

# Control de trayectoria para un robot móvil de cuatro ruedas en configuración skid-steering

## 1. Objetivos

El objetivo general de este trabajo es desarrollar e implementar una librería, basada en sistemas de código abierto, para simular un robot de cuatro ruedas de dirección deslizante con tracción independiente en cada rueda. Esta librería estará enfocada en el desarrollo y testeo de algoritmos de control y planeación de trayectorias para estos tipos de vehículos.

### 1.1. Objetivos Específicos

- Implementar un modelo tridimensional dentro del entorno de simulación.
- Obtener el modelo cinemático el vehículo.
- Plantear una estrategia de control lineal para hacer seguimiento de trayectorias.
- Adquirir el manejo necesario de nuevas herramientas a utilizar.
- Documentar el trabajo realizado y garantizar que el mismo pueda ser replicable en el futuro.

## 2. Fundamentos

A la hora de desarrollar e implementar dispositivos móviles que involucren interacciones con el medio ambiente surgen desafíos imprevistos. Generalmente las aplicaciones que involucran robots, se testean en un entorno controlado, lo cual conlleva a que ese ensayo no represente correctamente el entorno en donde va a desempeñar tareas normalmente.

Por ejemplo, cuando se desea testear un algoritmo en un robot móvil, es necesario trasladar el dispositivo al lugar específico de testeo, mantener la carga de las baterías estable durante todo el ensayo, garantizar que las condiciones ambientales sean comunes, entre otras complejidades observadas en el ciclo de desarrollo de un dispositivo que va a operar en ambientes externos.

Otro desafío que aparece normalmente en las conferencias y en los artículos de investigación es que los resultados mostrados son difícilmente replicables, ya sea porque no se cuenta con el dispositivo en si mismo, o porque no está disponible el código y las bases de datos con las cuales se llevó a cabo el ensayo [Bonsignorio and Del Pobil, 2015].

Muchas de estas dificultades se pueden minimizar incluyendo dentro del ciclo de desarrollo e implementación el uso de simuladores que simulen la dinámica de los cuerpos rígidos en entornos 3D. Estos simuladores, a través de un motor físico además de resolver las ecuaciones que modelan el problema, incluyen las interacciones con el medio y con otros objetos mediante coeficientes de fricción entre superficies y amortiguamiento viscoso [Smith et al., 2005].

Actualmente existen numerosos software de simulación como V-REP [Rohmer et al., 2013], Gazebo [Koenig and Howard, 2004] y Webots [Michel, 2004], que incluyen tanto un motor físico, motor gráfico, interacción con sensores, entre otros aspectos que facilitan la simulación de robots y sus sensores en entornos tridimensionales. Siendo los más conocidos Gazebo y V-REP.

Por otro lado el Grupo de Investigación en Vehículos y Sistemas Inteligentes (GIVSI) de la Universidad Nacional del Comahue (UNCo) se encuentra desarrollando un vehículo

eléctrico de cuatro ruedas fijas con tracción independiente en cada una. El objetivo de este vehículo es que pueda desarrollar tareas dentro de un ambiente agrícola. \*[Poner referencias a pip's realizadas, proyectos de investigación, etc.]\* Imágenes?

Los robots que tienen cuatro ruedas con dirección deslizante (4WD SSMR , del inglés four wheel drive skid steering mobile robot) son utilizados típicamente como vehículos todo terreno, debido a que se desempeñan satisfactoriamente en superficies de difícil tránsito. En particular esto se debe a una estructura mecánica robusta. Esta ventaja conlleva a que cuando el vehículo cambia su orientación, aparece un deslizamiento lateral entre las ruedas y el suelo . Esto agrega una complejidad al sistema de control ya que se debe tener en cuenta las propiedades dinámicas del sistema [Pazderski et al., 2004].

Es por estos motivos que se propone modelar, identificar e implementar un modelo tridimensional de este vehículo dentro de un entorno de simulación, para luego proponer estrategias de planeamiento de trayectoria.

### 3. Factibilidad

Al tratarse de un trabajo teórico y de simulación, la factibilidad precipita en la necesidad de una central de computo para correr los algoritmos \*[ver como resolver esto]\* y el manejo de las tecnologías propias del trabajo. Dentro de los contenidos necesarios se destacan estas materias curriculares:

- Sistemas de Control.
- Sistemas controlados por computadora.
- Procesamiento digital de señales.
- Técnicas digitales II.

Algunos de los temas extracurriculares son:

- Manejo de lenguajes de programación: python y C++.
- Uso de control de versiones GIT.
- Manejo de sistema operativo Linux.
- Manejo de Gazebo: simulador 3D dinámico especializado en robots.
- Manejo de la red ROS.

Como muchas de estas tecnologías no son el foco principal durante la carrera de grado, se destinará un lapso de tiempo prudente para adquirir el manejo necesario para alcanzar los objetivos propuestos.

El director de este trabajo se encuentra cursando un doctorado en sistemas de control, es ayudante de primera en la materia sistemas de control en la carrera de electrónica, cuenta con experiencia usando el simulador antes mencionado, modelando e implementando dispositivos móviles y maneja las otras tecnologías mencionadas previamente \*[Cita necesaria RPIC]\* . Considerando además que dispone de tiempo para la dirección de este trabajo, esto garantiza de que los objetivos planteados puedan realizarse dentro de los tiempos propuestos.

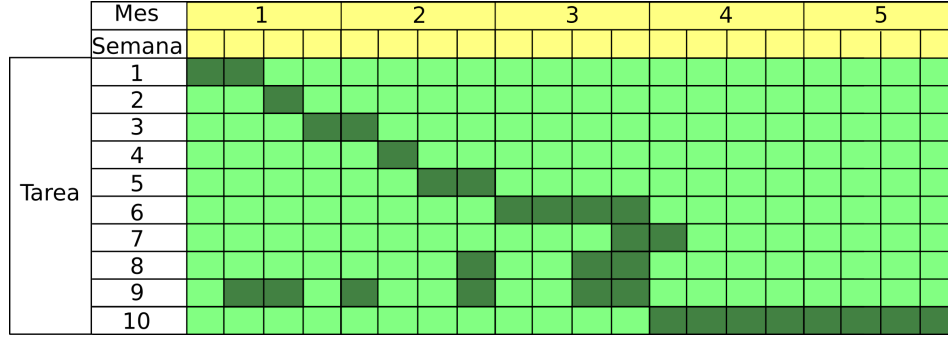


Figura 1: Diagrama de Gantt propuesto para el trabajo a realizar.

## 4. Metodología

### 4.1. Actividades específicas

A continuación se enumeran las actividades propuestas para los objetivos propuestos:

1. Estudio del modelado cinemático de los robots con configuración SSMR.
2. Estudio e implementación de técnicas de identificación paramétricas enfocado a robots SSMR.
3. Estudio de diferentes controladores utilizados comúnmente en la bibliografía para robots con configuración SSMR.
4. Setup de las tecnologías a utilizar.
5. Modelado dinámico 3D del robot dentro del entorno de simulación en formatos SDF y URDF. Utilizando objetos mallados en formato Collada y STL.
6. Implementación de dichas estrategias de control en un script de python version 3 o superior.
7. Registrar los resultados obtenidos y compararlos con los obtenidos en la bibliografía.
8. Estudio de la tecnología a utilizar.
9. Documentación.
10. Redacción y escritura del informe final.

En la figura (1) se muestra el diagrama de Gantt para las actividades propuestas.

## 5. Bibliografía orientativa

### Referencias

- [Bonsignorio and Del Pobil, 2015] Bonsignorio, F. and Del Pobil, A. P. (2015). Toward replicable and measurable robotics research [from the guest editors]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 22(3):32–35.

- [Koenig and Howard, 2004] Koenig, N. and Howard, A. (2004). Design and use paradigms for gazebo, an open-source multi-robot simulator. In *2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)(IEEE Cat. No. 04CH37566)*, volume 3, pages 2149–2154. IEEE.
- [Michel, 2004] Michel, O. (2004). Cyberbotics ltd. webots™: professional mobile robot simulation. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 1(1):5.
- [Pazderski et al., 2004] Pazderski, D., Kozłowski, K., and Lawniczak, M. (2004). Practical stabilization of 4wd skid-steering mobile robot. In *Proceedings of the Fourth International Workshop on Robot Motion and Control (IEEE Cat. No. 04EX891)*, pages 175–180. IEEE.
- [Rohmer et al., 2013] Rohmer, E., Singh, S. P., and Freese, M. (2013). V-rep: A versatile and scalable robot simulation framework. In *2013 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pages 1321–1326. IEEE.
- [Smith et al., 2005] Smith, R. et al. (2005). Open dynamics engine.