

# Anteproyecto

**Agostini, Emiliano (autor)**

Departamento de Ingeniería Electrónica,  
Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina.  
emilianoagostini14@gmail.com

**Cortesse, Agustín (autor)**

Departamento de Ingeniería Electrónica,  
Facultad Regional San Francisco, Córdoba, Argentina.  
agucortesse19@gmail.com

## 1. Resumen

El presente proyecto propone el desarrollo de un robot de la categoría fútbol controlado de manera inalámbrica mediante una red WiFi creada por una ESP32 configurada en modo Access Point (AP). El sistema permitirá que un usuario se conecte directamente a la red generada por el microcontrolador y controle los movimientos del robot desde una interfaz web alojada en un servidor HTTP implementado dentro del ESP32. La comunicación entre el servidor y el sistema de control se realizará utilizando el protocolo TCP/IP, mientras que el control de los motores se llevará a cabo mediante un puente H L298N. El desarrollo del software empleará el entorno ESP-IDF, aprovechando el sistema operativo en tiempo real FreeRTOS para ejecutar tareas concurrentes en los dos núcleos del microcontrolador. Se espera obtener un sistema estable y eficiente, capaz de controlar el desplazamiento del robot con mínima latencia y sin dependencia de una red externa, favoreciendo la comprensión de los conceptos de redes, control digital y programación concurrente.

## 2. Introducción

El avance de la robótica educativa y competitiva ha impulsado el desarrollo de sistemas autónomos y controlados de manera inalámbrica que combinan diversas áreas de la ingeniería electrónica, como control digital, comunicaciones, y sistemas embebidos. En el contexto de la Liga Nacional de Robótica, la categoría fútbol representa un desafío técnico significativo, ya que exige integrar mecánica, electrónica y software en un sistema compacto y de alta respuesta temporal.

Este proyecto se centra en el diseño y la implementación de un robot de fútbol controlado vía WiFi, cuyo objetivo es demostrar el uso de tecnologías de comunicación inalámbrica y control en tiempo real mediante una arquitectura distribuida y modular. El ESP32, al contar con doble núcleo, conectividad WiFi y soporte nativo para FreeRTOS, constituye una plataforma idónea para realizar este desarrollo con un enfoque académico y experimental.

El proyecto reviste importancia técnica y pedagógica al permitir aplicar contenidos fundamentales de Técnicas Digitales III, como comunicación digital, protocolos de red, sistemas embebidos, control por software, e integración hardware-software.

## 3. Objetivos

### 3.1. Objetivo general

Desarrollar un robot de futbol controlado inalámbricamente mediante una red WiFi creada por un microcontrolador ESP32, utilizando FreeRTOS para la gestión de tareas concurrentes y una interfaz web basada en el protocolo TCP/IP.

### 3.2. Objetivos específicos

1. Configurar el ESP32 en modo Access Point para generar una red WiFi local.
2. Implementar un servidor web embebido que permita el control del robot desde un navegador móvil.
3. Desarrollar la interfaz gráfica web para el usuario, con botones direccionales y control de movimiento.
4. Controlar los motores DC mediante un puente H L298N en respuesta a las órdenes recibidas por WiFi.
5. Implementar la comunicación entre tareas FreeRTOS mediante colas para sincronizar el servidor web y el control de motores.
6. Modularizar el código para lograr un diseño estructurado, escalable y mantenible.
7. Evaluar el desempeño del sistema en cuanto a latencia de respuesta, estabilidad de conexión y eficiencia energética.

## 4. Fundamento teórico

### 4.1. Comunicación WiFi y modo Access Point (AP)

El ESP32 incorpora un módulo WiFi IEEE 802.11 b/g/n que puede operar en tres modos: *Station (STA)*, *Access Point (AP)* y *AP+STA*. En modo AP, el microcontrolador actúa como punto de acceso inalámbrico, generando su propia red a la que se puede conectar un dispositivo cliente, como un teléfono celular. La conexión se establece utilizando el protocolo TCP/IP, donde el ESP32 asume el rol de servidor, y el cliente envía solicitudes HTTP a una dirección IP local fija (192.168.4.1).

## 4.2. FreeRTOS y multitarea

**FreeRTOS** es un sistema operativo en tiempo real (RTOS) que permite la ejecución concurrente de múltiples tareas con distintas prioridades. En este proyecto se emplean dos tareas principales:

- **Tarea 1:** Control de motores (núcleo 1, baja prioridad).
- **Tarea 2:** Configuración WiFi y servidor web (núcleo 0, alta prioridad).

Ambas tareas se comunican mediante colas de mensajes, garantizando la sincronización entre los eventos de red y las acciones físicas del robot sin bloqueos.

## 4.3. Control de motores DC mediante puente H L298N

El L298N es un controlador de doble puente H que permite controlar la dirección y velocidad de dos motores de corriente continua mediante señales digitales PWM. Cada motor está conectado a un par de salidas del L298N, recibiendo las órdenes de avance, retroceso, giro y detención según las señales enviadas por la ESP32.

## 4.4. Arquitectura del sistema

El sistema integra cuatro bloques principales:

1. Módulo de comunicación WiFi (ESP32 en modo AP)
2. Servidor web y procesamiento de comandos TCP/IP
3. Interfaz de control del usuario (navegador web móvil)
4. Sistema de potencia y control de motores (L298N + motores DC + baterías 18650)

## 4.5. Energía y alimentación

El sistema se alimentará mediante tres baterías **18650** conectadas en serie, proporcionando una tensión total de aproximadamente 11,1 V, suficiente para alimentar los motores y el módulo ESP32 mediante un regulador interno o externo de 5 V.

## 5. Descripción del sistema propuesto

El robot futbolista WiFi se compone de una base con dos motores DC controlados por el L298N, un módulo ESP32 que cumple las funciones de controlador principal, y tres baterías 18650. El ESP32 genera una red WiFi local (“SACACHIS-PAS”) y asigna la IP 192.168.4.1. Al conectarse a esta red, el usuario accede desde su navegador a una página HTML alojada en el microcontrolador. Los comandos enviados (por ejemplo, “avanzar”, “retroceder”, “girar izquierda”) se transmiten mediante solicitudes HTTP, interpretadas por el servidor embebido, y enviadas a la tarea encargada del control de motores a través de una cola de FreeRTOS. El flujo completo garantiza control en tiempo real sin dependencia de Internet.

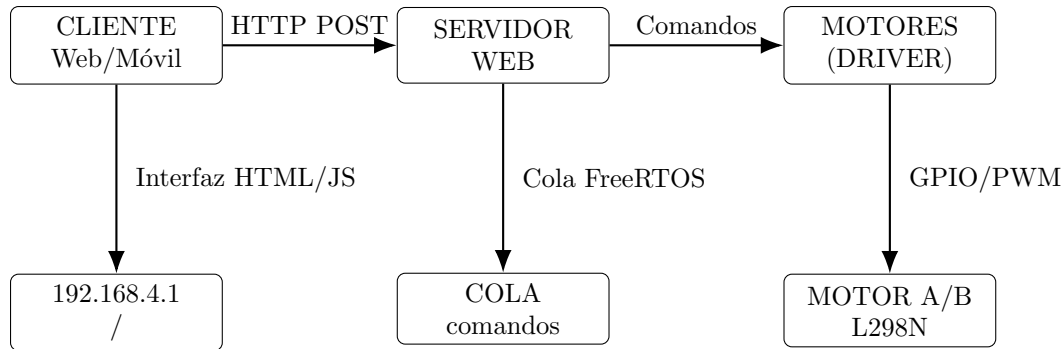


Figura 1: Diagrama funcional del sistema.

## 6. Metodología de trabajo

Etapa	Descripción	Herramientas/Recursos
1	Diseño teórico y definición de arquitectura	ESP-IDF, documentación técnica
2	Implementación del modo AP y servidor web	ESP-IDF, FreeRTOS
3	Desarrollo del módulo de control de motores	L298N, motores DC
4	Integración de tareas y comunicación por colas	FreeRTOS
5	Pruebas de conectividad WiFi	PC, smartphone
6	Ensamblado físico del robot y pruebas dinámicas	Protoboard, soldador, fuentes
7	Ajustes finales y validación funcional	Osciloscopio, multímetro

## 7. Resultados esperados

- Funcionamiento estable del modo AP y servidor web embebido.
- Control en tiempo real del robot mediante interfaz web.
- Baja latencia en la transmisión de comandos.
- Modularidad en la estructura del código.
- Comprensión y aplicación práctica de los conceptos de comunicación digital, control de hardware y multitarea.

## 8. Conclusión

El proyecto propuesto es técnica y académicamente viable dentro del marco de la materia Técnicas Digitales III. Integra conceptos de microcontroladores, comunicaciones inalámbricas, sistemas en tiempo real y control digital, permitiendo consolidar competencias propias del ingeniero electrónico. El uso del ESP32 y del sistema FreeRTOS ofrece un entorno de experimentación avanzado y moderno, alineado con las tendencias actuales en robótica y sistemas embebidos. Se espera obtener un sistema funcional, escalable y educativo que sirva como base para futuros desarrollos en control inalámbrico y robótica móvil.