

|  |                                   |                                  |   |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|---|
| <b>Información General</b>                           |                                   |                                  |   |
| Facultad: <b>CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA</b>     |                                   |                                  |   |
| Programa académico:<br><b>INGENIERIA ELECTRONICA</b> |                                   | Grupo(s) de investigación: GICAV |   |
| Nombre del semillero – Siglas<br><b>HERTZ</b>        |                                   | Fecha creación: 6-2021           |  |
|  |                                   | Campus:<br>BUCARAMANGA           |   |
| Líneas de Investigación: Telecomunicaciones-IOT      |                                   |                                  |   |
| <b>Áreas del saber</b>                               |                                   |                                  |   |
|  | 1. Agronomía veterinaria y afines |                                  | 5. Ciencias sociales y humanas  |
|  | 2. Bellas artes                   |                                  | 6. Economía, administración, contaduría y afines                                    |
| X  | 3. Ciencias de la educación       |                                  | 7. Matemáticas y ciencias naturales   |
|  | 4. Ciencias de la salud           | X                                | 8. Ingenierías, arquitectura, urbanismo y afines                                    |

Al diligenciar este documento autorizo a UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER, ubicada en Calle de los estudiantes 9-82 Ciudadela Real de Minas y con teléfono de contacto 6076917700, para que recolecte, almacene, use, circule y/o suprima mis datos personales. Lo anterior para dar cumplimiento a las finalidades incorporadas en la Política de Tratamiento de Información disponible en [www.uts.edu.co](http://www.uts.edu.co), la cual declaro conocer y saber que en esta se especifican cuáles datos son sensibles. Así mismo, conozco que como titular me asisten los derechos a conocer, actualizar, rectificar y suprimir mis datos y revocar la autorización. Igualmente declaro que poseo autorización, de los otros titulares de datos que suministro, para que UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER les dé tratamiento conforme a las finalidades consignadas en la Política.

**Información del Director del Proyecto**

|  |  |
|--|--|
| Nombre:<br><b>JHON FREDY LINARES AMADOR</b>  | No. de identificación:<br><b>91491227, Bucaramanga</b> |
| Nivel de formación académica (Pregrado / Postgrado / Link de CvLAC):<br>Master Information & Technology<br><a href="https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000309079">https://scienti.minciencias.gov.co/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000309079</a> | Asesor<br><br>Líder de Semillero de Investigación      |
| Correo electrónico: <a href="mailto:jlinares@correo.uts.edu.co">jlinares@correo.uts.edu.co</a>   |  |

**Información de los autores**

| Nombre                        | No. Identificación | Correo electrónico   |
|-------------------------------|--------------------|--|
| Javier Ronaldo Gil Ayala      | 1098780580         | <a href="mailto:jgila@uts.edu.co">jgila@uts.edu.co</a>           |
| Juan Sebastián Carreño Patiño | 1007414545         | <a href="mailto:jpenaranda@uts.edu.co">jpenaranda@uts.edu.co</a> |

**Proyecto**

|  |                           |            |    |    |              |
|--|---------------------------|------------|----|----|--------------|
| 1. Título del proyecto: <b>Robot didáctico Fut-Bot orientado a la electrónica educativa.</b> | MODALIDAD DEL PROYECTO ** |            |    |    |              |
|  | PA                        | PI         | TI | RE | Otra. ¿Cuál? |
|  |                           | x          |    |    |              |
| Fecha creación del proyecto:   |                           | 23-04-2025 |    |    |              |

## 2. Planteamiento de la problemática:

La robótica educativa continúa siendo una herramienta valiosa para fomentar el interés en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM). Sin embargo, la complejidad inherente en la construcción y programación de robots a menudo limita su adopción en entornos educativos con recursos limitados o estudiantes principiantes. Los kits de robótica comercial, a menudo costosos, pueden carecer de la flexibilidad necesaria para adaptarse a diferentes niveles de habilidad y objetivos de aprendizaje. Esta carencia de robots de fútbol accesibles y personalizables dificulta que los estudiantes exploren conceptos avanzados de robótica, como control de movimiento y estrategia de juego (Redondo Polo, 2024). Esta situación limita el desarrollo de habilidades esenciales como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo. La insuficiencia de plataformas robóticas asequibles que integren algoritmos de control y estrategia restringe el acceso a experiencias de aprendizaje significativas en robótica educativa (Rosero Calderón, 2024):

## 3. Antecedentes:

El desarrollo de robots futbolistas ha avanzado significativamente en los últimos años, impulsado por la necesidad de mejorar la interacción entre máquinas y humanos a través de la robótica. La investigación en este campo ha demostrado que el fútbol es un entorno ideal para enseñar y evaluar habilidades complejas en robots, como la agilidad, la coordinación y la toma de decisiones en tiempo real (Manuel Y., 2024). Un estudio de DeepMind Technologies revela que, mediante el uso de aprendizaje profundo por refuerzo, los robots han mejorado notablemente su rendimiento, logrando movimientos más rápidos y precisos, así como la capacidad de anticipar acciones en el juego (Manuel Y., 2024).

La RoboCup es una competencia internacional de fútbol robótico que, desde 1997, impulsa el desarrollo de robots autónomos en diversas ligas, destacando la "Humanoid League", donde robots humanoides colaboran y toman decisiones estratégicas. Su objetivo a largo plazo es que, para 2050, un equipo robótico venza al campeón mundial humano bajo las reglas de la FIFA ((*A Brief History Of RoboCup*, 2025). Innovaciones como ARTEMIS, desarrollado por UCLA, destacan por replicar movimientos humanos mediante actuadores eléctricos y cámaras duales, participando en competencias como RoboCupSoccer (Parolari, M., 2025). Las competencias de fútbol robótico han evolucionado hasta convertirse en plataformas clave para la educación y la innovación tecnológica. RoboCupJunior Soccer, por ejemplo, es una competencia internacional para estudiantes de entre 14 y 19 años, donde diseñan y programan robots autónomos para competir en fútbol, promoviendo habilidades en diseño mecánico, ingeniería eléctrica e inteligencia artificial (Martins, F. et al, 2022). Durante la pandemia, las simulaciones computacionales mantuvieron el desarrollo educativo en robótica, permitiendo entrenar habilidades sin hardware físico. Los avances recientes incluyen sistemas autónomos, aprendizaje profundo y diseños mecánicos optimizados, con aplicaciones potenciales más allá del deporte, como en tareas domésticas e industriales. Estas competencias son plataformas clave para el progreso global en robótica e inteligencia artificial, se desarrolló SoccerSim, una plataforma virtual que

permitted teams to participate in robotic soccer simulations, demonstrating the accessibility and affordability of the simulated environments for educational competencies (RCJA SoccerSim, 2021).

### 5. Justificación:

The present proposal seeks to address the problem of limited access to advanced and affordable educational robotics tools, allowing students from all socioeconomic levels to explore and develop skills in STEM areas, creating a robot controlled by a mobile app and a remote control.

By solving this problem, several positive effects will be generated. In the first place, the interest of students in robotics and STEM areas will increase, which could translate into a greater vocation for technical and scientific careers. In the second place, essential skills such as problem resolution, critical thinking, teamwork, and creativity will be strengthened. In the third place, the development of local technology and innovation in the field of educational robotics will be promoted.

This proposal is relevant for UTS because it feeds the line of research in educational robotics of the GNET group, contributing to the development of innovative projects and the formation of highly qualified human talent. Additionally, robotics has a direct applicability in the daily lives of students, as it allows them to understand the operation of automated systems that surround them and develop technological solutions for real problems.

### 6. Marcos referenciales:

#### Marco Teórico

- **Motores DC:** Los motores de corriente continua (DC) son fundamentales en la robótica, ya que permiten el control de movimiento en los robots, En el FutBot permitirá un desplazamiento preciso y eficiente, siendo esenciales para la movilidad y la ejecución de acciones como el pateo de la pelota.
  - **ESP32:** Es un microcontrolador con capacidades de conectividad Wi-Fi y Bluetooth, ideal para aplicaciones de robótica. Su integración en el FutBot facilitará la comunicación entre el robot y el mando físico o la aplicación móvil, permitiendo un control remoto efectivo.
  - **App Inventor:** Es una plataforma que permite crear aplicaciones móviles de forma sencilla y accesible. En ella se realiza el desarrollo de la aplicación para controlar el FutBot que permite a los usuarios interactuar con el robot a través de sus dispositivos móviles, ampliando las opciones de control.
1. **Llantas y Carcasa en Impresión 3D:** Las llantas son componentes cruciales para el desplazamiento del robot, mientras que la carcasa impresa en 3D proporcionará una estructura ligera y resistente. La impresión 3D permite personalizar el diseño del FutBot, optimizando su rendimiento y estética.

2. **Controlador de Motores:** Un controlador de motores es necesario para gestionar la velocidad y dirección de los motores DC. Este componente garantiza un funcionamiento coordinado y eficiente del FutBot.
3. **Batería:** Se selecciona una batería que proporcione suficiente autonomía sin comprometer el peso y tamaño del FutBot.

### 7. Objetivo general

Desarrollar un robot de fútbol controlado mediante una app móvil, usando un sistema embebido integrado con comunicaciones inalámbricas, con el fin de promocionar la robótica en estudiantes de nivel media.

#### Objetivos específicos

- Diseñar la estructura física del robot utilizando el software **Fusion 360**, con el fin de obtener un diseño funcional y eficiente para competencias de fútbol robótico.
- Implementar un sistema de control electrónico inalámbrico, basado en un sistema embebido, que permita manejar el robot de manera precisa y ágil.
- Realizar una muestra interactiva dirigida a estudiantes, con el propósito de fomentar el interés y aprendizaje en el ámbito de la robótica.
- Documentar todo el proceso de desarrollo del prototipo a través de una guía detallada, que facilite la construcción y replicación del robot.

### 8. Metodología:

El desarrollo del proyecto Fut-Bot se enmarca dentro de una metodología de tipo descriptiva-aplicada, con enfoque tecnológico. Se parte del diseño conceptual del robot utilizando herramientas CAD como Fusion 360 para modelar su estructura, seguido por la selección de componentes electrónicos como motores DC, controladores y el microcontrolador ESP32. Posteriormente, se construyen los prototipos mediante impresión 3D y se ensamblan con los sistemas de control diseñados. Para el control remoto se emplea una aplicación desarrollada en App Inventor, la cual se comunica inalámbricamente con el robot. El proyecto incluye fases de programación, pruebas funcionales y validación del desempeño del robot en escenarios simulados de competencia. Se documenta cada fase mediante una guía paso a paso orientada a la replicación educativa. La evaluación de la efectividad del Fut-Bot se realizará mediante demostraciones interactivas con estudiantes de secundaria, observando su nivel de participación, comprensión y motivación. Esta metodología permite validar tanto la funcionalidad técnica del prototipo como su impacto pedagógico, asegurando que el diseño cumpla con los objetivos de accesibilidad, facilidad de uso y aporte formativo en entornos educativos reales.

### 9. Avances realizados:

Diseño funcional impreso en 3D del robot con toda la electrónica incorporada que permite ejecutar las diferentes acciones de competencia del robot.

Centro de control en Windows para poder realizar pruebas en el robot, ya sean los movimientos generales, la velocidad de movimiento, la velocidad de cada motor, el movimiento de cada motor, la prueba de pantalla o una secuencia a realizar.

Centro de control en una aplicación móvil, para controlar el robot en competencia o realizar las pruebas necesarias para verificar su funcionamiento.



**9. Resultados esperados:**

- Prototipo físico del robot de fútbol diseñado y ensamblado, con una estructura optimizada para movilidad, estabilidad y funcionamiento adecuado en actividades demostrativas.
- Sistema embebido completamente integrado con una aplicación móvil funcional, que permita controlar el robot de forma inalámbrica con tiempos de respuesta adecuados y facilidad de uso.
- Desempeño del robot validado mediante pruebas funcionales, incluyendo maniobrabilidad, respuesta al control móvil y capacidad de interacción con el balón; además, una jornada demostrativa realizada con estudiantes que refleje interés por la robótica.

**10. Cronograma:**

| Actividad (Semanal)             | Fase 1 |   |   |   | Fase 2 |   |   |   |   | Fase 3 |   |   |   |   | Fase 4 |   |   |   | Fase 5 |   |   |   |
|---------------------------------|--------|---|---|---|--------|---|---|---|---|--------|---|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|
|                                 | 1      | 2 | 3 | 4 | 5      | 6 | 7 | 8 | 9 | 0      | 1 | 1 | 1 | 1 | 1      | 1 | 1 | 1 | 1      | 2 | 2 | 2 |
| Realización de Propuesta        | █      | █ |   |   |        |   |   |   |   |        |   |   |   |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Revisión Bibliográfica          |        | █ | █ |   |        |   |   |   |   |        |   |   |   |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Presentación de Propuesta       |        |   |   | █ |        |   |   |   |   |        |   |   |   |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Realizar Diseños de PCB         |        |   |   |   | █      | █ | █ |   |   |        |   |   |   |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Construcción de PCB             |        |   |   |   |        | █ | █ | █ |   |        |   |   |   |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Realizar Programación de FutBot |        |   |   |   |        |   |   |   |   | █      | █ | █ | █ |   |        |   |   | █ | █      |   |   |   |
| Impresión Física 3D             |        |   |   |   |        |   |   |   |   |        |   | █ | █ | █ |        |   |   |   |        |   |   |   |



- Universidad de los Andes, SinfonIA, campeones mundiales en Robocup 2024. (2024, 20 septiembre). Uniandes. <https://ingenieria.uniandes.edu.co/es/noticias/sinfonia-campeones-mundiales-robocup-2024>

\* Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE)

\*\* PA: Proyecto de Aula, PI: Proyecto integrador, TI: Trabajo de Investigación, RE: Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA)