

Implementación de un Robot Cuadrúpedo de 12 grados de libertad

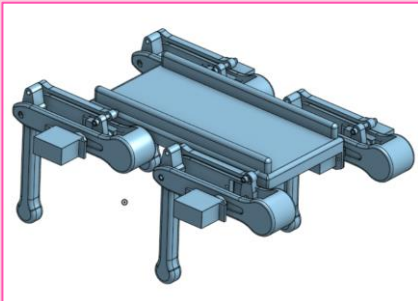
María Ximena Monzón Castellanos, Kurt Emmanuel Kellner Juárez
Departamento de Ingeniería Electrónica, Mecatrónica, Biomédica
mon19510@uvg.edu.gt, kekellner@uvg.edu.gt

1 RESUMEN

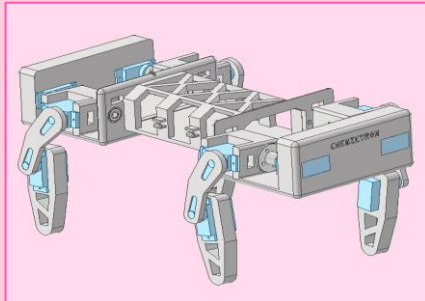
En la Universidad del Valle existe una cantidad limitada de robots disponibles para cursos, exposiciones e investigación en robótica. Para abordar esta problemática, se implementó un robot cuadrúpedo de 12 grados de libertad. El desarrollo comenzó con el diseño del chasis utilizando herramientas CAD, siguiendo el método iterativo de diseño de Shigley. Las iteraciones priorizaron una distribución uniforme del peso y un diseño compacto, adaptado a las dimensiones de los micro servomotores seleccionados. El chasis fue fabricado con *Highspeed PLA*, debido a su ligereza y facilidad para iteraciones rápidas, y se complementó con componentes metálicos prefabricados, como cojinetes y tornillos de sujeción. El sistema de control incluye un microcontrolador TinyS3 (ESP32-S3) y un módulo para servomotores alimentado por un banco de baterías con regulación de voltaje. Finalmente, el movimiento del robot fue validado mediante análisis cinemático directo e inverso, integrando mecánica, electrónica y control.

3 MÉTODOS

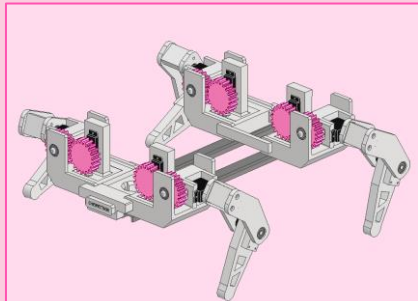
Para el diseño del chasis, se utilizó el proceso de diseño de Shigley y el método de diseño ingenieril, donde se definió que el problema principal sería la distribución de la carga y conseguir un tamaño compacto. En base a esto se hizo un análisis de cuáles serían las mejores soluciones las cuales se diseñaron y prototiparon en paralelo. La naturaleza iterativa de los métodos utilizados llevó a tres iteraciones importantes:



1ra. Iteración: 8 grados de libertad únicamente.



2ra. Iteración: 12 grados de libertad un acoplador y un solo cojinete.



3ra. Iteración: 12 grados de libertad utilizando engranes y dos cojinetes.

Para la fabricación del sistema de control, se realizó un proceso donde se siguieron los siguientes pasos:

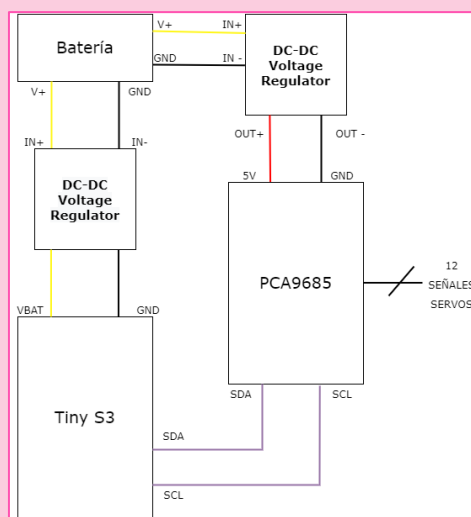
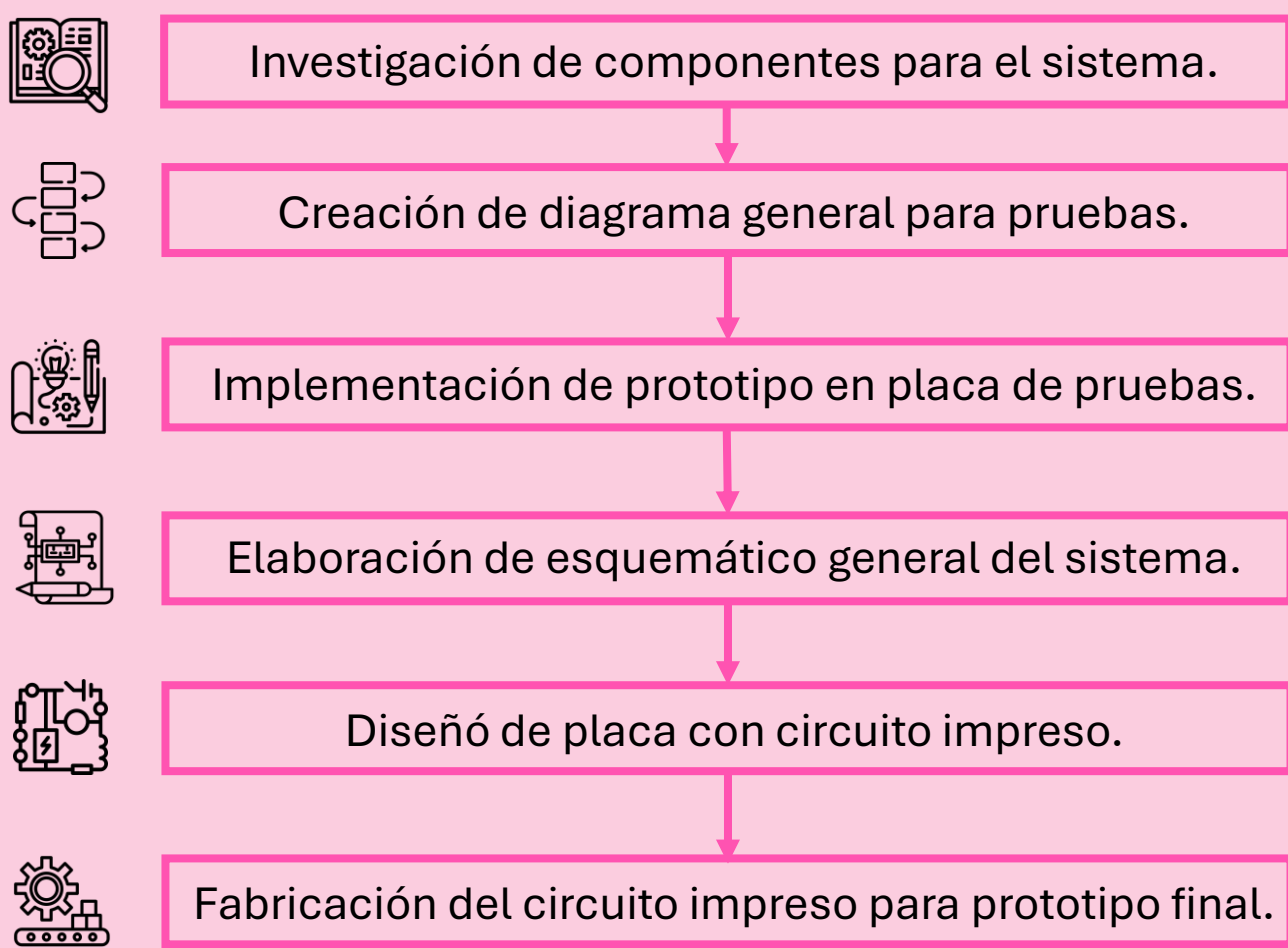
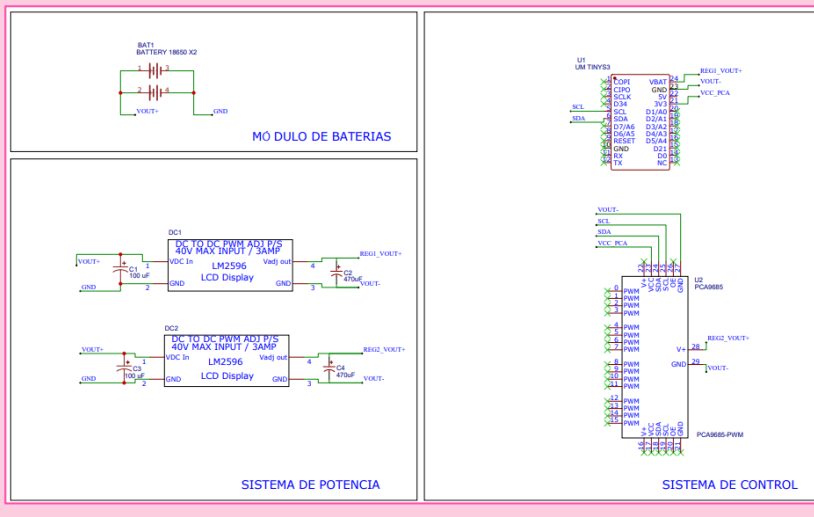
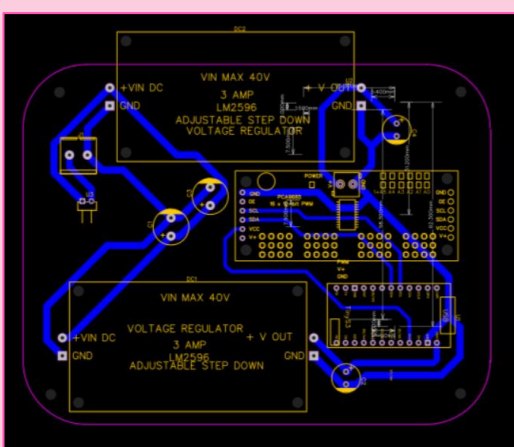


Diagrama general de conexiones



Esquemático de conexiones



Diseño de circuito impreso

Referencias

Kolhe, R., Gadhave, K., Koli, N., Gurav, S., & Raut, P. (2017). Overview of Different Techniques Utilized in Designing of a Legged Robot. Global Journal of Enterprise Information System.
Kim, J., Kang, T., Song, D., & Yi, S.-J. (2021). Design and Control of a Open-Source, Low Cost, 3D Printed Dynamic Quadruped Robot. Applied Sciences.
Bledt, G., Powell, M. J., Katz, B., Di Carlo, J., Wensing, P. M., & Kim, S. (2018). MIT Cheetah 3: Design and Control of a Robust, Dynamic Quadruped Robot. IEEE.
Shigley. (2018). Diseño en Ingeniería Mecánica. McGraw Hill.

2 OBJETIVOS

Objetivo general

Implementar un robot cuadrúpedo de 12 grados de libertad con conectividad inalámbrica.

Objetivos Específicos

- Diseñar el chasis de un robot cuadrúpedo.
- Fabricar el chasis de un robot cuadrúpedo.
- Implementar los circuitos electrónicos de potencia y control para el robot cuadrúpedo.
- Realizar un análisis cinemático del robot cuadrúpedo.

4 RESULTADOS

El resultado principal obtenido fue un robot con ensamble modular lo que permite un montaje y desmontaje sencillo y un circuito impreso funcional para el control de los servomotores.



PROTOTIPO FINAL

5 CONCLUSIONES

- Se logró implementar un robot cuadrúpedo con 12 grados de libertad, capaz de realizar movimientos sencillos.
- El diseño modular implementado permite realizar iteraciones rápidas y sencillas.
- Se implementó un sistema electrónico modular, capaz de suministrar energía a los servomotores.
- El análisis cinemático directo e inverso, validaron el control del movimiento.

TRABAJO FUTURO

- Integración de una IMU en el sistema de control. Esto permitiría realizar análisis más avanzados de la orientación y posición del robot, facilitando movimientos más complejos y mejorando la estabilidad en tiempo real. Esto sería especialmente útil para caminar en terrenos inclinados o con perturbaciones externas.
- Uso de algoritmos de aprendizaje automático. Esto podría permitir al robot ajustar sus movimientos en tiempo real para adaptarse a condiciones cambiantes del entorno, mejorando su eficiencia y funcionalidad.
- Incorporación de cámaras para visión por computadora, para el reconocimiento de objetos.
- Incorporación al sistema Robotat de la universidad para aprovechar las características de comunicación con las que cuenta el microcontrolador.