

Taller 2: Comparación de tecnologías de comunicación en CupCarbon (Zigbee, WiFi y LoRa)

Maria Camila Martinez
Daniel Sierra

10 de febrero de 2026

1. Introducción

En este documento se presenta el desarrollo del reto propuesto para la simulación de una red de sensores inalámbricos en CupCarbon. Se modificó la simulación realizada en el tutorial; agregando 17 nodos adicionales de sensado, configurando la transmisión periódica de mensajes, el control de batería y la finalización automática de la simulación bajo las condiciones establecidas. Posteriormente, se evaluó el comportamiento energético de la red bajo tres tecnologías de comunicación: Zigbee (IEEE 802.15.4), WiFi y LoRa.

2. Repositorio del proyecto

Enlace al repositorio del grupo donde se encuentran los archivos de simulación:

<https://github.com/dani-sie/misw4401-2026-11-dise-o-de-sistemas-iot>

3. Configuración de la simulación

3.1. Topología de la red

La simulación se realizó utilizando nodos estáticos, agregando 17 nodos sensores adicionales con el fin de aumentar el área de cobertura del sistema de monitoreo. Todos los nodos fueron configurados para utilizar el mismo estándar de comunicación en cada experimento.

3.2. Configuración de los nodos sensores

Cada nodo sensor fue configurado para:

- Transmitir un mensaje cada 10 ms.

- Enviar como máximo 1000 mensajes.
- Finalizar la simulación cuando se alcanza el número máximo de transmisiones o cuando el primer nodo agota su batería.
- Reportar estado crítico cuando el nivel de batería es menor al umbral definido.

El control de batería se realizó utilizando las herramientas nativas de CupCarbon, considerando las unidades de energía en Joules.

3.3. Configuración del nodo base

El nodo base fue configurado para finalizar la simulación cuando recibe un mensaje de tipo `critico`, indicando que un nodo sensor ha descargado su batería.

3.4. Configuración de energía

Se habilitó la visualización del nivel de batería y del buffer para cada sensor, así como la opción de generación de resultados energéticos al finalizar la simulación.

3.5. Tecnologías de comunicación evaluadas

Se realizaron simulaciones independientes utilizando los siguientes estándares:

- Zigbee (IEEE 802.15.4)
- WiFi
- LoRa

Cada estándar fue configurado en un radio diferente y todos los nodos fueron ajustados para utilizar el mismo protocolo en cada ejecución.

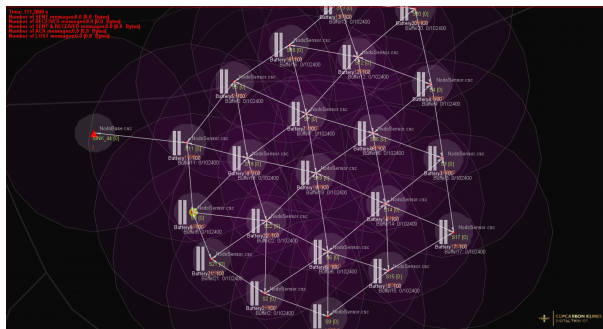


Figura 1: Simulación Zigbee

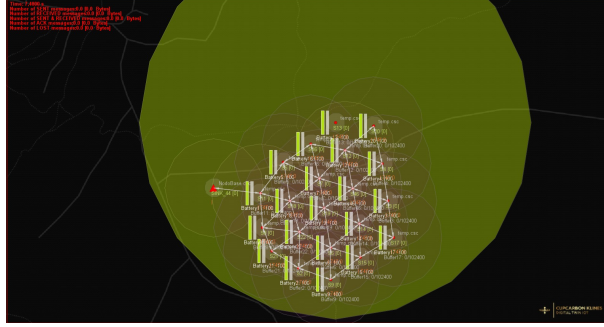


Figura 2: Simulación WiFi

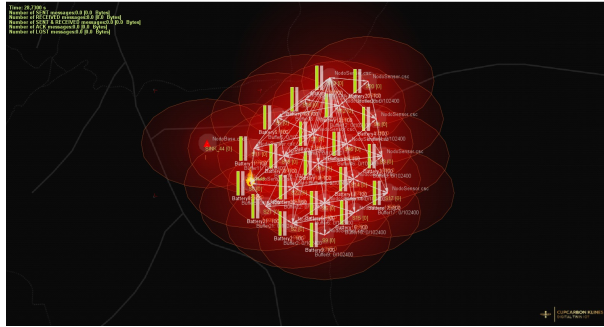


Figura 3: Simulación LoRa

4. Discusión de los resultados

Durante la ejecución de las simulaciones se configuraron los nodos sensores con un nivel máximo de energía de 100 J y se incluyeron instrucciones explícitas de consumo energético dentro de los scripts mediante el comando `battery use`. Adicionalmente, se activaron las opciones de visualización de batería y las herramientas de análisis energético proporcionadas por CupCarbon.

Sin embargo, en la versión del simulador utilizada y bajo el modo `Run Simulation`, se observó que el nivel de batería de los nodos sensores no se actualiza visualmente, permaneciendo constante tanto en las barras de batería como en las gráficas generadas por la herramienta `Energy Consumption`. Este comportamiento no está relacionado con un error de configuración o de los scripts, ya que los nodos ejecutan correctamente las instrucciones de temporización y consumo definidas.

Este fenómeno corresponde a una limitación del modo `Run Simulation`, el cual prioriza la simulación temporal y topológica de la red, pero no sincroniza completamente el modelo energético con las visualizaciones gráficas del simulador. En esta modalidad, el consumo energético no siempre se refleja de forma dinámica en la interfaz, aun cuando el modelo de batería esté correctamente definido en los dispositivos.

Por esta razón, el análisis comparativo entre las tecnologías de comunicación Zigbee, WiFi y LoRa se realizó considerando las características teóricas y el comportamiento esperado de cada estándar en sistemas IoT reales, complementando los resultados observados con los conceptos estudiados sobre eficiencia energética y consumo de potencia en redes de sensores

inalámbricos