#### Introducción a la Robótica

#### Tecnicatura en Automatización y Robótica

FICH - UNL

# Cinemática de un robot diferencial con ROS2

Guía de trabajos prácticos 2025 - Entregable 1

- Fecha de entrega: 22 de Junio
- Formato de entrega: Archivo comprimido con el código fuente de los paquetes. Formato pdf en caso de necesitar entregar ejercicios de desarrollo. Proveer en un archivo de texto README.md los comandos necesarios para la ejecución de el/los paquete/s para los ejercicios.
- Archivos disponibles: entregable-1.zip
  - Carpeta meshes con archivos .stl para las geometrías visuales de los componentes del robot.
  - Carpeta urdf con dos archivos: inertial\_macros.xacro con definición de inercias y materiales de ejemplo; motor.xacrocon macro para insertar un motor en el robot.

## 1 Ejercicios

#### 1.1 **URDF**

#### Ejercicio 1

Crear un paquete de ROS llamado (\*)\_description para albergar el robot description siguiendo la estructura vista en clases. Crear un archivo de definición del robot en formato XACRO respetando la geometría representada en las vistas del anexo y cumpliendo con los siguientes requerimientos:

- Debe contener al menos un  $base_link$  asignado al chasis del robot y un link y un joint por cada rueda
- Cada *link* deberá tener definida la geometría visual y de colisión, según la tabla correspondiente del anexo
- Debe estar parametrizado al menos el radio de las ruedas de tracción y la separación de las mismas
- $\bullet\,$  En caso de poder reutilizar bloques, hacer uso de macros
- Utilice el *macro* motor importando el archivo motor.xacro para ubicar el motor izquierdo y derecho. El macro recibe 3 parámetros:
  - prefix (String): para diferenciar el link con un prefijo
  - chassis width (Double): ancho del chasis
  - reflect (Bool): No reflejar (False) o sí reflejar (True). La orientación original es hacia la izquierda

#### Ejercicio 2

En el mismo paquete, crear un archivo launch de nombre description.launch.py, en el cuál se deberá procesar el archivo XACRO con la descripción del robot y se deberá publicar la misma a través del paquete robot\_state\_publisher. El launch deberá recibir, a través de un parámetro de tipo bool llamado testing, la condición para ejecutar o no el paquete joint\_state\_publisher\_gui y RViz.



Este archivo será útil para probar el archivo del ejercicio anterior, por lo que se recomienda realizarlos en paralelo

#### 1.2 Gazebo

#### Ejercicio 3.a

Editar el o los archivos XACRO del ejercicio 1, de manera que sea/n compatible/s con los requerimientos de Gazebo, haciendo uso de los macros disponibles en el archivo inertial\_macros.xacro.

#### Ejercicio 3.b

Crear un paquete (\*)\_gz y un archivo launch nuevo, que ejecute Gazebo, procese la descripción del robot y, utilizando el ejecutable spawn\_entity.py, cargue el robot en el simulador. Puede reutilizar el archivo creado en el ejercicio 2 incluyéndolo (no debe ejecutar el joint\_state\_publisher\_gui ni RViz).

#### 1.3 ROS2 control

#### Ejercicio 4.a

Editar el archivo de definición del robot y agregar los elementos necesarios para configurar *ROS2 control* y *Gazebo* de forma tal que las juntas correspondientes a las ruedas de tracción reciban comandos de velocidad y devuelvan el estado de posición y velocidad. Para esto deberá añadir los *tags* <ros2\_control> y <gazebo>.

#### Ejercicio 4.b

Crear un paquete (\*)\_control, con una carpeta config y un archivo de configuración en formato YAML con los parámetros necesarios para que el controller\_manager de ROS2 control cargue un JointStateBroadcaster y dos controladores de velocidad de tipo JointGroupVelocityController, uno para cada rueda de tracción.

#### Ejercicio 4.c

Editar el archivo *launch* del ejercicio 3 para invocar al comando load\_controller de ros2\_control y cargar los controladores del inciso anterior.

#### 1.4 Cinemática

#### Ejercicio 5

Calcular la velocidad lineal y angular del robot y de las ruedas para que se complete:

- una trayectoria recta de 1[m] en 10 [s].
- una trayectoria circular con un radio de 0.5 [m] en sentido horario en 20 [s].

#### Ejercicio 6

Examinar la definición de los mensajes de tipo geometry\_msgs/Twist y describir cuál sería la secuencia de comandos de velocidad a aplicar al robot para seguir la trayectoria mostrada en la Figura 1 utilizando dichos mensajes. La velocidad máxima de giro de los motores es de 50[rpm].

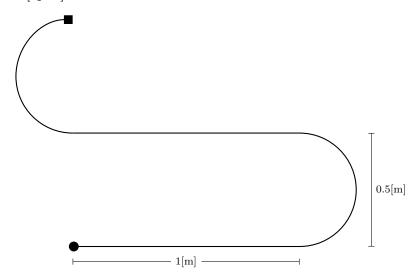


Figura 1: Trayectoria para el ejercicio 6

El punto inicial del robot será asignado por el docente.

#### Ejercicio 7

Examinar la definición de los mensajes del *topic* suscripto por el JointGroupVelocityController. Calcule las velocidades angulares de las ruedas para cada comando del ejercicio 6 y construya la secuencia de mensajes de comando correspondientes.

i El campo layout no se debe completar.

#### Ejercicio 8

Dentro del paquete (\*)\_control, cree un nodo que reciba comandos de tipo geometry\_msgs/Twist a través de un topic llamado cmd\_vel, calcule las velocidades angulares en base al modelo cinemático inverso del robot y escriba los comandos de velocidad de cada rueda de tracción en los topics left\_wheel\_cmd y right\_wheel\_cmd. Tenga en cuenta que los parámetros del robot se encuentran en el robot description.

#### 1.5 Odometría

#### Ejercicio 9

Crear un nodo (en el mismo paquete que el ejercicio anterior o por separado) que lea el o los topics de posición de las juntas de las ruedas (publicados por el JointStateBroadcaster), calcule la odometría basado en el modelo cinemático directo del robot y publique la misma en el topic \odom con mensajes de tipo nav\_msgs/Odometry. El nodo debe recibir como parámetro las dimensiones geométricas del modelo cinemático y los nombres correspondientes a las juntas de las ruedas de tracción.

### Nota

El campo twist y covariance en pose no se deben completar para el mensaje nav\_msgs/Odometry.

#### Ejercicio 10

Cree un nuevo paquete (\*)\_bringup con un archivo launch en el cual se cargue todo el sistema desarrollado (URDF, Gazebo, los controladores de ROS2 control) y los nodos de los ejercicios 8 y 9. Recuerde configurar correctamente los parámetros y topics de cada nodo. Puede probar que el robot se encuentra funcionando utilizando el teleop twist keyboard o publicando mensajes de Twist como los del ejercicio 5 o 6.

### 1.6 ROS 2 y tf2

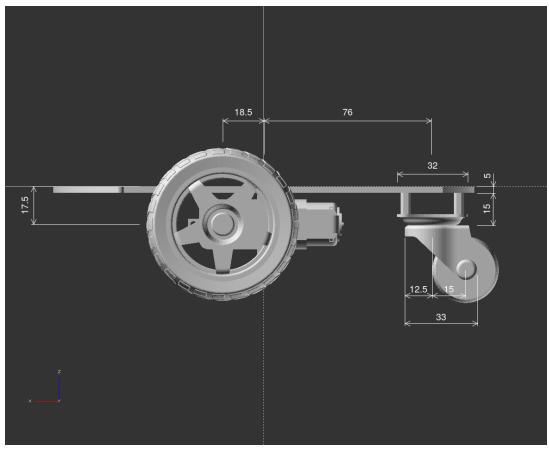
#### Ejercicio 11

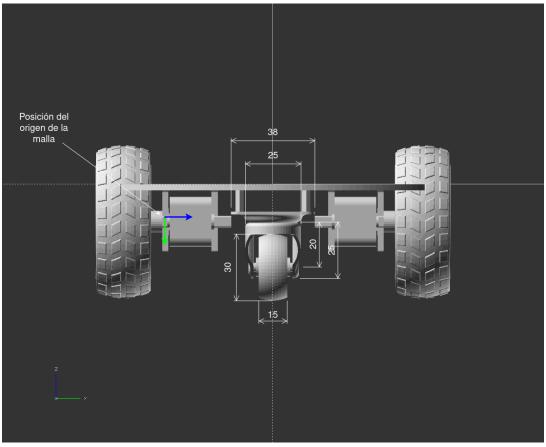
- (Opción A) Crear un nodo que publique la transformación entre los *frames* odom y base\_link a partir de los mensajes del *topic* /odom. Agregar la ejecución del mismo al *launch* del ejercicio anterior.
- (Opción B) Modificar el nodo del ejercicio 9 para que que publique la transformación entre los *frames* odom y base\_link. Agregar un parámetro para que cuando no se requiera esta transformación, no se publique.

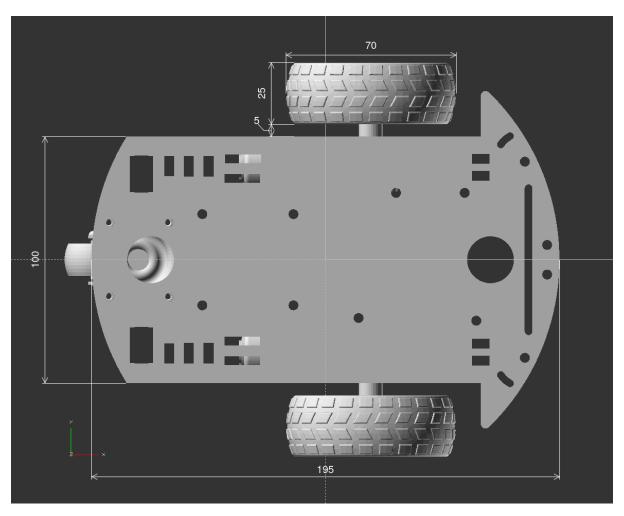
#### Ejercicio 12

Cree un archivo *launch* en el paquete (\*)\_bringup que extienda (inclusión o copia) al del ejercicio 10 y añada la ejecución de RViz junto con su respectivo archivo de configuración, el cual muestre el robot en el *frame* odom y las transformaciones de todos los *links* definidos en el *URDF*.

# Anexo A







Componente	Masa [g]	Largo [mm]	Ancho [mm]	Alto [mm]	Mesh
Chasis	800	195	100	5	chassis.stl
Motor	100	70	188	225	motor.stl
Ruedas	150	70	25	70	wheel.stl
Base rueda giratoria	20	32	38	15	caster_base.stl
Base giratoria	20	33	25	25	<pre>caster_wheel_ support.stl</pre>
Rueda giratoria	10	15	15	15	caster_wheel.stl