

# Proyecto IoT: Arenero inteligente con acceso selectivo

Luis Izaguirre   Harold Canto   Joel Jiménez   Hans Mendoza

CS5055 – Internet of Things

Semana 13 – Perfil de proyecto

# Agenda

- 1 Introducción y problemática
- 2 Marco teórico y Estado del arte
- 3 Metodología y diseño
- 4 Objetivos y alcances
- 5 Cierre

# Motivación del proyecto

- Hogares con varios gatos  $\Rightarrow$  compartir arenero genera:
  - Estrés y conflictos de territorialidad.
  - Dificultad para monitorear la salud de cada gato.
  - Problemas de higiene y limpieza.
- Areneros automáticos comerciales:
  - Se enfocan en autolimpieza o monitoreo básico.
  - No controlan qué gato accede a qué arenero.
- Oportunidad: usar IoT para controlar el acceso a recursos de forma individual.

¿Cómo permitir que solo un gato autorizado use un arenero específico?

- Identificar de forma fiable al gato mediante un **collar BLE**.
- Detectar su **proximidad** al arenero a partir del **RSSI**.
- Accionar una **compuerta motorizada** que:
  - Se abra solo cuando el gato autorizado está cerca.
  - Se cierre de forma segura, evitando atrapamientos.

- **IoT y arquitectura en capas**

- Percepción: sensores, actuadores (servomotor, buzzer, LED).
- Procesamiento: ESP32 (lógica de decisión).
- Red / Aplicación: BLE y WiFi para monitoreo.

- **BLE y RSSI**

- BLE: comunicación de corto alcance y bajo consumo.
- RSSI: indicador para estimar proximidad del collar al arenero.

- **Wearables e identificación electrónica**

- Collares electrónicos para animales (peso, autonomía, comodidad).
- Tecnologías RFID vs BLE para identificar individuos.

- **Fonseca et al. (2023):**
  - Collar para ovinos con sensores inerciales y de temperatura.
  - Destacan minimizar peso y número de sensores.
- **Walker et al. (2024):**
  - Dispositivo BLE para proximidad y localización en ovejas.
  - Analizan relación RSSI-distancia  $\Rightarrow$  base para nuestro umbral de apertura.
- **Farine et al. (2024):**
  - Balizas BLE de bajo costo/peso con gran autonomía.
  - Proveen parámetros para diseñar el collar BLE (intervalo de advertising, tamaño).

# Estado del arte: control selectivo y areneros

- **Wild et al. (2023):**
  - Dispositivo selectivo con puertas activadas por tags RFID.
  - Patrón: identidad en el collar  $\Rightarrow$  puerta controla acceso.
- **Brianbojoyou et al. (2023):**
  - Comedero automático con lector RFID y servomotor.
- **Zainal & Chua (2023); Seema et al. (2025):**
  - Areneros automáticos con ESP32, sensores PIR/ultrasónico y notificaciones.
  - Validan la viabilidad de integrar microcontroladores, sensores y actuadores en areneros.
- **Gendy et al. (2023):**
  - Comparan BLE vs RFID en entornos IoT.
  - BLE resulta adecuado cuando se usa ESP32 y se requiere flexibilidad indoor.

## ① Definición de arquitectura y componentes

- Selección de ESP32, collar BLE, sensores y actuadores.

## ② Desarrollo de firmware

- Escaneo BLE, filtrado por ID del collar, cálculo de RSSI.
- Lógica de decisión para apertura/cierre de compuerta.

## ③ Integración física y pruebas

- Montaje en estructura del arenero.
- Pruebas funcionales en entorno controlado.



# Lista de componentes principales

- **ESP32 DevKit:** microcontrolador principal, BLE y WiFi integrados.
- **Collar con beacon BLE:** emite ID único del gato autorizado.
- **Sensores:**
  - Sensor de presencia (IR / ultrasonido / PIR).
  - Sensor de fin de carrera en la compuerta.
- **Actuadores:**
  - Servomotor para la compuerta.
  - Buzzer para avisos sonoros.
  - LED de estado como indicador visual.
- Fuente de alimentación, protoboard/PCB y estructura mecánica del arenero.

- **ESP32 DevKit** seleccionado por:
  - Núcleo de procesamiento suficiente para lógica en tiempo real.
  - BLE integrado para escanear el collar sin hardware extra.
  - WiFi opcional para registros y monitoreo futuro.
  - GPIO suficientes para sensores y actuadores.
- Lógica central:
  - Escanea beacons BLE, filtra por ID del collar.
  - Estima proximidad con RSSI.
  - Si el gato autorizado está cerca y es seguro:
    - Abre compuerta (servomotor), enciende LED, opcionalmente activa buzzer.
  - Cierra compuerta cuando el gato ha entrado/salido.

# Diagrama de bloques del sistema

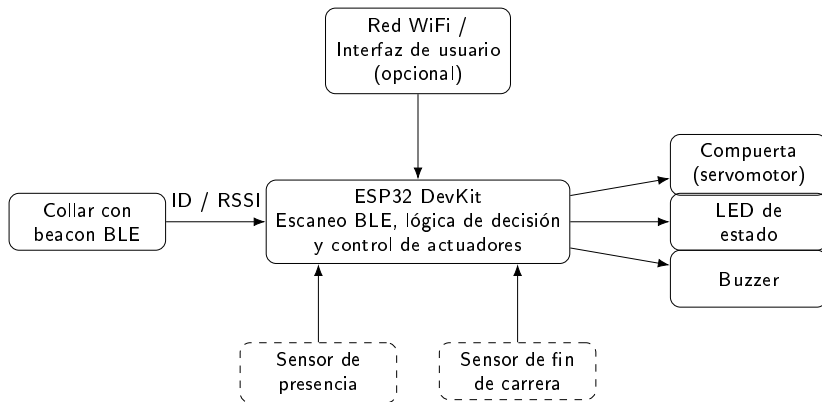


Figura: Diagrama de bloques del sistema propuesto.

# Objetivo general

Diseñar e implementar un prototipo de arenero inteligente con acceso selectivo que, mediante un collar basado en BLE y un microcontrolador ESP32, permita el ingreso únicamente de un gato autorizado, controlando de manera segura la apertura y cierre de una compuerta.

# Objetivos específicos

- Analizar tecnologías de identificación (BLE vs RFID) y justificar la elección de BLE.
- Diseñar el collar con beacon BLE (peso, autonomía, fijación).
- Desarrollar el firmware del ESP32 para:
  - Escaneo BLE y filtrado por ID del collar.
  - Estimación de proximidad con RSSI y definición de umbrales.
  - Control de servomotor, buzzer y LED, lectura de sensores.
- Integrar electrónica y estructura del arenero con compuerta motorizada.
- Realizar pruebas funcionales en entorno controlado.
- Documentar arquitectura, decisiones de diseño y limitaciones.

## Alcances

- Un arenero con una sola compuerta motorizada controlada por ESP32.
- Un único gato autorizado (un collar BLE).
- Sensores básicos de seguridad y monitoreo mínimo por serie/WiFi.

## Limitaciones

- No se implementa autolimpieza ni gestión multi-gato en esta fase.
- Prototipo de prueba de concepto (sin certificaciones comerciales).
- Pruebas en entorno controlado, sin evaluación a largo plazo.

# Conclusiones parciales y siguientes pasos

- El problema de acceso selectivo a areneros es relevante para el bienestar de gatos en hogares multi-gato.
- El análisis del estado del arte respalda el uso de **collares BLE** y de un **ESP32** como nodo central.
- Se ha definido una arquitectura IoT coherente con los requisitos del curso (sensores, actuadores, comunicación inalámbrica).
- **Siguientes pasos:**
  - Implementar y probar el firmware de detección BLE y lógica de compuerta.
  - Integrar la parte mecánica del arenero y la interfaz de monitoreo.
  - Medir métricas de desempeño (tasa de detección correcta, falsos positivos, tiempos de apertura).

# Referencias I



A. M. Walker, N. N. Jonsson, A. Waterhouse *et al.*, “Development of a novel Bluetooth Low Energy device for proximity and location monitoring in grazing sheep,” *Animal*, vol. 18, p. 101276, 2024. doi: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101276>.



L. Fonseca, D. Corujo, W. Xavier, and P. Gonçalves, “On the Development of a Wearable Animal Monitor,” *Animals*, vol. 13, no. 1, p. 120, 2023. doi: <https://doi.org/10.3390/ani13010120>.



S. Wild, G. Alarcón-Nieto, M. Chimento, and L. M. Aplin, “Manipulating actions: A selective two-option device for cognitive experiments in wild animals,” *Journal of Animal Ecology*, vol. 92, no. 8, pp. 1509–1519, 2023. doi: <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13756>.



D. R. Farine, J. Penndorf, S. Bolcato, B. Nyaguthii, and L. M. Aplin, “Low-cost animal tracking using Bluetooth low energy beacons on a crowd-sourced network,” *Methods in Ecology and Evolution*, vol. 15, no. 12, pp. 2247–2261, 2024. doi: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14433>.





M. E. G. Gendy, P. Tham, F. Harrison, and M. R. Yuce, “Comparing Efficiency and Performance of IoT BLE and RFID-Based Systems for Achieving Contact Tracing to Monitor Infection Spread among Hospital and Office Staff,” *Sensors*, vol. 23, no. 3, p. 1397, 2023. doi: <https://doi.org/10.3390/s23031397>.



J. Brianbojoyou, A. Ashivin, V. Abilash, and V. M. Bhaskaran, “Automated Pet Feeder with RFID Technology using Design Thinking Approach,” *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, vol. 11, no. 11, pp. 1090–1096, 2023. doi: <https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.56668>.



M. H. Zainal and K. L. Chua, “Development of Automatic Litter Box Using ESP32,” *Evolution in Electrical and Electronic Engineering (EEEE)*, vol. 4, no. 2, pp. 529–536, Oct. 2023, Accessed: Nov. 14, 2025. [Online]. Available: <https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/eeee/article/view/13195>



M. Seema, M. Prince, J. P. P. M., and A. Sumithra, “An IoT-Enabled System for Monitoring and Alerting Cat Litter Tray Cleaning Based on Fill-Level Detection,” *International Journal of Environmental Sciences*, vol. 11, no. 22s, pp. 5107–5114, 2025. doi: <https://doi.org/10.64252/jezsxz36>.

¿Preguntas?