

**Curso:** Robótica IELE-3338

**Semestre:** 2023-10

**Profesor:** Juan José García

**Asistentes:** Susana Marcela Chávez, José María Jaramillo

**Monitores:** David Santiago Ortiz, Santiago Rodríguez.

**Publicación:** 30 de enero de 2022

**Entrega:** 26 de febrero de 2022 - 11:59pm



## Taller 1 Introducción a ROS TurtleBot2

### Instrucciones

Resuelva cada uno de los puntos mostrados a continuación en los grupos inscritos en Bloque Neón. Cada grupo deberá entregar un documento de no más de 6 páginas que explique detalladamente la solución implementada para cada ejercicio. Es obligatorio que dicha descripción se realice usando herramientas de alto nivel tales como diagramas de bloques, diagramas de flujo y/o grafos de ROS2 entre otras (no se admite código en el documento). Para cada ejercicio también se espera que se presente un análisis y conclusión de la solución propuesta.

Además del documento, cada grupo deberá entregar una carpeta comprimida con el nombre *taller1\_grupo{x}.tar.gz* con los códigos utilizados para la solución de cada punto del taller. En particular, cada grupo deberá crear un paquete de ROS2 llamado `turtle_bot_x` donde `x` es el número del grupo. Dicho paquete deberá tener al menos un nodo de ROS por cada punto del taller. En la documentación se deben incluir instrucciones para ejecutar cada nodo y herramientas requeridas para su ejecución, así como también instrucciones de instalación de dichas herramientas. Proyectos que no tengan dicha documentación no se revisarán y su nota será equivalente a no haber entregado la solución del taller. Esto no aplicará si los comandos dados en la documentación no permiten ejecutar la solución.

El lenguaje de programación a utilizar es de libre decisión del grupo. Sin embargo, es necesario que los códigos tengan un mínimo de documentación la cual será tenida en cuenta en la calificación. En todos los casos los grupos deben trabajar usando el entorno de simulación *Coppelia-Sim* y bajo el framework de robótica *ROS2*.

### 1 Entrega

La entrega se realizará a través de Bloque Neón. Cada grupo deberá subir un único archivo comprimido con el nombre del paquete de ROS `turtle_bot_x` donde `x` es el número del grupo. La estructura de archivos del paquete debe ser la que tiene un paquete típico de ROS2: carpetas `/package_name`, `setup.py`, `setup.cfg`, `srv` (sólo las que sean necesarias) y archivos `README`, y `package.xml`. Adicionalmente, el paquete deberá tener una carpeta `results` donde se encontrarán al menos el documento (pdf) de entrega, un video de demostración por cada punto del enunciado, gráficas de resultados y archivos `.txt` de los recorridos guardados.

Entregas subidas a Bloque Neón después de la fecha y hora máxima de entrega tendrán una penalización de 1.0 unidades en su calificación final por cada 15 minutos de retraso. Planee con anticipación el tiempo

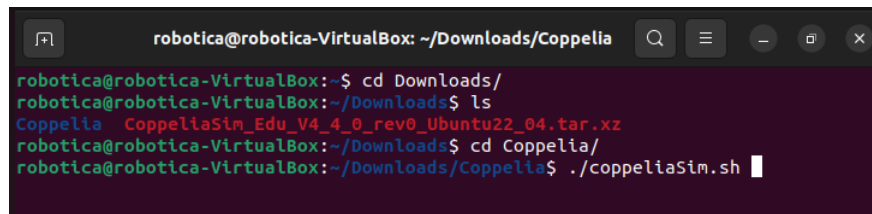
necesario para subir sus archivos de la entrega.

## Entorno de simulación

CoppeliaSim es un programa para simular robots que funciona con Linux. Es gratuito y de código abierto, mientras se use para fines no comerciales. CoppeliaSim hace simulaciones realistas de cada una de las piezas que forman un robot. El usuario puede crear scripts para controlar el movimiento del robot y configurar sus sensores. CoppeliaSim permite programar en Python, Lua, C++, Java y Matlab (entre otros lenguajes). Para este taller, se hará uso de la API para ROS2 que trae CoppeliaSim, se recomienda usar la distribución de Ubuntu 22.04. Es clave que **la distribución de Ubuntu tenga compatibilidad con la versión de ROS2**. En caso de usar versiones inferiores verificar la versión a usar de ROS 2 (humble).

Para poder usar el simulador, vaya a la carpeta de *Downloads/Coppelia* y busque el archivo `libsimsExtROS2.so`. A continuación elimine dicho archivo. En la sección de material adicional del curso de robótica encuentra un enlace llamado *Extensión Coppelia*; allí lo redirige para descargar el archivo `libsimsExtROS2.so`. Al tenerlo descargado, agréguelo a la carpeta *Downloads/Coppelia*.

Para ejecutar el simulador, vaya a la carpeta en donde se encuentra el este y ejecute el script `./coppeliaSim.sh` (ver Figura 1).



```
robotica@robotica-VirtualBox: ~/Downloads/Coppelia
robotica@robotica-VirtualBox:~$ cd Downloads/
robotica@robotica-VirtualBox:~/Downloads$ ls
Coppelia  CoppeliaSim_Edu_V4_4_0_rev0_Ubuntu22_04.tar.xz
robotica@robotica-VirtualBox:~/Downloads$ cd Coppelia/
robotica@robotica-VirtualBox:~/Downloads/Coppelia$ ./coppeliaSim.sh
```

Figure 1: Launch coppeliaSim.sh

Es importante revisar en la terminal que la interfaz para ROS2 sea correctamente cargada al lanzar Coppelia (ver Figura 2).

Luego, al ejecutar Coppelia, vaya a File→Open Scene y seleccione la escena que viene junto con esta guía `taller1.ttt`. Deberá ver la escena mostrada en la figura 3. La escena tiene un tamaño de 5m×5m.

En la esquina inferior derecha podrá ver el eje de coordenadas del marco de referencial global. Al iniciar la simulación, el robot inicia en la posición  $\xi_{I0} = [0, 0, 0]^T$  (Posición global respecto a la escena).

Al hacer doble clic en el modelo del robot (ver Figura 4) podrá ver la programación en Lua del Turtlebot2. En ese archivo podrá ver los tópicos que publica y a los que se suscribe el robot en la simulación.

## Descripción de los tópicos

**/simulationTime:** tiempo de simulación en V-Rep

**/turtlebot\_position:** posición del Turtlebot2 en el marco inercial o global de referencia. El tipo de mensaje es `msg=geometry_msgs/Twist`:

- `msg.linear.x` = posición en x del robot en marco inercial
- `msg.linear.y` = posición en y del robot en marco inercial
- `msg.angular.z` = orientación del robot en marco inercial

**/turtlebot\_orientation:** orientación del robot, ángulos entre 0 y  $\pm\pi$  rad.

```
robotica@robotica-VirtualBox: ~/Downloads/Coppelia
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'MTB': loading...
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'MTB': load succeeded.
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'Mujoco': loading...
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'Mujoco': load succeeded.
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'Newton': loading...
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'Newton': load succeeded.
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'ODE': loading...
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'ODE': load succeeded.
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'OMPL': loading...
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'OMPL': load succeeded.
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'OpenGL3Renderer': loading...
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'OpenGL3Renderer': load succeeded.
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'OpenMesh': loading...
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'OpenMesh': load succeeded.
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'QML': loading...
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'QML': load succeeded.
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'Qhull': loading...
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'Qhull': load succeeded.
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'RML2': loading...
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'RML2': load succeeded.
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'ROS2': loading...
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'ROS2': load succeeded.
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'RRS1': loading...
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'RRS1': load succeeded.
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'RemoteApi': loading...
[simExtRemoteApi:loadinfo] starting a remote API server on port 19997
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'RemoteApi': load succeeded.
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'Ruckig': loading...
[CoppeliaSim:loadinfo] plugin 'Ruckig': load succeeded.
```

Figure 2: plugin ROS cargado correctamente

**/turtlebot\_cmdVel:** velocidad lineal y angular en el marco de referencial local del robot. El tipo de mensaje es `geometry_msgs/Twist`.

**/turtlebot\_wheelsVel:** velocidad lineal de la rueda izquierda y derecha del robot respectivamente. El tipo de mensaje es `std_msgs/Float32MultiArray`.

## Robot Turtlebot2

El Turtlebot2 es un robot diferencial montado sobre una base Kuboki. En la figura 5 se encuentra el drawing de la base.

El robot permite una velocidad lineal máxima de 70cm/s y rotacional de 180 deg/s.

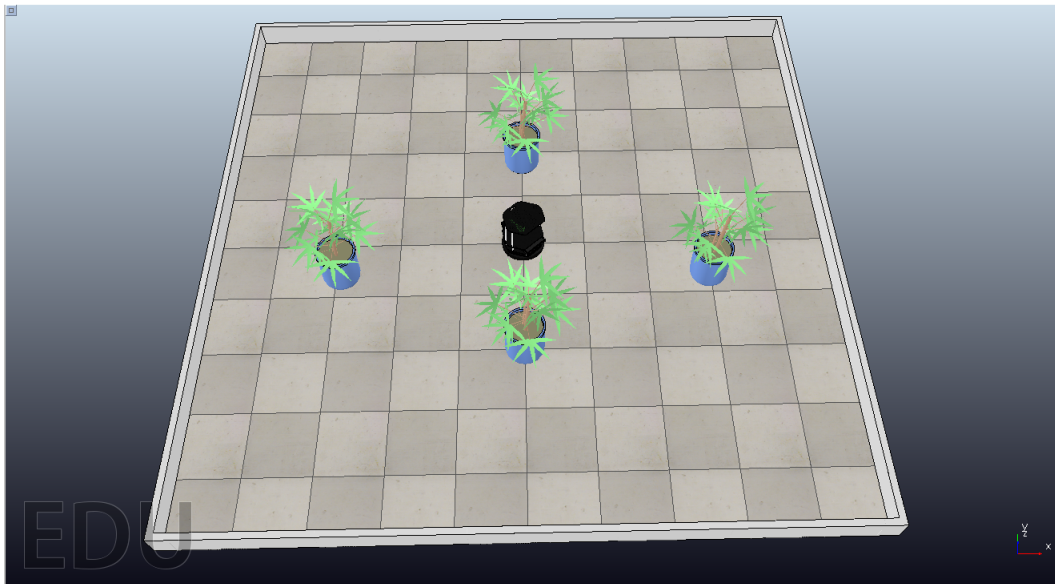


Figure 3: Escena en Coppelia turtlebot2\_scene.ttt

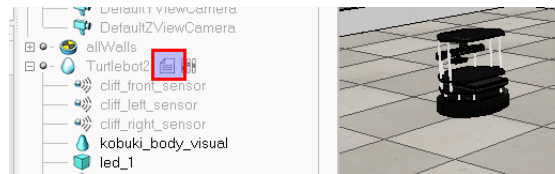


Figure 4: Coppelia .lua del modelo Turtlebot2

## Enunciado

1. (1.5) Cargue la escena `taller1.ttt` en Coppelia. Cree un nodo en ROS, llamado `/turtle_bot_teleop`, que permita a un usuario controlar por teclado el robot Turtlebot2 en Coppelia. Es decir, que las velocidades que son publicadas al robot de forma lineal y angular (en los tópicos respectivos) coincidan de forma natural con la distribución de teclas básicas (**Como mínimo el robot debe tener cuatro movimientos diferentes**). **Aclaración:** Si no se presiona ninguna tecla el robot se debe quedar quieto. El usuario debe definir el valor de la velocidad lineal y angular, en el marco de referencial local, con la que se mueve el robot al iniciar el nodo. No se admitirá tener que modificar el código para actualizar la velocidad. La velocidad lineal y angular del robot debe ser enviada a través del tópico `/turtlebot_cmdVel`.
2. (1.5) Cargue la escena `taller1.ttt` en Coppelia. Cree un nodo de ROS, llamado `/turtle_bot_interface` que permita visualizar la posición en tiempo real del Turtlebot2 en Coppelia, a través de una interfaz gráfica. Es decir, el programa deberá ir mostrando en la pantalla una gráfica donde se representa la posición del robot en el marco global de referencia en tiempo real y muestre el camino recorrido por el mismo desde donde se inició la simulación. La interfaz debe contar con el espacio para asignarle un nombre a la gráfica y poderlo guardar en el directorio deseado, al finalizar la simulación.
3. (0.5) Complemente el nodo `/turtle_bot_teleop` y el nodo `/turtle_bot_interface` para que al iniciar el nodo se le pregunte al usuario en la interfaz si desea guardar el recorrido del robot. En caso que la respuesta sea afirmativa, debe guardar en un archivo `.txt` la secuencia de acciones que realizó el usuario durante el recorrido del robot. El nombre del archivo debe ser preguntado al usuario y capturado desde la interfaz.

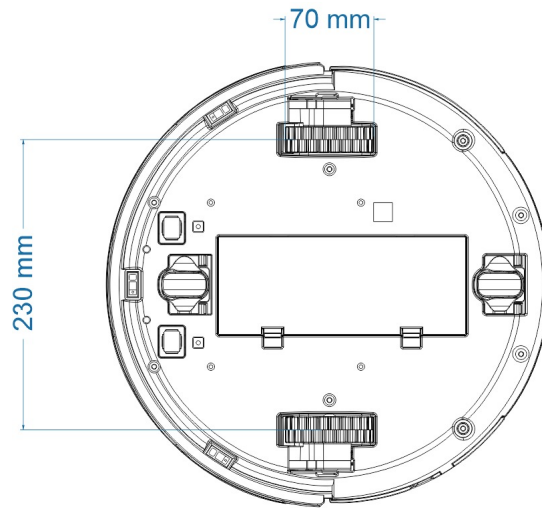


Figure 5: Base Kuboki

4. **(1.5)** Cree un nodo de ROS, llamado `/turtle_bot_player`, que a partir de un archivo `.txt` de un recorrido guardado, reproduzca la secuencia de acciones del robot. La partida a reproducir debe ser solicitada a partir de un servicio y dicha llamada al servicio ser realizada directamente desde la interfaz creada anteriormente. El nodo `/turtle_bot_player` debe proveer el servicio de recibir el nombre de la partida a reproducir.

**Nota:** Solo se debe replicar el recorrido del robot, no todas las acciones del usuario.

**Nota:** Es importante que para el desarrollo de este taller, tenga en cuenta el concepto de *Threads*. Puede guiarse por algunos ejemplos, a continuación se presenta uno de ellos.

Link

## Calificación

Cada punto de la sección enunciado se calificará con las rúbricas presentadas a continuación. Se tendrán tres entregas parciales en la semana 3, 4 y 5 las cuales serán calificadas en cada sección de laboratorio y serán ponderadas con el puntaje final. De esta manera:

$$cal\_total = cal\_punto\_1 + cal\_punto\_2 + cal\_punto\_3 + cal\_punto\_4$$

A continuación se presenta el cronograma general para las entregas parciales y sus respectivos ítems de evaluación:

SEMANA	RÚBRICAS A CALIFICAR	ÍTEMS
Semana 3	Rúbrica2 punto 1	Todos ítems.
Semana 4	Rúbrica2 punto 2	Expresión interfaz y pruebas sin ROS.
Semana 5	Rúbrica2 punto 2	Conexión con Coppelia, define main y pruebas.
Semana 5	Rúbrica2 punto 4	Todos ítems.

### Calificación Punto 1

$$cal\_punto\_1 = (Rubrica1\_punto1 * 60\%) + (Rubrica2\_punto1 * 40\%)$$

$$Rubrica1\_punto1 = \left( \frac{valor\_puntos * puntaje\_enunciado}{100} \right)$$

Table 1: Rúbrica1 Punto 1

Descripción solución	0 pts. El grupo no entrega videos o en estos no describe en alto nivel la solución planteada.	5 pts. El grupo describe en el video de entrega la solución diseñada en alto nivel, sin embargo esta descripción no es clara.	10pts. El grupo describe en el video de entrega de manera clara y utilizando herramientas apropiadas la solución diseñada en alto nivel (gráficas, diagramas de flujo, de bloques, etc).
	0 pts. No muestra el grafo de ROS con la relación entre nodos y tópicos	2 pts. Se muestra el grafo de ROS con la relación entre nodos y tópicos pero no es explicado	5pts. Se muestra el grafo de ROS con la relación entre nodos y tópicos y éste es explicado con relación a la solución descrita
Implementación de la solución	0 pts. El grupo no describe en el video detalles de implementación de la solución planteada o los descritos no son suficientes para entender las herramientas utilizadas que permitieron solucionar el taller.	5 pts. El grupo lista en el video de entrega algunos detalles de implementación de la solución planteada, más estas no son descritas, es decir, no se explica su propósito o razón de estar en la solución.	10 pts. El grupo describe en el video de entrega detalles de implementación de la solución planteada, tales como herramientas software (externas) utilizadas, tiempos de muestreo, elementos para la toma de decisiones, funciones especiales usadas en la solución y cualquier otro elemento que sea importante dentro de la misma

Estructura entrega	0 pts. El grupo no entrega su solución con todos los requerimientos técnicos descritos en las instrucciones.		2 pts. El grupo entrega su solución con los requerimientos técnicos descritos en las instrucciones.
	0 pts. Los puntos no están correctamente estructurados según los proyectos típicos de ROS		2 pts. Cada punto está correctamente estructurado según los proyectos típicos de ROS
	0 pts. No implementa toda la solución dentro de un mismo paquete de ROS con el número solicitado/apropiado de nodos		2 pts. Cada punto está implementado dentro de un mismo paquete de ROS con el número solicitado/apropiado de nodos
	0 pts. No hay un archivo de documentación que explica cómo se ejecuta cada nodo del paquete, qué dependencias adicionales tiene y cómo se instalan dichas dependencias		2 pts. Hay un archivo de documentación que explica cómo se ejecuta cada nodo del paquete, qué dependencias adicionales tiene y cómo se instalan dichas dependencias
Funcionamiento	0 pts. El grupo no envía un vídeo de demostración por cada punto del enunciado.	6 pts. El grupo envía un vídeo de demostración por cada punto del enunciado, sin embargo no es claro la secuencia de comandos para ejecutar la solución o no se muestran todos los resultados.	12 pts. El grupo envía un vídeo de demostración por cada punto del enunciado. En el vídeo se debe ver explícito desde que se abre la primera terminal para comenzar la ejecución del proyecto. Se deben ver la secuencia de comandos usados para ejecutar la solución, así como todos los resultados que se deben mostrar por pantalla.
	0 pts. La solución no cumple con ninguno de los requerimientos de funcionamiento del enunciado	7 pts. La solución cumple con algunos de los requerimientos de funcionamiento del enunciado	15 pts. La solución cumple con todos los requerimientos de funcionamiento del enunciado
	0 pts. No posible replicar los resultados descritos por el grupo	5 pts. Es posible replicar los resultados descritos por el grupo pero estos no coinciden con los resultados mostrados en el video	10 pts. Es posible replicar los resultados descritos por el grupo y éstos coinciden
Resultados y análisis	0 pts. El grupo no presenta en el documento de entrega los resultados obtenidos en cada punto usando gráficas y fotos (entre otras) .	7 pts. El grupo describe en el documento de entrega los resultados obtenidos en cada punto usando gráficas y fotos (entre otras) pero estas no demuestran el funcionamiento esperado.	15 pts. El grupo describe en el documento de entrega los resultados obtenidos en cada punto usando gráficas y fotos (entre otras) que demuestran el funcionamiento esperado.

	0 pts. Las figuras no son comentadas y no se hace un análisis de dichos resultados	7 pts. Todas las figuras son comentadas pero el análisis de dichos resultados no justifica o no es coherente con los resultados mostrados en el video.	15 pts. Todas las figuras son comentadas y se hace un análisis de dichos resultados
--	------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

$$Rubrica2\_punto1 = \left( \frac{valor\_puntos * puntaje\_enunciado}{100} \right)$$

Table 2: Rúbrica2 Punto 1

Definición init	0 pts. No tiene en el init la sentencia de publicar en el tópico <i>/turtlebot_cmdVel</i>		10pts. Tiene en el init la sentencia de publicar en el tópico <i>/turtlebot_cmdVel</i>
	0 pts. No pregunta al usuario la velocidad angular.		2.5pts. Pregunta al usuario la velocidad angular.
	0 pts. No pregunta al usuario la velocidad lineal.		2.5pts. Pregunta al usuario la velocidad lineal.
Presionar tecla	0 pts. No define la librería a usar para poder identificar la presión de una tecla		2.5 pts. Define la librería a usar para poder identificar la presión de una tecla
	0 pts. No publica el mensaje actualizado de la tecla presionada		10 pts. Publica el mensaje actualizado de la tecla presionada
	0 pts. No define el primer movimiento y lo asocia al mensaje		5 pts. Define primer movimiento y lo asocia al mensaje.
	0 pts. No define el segundo movimiento y lo asocia al mensaje		5 pts. Define segundo movimiento y lo asocia al mensaje
	0 pts. No define el tercer movimiento y lo asocia al mensaje		5 pts. Define tercer movimiento y lo asocia al mensaje
	0 pts. No define el cuarto movimiento y lo asocia al mensaje		5 pts. Define cuarto movimiento y lo asocia al mensaje
Main	0 pts. No inicializa el nodo con el nombre especificado <i>/turtle_bot_teleop</i> .		2.5 pts. Inicializa el nodo con el nombre especificado <i>/turtle_bot_teleop</i> .
Pruebas	5 pts. Al correr el nodo salen errores y no se realiza la teleoperación del robot.	30 pts. Corre el nodo y se ejecuta parcialmente lo requerido en el punto 1.	50 pts. Corre el nodo y se ejecuta totalmente lo requerido en el punto 1.

## Calificación Punto 2

$$cal\_punto\_2 = (Rubrica1\_punto2 * 60\%) + (Rubrica2\_punto2 * 40\%)$$



$$Rubrica1\_punto2 = \left( \frac{valor\_puntos * puntaje\_enunciado}{100} \right)$$

Table 3: Rúbrica1 Punto 2

Descripción solución	0 pts. El grupo no entrega vídeos o en estos no describe en alto nivel la solución planteada.	5 pts. El grupo describe en el vídeo de entrega la solución diseñada en alto nivel, sin embargo esta descripción no es clara.	10pts. El grupo describe en el vídeo de entrega de manera clara y utilizando herramientas apropiadas la solución diseñada en alto nivel (gráficas, diagramas de flujo, de bloques, etc).
	0 pts. No muestra el grafo de ROS con la relación entre nodos y tópicos	2 pts. Se muestra el grafo de ROS con la relación entre nodos y tópicos pero no es explicado	5pts. Se muestra el grafo de ROS con la relación entre nodos y tópicos y éste es explicado con relación a la solución descrita
Implementación de la solución	0 pts. El grupo no describe en el vídeo detalles de implementación de la solución planteada o los descritos no son suficientes para entender las herramientas utilizadas que permitieron solucionar el taller.	5 pts. El grupo lista en el vídeo de entrega algunos detalles de implementación de la solución planteada, más estas no son descritas, es decir, no se explica su propósito o razón de estar en la solución.	10 pts. El grupo describe en el vídeo de entrega detalles de implementación de la solución planteada, tales como herramientas software (externas) utilizadas, tiempos de muestreo, elementos para la toma de decisiones, funciones especiales usadas en la solución y cualquier otro elemento que sea importante dentro de la misma
Estructura entrega	0 pts. El grupo no entrega su solución con todos los requerimientos técnicos descritos en las instrucciones.		2 pts. El grupo entrega su solución con los requerimientos técnicos descritos en las instrucciones.
	0 pts. Los puntos no están correctamente estructurados según los proyectos típicos de ROS		2 pts. Cada punto está correctamente estructurado según los proyectos típicos de ROS
	0 pts. No implementa toda la solución dentro de un mismo paquete de ROS con el número solicitado/apropiado de nodos		2 pts. Cada punto está implementado dentro de un mismo paquete de ROS con el número solicitado/apropiado de nodos
	0 pts. No hay un archivo de documentación que explica cómo se ejecuta cada nodo del paquete, qué dependencias adicionales tiene y cómo se instalan dichas dependencias		2 pts. Hay un archivo de documentación que explica cómo se ejecuta cada nodo del paquete, qué dependencias adicionales tiene y cómo se instalan dichas dependencias

Funcionamiento	0 pts. El grupo no envía un vídeo de demostración por cada punto del enunciado.	6 pts. El grupo envía un vídeo de demostración por cada punto del enunciado, sin embargo no es claro la secuencia de comandos para ejecutar la solución o no se muestran todos los resultados.	12 pts. El grupo envía un vídeo de demostración por cada punto del enunciado. En el vídeo se debe ver explícito desde que se abre la primera terminal para comenzar la ejecución del proyecto. Se deben ver la secuencia de comandos usados para ejecutar la solución, así como todos los resultados que se deben mostrar por pantalla.
	0 pts. La solución no cumple con ninguno de los requerimientos de funcionamiento del enunciado	7 pts. La solución cumple con algunos de los requerimientos de funcionamiento del enunciado	15 pts. La solución cumple con todos los requerimientos de funcionamiento del enunciado
	0 pts. No posible replicar los resultados descritos por el grupo	5 pts. Es posible replicar los resultados descritos por el grupo pero estos no coinciden con los resultados mostrados en el video	10 pts. Es posible replicar los resultados descritos por el grupo y éstos coinciden
Resultados y análisis	0 pts. El grupo no presenta en el documento de entrega los resultados obtenidos en cada punto usando gráficas y fotos (entre otras) .	7 pts. El grupo describe en el documento de entrega los resultados obtenidos en cada punto usando gráficas y fotos (entre otras) pero estas no demuestran el funcionamiento esperado.	15 pts. El grupo describe en el documento de entrega los resultados obtenidos en cada punto usando gráficas y fotos (entre otras) que demuestran el funcionamiento esperado.
	0 pts. Las figuras no son comentadas y no se hace un análisis de dichos resultados	7 pts. Todas las figuras son comentadas pero el análisis de dichos resultados no justifica o no es coherente con los resultados mostrados en el video.	15 pts. Todas las figuras son comentadas y se hace un análisis de dichos resultados

$$Rubrica2\_punto2 = \left( \frac{valor\_puntos * puntaje\_enunciado}{100} \right)$$

Table 4: Rúbrica2 Punto 2

Expresión interfaz	0 pts. No define la librería a usar para realizar la interfaz.		2.5 pts Define la librería a usar para realizar la interfaz.
	0 pts. No define el espacio para el nombre de la gráfica.		2.5pts. Define el espacio para el nombre de la gráfica.
	0 pts. No define el botón para guardar la gráfica en el path deseado.	2.5 pts. Define el botón para guardar la gráfica sin preguntar el path deseado	5 pts. Define el botón para guardar la gráfica preguntando el path.
	0 pts. No crea el espacio de la gráfica.	2.5 pts. Crea el espacio de la gráfica y no coloca una de ejemplo.	5 pts. Crea el espacio de la gráfica y coloca una de ejemplo.
Pruebas sin ROS	3 pts. Al correr el script salen errores y no se muestra la interfaz.	10 pts. Al correr el script sale la interfaz pero no con todos los requerimientos.	25 pts. Al correr el script la interfaz se muestra con todos los requerimientos y botones.
Conexión Coppelia	0 pts. No se suscribe al tópico <code>/turtle_bot_position</code> .		2.5 pts. Se suscribe al tópico <code>/turtle_bot_position</code> .
	0 pts. No define los mensajes para acceder a la posición x.		8 pts. Define los mensajes para acceder a la posición x.
	0 pts. No define los mensajes para acceder a la posición y.		8 pts. Define los mensajes para acceder a la posición y.
Define main	0 pts. No inicializa el nodo con el nombre especificado <code>/turtle_bot_interface</code> .		1.5 pts. Inicializa el nodo con el nombre especificado <code>/turtle_bot_interface</code>
Pruebas	5 pts. Al correr el nodo salen errores y no ejecuta la interfaz con la comunicación con el robot.	20 pts. Corre el nodo y se ejecuta parcialmente lo requerido en el punto 2.	40 pts. Corre el nodo y se ejecuta totalmente lo requerido en el punto 2.

### Calificación Punto 3

$$cal\_punto\_3 = (Rubrica1\_punto3 * 100\%)$$

$$Rubrica1\_punto3 = \left( \frac{valor\_puntos * puntaje\_enunciado}{100} \right)$$

Table 5: Rúbrica1 Punto 3

Descripción solución	0 pts. El grupo no entrega vídeos o en estos no describe en alto nivel la solución planteada.	5 pts. El grupo describe en el vídeo de entrega la solución diseñada en alto nivel, sin embargo esta descripción no es clara.	10pts. El grupo describe en el vídeo de entrega de manera clara y utilizando herramientas apropiadas la solución diseñada en alto nivel (gráficas, diagramas de flujo, de bloques, etc).
	0 pts. No muestra el grafo de ROS con la relación entre nodos y tópicos	2 pts. Se muestra el grafo de ROS con la relación entre nodos y tópicos pero no es explicado	5pts. Se muestra el grafo de ROS con la relación entre nodos y tópicos y éste es explicado con relación a la solución descrita
Implementación de la solución	0 pts. El grupo no describe en el vídeo detalles de implementación de la solución planteada o los descritos no son suficientes para entender las herramientas utilizadas que permitieron solucionar el taller.	5 pts. El grupo lista en el vídeo de entrega algunos detalles de implementación de la solución planteada, más estas no son descritas, es decir, no se explica su propósito o razón de estar en la solución.	10 pts. El grupo describe en el vídeo de entrega detalles de implementación de la solución planteada, tales como herramientas software (externas) utilizadas, tiempos de muestreo, elementos para la toma de decisiones, funciones especiales usadas en la solución y cualquier otro elemento que sea importante dentro de la misma
Estructura entrega	0 pts. El grupo no entrega su solución con todos los requerimientos técnicos descritos en las instrucciones.		2 pts. El grupo entrega su solución con los requerimientos técnicos descritos en las instrucciones.
	0 pts. Los puntos no están correctamente estructurados según los proyectos típicos de ROS		2 pts. Cada punto está correctamente estructurado según los proyectos típicos de ROS
	0 pts. No implementa toda la solución dentro de un mismo paquete de ROS con el número solicitado/apropiado de nodos		2 pts. Cada punto está implementado dentro de un mismo paquete de ROS con el número solicitado/apropiado de nodos
	0 pts. No hay un archivo de documentación que explica cómo se ejecuta cada nodo del paquete, qué dependencias adicionales tiene y cómo se instalan dichas dependencias		2 pts. Hay un archivo de documentación que explica cómo se ejecuta cada nodo del paquete, qué dependencias adicionales tiene y cómo se instalan dichas dependencias

Funcionamiento	0 pts. El grupo no envía un vídeo de demostración por cada punto del enunciado.	6 pts. El grupo envía un vídeo de demostración por cada punto del enunciado, sin embargo no es claro la secuencia de comandos para ejecutar la solución o no se muestran todos los resultados.	12 pts. El grupo envía un vídeo de demostración por cada punto del enunciado. En el vídeo se debe ver explícito desde que se abre la primera terminal para comenzar la ejecución del proyecto. Se deben ver la secuencia de comandos usados para ejecutar la solución, así como todos los resultados que se deben mostrar por pantalla.
	0 pts. La solución no cumple con ninguno de los requerimientos de funcionamiento del enunciado	7 pts. La solución cumple con algunos de los requerimientos de funcionamiento del enunciado	15 pts. La solución cumple con todos los requerimientos de funcionamiento del enunciado
	0 pts. No posible replicar los resultados descritos por el grupo	5 pts. Es posible replicar los resultados descritos por el grupo pero estos no coinciden con los resultados mostrados en el video	10 pts. Es posible replicar los resultados descritos por el grupo y éstos coinciden
Resultados y análisis	0 pts. El grupo no presenta en el documento de entrega los resultados obtenidos en cada punto usando gráficas y fotos (entre otras) .	7 pts. El grupo describe en el documento de entrega los resultados obtenidos en cada punto usando gráficas y fotos (entre otras) pero estas no demuestran el funcionamiento esperado.	15 pts. El grupo describe en el documento de entrega los resultados obtenidos en cada punto usando gráficas y fotos (entre otras) que demuestran el funcionamiento esperado.
	0 pts. Las figuras no son comentadas y no se hace un análisis de dichos resultados	7 pts. Todas las figuras son comentadas pero el análisis de dichos resultados no justifica o no es coherente con los resultados mostrados en el video.	15 pts. Todas las figuras son comentadas y se hace un análisis de dichos resultados

### Calificación Punto 4

$$cal\_punto\_4 = (Rubrica1\_punto4 * 60\%) + (Rubrica2\_punto4 * 40\%)$$

$$Rubrica1\_punto4 = \left( \frac{valor\_puntos * puntaje\_enunciado}{100} \right)$$

Table 6: Rúbrica1 Punto 4

Descripción solución	0 pts. El grupo no entrega vídeos o en estos no describe en alto nivel la solución planteada.	5 pts. El grupo describe en el vídeo de entrega la solución diseñada en alto nivel, sin embargo esta descripción no es clara.	10pts. El grupo describe en el vídeo de entrega de manera clara y utilizando herramientas apropiadas la solución diseñada en alto nivel (gráficas, diagramas de flujo, de bloques, etc).
	0 pts. No muestra el grafo de ROS con la relación entre nodos y tópicos	2 pts. Se muestra el grafo de ROS con la relación entre nodos y tópicos pero no es explicado	5pts. Se muestra el grafo de ROS con la relación entre nodos y tópicos y éste es explicado con relación a la solución descrita
Implementación de la solución	0 pts. El grupo no describe en el vídeo detalles de implementación de la solución planteada o los descritos no son suficientes para entender las herramientas utilizadas que permitieron solucionar el taller.	5 pts. El grupo lista en el vídeo de entrega algunos detalles de implementación de la solución planteada, más estas no son descritas, es decir, no se explica su propósito o razón de estar en la solución.	10 pts. El grupo describe en el vídeo de entrega detalles de implementación de la solución planteada, tales como herramientas software (externas) utilizadas, tiempos de muestreo, elementos para la toma de decisiones, funciones especiales usadas en la solución y cualquier otro elemento que sea importante dentro de la misma
Estructura entrega	0 pts. El grupo no entrega su solución con todos los requerimientos técnicos descritos en las instrucciones.		2 pts. El grupo entrega su solución con los requerimientos técnicos descritos en las instrucciones.
	0 pts. Los puntos no están correctamente estructurados según los proyectos típicos de ROS		2 pts. Cada punto está correctamente estructurado según los proyectos típicos de ROS
	0 pts. No implementa toda la solución dentro de un mismo paquete de ROS con el número solicitado/apropiado de nodos		2 pts. Cada punto está implementado dentro de un mismo paquete de ROS con el número solicitado/apropiado de nodos
	0 pts. No hay un archivo de documentación que explica cómo se ejecuta cada nodo del paquete, qué dependencias adicionales tiene y cómo se instalan dichas dependencias		2 pts. Hay un archivo de documentación que explica cómo se ejecuta cada nodo del paquete, qué dependencias adicionales tiene y cómo se instalan dichas dependencias

Funcionamiento	0 pts. El grupo no envía un vídeo de demostración por cada punto del enunciado.	6 pts. El grupo envía un vídeo de demostración por cada punto del enunciado, sin embargo no es claro la secuencia de comandos para ejecutar la solución o no se muestran todos los resultados.	12 pts. El grupo envía un vídeo de demostración por cada punto del enunciado. En el vídeo se debe ver explícito desde que se abre la primera terminal para comenzar la ejecución del proyecto. Se deben ver la secuencia de comandos usados para ejecutar la solución, así como todos los resultados que se deben mostrar por pantalla.
	0 pts. La solución no cumple con ninguno de los requerimientos de funcionamiento del enunciado	7 pts. La solución cumple con algunos de los requerimientos de funcionamiento del enunciado	15 pts. La solución cumple con todos los requerimientos de funcionamiento del enunciado
	0 pts. No posible replicar los resultados descritos por el grupo	5 pts. Es posible replicar los resultados descritos por el grupo pero estos no coinciden con los resultados mostrados en el video	10 pts. Es posible replicar los resultados descritos por el grupo y éstos coinciden
Resultados y análisis	0 pts. El grupo no presenta en el documento de entrega los resultados obtenidos en cada punto usando gráficas y fotos (entre otras) .	7 pts. El grupo describe en el documento de entrega los resultados obtenidos en cada punto usando gráficas y fotos (entre otras) pero estas no demuestran el funcionamiento esperado.	15 pts. El grupo describe en el documento de entrega los resultados obtenidos en cada punto usando gráficas y fotos (entre otras) que demuestran el funcionamiento esperado.
	0 pts. Las figuras no son comentadas y no se hace un análisis de dichos resultados	7 pts. Todas las figuras son comentadas pero el análisis de dichos resultados no justifica o no es coherente con los resultados mostrados en el video.	15 pts. Todas las figuras son comentadas y se hace un análisis de dichos resultados

$$Rubrica2\_punto4 = \left( \frac{valor\_puntos * puntaje\_enunciado}{100} \right)$$

Table 7: Rúbrica2 Punto 4

Define el init	0 pts. No tiene en el init la sentencia de publicar en el tópic <code>/turtlebot_cmdVel</code> .		5 pts. Tiene en el init la sentencia de publicar en el tópic <code>/turtlebot_cmdVel</code> .
	0 pts. No tiene en el init la sentencia de suscribirse en el tópic <code>/turtlebot_position</code> .		5 pts. Tiene en el init la sentencia de suscribirse en el tópic <code>/turtlebot_position</code> .
	0 pts. No tiene en el init la sentencia para crear el servicio.		5 pts. Tiene en el init la sentencia para crear el servicio.
Funciones generales	0 pts. No contiene una función para leer el archivo y replicarlo.		15 pts. Contiene una función para leer el archivo y replicarlo.
	0 pts. No contiene una función para que el robot se mueva en esa dirección hasta llegar según la tecla de entrada.		15 pts. Contiene una función para que el robot se mueva en esa dirección hasta llegar según la tecla de entrada.
Define el main	0 pts. No inicializa el nodo con el nombre especificado <code>/turtle_bot_player</code> .		5 pts. Inicializa el nodo con el nombre especificado <code>/turtle_bot_player</code> .
Pruebas	5 pts. Al correr el nodo salen errores y no se realiza la réplica del recorrido.	30 pts. Corre el nodo y se ejecuta parcialmente lo requerido en el punto 4.	50 pts. Corre el nodo y se ejecuta totalmente lo requerido en el punto 4.