

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 ⇒ 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.

Marco teórico: conceptos clave

- **IoT y arquitectura en capas**

- Percepción: sensores (de presencia y de fin de carrera), 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 iniciales 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 ⇒ 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).

- **Wild et al. (2023):**
 - Dispositivo selectivo con puertas activadas por tags RFID.
 - Patrón: identidad en el collar ⇒ 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

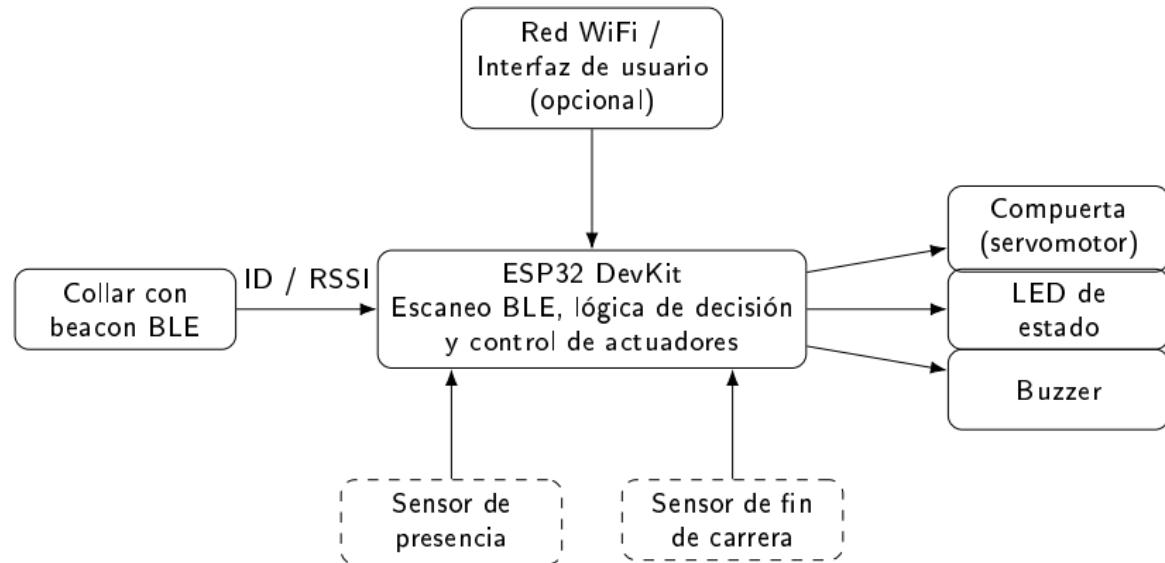


Figura: Diagrama de bloques del sistema propuesto.

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 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 |

-  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>.

Referencias II

-  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 (EEEVE)*, 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>

Referencias III



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?