



FACULTAD DE INGENIERÍA
Sede Bogotá

FORMATO
REGISTRO ASIGNATURA TRABAJO DE GRADO

Favor diligenciar en computador. Modifique el tamaño de los campos de texto según su necesidad.
Para cualquier inquietud remítase al Acuerdo 037 de 2017 del Consejo de Facultad de Ingeniería sede Bogotá:
<http://www.legal.unal.edu.co/sisjurun/normas/Norma1.jsp?i=88861>

PROGRAMA CURRICULAR	Ingeniería Mecatrónica	FECHA	16	05	2024
---------------------	------------------------	-------	----	----	------

DATOS DEL ESTUDIANTE

NOMBRES: Daniel Esteban	APELLIDOS: Ramirez Chiquillo
TIPO IDENTIFICACIÓN: T.I. <input type="checkbox"/> C.C. <input checked="" type="checkbox"/> C.E. <input type="checkbox"/>	NÚMERO: 1002479235
CORREO INSTITUCIONAL: dramirezch@unal.edu.co	TELÉFONO: 3053905054

MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO (Seleccione una opción)

I. Trabajos investigativos: <input checked="" type="checkbox"/>	II. Prácticas de extensión: <input type="checkbox"/>	III. Asignaturas de postgrado: <input type="checkbox"/> (Para este caso sólo imprima y diligencie la página 5)
a. Trabajo monográfico <input type="checkbox"/>	a. Emprendimiento empresarial <input type="checkbox"/>	
b. Proyecto final <input type="checkbox"/>	b. Pasantía <input type="checkbox"/>	
c. Participación en proyecto de investigación <input checked="" type="checkbox"/>	c. Proyecto social <input type="checkbox"/>	

AVAL DEL DOCENTE DIRECTOR (En caso de modalidades I o II):

NOMBRES: Ricardo Emiro Ramirez Heredia	DEPARTAMENTO: Ingeniería Mecánica y Mecatrónica
CORREO INSTITUCIONAL: reramirezch@unal.edu.co	TELÉFONO-EXT. : (57-1) 3 165000 - 11201

COMPONENTES

1. TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO (En caso de modalidades I o II)

Mantenimiento y Elaboración de Guías de Laboratorio para Pierna de Robot Cheetah.

2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN (En caso de modalidades I o II)

El Departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica cuenta con una pierna robótica de un robot cuadrúpedo, basado en el robot Cheetah, desarrollado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Esta tiene un gran potencial para ser utilizada en prácticas de laboratorio dentro de diversas asignaturas del currículo de Ingeniería Mecatrónica, pero es necesario evaluar su estado actual antes de que pueda ser utilizado en un entorno educativo.

La puesta a punto de la pierna robótica proporcionará un recurso valioso para la formación práctica de los estudiantes. Al contar con guías de laboratorio bien elaboradas, los estudiantes podrán adquirir conocimientos aplicados en robótica, promoviendo un aprendizaje más profundo y significativo. Este proyecto, por lo tanto, contribuirá al enriquecimiento de la oferta educativa del departamento y al desarrollo de competencias técnicas en los estudiantes.

3. OBJETIVO GENERAL (En caso de modalidades I o II)

Diagnosticar y realizar los ensambles y programación para puesta a punto de la pierna robótica, y planificar prácticas de laboratorio con guías detalladas para su uso en asignaturas relevantes en la carrera de mecatrónica.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS (En caso de modalidades I o II)

- Analizar el estado actual de la pierna robótica, evaluando sus componentes mecánicos, electrónicos y de software.
- Identificar y corregir errores o fallas encontrados durante el análisis.
- Realizar pruebas para asegurar el correcto funcionamiento del dispositivo.
- Escribir documentación acerca del dispositivo.
- Desarrollar guías de laboratorio que permitan a los profesores del departamento realizar prácticas en el futuro, utilizando la pierna robótica.

5. ANTECEDENTES (En caso de modalidad I)

El robot Cheetah, desarrollado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), ha sido una referencia en la evolución de robots cuadrúpedos debido a su capacidad para realizar movimientos dinámicos y eficientes. Este robot ha pasado por varias versiones, cada una mejorando en términos de rendimiento y funcionalidad.

Cheetah 1 y 2

El primer robot Cheetah se presentó como un proyecto que buscaba emular la velocidad y eficiencia de un guepardo real. Este robot podía alcanzar velocidades de hasta 6 metros por segundo y tenía una configuración de patas que le permitía realizar movimientos rápidos y

precisos. La segunda versión, Cheetah 2, introdujo mejoras en la eficiencia energética y la capacidad de salto. Este robot utilizaba motores de alto torque y un diseño de patas optimizado para reducir la pérdida de energía por fricción y otros factores mecánicos. [1] [2]

Cheetah 3

Cheetah 3 se diseñó con aplicaciones prácticas en mente, especialmente en entornos de respuesta a emergencias. Esta versión podía navegar en terrenos complejos, como plantas nucleares o áreas afectadas por desastres, gracias a su mayor torque y flexibilidad en las articulaciones. El robot fue equipado con 12 motores eléctricos que le permitían articular tanto el cuerpo como las extremidades. Además, Cheetah 3 podía aplicar fuerzas comparables a las humanas, lo que le permitía realizar tareas como abrir puertas pesadas y manipular objetos [2].

Mini Cheetah

El Mini Cheetah es una versión más pequeña y ágil. Este robot es capaz de cambiar rápidamente las fuerzas en el suelo, lo que le permite ejecutar movimientos dinámicos como saltos y correr con dos patas en el aire simultáneamente. Estos avances en la robótica cuadrúpeda han sido posibles gracias a algoritmos avanzados de control y optimización de trayectorias que permiten al robot adaptarse y recuperarse de impactos inesperados. [3] [4]

Pierna robótica en el departamento de mecánica y mecatrónica

Un grupo de estudiantes de las carreras de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica de nuestra universidad desarrolló una pierna para un robot cuadrúpedo como parte de la asignatura "Proyecto Aplicado de Ingeniería" (PAI). Este proyecto se inspiró en los principios y tecnologías del robot Cheetah del MIT. [5]

6. APLICACIÓN Y/O APOORTE ESPECÍFICO A LA INGENIERÍA (En caso de modalidad II)

7. METODOLOGÍA (En caso de modalidades I o II (a.) o II (c.))

Fase 1: Análisis del Estado Actual

Inspección Física y Funcional:

- Realizar una inspección visual para identificar signos de desgaste o daño.
- Probar las funciones básicas del dispositivo para evaluar su estado operativo inicial.

Diagnóstico Detallado:

- Utilizar herramientas de diagnóstico para evaluar la integridad de los circuitos electrónicos.
- Analizar el código de software existente para detectar posibles errores o áreas de mejora.
- Documentar todos los hallazgos y crear un informe detallado del estado actual.

Fase 2: Corrección y Mejora

- Sustituir o reparar componentes dañados.
- Corregir fallas identificadas en los circuitos electrónicos identificadas durante el diagnóstico.
- Actualizar el software según sea necesario para mejorar la funcionalidad y estabilidad del dispositivo.

Fase 3: Pruebas de Funcionamiento

- Realizar pruebas para asegurar que todas las reparaciones y mejoras han sido efectivas.
- Medir y registrar datos de rendimiento para validar la estabilidad y eficiencia del dispositivo.
- Identificar cualquier problema adicional durante las pruebas y repetir el proceso de corrección y pruebas hasta que el dispositivo funcione de manera óptima.

Fase 4: Documentación y Desarrollo de Guías

- Redactar guías de laboratorio que permitan a los profesores del departamento realizar prácticas utilizando la pierna robótica.
- Revisar las guías con el profesor Ricardo Ramírez para asegurar su precisión y utilidad.

- Preparar las guías para su distribución digital.

8. RECURSOS (En caso de modalidad I)

- Herramientas de diagnóstico electrónico (multímetro, osciloscopio, etc.).
- Herramientas de reparación mecánica (destornilladores, llaves, etc.).
- De ser necesario, piezas de repuesto específicas para la pierna robótica (motores, engranajes, cables, etc.).
- Computadora con software de programación y simulación (MATLAB, ROS, etc.).
- Acceso a impresoras 3D para la fabricación de componentes personalizados.
- Herramientas de diseño asistido por computadora (CAD) para modelar y ajustar componentes mecánicos.

9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES (En caso de modalidades I o II)

ACTIVIDADES A REALIZAR	Semanas de ejecución de cada actividad															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Planificación y Preparación	X															
Análisis del Estado Actual		X	X	X												
Corrección y Mejora					X	X	X	X								
Pruebas de Funcionamiento									X	X	X					
Desarrollo de documentación y guías de Laboratorio												X	X	X		
Validación y Revisión															X	
Publicación y Presentación Final																X

10. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN (En caso de modalidad I)

Presupuesto:

La mayoría de los recursos necesarios para este proyecto están disponibles actualmente, ya sea a través del estudiante o en los laboratorios de la universidad. Esto incluye herramientas de diagnóstico, software de programación y equipos de laboratorio. Sin embargo, la principal fuente de gasto potencial proviene de la compra de repuestos en caso de que alguna parte de la pierna robótica necesite ser reemplazada.

Aunque se espera que no sea necesario realizar un gasto considerable en repuestos, se propone un presupuesto de un millón de pesos para cubrir cualquier necesidad imprevista y asegurar la correcta ejecución del proyecto. Este presupuesto permitirá adquirir componentes adicionales que puedan ser necesarios durante el proceso de reparación y optimización de la pierna robótica, garantizando que el proyecto se complete sin contratiempos financieros.

Fuentes de financiación:

Este trabajo de grado se realizará bajo el proyecto de investigación 58848. El estudiante fue vinculado a este bajo la convocatoria. 2024-C1100. Los costos de ingeniería se incluyen en el pago que recibe el estudiante por su vinculación a esta convocatoria.

11. CRITERIOS DE EVALUACIÓN (En caso de modalidades I o II)

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	Porcentaje del criterio
Puesta a punto y realizar pruebas para asegurar el correcto funcionamiento del dispositivo.	30

Escribir documentación e informe del Trabajo de Grado	30
Desarrollar guías de laboratorio	40

12. RESULTADOS ESPERADOS (En caso de modalidades I o II (a.) o II (c.))

Resultados Técnicos:

- La pierna robótica estará puesta a punto, con todos los componentes mecánicos, electrónicos y de software completamente funcionales.
- Se habrán identificado y corregido todas las fallas y problemas iniciales, asegurando una operación confiable y eficiente del dispositivo.
- Un informe detallado del análisis inicial, las correcciones realizadas y las pruebas efectuadas, que servirá como referencia para futuros proyectos y mantenimiento del dispositivo.

Resultados Educativos:

- Se elaborarán y publicarán guías de laboratorio que permitan a los profesores del departamento realizar prácticas de laboratorio en el futuro utilizando la pierna robótica.
- Los estudiantes tendrán acceso a recursos educativos que les permitirán comprender mejor los principios de la robótica cuadrúpeda y aplicar estos conocimientos en sus prácticas de laboratorio.
- La pierna robótica servirá como plataforma para futuros proyectos de investigación y desarrollo en el campo de la robótica dentro del departamento.

13. BIBLIOGRAFÍA (En caso de modalidad I)

[1] MIT News. (2014, septiembre 10). MIT cheetah robot rivals running animals in efficiency. Massachusetts Institute of Technology. Recuperado de <https://news.mit.edu/2014/mit-cheetah-robot-rivals-running-animals-in-efficiency-0910>

[2] MIT News. (2014, septiembre 15). MIT Cheetah robot lands the running jump. Massachusetts Institute of Technology. Recuperado de <https://news.mit.edu/2014/cheetah-robot-lands-the-running-jump-0915>

[3] MIT News. (2019, marzo 4). Mini cheetah is the first four-legged robot to do a backflip. Massachusetts Institute of Technology. Recuperado de <https://news.mit.edu/2019/mini-cheetah-first-four-legged-robot-backflip-0304>

[4] MIT News. (2018, julio 17). Cheetah III robot preps for a role as a first responder. Massachusetts Institute of Technology. Recuperado de <https://news.mit.edu/2018/mit-cheetah-iii-robot-first-responder-role-0717>

[5] Olaya, J., Cruz, V., & otros. (2023, noviembre). Proyecto_PAI, GitHub. https://github.com/jolayam/proyecto_PAI

[6] S. Seok, A. Wang, Meng Yee Chuah, D. Otten, J. Lang and S. Kim, "Design principles for highly efficient quadrupeds and implementation on the MIT Cheetah robot," 2013 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Karlsruhe, Germany, 2013, pp. 3307-3312, doi: 10.1109/ICRA.2013.6631038. keywords: {Brushless motors;Torque;Legged locomotion;Permanent magnet motors;Synchronous motors;Actuators},

[7] P. M. Wensing, A. Wang, S. Seok, D. Otten, J. Lang and S. Kim, "Proprioceptive Actuator Design in the MIT Cheetah: Impact Mitigation and High-Bandwidth Physical Interaction for Dynamic Legged Robots," in IEEE Transactions on Robotics, vol. 33, no. 3, pp. 509-522, June 2017, doi: 10.1109/TRO.2016.2640183. keywords: {Legged locomotion;Actuators;Torque;Dynamics;Force control;Measurement;Actuators;design engineering;dynamics;legged locomotion},

[8] G. Bledt, M. J. Powell, B. Katz, J. Di Carlo, P. M. Wensing and S. Kim, "MIT Cheetah 3: Design and Control of a Robust, Dynamic Quadruped Robot," 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Madrid, Spain, 2018, pp. 2245-2252, doi: 10.1109/IROS.2018.8593885. keywords: {Legged locomotion;Actuators;Torque;Force;Knee;Robot sensing systems},

14. DATOS DE LA ORGANIZACIÓN (En caso de modalidades II (b.) o II (c.))

NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN:

RESPONSABLE DE LA ORGANIZACIÓN:

CORREO:

TELÉFONO:

DURACIÓN VINCULACIÓN (semanas):

(Art. 6 – Parágrafo 1 – Acuerdo 037 de 2017 del Consejo de Facultad de Ingeniería sede Bogotá). Si alguno(s) de los componentes del documento soporte de la inscripción del Trabajo de Grado en la modalidad Prácticas de Extensión no está disponible en el momento de la solicitud de la inscripción, es decir antes de finalizar la semana catorce del periodo académico anterior al cual el estudiante aspire a realizar el Trabajo de Grado, se deberá explicar el motivo por el cual no está(n) disponible(s) y anexar los componentes faltantes junto con una solicitud de formalización de la inscripción del trabajo de grado presentada al Comité Asesor del Programa Curricular, antes de la semana ocho del semestre académico en que va a cursar la asignatura Trabajo de Grado en la modalidad Prácticas de Extensión.


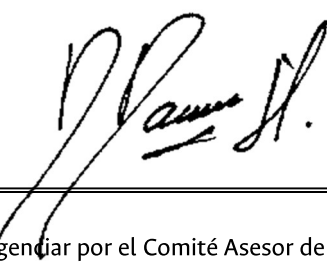
(Art. 6 – Parágrafo 3 – Acuerdo 037 de 2017 del Consejo de Facultad de Ingeniería sede Bogotá). En caso de la modalidad II (b.) Pasantía, el estudiante deberá presentar ante el Comité Asesor del Programa Curricular, el documento del convenio vigente o la carta de intención o el acuerdo de voluntades, entre la Universidad Nacional de Colombia y la organización con la que se desarrollará la *Práctica de Extensión*

15. ASIGNATURAS QUE ASPIRA INSCRIBIR (En caso de modalidad III)

NOMBRE	CÓDIGO SIA	CRÉDITOS	PROGRAMA QUE LA OFRECE

Total de créditos: _____

16. FIRMAS

FIRMA DEL ESTUDIANTE:	FIRMA DEL DOCENTE DIRECTOR (En caso de modalidades I o II):
	

17. DATOS DE TRÁMITE COMITÉ ASESOR DE PROGRAMA (Espacio para diligenciar por el Comité Asesor de Programa)

No. CONSECUTIVO	
-----------------	--

No. ACTA	
FECHA	