la barra de herramientas cota inteligente, seguidamente clicar en uno de los lados del rectángulo y saldrá la medida actual del lado, volver a clicar y modificar la medida a 120 mm, hacer lo mismo para la largura del rectángulo, figura A2.9

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

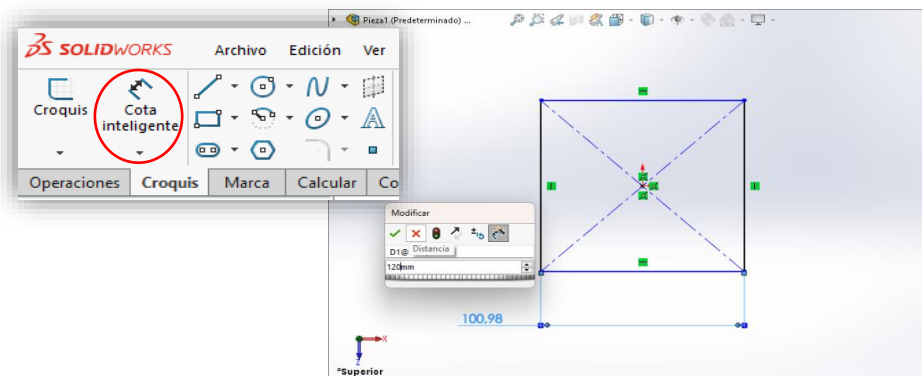


Figura A2. 9. Herramienta cota inteligente

Una vez dimensionado el rectángulo, dar a la tecla esc para salir de la herramienta cota inteligente, después en el menú, en operaciones, seleccionar la herramienta extruir saliente/base. Hay que dimensionar el grosor, 20 mm, figura A2.10.

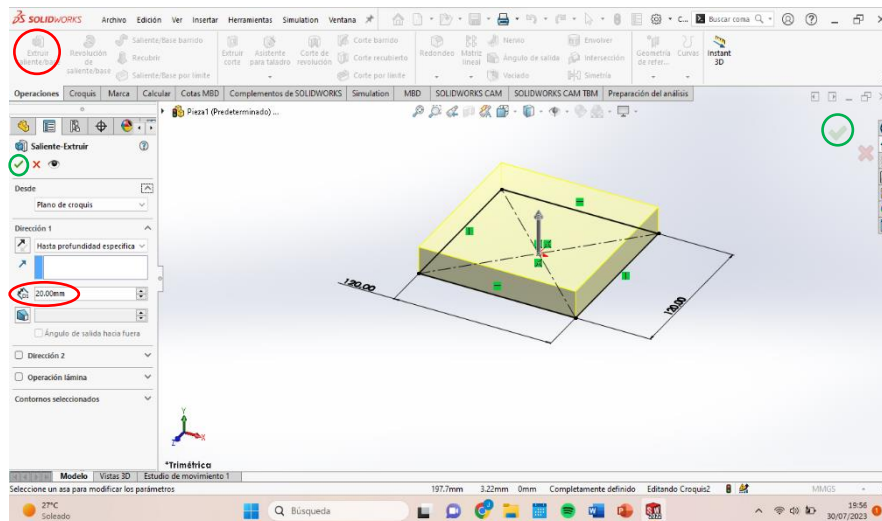


Figura A2. 10. Extrusión del rectángulo

Para aceptar la operación hay que darle al tic verde, cualquiera de los dos marcados en la figura A2.10. Este proceso ha quedado en el registro de operaciones guardado, si se clic botón derecho en el registro de operaciones sobre la construcción, permitirá modificar tanto el croquizado como la extrusión.

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

### 2.2 CONSTRUCCIÓN EJE TRASERO

Lo siguiente que se realiza es la parte trasera, el eje que aguantará las ruedas verticales

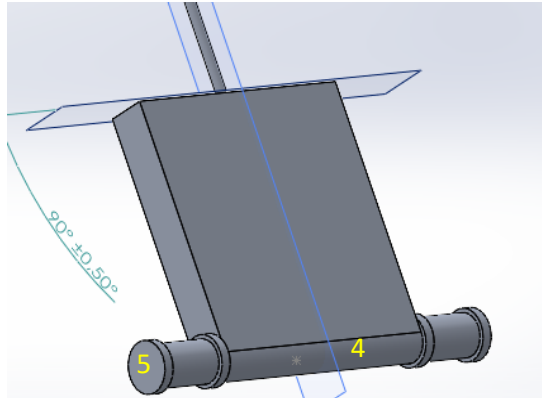


Figura A2. 11. Imagen de la parte posterior del chasis

Para realizar esta geometría se vuelve al mismo procedimiento de croquizado que para el prisma rectangular, pero en este caso se dibuja una circunferencia.

Primero seleccionar el plano de alzado, figura A2.12.

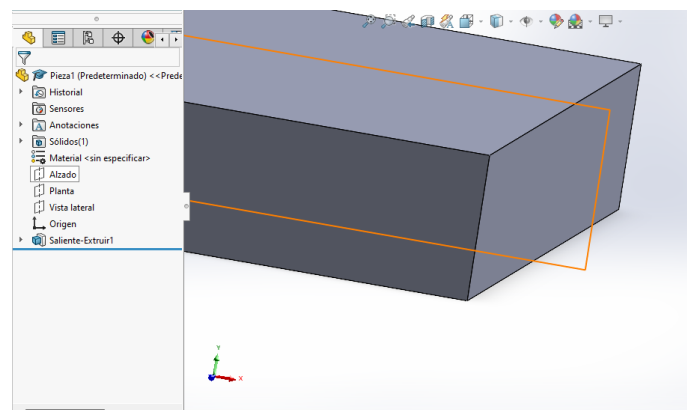


Figura A2. 12. Selección del plano de alzado

Seguidamente ir al menú croquis y selecciona círculo, después seleccionar el centro del grosor del prisma rectangular, figura A2.13.

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

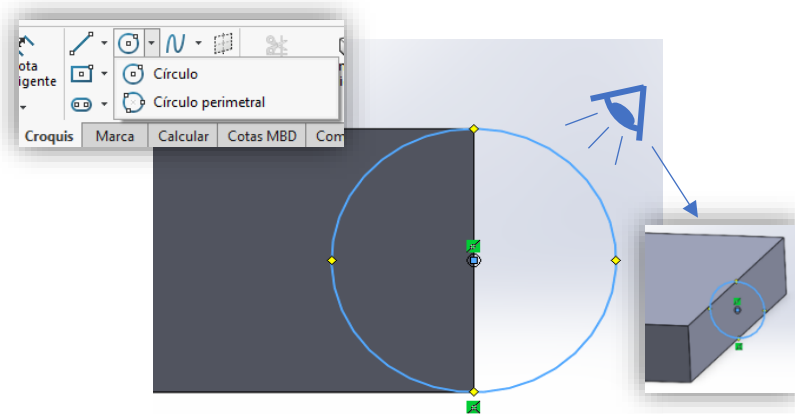


Figura A2. 13. Croquizado del círculo base del eje

En este caso no hay que utilizar la cota inteligente ya que el radio de la circunferencia es igual a la mitad del espesor del prisma, 10 mm. Seguidamente, sin aceptar las operaciones con el tic verde, en el menú, operaciones, se realiza una extrusión bidireccional de 100 mm por cada lado, figura A2.14.

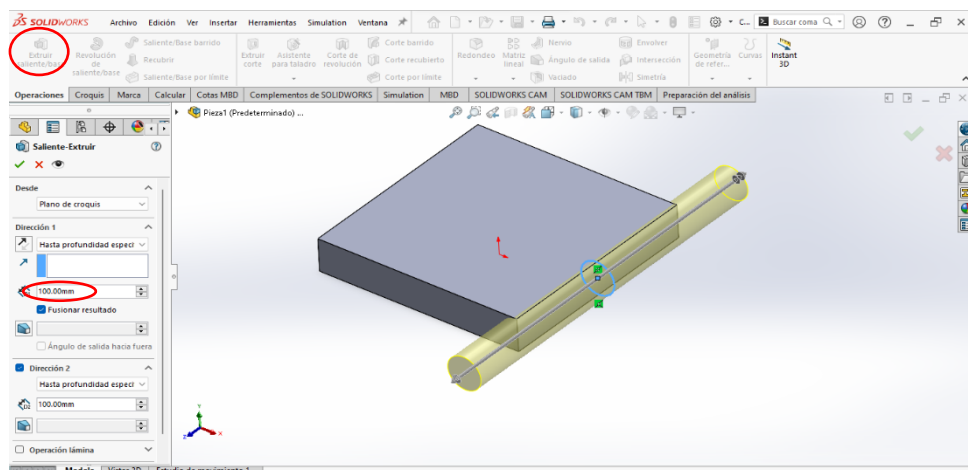


Figura A2. 14. Extrusión del círculo

Tras aceptar la operación, con el tic verde, solo queda engrosar el eje en los extremos. Seleccionar una de las caras circulares del cilindro recientemente creado, seguidamente en el menú croquis elegir círculo, el nuevo dibujo tiene que ser concéntrico a la cara del cilindro y de radio 12 mm. Una vez creado el croquis, sin aceptar la operación, se realiza la extrusión y se genera el engrosamiento de 5 mm. Acabar finalizando la operación con el tic verde, figura A2.15.

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

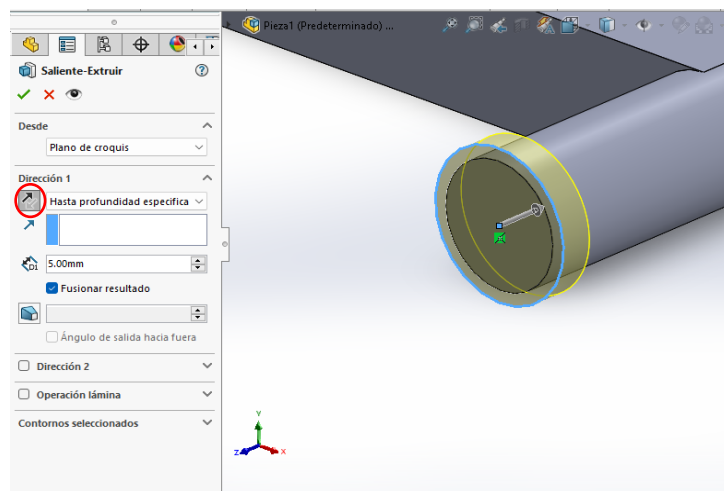


Figura A2. 15. Creación del engrosamiento del eje

Si está generando el volumen para el sentido contrario, hay que seleccionar el icono destacado en la figura A2.15 para cambiar la orientación.

La geometría recién creada va a ser repetida a lo largo del eje por lo que se utiliza la herramienta matriz lineal para copiarla y pegarla en los lugares en los que se la requiere.

Para utilizarla hay que ir al menú, a operaciones y elegir matriz lineal, figura A2.16

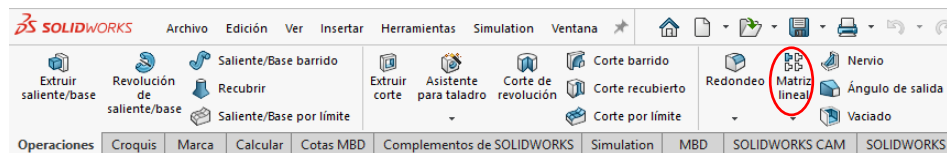


Figura A2. 16. Ubicación de la herramienta matriz lineal

Una vez seleccionada, hay que rellenar los datos indicados de la parte de la izquierda en la figura A2.17.

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

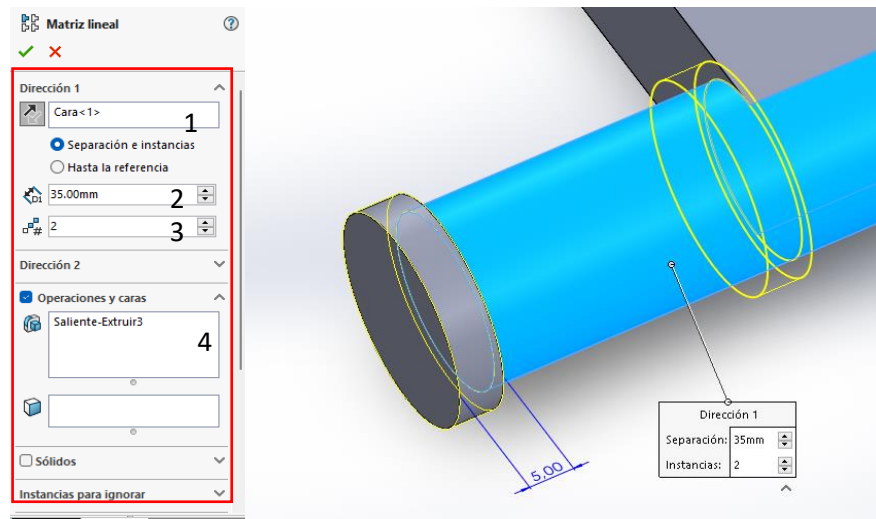


Figura A2. 17. Uso de la herramienta matriz lineal

1. Dirección: hay que poner en este caso el cilindro, ya que sobre él se van a realizar las duplicaciones.
2. La distancia a la que se va a generar la pieza, 35 mm.
3. El número de piezas que se van a generar, contando la primitiva, 2.
4. Aquí hay que seleccionar el volumen que se va a replicar, el engrosamiento del cilindro.

Cuando todo este completado, se presiona el tic verde y se generará la forma. Para el otro extremo del cilindro, se aplica directamente la matriz lineal para duplicar los dos engrosamientos recién formados. Se seleccionan los dos volúmenes, el primitivo y el replicado, y se pone como distancia 160 mm, manteniendo como dirección el cilindro/eje, figura A2.18.

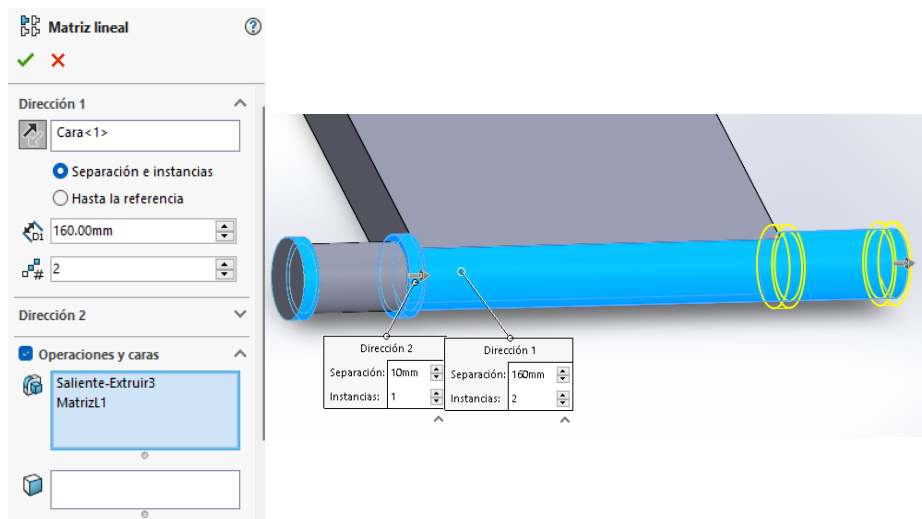


Figura A2. 18. Uso de la herramienta matriz lineal

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

### 2.3 CONSTRUCCIÓN VARILLA

Por último, la parte delantera, la varilla y la abrazadera, esta última hace que se pueda generar un enlace tipo rótula con el brazo motor.

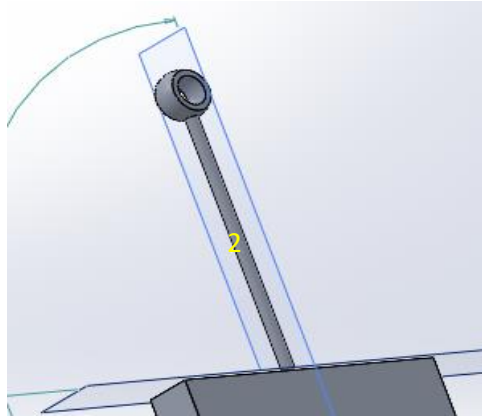


Figura A2. 19. Imagen de la parte delantera del chasis

Partiendo desde el prisma rectangular, seleccionar la cara contraria a la utilizada para generar el eje, figura A2.20.

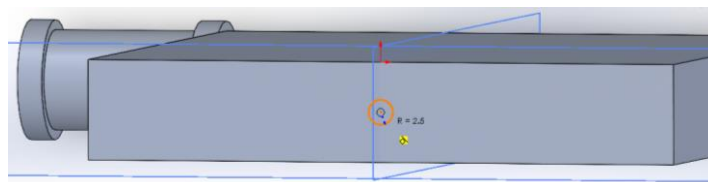


Figura A2. 20. Imagen de uno de los lados del prisma rectangular

En el centro de la cara realizar un círculo de radio 2.5 mm, como se ve en la figura A2.21. Una vez dibujado, se extruye, selecciona en el menú operaciones y seguidamente la operación extruir, con una longitud de 180mm, figura A2.21.

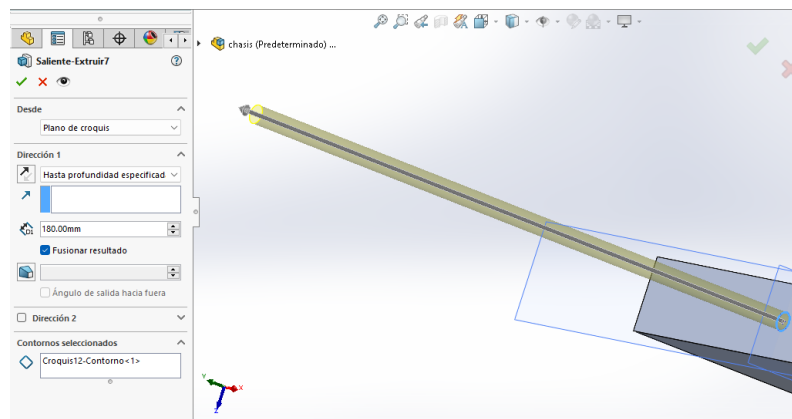


Figura A2. 21. Extrusión del croquis del círculo



## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

---

### 2.4 CONSTRUCCIÓN ABRAZADERA DE LA ROTULA

Para esta geometría hay que irse al extremo libre de la varilla, seleccionar la cara del cilindro y hacer un croquis. Este croquis es un poco más elaborado que los anteriores ya que es una esfera hueca cortada, figura A2.22.

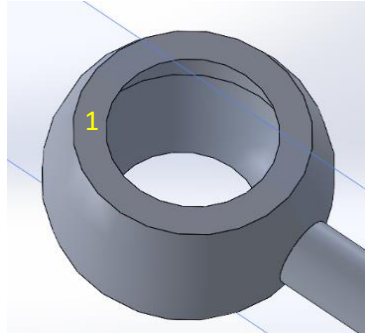


Figura A2. 22. Imagen de la abrazadera del chasis parte de la unión tipo rótula

Dibujar dos círculos concéntricos en la cara libre de la varilla, de 8 y 10 mm de radio, figura A2.23.

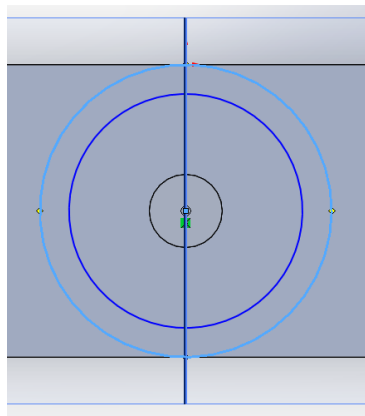


Figura A2. 23. Croquizado de círculos concéntricos

Seguidamente hay que hacer una línea que corte verticalmente por la mitad las dos circunferencias, figura A2.24.

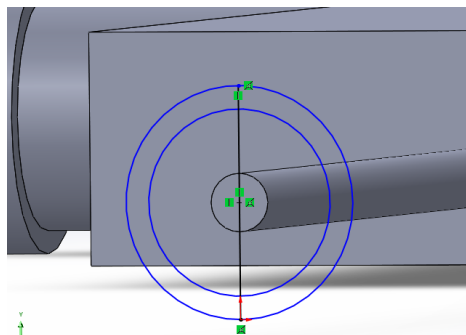


Figura A2. 24. Segmentación de las circunferencias concéntricas

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

Una vez hecha esta línea, hay que hacer otras dos perpendiculares a la recién creada, entre el centro de la línea y el radio exterior, una en el segmento superior y otra en el inferior, comenzando en la mitad de los segmentos, no hay que ser muy preciso en la obtención del centro de los segmentos, figura A2.25.

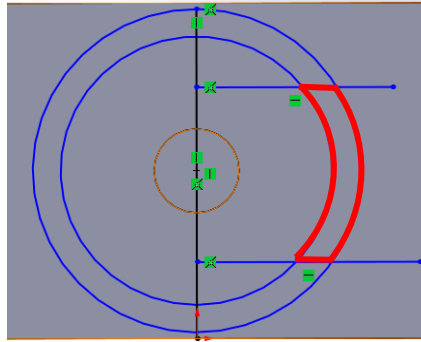


Figura A2. 25. Imagen frontal del croquis y destacado la parte que se va a utilizar

Ahora hay que eliminar las líneas sobrantes con la herramienta recortar entidades destacada en la figura A2.26, que son todas aquellas que no están resaltadas en la figura A2.25.

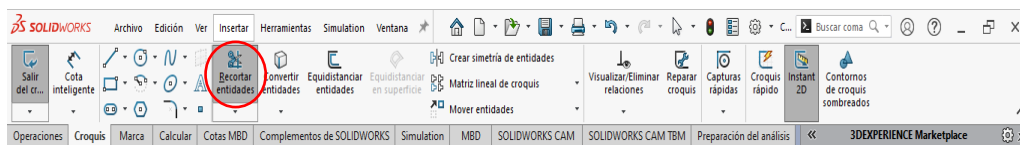


Figura A2. 26. Ubicación de la herramienta cortar entidades

Pinchando y sin soltar hay que arrastrar el ratón por encima de las líneas no destacadas en la figura A2.25.

Para acabar el croquis hay que dibujar una línea constructiva que pase por el centro de la cara libre de la varilla para que haga de eje de revolución, figura A2.27.

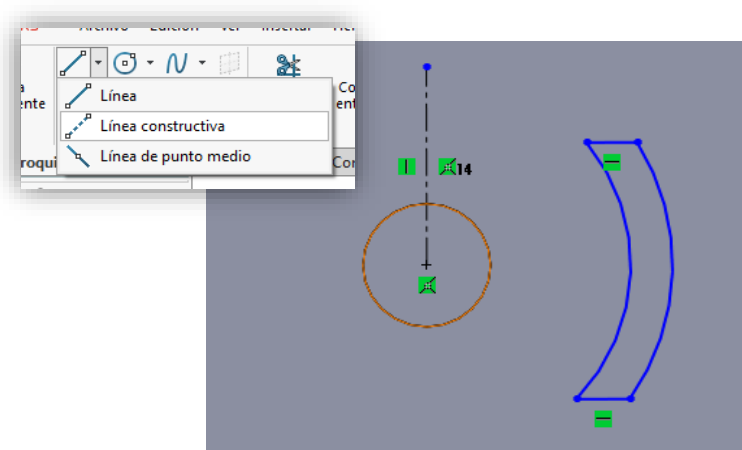


Figura A2. 27. Imagen de la creación de una línea constructiva

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

Sin confirmar el croquis, hay que crear la esfera hueca a partir de este

dibujo, en la parte de operaciones, se selecciona revolución de saliente/base, figura A2.28



Figura A2. 28. Ubicación de la operación revolución de saliente/base

Solo hay que seleccionar el eje de revolución, indicado en la figura A2.29

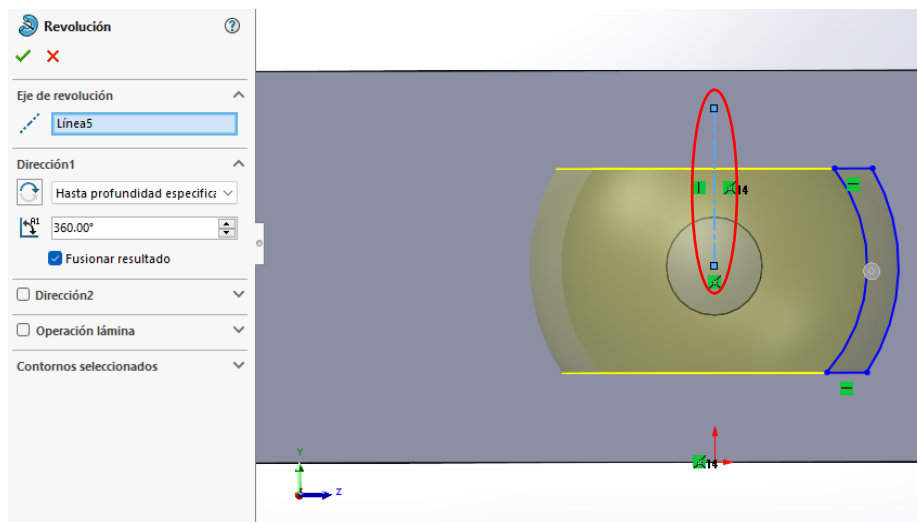


Figura A2. 29. Proceso de creación del volumen de revolución

Aceptar dando al tic verde.

Por último, hay que eliminar la varilla sobrante que está dentro de la abrazadera, figura A2.30

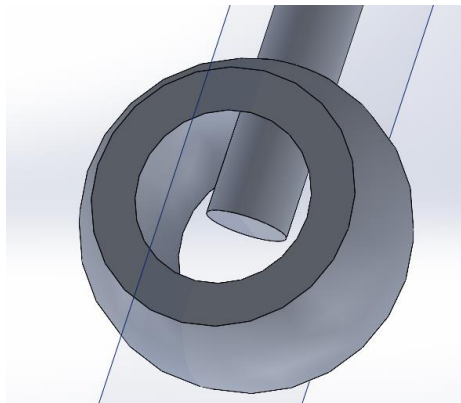


Figura A2. 30. Imagen de la abrazadera no finalizada

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

Para ello hay que utilizar un corte de revolución.

Seleccionar la cara libre de la varilla y hacer un croquis de una circunferencia de 8 mm de radio concéntrica a esta superficie. Dibujar una línea que corte la circunferencia por la mitad, para luego eliminar una de las dos mitades generadas con la herramienta cortar entidades utilizada anteriormente, figura A2.31.

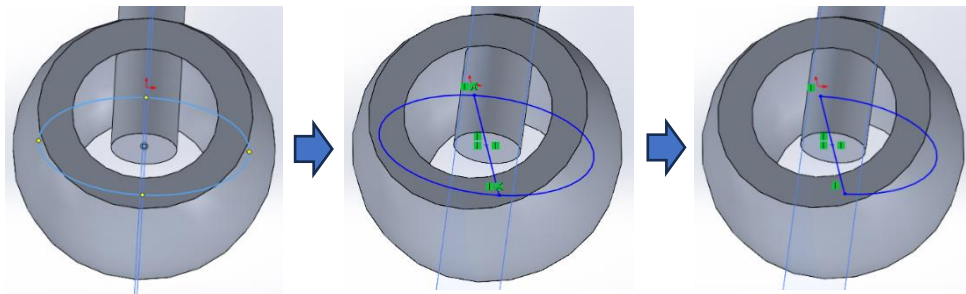


Figura A2. 31. Proceso de croquizado de media circunferencia

Ir a operaciones y seleccionar corte de revolución, figura A2.32.



Figura A2. 32. ubicación del corte de revolución

Escoger el eje de revolución destacado en la figura A2.33 y aceptar en el tic verde.

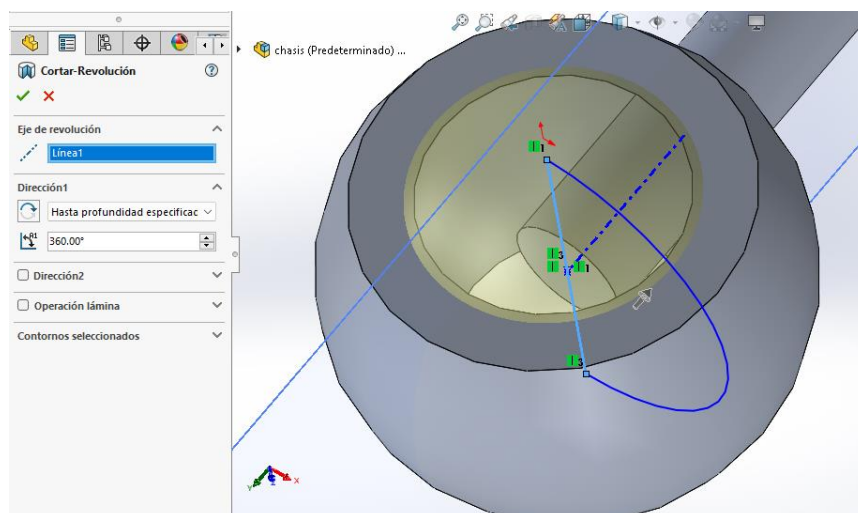


Figura A2. 33. Proceso de corte de revolución

La abrazadera está terminada y el chasis está completo.

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

Para finalizar hay que guardar la pieza, figura A2.34.

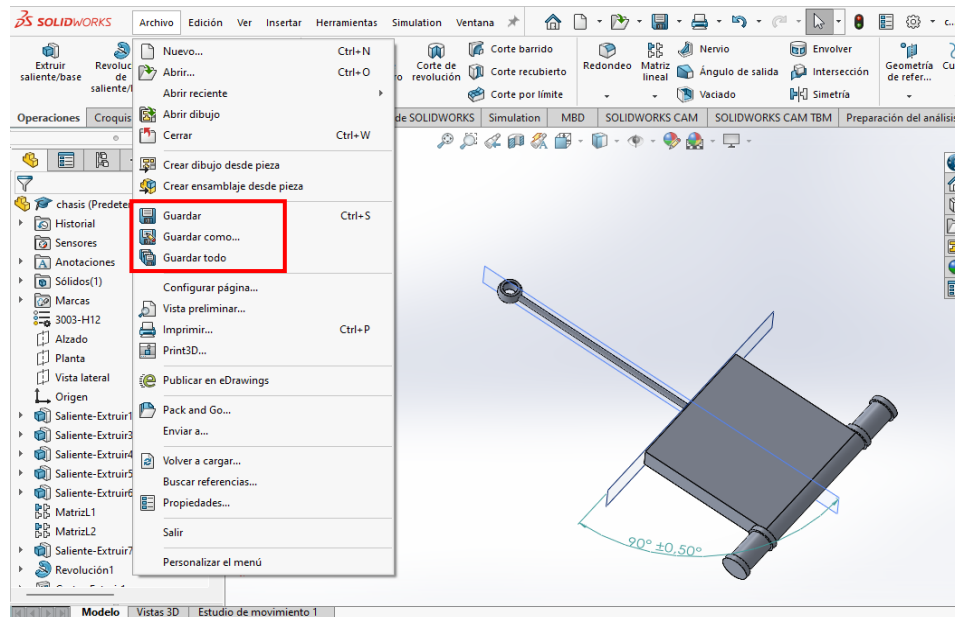
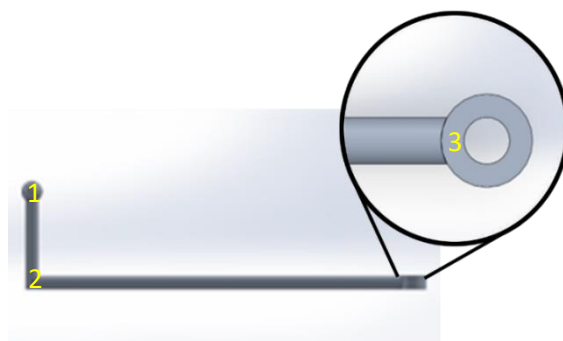


Figura A2. 34. Ubicación de la herramienta Guardar

### 3. MODELADO DEL BRAZO-MOTOR

El brazo-motor se ha diseñado como un conjunto de varios elementos (figura A2.35), que han sido diseñados teniendo en cuenta las uniones y forma del sistema mecánico.



1. Esfera, parte del enganche tipo rótula entre brazo y chasis.
2. Cilindro en L
3. Abrazadera, parte del enganche tipo casquillo entre plataforma y brazo

Figura A2. 35. Imagen de alzado del brazo-motor

#### 3.1 CONSTRUCCIÓN CILINDRO EN L

Como en el chasis, la construcción del brazo-motor se realizará empezando por el elemento central, el brazo en L. Para comenzar, hay que abrir un nuevo proyecto pieza.

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

---



Figura A2. 36. Imagen del cilindro en L

Primero se selecciona el plano de alzado en el registro de operaciones y seguidamente se elige la herramienta rectángulo en el apartado croquis del menú, para hacer este rectángulo hay que hacer dos clics, uno en el origen de coordenadas del plano, indicado por dos vectores perpendiculares rojos y otro a la derecha de este último, figura A2.37.

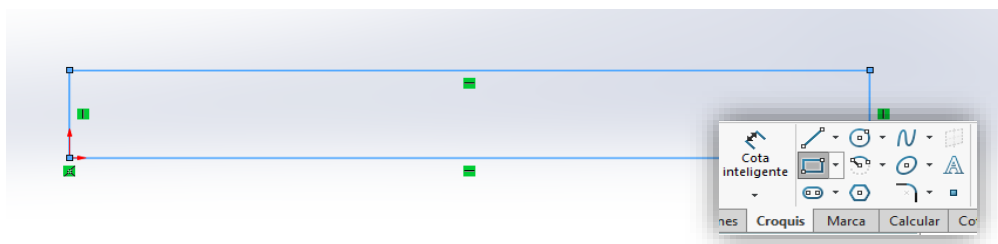


Figura A2. 37. Croquizado del rectángulo

Una vez generado, sin la confirmación del tic verde, hay que darles valores a las dimensiones utilizando la herramienta cota inteligente, 300 mm de largo y 5 mm de ancho, figura A2.38.

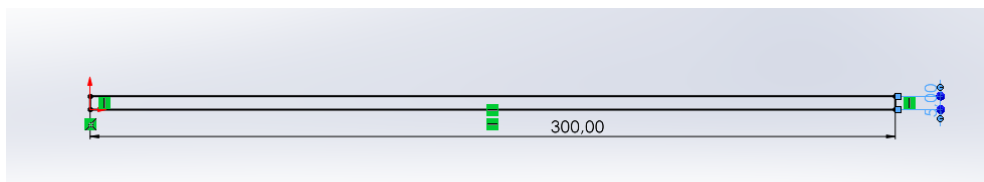


Figura A2. 38. Dimensionamiento del rectángulo

Sin la confirmación del tic verde, hay generar el volumen del cilindro con la operación revolución de saliente/base, en la que hay que seleccionar el eje de revolución, en este caso el lado largo inferior del rectángulo recién creado, destacado con rojo en la figura A2.39.

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

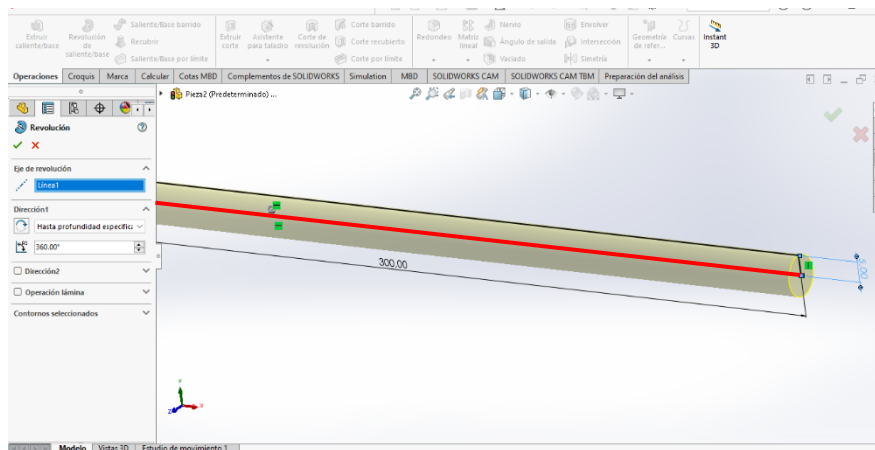


Figura A2. 39. Creación del volumen a través de la operación revolución

Tras esta operación, finalmente se confirma la construcción clicando en el tic verde.

Ahora hay que realizar el tramo vertical del brazo. Lo primero es seleccionar en el registro de operaciones el plano planta, seguidamente en el menú croquis se elige la herramienta círculo y ya solo queda dibujarlo en uno de los extremos con un radio de 5 mm, figura A2.40.

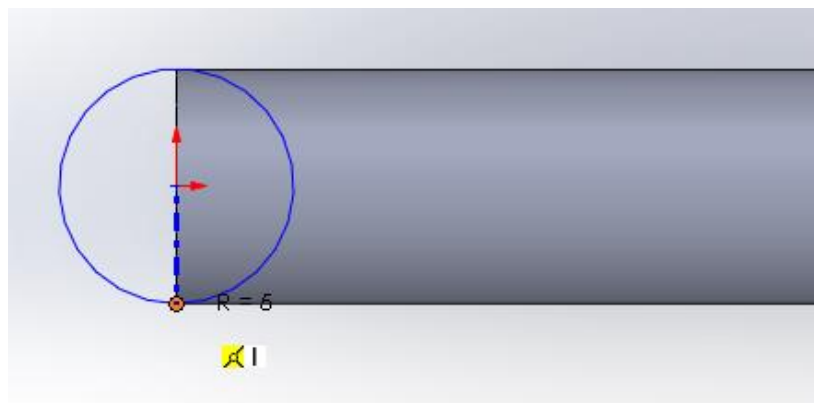


Figura A2. 40. Croquizado del círculo base del tramo vertical

Sin confirmar con el tic verde, en operaciones se selecciona la herramienta extrusión, dando un valor a esta de 70 mm, figura A2.41

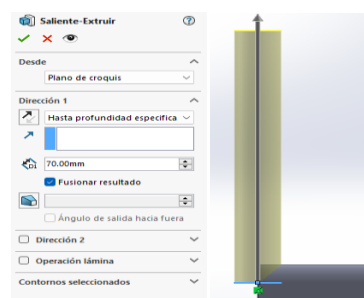


Figura A2. 41. Extrusión del círculo

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

### 3.2 CONSTRUCCIÓN ESFERA

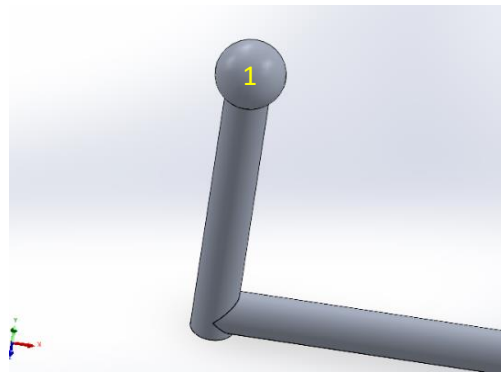


Figura A2. 42. Esfera del brazo-motor

Primero se selecciona la base de la varilla vertical donde se va a realizar y posteriormente se dibuja el círculo de 8 mm de radio concéntrico a la base. A continuación, dibujar una línea que divide la circunferencia en dos partes iguales, después con la herramienta cortar entidades eliminar una de ellas, figura A2.43.

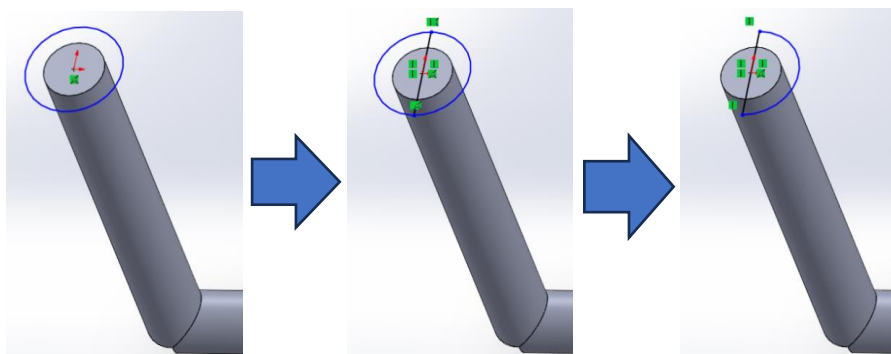


Figura A2. 43. Proceso de croquizado de media circunferencia

Para crear el volumen, en el menú operaciones seleccionar la herramienta revolución de saliente/base y elegir como eje de revolución la línea creada para dividir la circunferencia, figura A2.44.

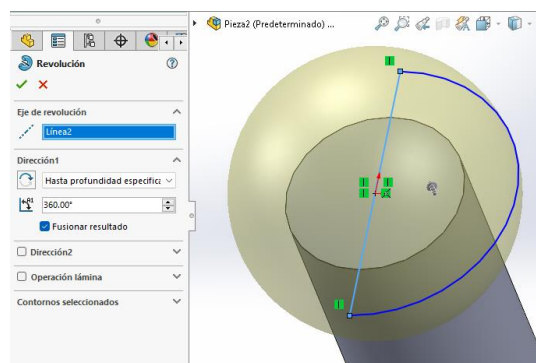


Figura A2. 44. Creación del volumen de la esfera a través de la operación revolución



## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

Confirmar la construcción clicando al tic verde.

### 3.3 CONSTRUCCION DE LA ABRAZADERA

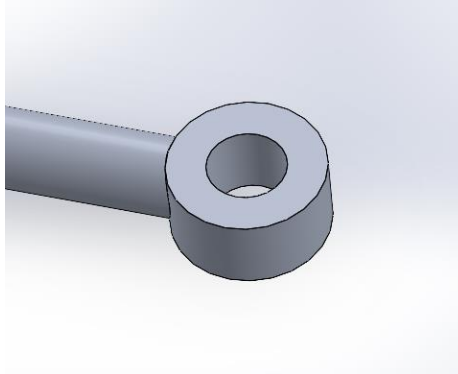


Figura A2. 45. Cilindro hueco del brazo-motor

Para realizar este elemento hay que seleccionar el plano planta y seguidamente elegir la herramienta círculo. Se dibuja en el otro extremo del brazo, en el contrario al de la bola, dos circunferencias concéntricas de radios 5 y 10 mm de radio, figura A2.46.

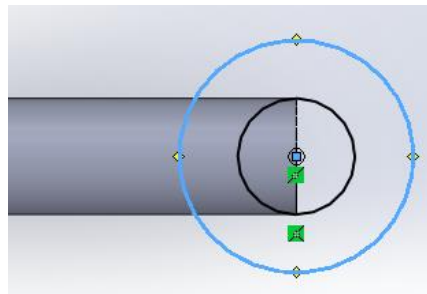


Figura A2. 46. Croquizado de dos circunferencias concéntricas

Posteriormente realizar una operación de extrusión bidireccional de 5 mm, ya que el croquis esta creado en mitad del grosor del cilindro, figura A2.47.

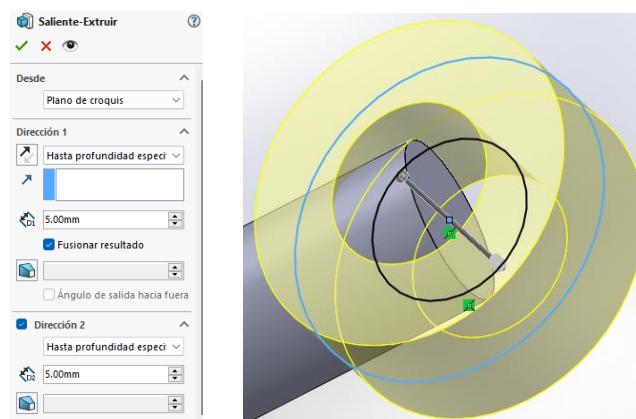


Figura A2. 47. Extrusión bidireccional de los círculos croquizados

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

Por último, hay que eliminar la varilla sobrante que queda dentro del cilindro hueco. Para ello hay que extruir un corte, partiendo de un croquis circular de radio 5 mm.

Primero seleccionar el plano planta y luego la herramienta de croquizado círculo, para posteriormente realizar una circunferencia concéntrica al cilindro hueco de radio 5 mm. Seguidamente se utiliza la operación extruir corte de forma bidireccional de una longitud de 5 mm, figura A2.48.

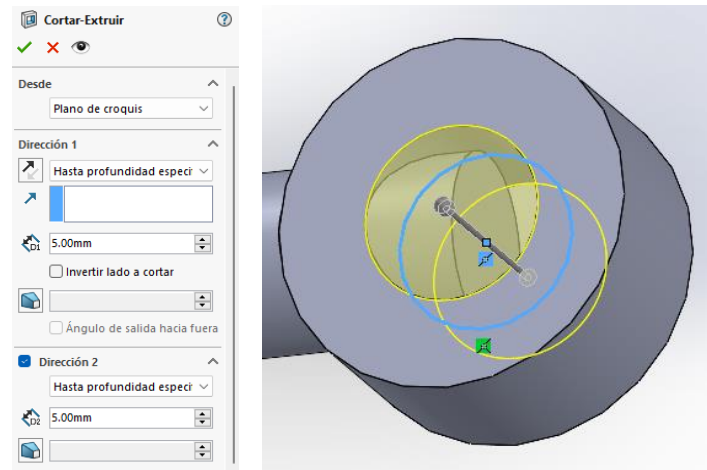
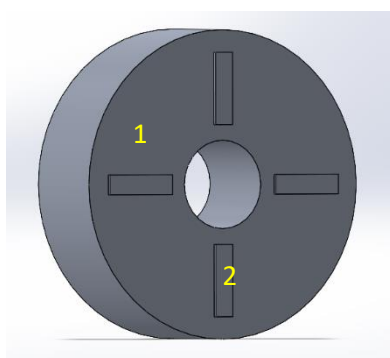


Figura A2. 48. Extrusión de corte dentro del cilindro hueco

Aceptar con el tic verde y guardar la pieza en la misma carpeta que el chasis.

### 4. MODELADO RUEDAS VERTICALES

La rueda se ha diseñado como un elemento cilíndrico con cuatro nervios, que tienen la función de mejorar la percepción del movimiento de giro por parte del observador, figura A2.49.



1. Cilindro, cuerpo de la rueda.
2. Nervios.

Figura A2. 49. Rueda vertical

Antes de empezar la construcción hace falta generar un nuevo proyecto pieza.

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

---

### 4.1 CONSTRUCCIÓN DEL CUERPO CILINDRICO

Seleccionar el plano de alzado y elegir en croquis la herramienta circulo, para generar dos concéntricos de radios 10 y 35 mm de radio. Seguidamente en operaciones, hacer una extrusión de 30 mm, figura A2.50.

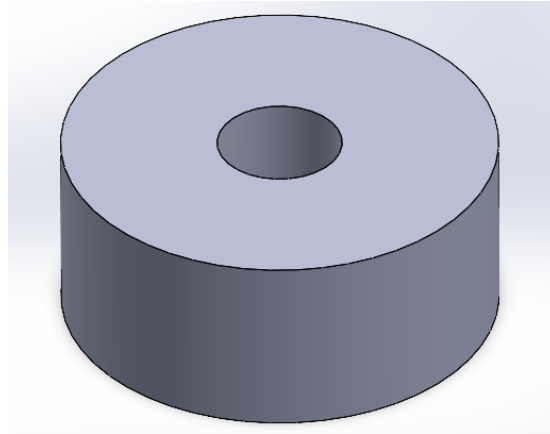


Figura A2. 50. Cuerpo de la rueda

### 4.2 CONSTRUCCION DE LOS NERVIOS

Seleccionar una de las caras del cilindro hueco, seguidamente elegir en las herramientas de croquis rectángulo de centro y dibujarlo. El primer clic tiene que ser en dirección radial a una altura de tres cuartos, sin ser rigurosos, y el siguiente dentro de la superficie, figura A2.51.

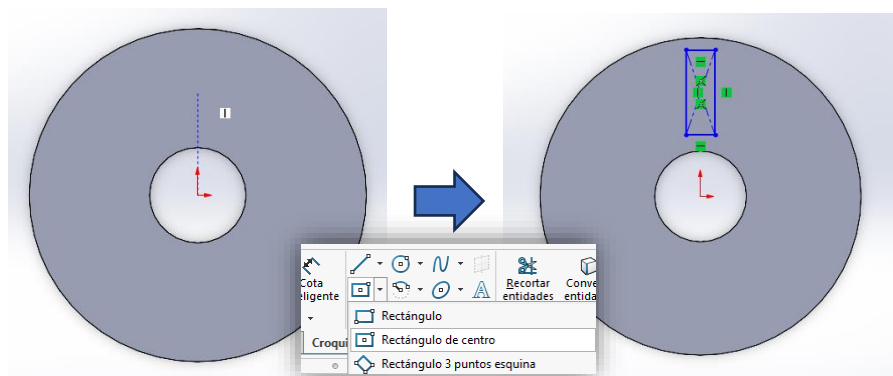


Figura A2. 51. Croquizado de un rectángulo en la superficie de la rueda

Una vez generado el dibujo hay que realizar una extrusión de 1 mm, figura A2.52

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

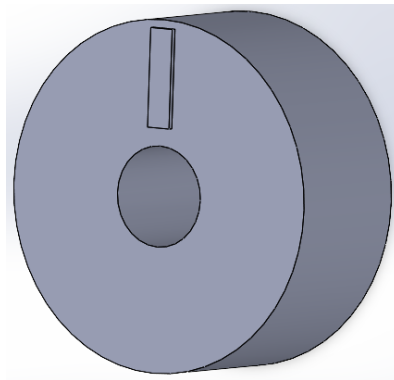


Figura A2. 52. Imagen de la rueda con un nervio extruido

Finalmente hay que generar los otros tres nervios, utilizando la herramienta matriz circular en la parte de operaciones. Esta función copiará el nervio recién creado las veces necesarias a la separación de grados requerida.

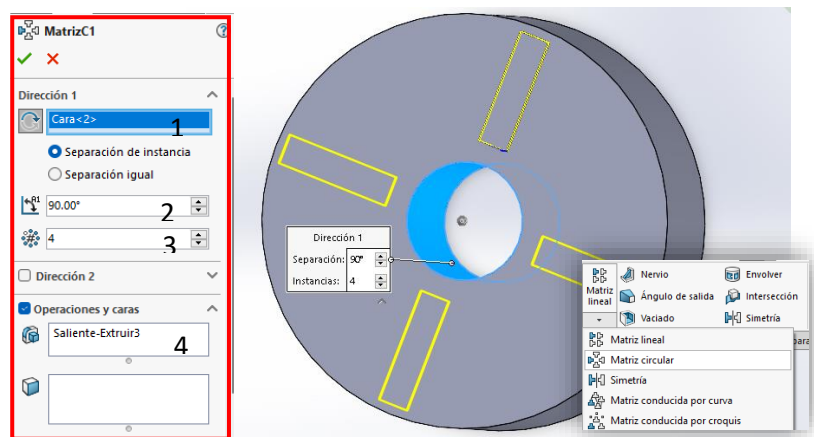


Figura A2. 53. Utilización de la herramienta matriz circular

Una vez seleccionada la herramienta hay que rellenar los apartados de la izquierda de la figura A2.53.

1. Dirección, la cara interna del cilindro hueco, la destacada en azul en la figura A2.53.
2. El ángulo entre las réplicas, 90°.
3. Cantidad de elementos a crear además de la primitiva, 4.
4. El elemento que se va a repicar, el nervio.

Aceptar con el tic verde y guardar la pieza en la misma carpeta que las anteriores.

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

---

### 5. MODELADO DE LA PLATAFORMA

La plataforma es un objeto tipo plancha con un carril en su centro para que el brazo-motor pueda circular a través de el sin colisiones, en la cara inferior tenemos un tetón que es parte del enlace tipo casquillo entre plataforma y brazo-motor, figura A2.54.

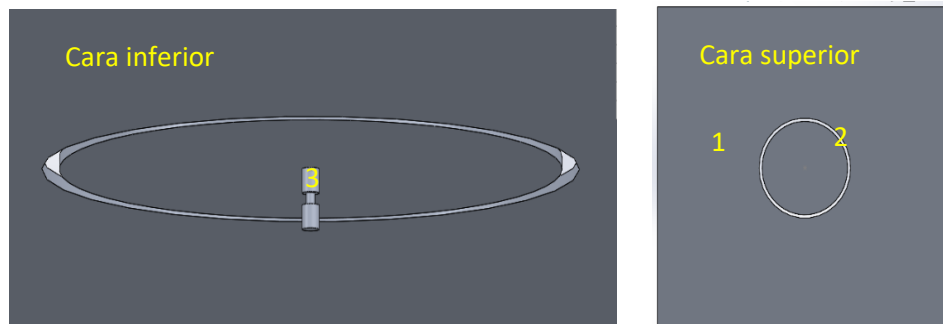


Figura A2. 54. Plataforma sobre la que rueda el chasis

Los elementos indicados en la figura A2.54 son:

1. Plataforma fija
2. Carril
3. Tetón

Antes de empezar la construcción hace falta generar un nuevo proyecto pieza.

#### 5.1 CONSTRUCCIÓN DE LA PLATAFORMA

Primero seleccionar el plano de planta y segundo elegir la herramienta rectángulo de centro, para generar el croquis de un cuadrado de lado 2000 mm. Seguidamente extruir dicho cuadrado con un espesor de 10 mm, figura A2.55.

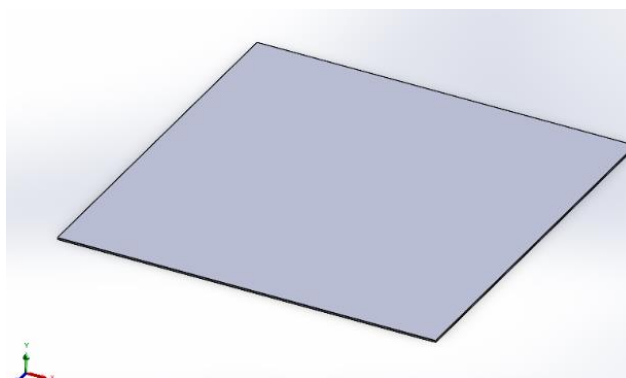


Figura A2. 55. Rectángulo extruido

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

---

### 5.2 CONSTRUCCIÓN DEL CARRIL

Seleccionar la superficie del prisma, elegir la herramienta círculo para generar dos de ellos concéntricos de 290 y 310 mm de radio en el centro de la geometría. Seguidamente extruir un corte pasante sobre este coquizado, figura A2.56.

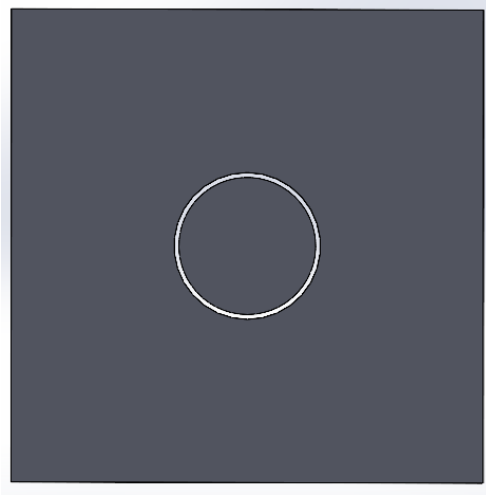


Figura A2. 56. Rectángulo con el carril circular

### 5.3 CONSTRUCCIÓN TETÓN

Primero seleccionar una de las superficies del prisma rectangular, posteriormente elegir la herramienta círculo para generar en el centro de la plataforma una circunferencia de 10 mm de radio, después extruir una distancia de 20 mm. Tras hacer eso volver a hacer el mismo proceso, pero ahora en la superficie del cilindro creado, haciendo una circunferencia de 5 mm de radio y posterior extrusión de 10 mm. Finalmente para acabar volver a hacer el mismo procedimiento, pero ahora sobre la superficie del último cilindro generado, haciendo una circunferencia de 10 mm de radio y seguidamente extruir 20 mm, figura A2.57.

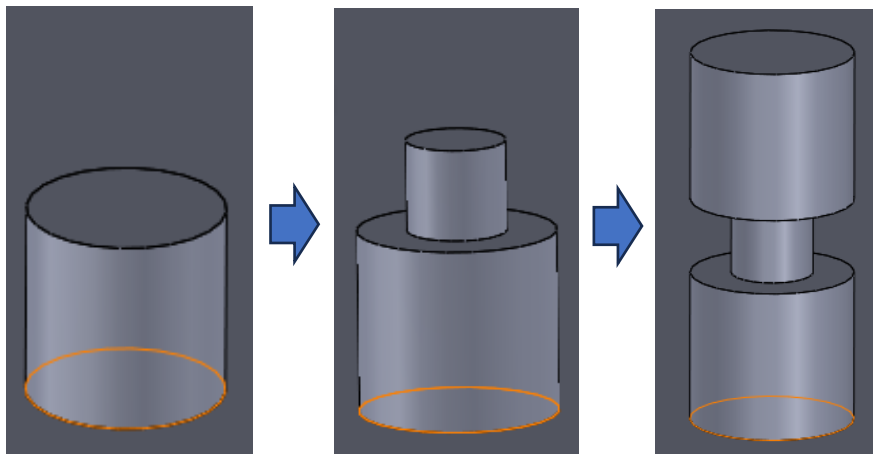


Figura A2. 57. Proceso de construcción del tetón

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

Guardar con el resto de los elementos del sistema mecánico.

### 6. ENSAMBLAJE DEL MODELO EN SOLIDWORKS

#### 6.1 IMPORTAR LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA MECÁNICO

Una vez realizadas todas las piezas del mecanismo queda unirlos. Para ello hay que abrir un proyecto ensamblaje, figura A2.58.

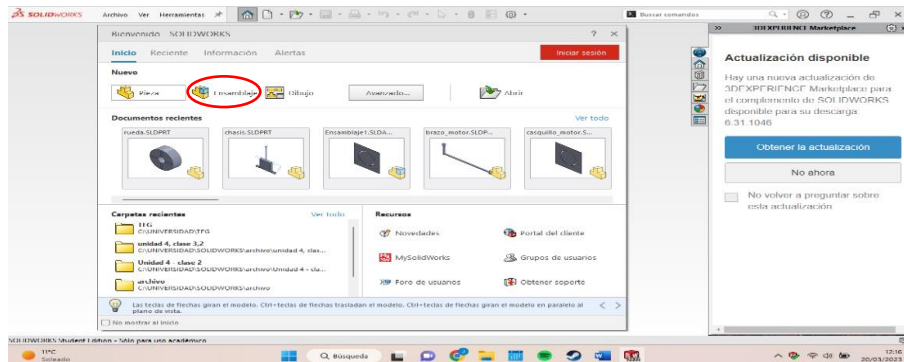


Figura A2. 58. Imagen de la pantalla de inicio de SolidWorks

Una vez abierto, hay que importar las piezas modeladas, unirlos y hacer la simulación.

Para empezar, importar la plataforma a la zona de trabajo, clicar en el icono de insertar componentes, en la barra de herramientas de ensamblaje, figura A2.59.

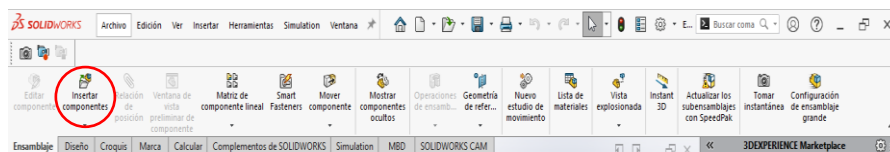


Figura A2. 59. Ubicación de la herramienta insertar componentes

Seleccionarlo de la carpeta donde este guardado e importarlo, el tetón (la cara inferior) tiene que tener una dirección normal de -z, esto se consigue con los botones de abajo a la izquierda, al lado de los vectores Y, Z y X, que permiten la orientación de la pieza hasta llegar a la deseada. Una vez obtenida la posición correcta como se ven en la figura A2.60 clicar en botón izquierdo y ya se habrá fijado en el espacio de trabajo.

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

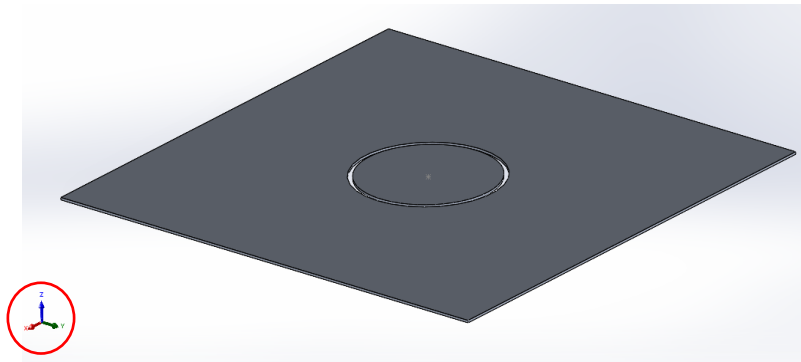


Figura A2. 60. Imagen oblicua de la plataforma

Seguidamente se repite el proceso con los demás elementos hasta importarlos todos, sin importar sus orientaciones. La rueda hay que importarla dos veces.

### 6.2 UNIÓN DE LOS ELEMENTOS

Para hacer las uniones se utiliza la herramienta relación de posición ubicada en ensamblaje, indica en la figura A2.61, cada vez que se vaya hacer una nueva habrá que abrir esta herramienta.

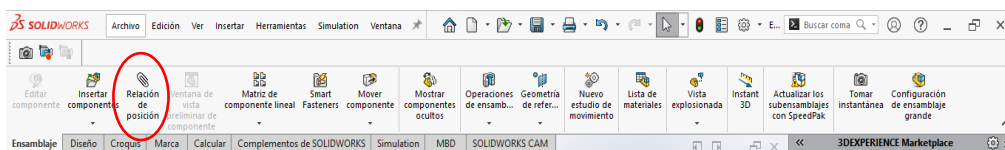


Figura A2. 61. Ubicación de la herramienta relación de posición

Una vez dentro de la herramienta, hay que seleccionar las dos superficies de las piezas que van a estar en contacto y como lo van a hacer, a continuación, las uniones del sistema mecánico:

#### 6.2.1 BRAZO MOTOR Y PLATAFORMA

Este es un enlace tipo casquillo, SolidWorks lo entiende como una unión tipo bisagra. Primero hay que seleccionar en herramientas de ensamblaje relación de posición, después en la parte izquierda de la pantalla, clicar en la pestaña de mecánica y elegir la relación de posición tipo bisagra. Aquí hay que seleccionar cuatro cosas, los dos cilindros concéntricos que son la superficie interior del cilindro del brazo motor (abrazadera) y el cilindro más fino del tetón sobre el que girará la abrazadera. Por otro lado, las dos superficies que van a hacer contacto, en la figura A2.62 se clasifican como azules y rosas respectivamente.



## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

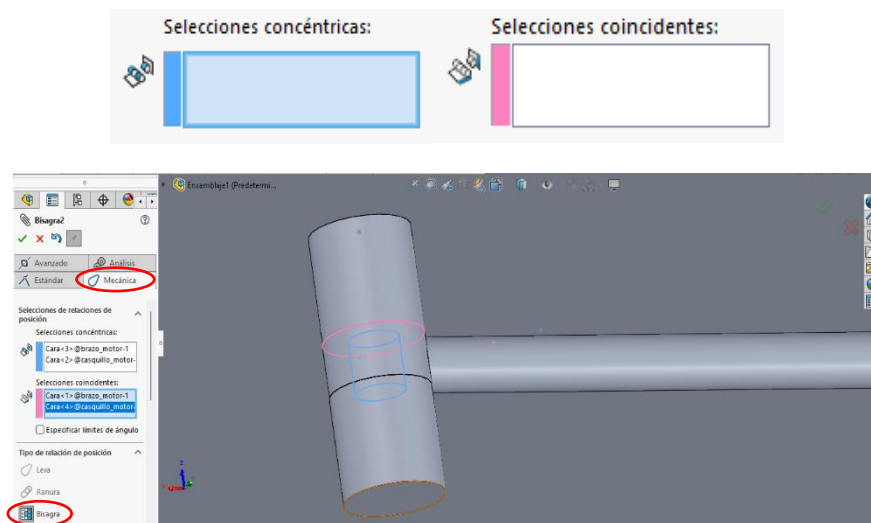


Figura A2. 62. Utilización de la herramienta relación de posición para la unión brazo y plataforma, relación tipo bisagra

Aparece la siguiente opción en la zona del registro de operaciones figura A2.63 por si hay que darle la vuelta a alguna pieza, por no estar bien colocada.

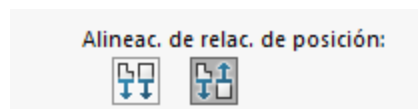


Figura A2. 63. Iconos de cambio de sentido de las piezas en la relación de posición

Una vez colocado todo correctamente dar al tic.

### 6.2.2 BRAZO MOTOR Y CHASIS

Se utilizará una relación de concetricidad entre las dos esferas que componen la unión de rótula.

Elegir la herramienta relación de posición, a la izquierda clicar en la pestaña de estándar y aparecerá la relación de posición tipo concéntrica como se ve en la figura A2.64. Seleccionar la esfera del brazo motor y la superficie interior de la esfera hueca del chasis, automáticamente se unirán, finalizar con el tic verde.

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

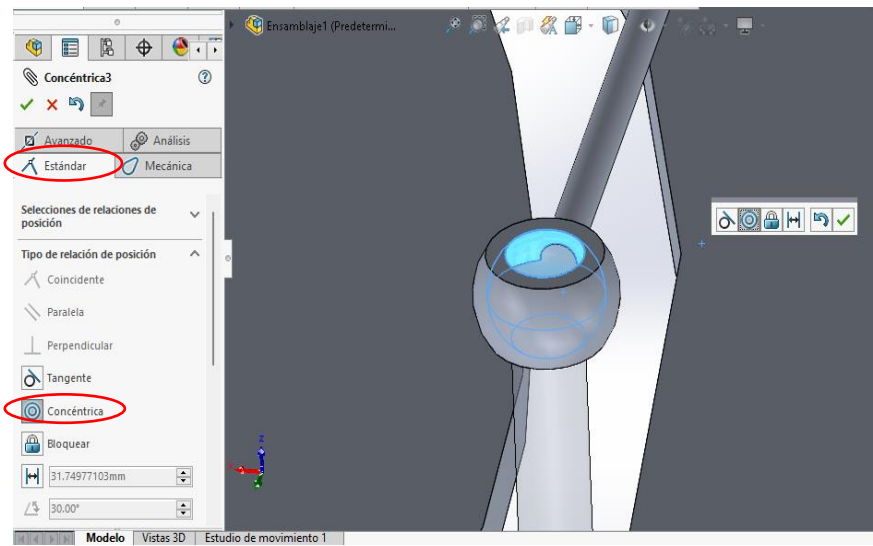


Figura A2. 64. Utilización de la herramienta relación de posición para la unión brazo y chasis, relación tipo concéntrica

### 6.2.3 RUEDAS Y CHASIS

En este enlace se utiliza una unión tipo casquillo, que en SolidWorks es una relación de posición tipo bisagra.

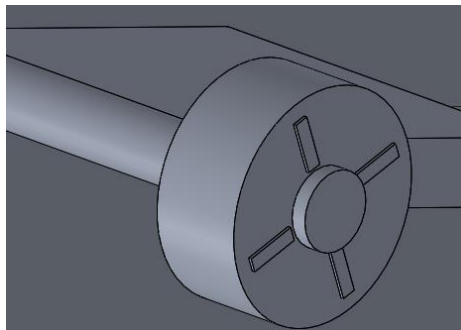


Figura A2. 65. Imagen de la unión brazo y plataforma, relación tipo bisagra

Donde las selecciones concéntricas serán las caras laterales de la cavidad de la rueda y la del eje, las selecciones coincidentes son la cara de la rueda con los nervios y la cara interior del engrosamiento del eje.

### 6.3 UBICACIÓN DEL REMOLQUE PARA EL ESTUDIO

Para poder efectuar el estudio cinemático hay que colocar el remolque en dirección radial al carril circular de la plataforma, de tal manera que se aproxime lo máximo posible a la entrada real a una glorieta, en un principio se aplican unas relaciones de posición para ubicar el chasis y posteriormente se eliminan para que no interfieran en la simulación. La primera relación es de tangencialidad entre las ruedas y la plataforma, así las ruedas siempre iniciaran la simulación en

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

contacto con el suelo. La segunda relación es angular entre chasis y brazo-motor, para que entre el remolque y el brazo-motor tengan un ángulo de  $180^\circ$ .

La relación de tangencialidad entre las ruedas y el suelo se aplica de la siguiente forma, seleccionar la herramienta relación de posición, a la izquierda en la pestaña de estándar elegir tangente, clicar en la cara lateral de una de las ruedas y en la superficie de la plataforma sobre la que rodará, finalizar aceptando con el tic verde.

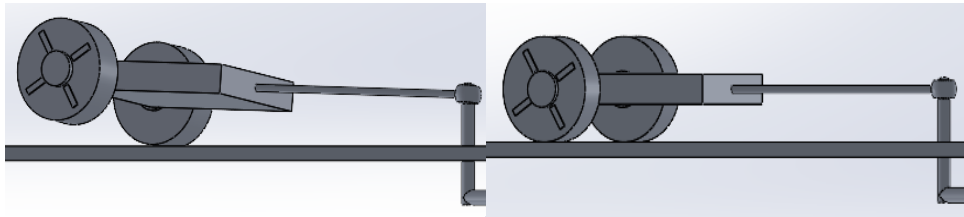


Figura A2. 66. Antes y después de aplicar la relación de tangencialidad entre ruedas y plataforma

Para ubicar correctamente el chasis seleccionar la herramienta relación de posición, a la izquierda en la pestaña de estándar elegir paralela, clicar en la varilla del chasis y en la barra horizontal del brazo-motor, finalizar aceptando con el tic verde. En la figura A2.67 muestra el antes y el después de haber aplicado la relación, ubicando el chasis en dirección radial.

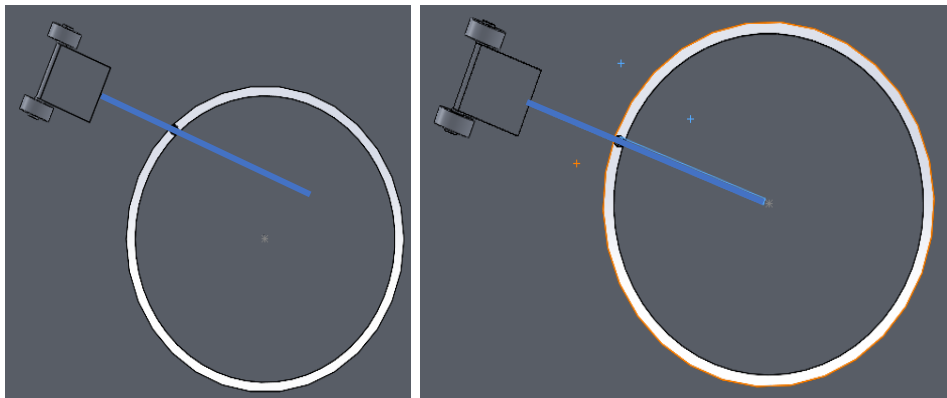


Figura A2. 67. Antes y después de aplicar la relación de paralelismo entre chasis y brazo

Una vez colocadas estas dos relaciones de posición hay que eliminarlas para que no afecten en la simulación. Para ello clicar con botón derecho en la relación de posición registrada en el registro de operaciones y eliminarlas como aparece en la figura A2.68.

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

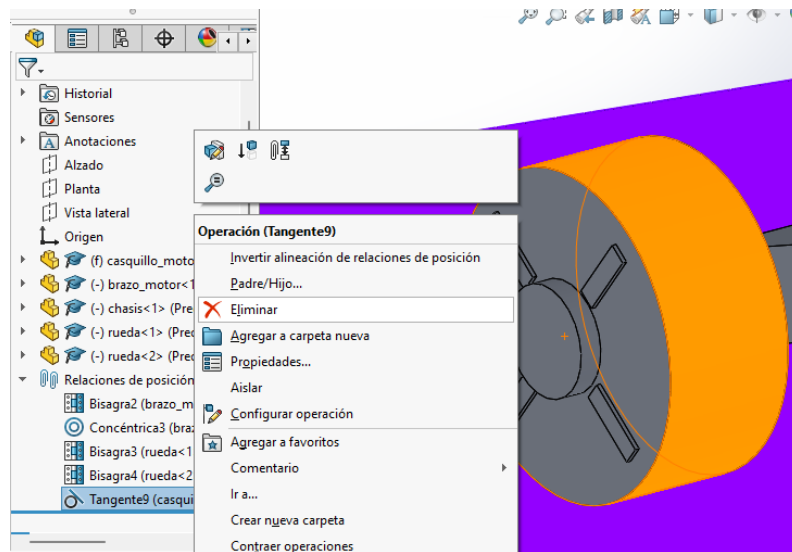


Figura A2. 68. Proceso de eliminación de una relación de posición

### 7. SOLIDWORKS MOTION

Desde el proyecto ensamblaje en el que se está trabajando se inicia Motion. Hay que clicar en el icono de opciones, la rueda de engranaje en la parte superior de la pantalla, aparecerá un desplegable y clicar en personalizar, esto abrirá una pestaña en la que hay que comprobar que MotionManager tiene un tic azul, como se ve en la figura A2.69.

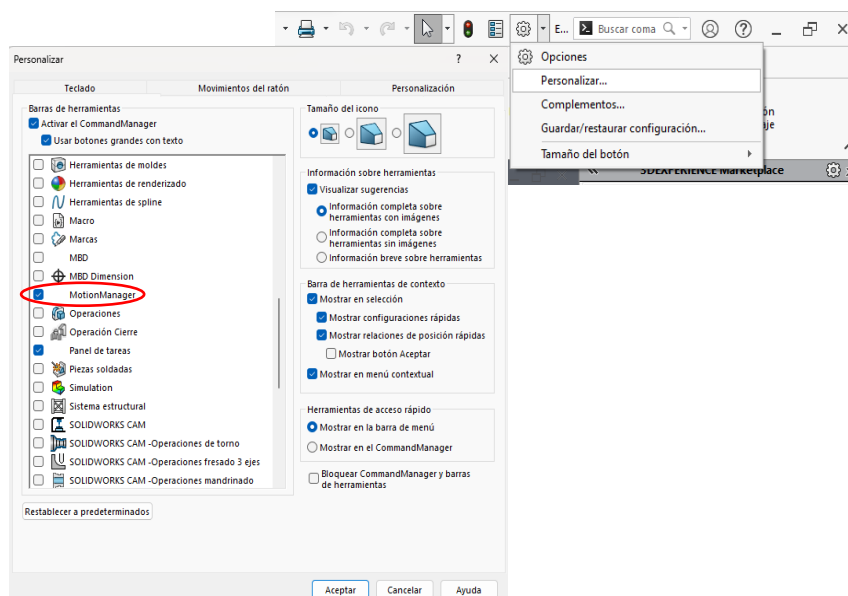


Figura A2. 69. Activación del MotionManager en opciones

Una vez esté activo, hay que iniciarlo en la sección de complementos de SolidWorks, como se ve en la figura A2.70.

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

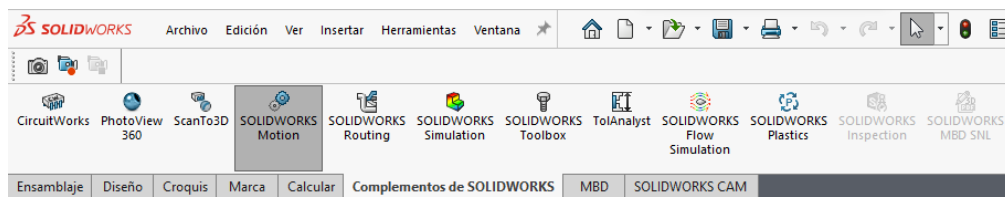


Figura A2. 70. Ubicación de SolidWorks Motion en la barra de herramientas

Después de estos dos pasos ya se puede hacer el estudio de movimiento, este se encuentra en una pestaña abajo a la izquierda, tras clicar en ella la figura A2.71 muestra la pantalla emergente.

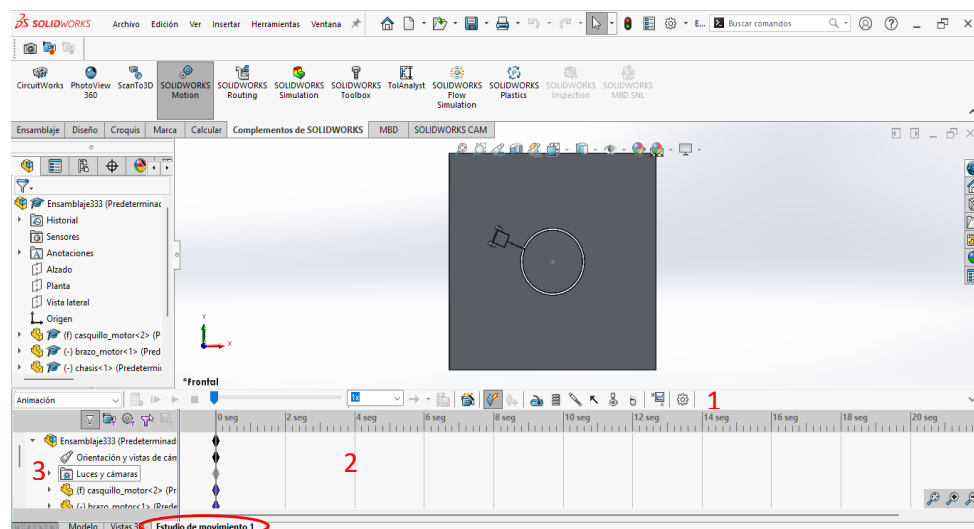


Figura A2. 71. Pantalla de trabajo del SolidWorks Motion

Las nuevas partes que aparecen son:

1. Barra de herramientas del Motion
2. Regleta temporal
3. Registro de operaciones del Motion

Para comenzar con la simulación previamente hay que preparar el modelo. Concretar al software que elementos son rígidos entre sí, las fricciones entre ellos, aplicar gravedad y por último colocar un motor que mueva el mecanismo.

Primero seleccionar los contactos rígidos entre elementos. Para ello a seleccionar el icono destacado en la figura A2.72, situado en la barra de herramientas del Motion.



Figura A2. 72. Ubicación de la herramienta contacto

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

Seguidamente a la izquierda de la pantalla, como se ve en la figura A2.73, seleccionar los elementos que van a estar en contacto, primero las ruedas y el suelo que son los únicos que tienen rozamiento para que se produzca la rodadura sin deslizamiento de las ruedas.

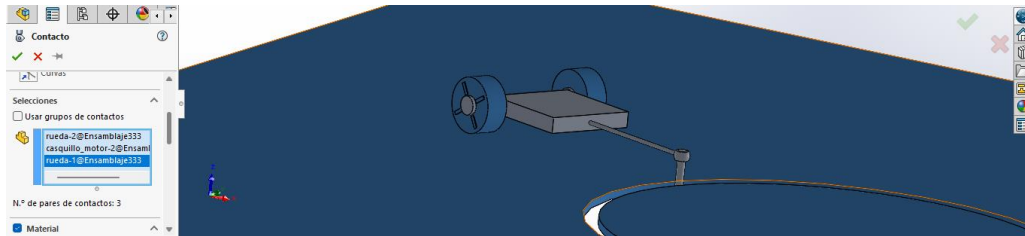


Figura A2. 73. Ejemplo de aplicación de contacto entre ruedas y plataforma

Una vez escogidos los elementos se elige al material, en este caso se utilizará el aluminio con superficie seca (Dry).

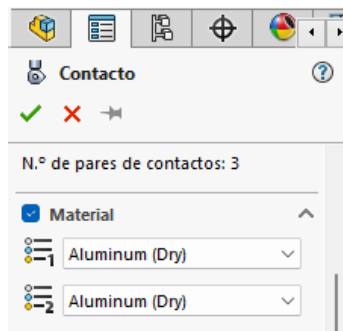


Figura A2. 74. Imagen detallada de la aplicación del material en el contacto

Aceptar las especificaciones con el tic verde.

Para los demás contactos entre elementos, como las ruedas y el chasis, el chasis y el brazo-motor o el brazo-motor y la plataforma, hay que seguir el mismo procedimiento que para las ruedas y la plataforma, pero tras elegir el material hay que desactivar la categoría de fricción dándole al tic azul, como se ve en la figura A2.75.

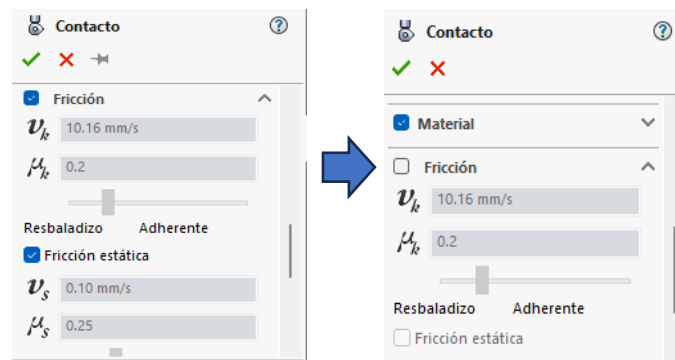


Figura A2. 75. Proceso de desactivación de la fricción entre materiales en su contacto

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

Ahora se aplica la gravedad clicando en el icono de la barra de herramientas del Motion, destacado en la imagen de la derecha en la figura A2.76, mientras que en la de la izquierda muestra cómo se introduce la dirección, z, y sentido negativo.

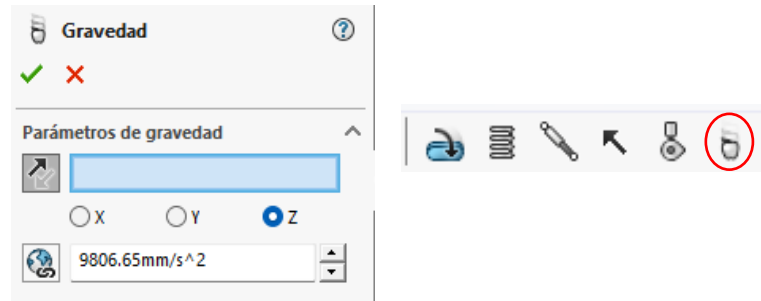


Figura A2. 76. Introducción de la gravedad en el estudio

Por último, poner el motor, que habrá que colocarlo en el brazo-motor. Primero Seleccionamos el icono de la figura A2.78, en la barra de herramientas del Motion.

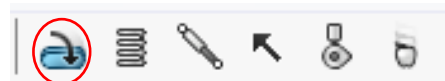


Figura A2. 77. Ubicación de la aplicación de motor

Ahora hay que rellenar dos apartados en la parte izquierda de la pantalla, el componente y la dirección, como se ve en la imagen de la izquierda de la figura A2.78. El primero es el componente donde se va a aplicar el motor, es la abrazadera de la unión tipo casquillo entre el brazo-motor y la plataforma, destacada en la imagen central de la misma figura. La dirección es paralela al vector z y se puntualiza en el siguiente recuadro, se ve en la imagen derecha de la figura A2.78.

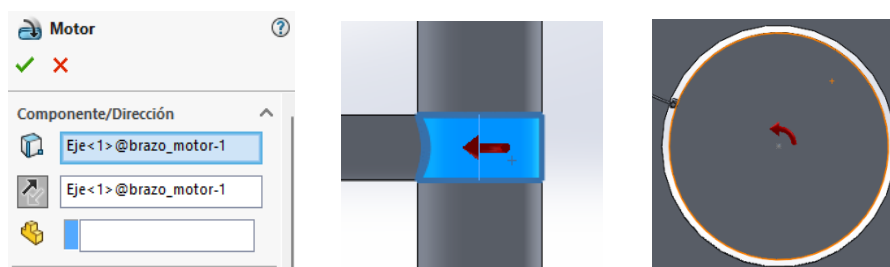


Figura A2. 78. Proceso de la introducción del motor rotatorio

Una vez hecho esto hay que seleccionar la velocidad angular, el motor se iniciará con una rampa de aceleración de dos segundos desde 0º/s hasta llegar a los 21º/s. cambiar en la sección de movimiento la forma de aplicar el motor y poner por segmentos, como se ve en la figura A2.79

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

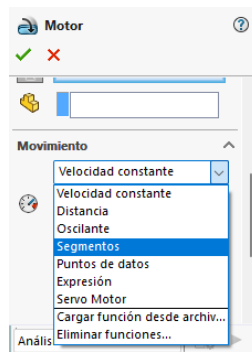


Figura A2. 79. Imagen de los tipos de aplicación del motor

Ahora hay que introducir los valores de dos segmentos, de 0 a 2 segundos (la rampa de aceleración) y de 2 segundos a 18 (velocidad constante). Primero cambiar el valor (y) de desplazamiento a velocidad y agregar dos filas en la tabla, como se ve en las imágenes de la izquierda y central de la figura A2.80. Finalmente rellenar los datos de la tabla igual que la imagen de la derecha de la figura A2.80

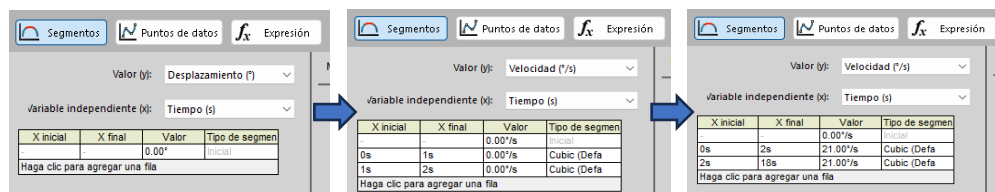


Figura A2. 80. Proceso de aplicación del motor rotatorio en segmentos

Una vez completado se aceptan los datos introducidos abajo a la derecha y se le da el tic verde. Ahora solo queda seleccionar el tiempo de la simulación y darle a compilar, posteriormente se puede obtener cualquier resultado de velocidades, trayectorias o fuerzas entre otras cosas.

Para indicar el tiempo hay que mover el rombo negro de la regleta temporal hasta el segundo 18, como aparece en la figura A2.81.

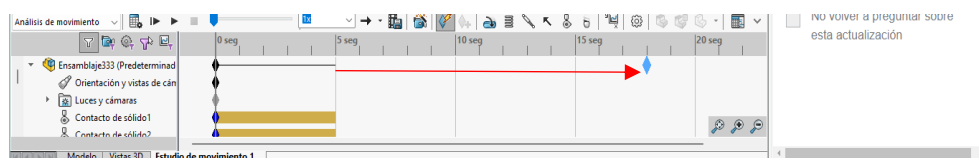


Figura A2. 81. Introducción del tiempo de la simulación

Una vez colocado, clicar en el icono compilar, indicado en la figura A2.82.



## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

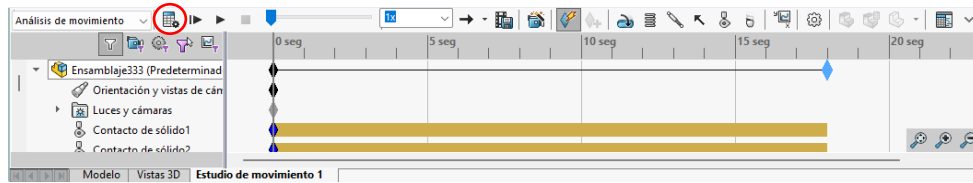


Figura A2. 82. Ubicación del icono de compilación

Para obtener los resultados hay que seleccionar el icono de la gráfica mostrado en la figura A2.83.

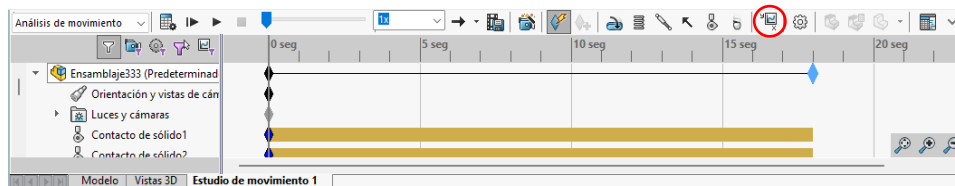


Figura A2. 83. Ubicación del icono de resultados

Aparecerá un menú a la izquierda con distintas categorías que hay que rellenar según los intereses. Primero hay que elegir la categoría desplazamiento/velocidad/aceleración, figura A2.84.

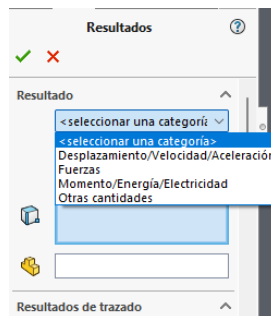


Figura A2. 84. Selección de la categoría del resultado

Después se elige la subcategoría, ruta de trazo, figura A2.85.

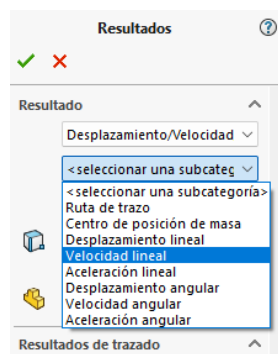


Figura A2. 85. Selección de la subcategoría del resultado

## ANEXO 2. GUION DE PRACTICAS. CONSTRUCCION DEL MODELO EN SOLIDWORKS

---

Finalmente elegir la arista trasera del prisma rectangular central del chasis como se ve en la figura A2.86 y aceptamos en el tic verde.

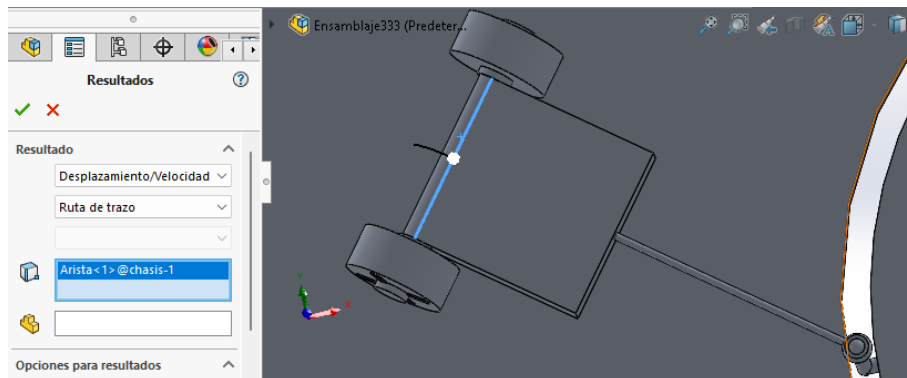


Figura A2. 86. Obtención del resultado de ruta de trazo

Automáticamente el programa genera el trazo del punto central de esa arista, el punto B.

## ANEXO 3. COMPONENTES DEL EQUIPO DIDÁCTICO EXPERIMENTAL

---



### Rueda Oxelo ILS

Material: 50% Poliuretano, 50% Polipropileno  
Cojinete: 100% Acero  
Diámetro: 63 mm  
Coste: 1,5 Euros



### Rodamiento Ruesious

Tipo: de bolas 608ZZ  
Material: Acero al carbono  
Peso: 100% Acero  
Dimensiones: 8 x 22 x 7 mm  
Coste: 0,6 Euros

Figura A3. 1. Componentes