

SISTEMAS EMBEBIDOS

TEMAS DE PROYECTOS

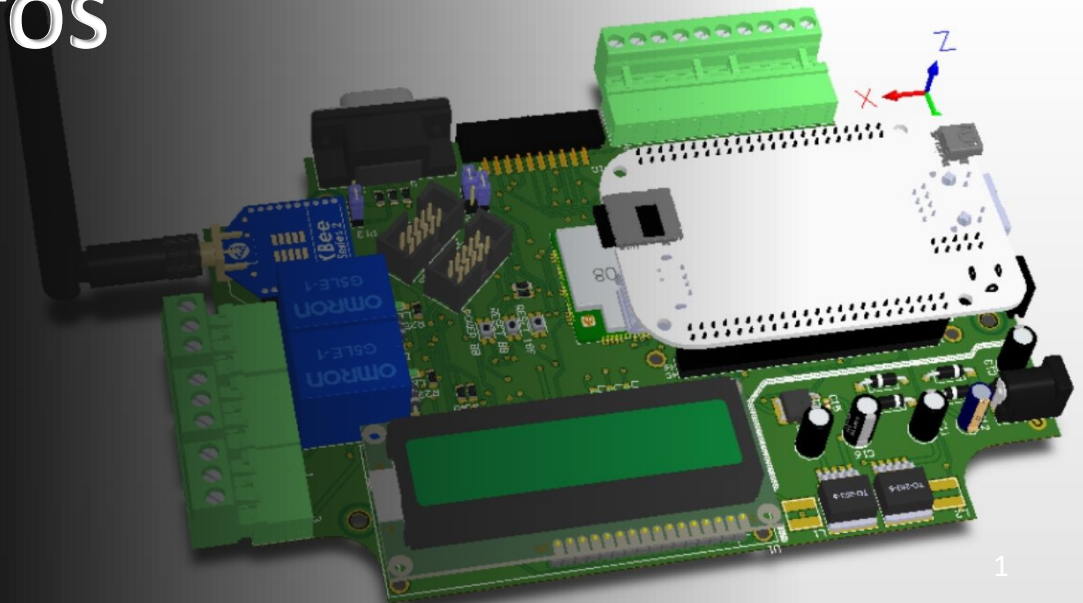
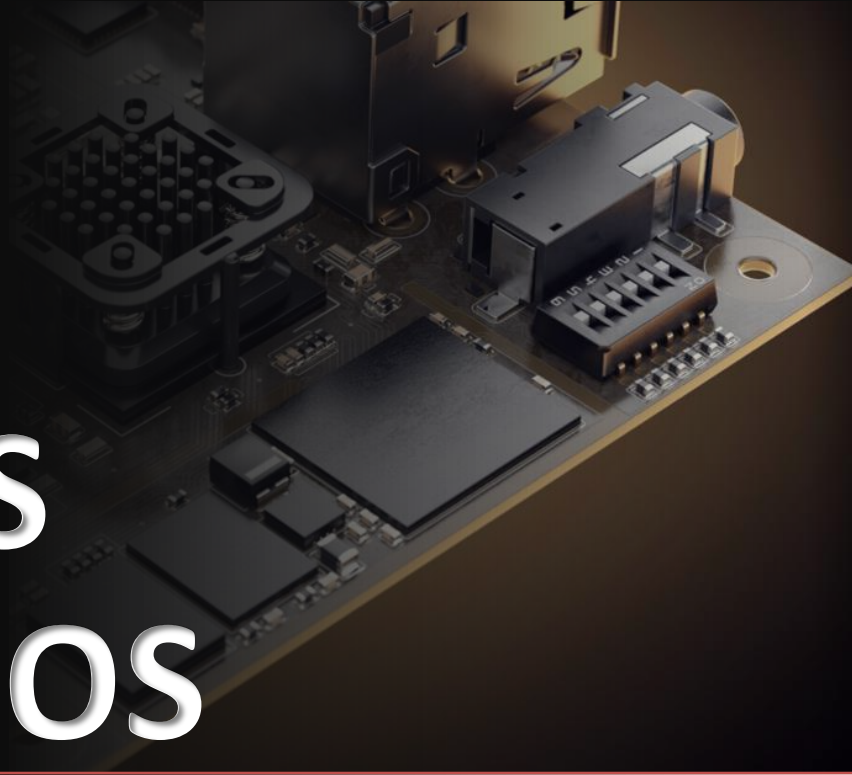
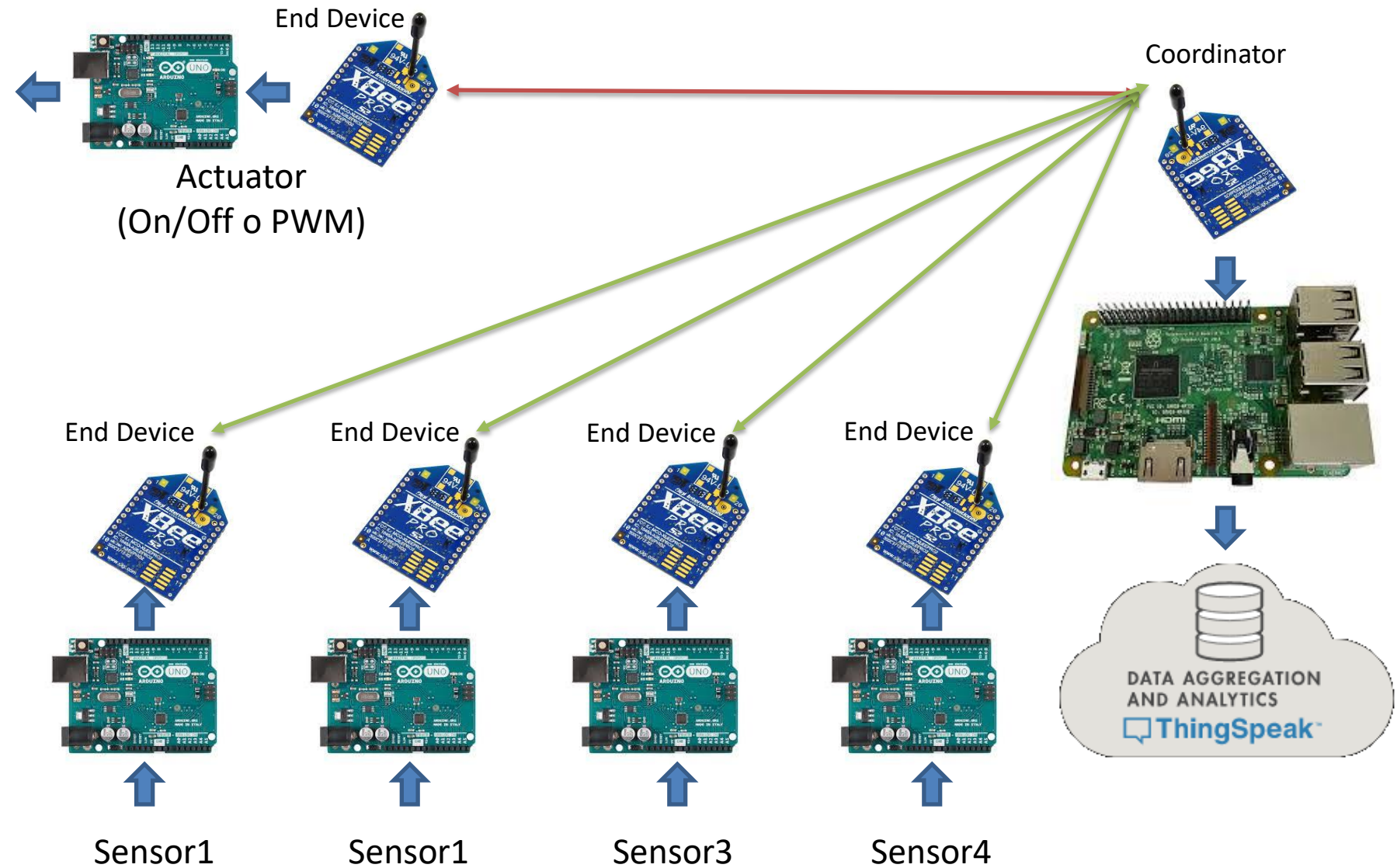


Diagram of a cyber-physical system



Objectives

- Implementar un sistema ciberfísico interconectado inalámbricamente en topología estrella, que incluya el uso de 5 End Device (ED) y un Coordinador.
- Incluir en los ED el uso de una tarjeta Arduino y un módulo de comunicación XBee.
 - Configurar uno de los ED como un actuador con salida digital o PWM.
 - Configurar cuatro de los ED con sensores.
- Usar al menos dos formas de adquirir información de los sensores, estas pueden ser : ADC, I2C, SPI, OneWire, RS232, RS485 o Parallel Communication Protocols.
- Configurar un equipo coordinador que consista en un sistema embebido tal como: Raspberry Pi o BeagleBone. Este equipo se encarga de hacer el levantamiento de datos de cada ED y de activar el ED actuador.
- Programar el coordinador para que tenga la capacidad de enviar los datos a la API ThingSpeak (no acepta requerimientos menores a 15 seg). Esta API de código abierto permitirá el almacenamiento y recuperación de los datos usando HTTP y MQTT.
- Presentar el análisis de desempeño del hardware embebido del coordinador que contenga la siguiente información :
 - % Memoria de programa utilizado
 - % Memoria de datos utilizado
 - % uso de CPU o tiempo de procesamiento
 - Potencia de consumo por el CPU en mW
- El Coordinador deberá almacenar los datos recibidos y además enviarlos a ThinkSpeak, validando la conexión con este último todo el tiempo.
- Utilizar la siguiente trama comunicación inalámbrica:

Start byte	ID byte	Byte Task	Byte Data	Byte Checksum
0x24 (\$)	0x31 (1) – ED [Sens.1] 0x32 (2) – ED [Sens.2] 0x33 (3) – ED [Sens.3] 0x34 (4) – ED [Sens.4] 0x35 (5) – ED [Act.] 0x36 (6) – C	0x41 (A) – Read 0x42 (B) – Configure SPS 0x43 (C) – Sleep Mode 0x44 (D) – wake up mode	0x00 . 0x30 (0) . 0xFF ()	XOR (Start byte, ID byte, byte Task, byte Data)

Documentation

Avance 1 (mitad del primer parcial):

- **Introducción:** Descripción del problema, utilizar referencias bibliográficas de papers actualizados en los cuales otros autores demuestran la importancia de afrontar la solución del problema propuesta en este proyecto. Realizar una descripción de **tres párrafos** (mínimo) en los cuales se incluya a menos 5 referencias.
- **Trabajos relacionados:** Aquí se describirá en **tres párrafos** (mínimo) como otros autores han realizado la solución del problema que se plantea en el proyecto propuesto, para ello utilizar al menos 5 referencias bibliográficas de papers en las que se demuestre la utilización de sistemas ciber físicos o similares.
- **Metodología experimental (End Device):** En esta sección de al menos **cuatro párrafos** (mínimo), se describirá el proceso de implementación de hardware y software de los end device. Además, se deberá incluir detalles de los datos de sensores, tramas de comunicación, diseño de PCB y diagramas de flujo de los principales algoritmos utilizados.

Avance 2 (finales del primer parcial):

- **Metodología experimental (Gateway):** En esta sección de al menos **cuatro párrafos** (mínimo), se describirá el proceso de implementación de software del Gateway. Además, se deberá incluir detalles de la estructura de los datos, tramas de comunicación, sintaxis, envíos de datos a la nube, data flow diagrams y diagramas de flujo de los principales algoritmos utilizados.

Presentación final (hasta una semana después de entregar el proyecto):

- Reporte que incluya los avances 1 y 2 con las observaciones dadas por el profesor. Además incluir:
 - **Resultados obtenidos:** Realizar una descripción de al menos **tres párrafos** (mínimo) basados en el análisis estadísticos de los datos de los sensores y el rendimiento del hardware: % memoria programa, % memoria de datos, % uso de CPU y Potencia consumo mW.
 - **Conclusiones:** En esta sección de al menos **dos párrafos** (mínimo), se deberá incluir una crítica comparativa de los algoritmos utilizados en el procesamiento y almacenamiento de los datos, basados en el rendimiento del hardware obtenido en los resultados.
- Se deberá incluir imágenes con su descripción en cada sección, siempre que aporten al entendimiento del documento. En la sección de metodología utilizar imágenes de la simulación completamente funcional de su proyecto.

Archivos: Incluir link de repositorio con todos los archivos de simulación y códigos

- **Nota:** Durante la sustentación, el profesor le solicitará realizar cambios en su circuito, además le realizará preguntas específicas)

Topics (P107,P111) - [*Referencias]

- Sensor networks for agriculture based on Cyber-Physical System *[4,6,7]
-
- Monitoring of upper-limb EMG signal activities using Cyber-Physical System *[1,2,3]
-
- Health Monitoring System Using ECG Signal based on Cyber-Physical System *[1,2,3]
-
- Structural health monitoring using inertial sensors based on Cyber-Physical System *[4,6,7]
-
- Tsunami early warning using inertial sensors based on Cyber-Physical System *[4,6,7]
-
- Behavioral signal processing based on Cyber-Physical System *[4,5]
-
- Home automation system based on Cyber-Physical System *[4,6,7]
-
- Energy consumption monitoring of multi-unit residential based on Cyber-Physical System *[4,6,7]
-
- Home energy monitoring based on Cyber-Physical System *[4,6,7]
-
- Cyber Physical System applied in poultry production *[4,6,7]
-
- Pig farm production monitoring based on Cyber-Physical System *[4,6,7]
-
- Water quality parameters Analysis for shrimp farm based on Cyber-Physical System *[4,6,7]
-

Referencias:

- Procesamiento de señales Electroencefalografía (EEG) usando FPGA
 1. [V. Asanza, A. Constantine, S. Valarezo and E. Peláez, "Implementation of a Classification System of EEG Signals Based on FPGA," 2020 Seventh International Conference on eDemocracy & eGovernment \(ICEDEG\), Buenos Aires, Argentina, 2020, pp. 87-92, doi: 10.1109/ICEDEG48599.2020.9096752.](#)
- Procesamiento de señales bioeléctricas de Electromiografía (EMG)
 2. [Asanza, V., Peláez, E., Loayza, F., Mesa, I., Díaz, J., & Valarezo, E. \(2018, October\). EMG Signal Processing with Clustering Algorithms for motor gesture Tasks. In 2018 IEEE Third Ecuador Technical Chapters Meeting \(ETCM\) \(pp. 1-6\). IEEE.](#)
- Procesamiento de señales EMG usando FPGA
 3. [C. Cedeño Z., J. Cordova-Garcia, V. Asanza A., R. Ponguillo and L. Muñoz M., "k-NN-Based EMG Recognition for Gestures Communication with Limited Hardware Resources," 2019 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computing, Scalable Computing & Communications, Cloud & Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation \(SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/CBDCom/IOP/SCI\), Leicester, United Kingdom, 2019, pp. 812-817.](#)
- Physical Activity and Social Behaviors
 4. [Asanza V., Sanchez G., Cajo R., Peláez E. \(2021\) Behavioral Signal Processing with Machine Learning Based on FPGA. In: Botto-Tobar M., Zamora W., Larrea Plúa J., Bazurto Roldan J., Santamaría Philco A. \(eds\) Systems and Information Sciences. ICCIS 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1273. Springer, Cham. \[https://doi.org/10.1007/978-3-030-59194-6_17\]\(https://doi.org/10.1007/978-3-030-59194-6_17\)](#)
 5. [Asanza, V., Martín, C. A., Eslambolchilar, P., van Woerden, H., Cajo, R., & Salazar, C. \(2017, October\). Finding a dynamical model of a social norm physical activity intervention. In Ecuador Technical Chapters Meeting \(ETCM\), 2017 IEEE \(pp. 1-6\). IEEE.](#)
- Red de sensores con sistemas embebidos
 6. [Romero, G., Salazar, C., & Asanza, V. \(2015\). Desarrollo de un Prototipo de Sistema Hidrometeorológico. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 28\(5\).](#)
- Comunicaciones
 7. [Cordova, R., Garcia, I. M., Munoz-Arcenales, A., Asanza, V., & Vargas, W. A. V. \(2018\). Modelo de red de comunicación que soporta un sistema de detección basado en criterios de robustez. *IEEE Latin America Transactions*, 16\(10\), 2600-2608.](#)

Ejemplo: Sensor networks for agriculture based on Cyber-Physical System

- El proyecto consiste en analizar la señal que representa el comportamiento de la humedad en la superficie del suelo en función de parámetros como luz incidente, humedad y temperatura del aire; es decir, la humedad del suelo en el tiempo dependerá de las condiciones del ambiente en el cual se encuentra [1].
- El presente trabajo incorpora la etapa de adquisición y presentación de datos para su posterior análisis estadístico o procesamiento avanzados que incluyen caracterización y pronóstico de series temporales. Las variables de interés se deberán adquirir y monitorear para la toma de decisión de encendido o apagado de un actuador que permitirá la irrigación de los cultivos. Esta toma de decisión podrá ser programada utilizando una histéresis o cualquier otro algoritmo avanzado basado en el historial de los datos (Machine Learning).
- Para la etapa de adquisición, se deberá realizar la comunicación entre los diferentes sensores con sus respectivos protocolos de comunicación. Entre los sensores del sistema a utilizar se tienen los siguientes:
 - LDR – ADC
 - Humedad suelo - i2c
 - Humedad de ambiente – OneWire
 - Temperatura de ambiente - OneWire
- Para las variables de temperatura y resto de variables se recomienda una frecuencia de muestreo de 1min y de 15 segundos respectivamente [1].
- Utilizar la frecuencia de muestreo más adecuada para cada una de las variables de interés.
- El End Device (ED) actuador deberá activar una salida digital que representa la activación o desactivación de una bomba de agua.

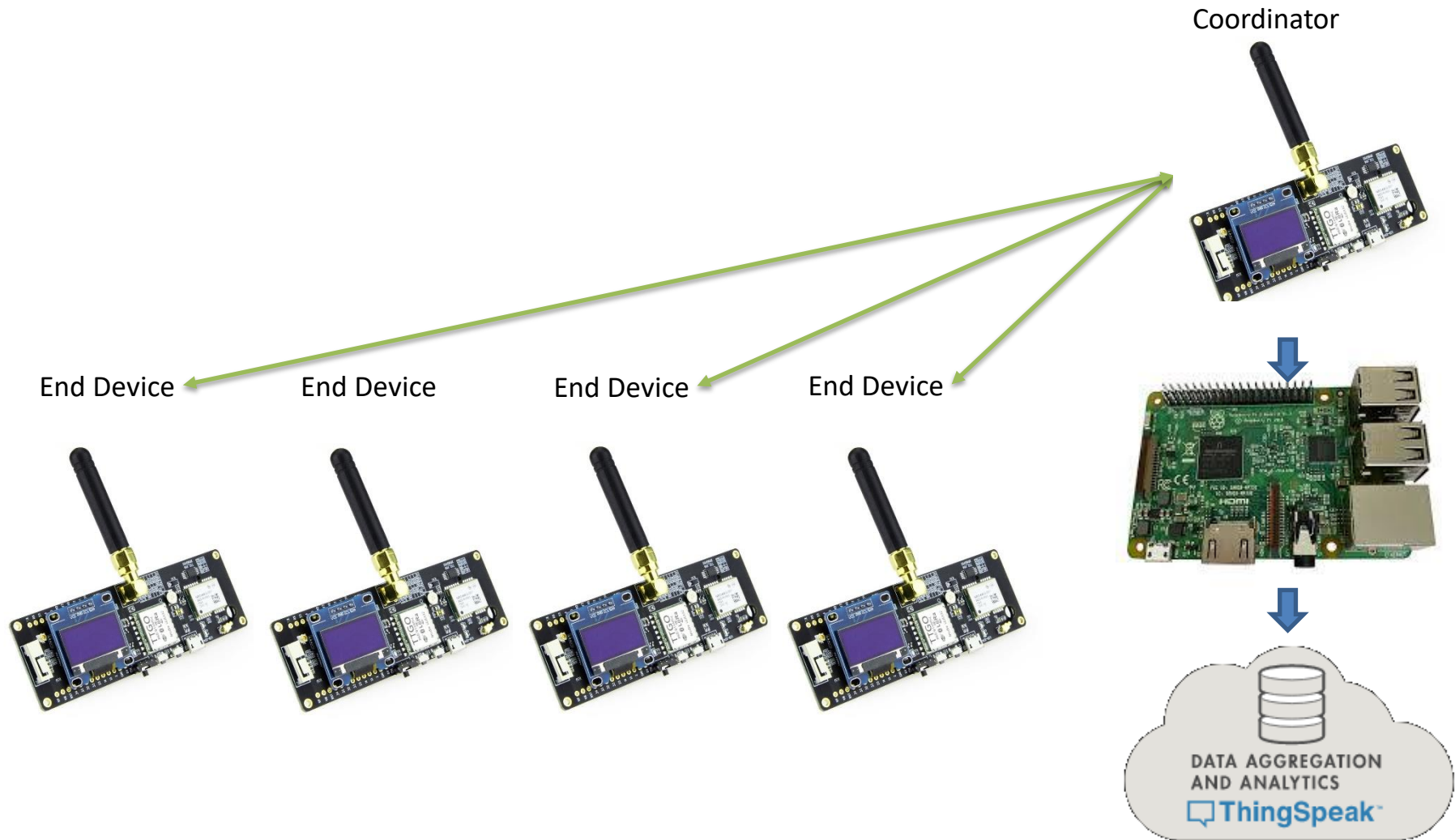
•Reference :

- [Romero, G., Salazar, C., & Asanza, V. \(2015\). Desarrollo de un Prototipo de Sistema Hidrometeorológico. Revista Tecnológica-ESPOL, 28\(5\).](#)

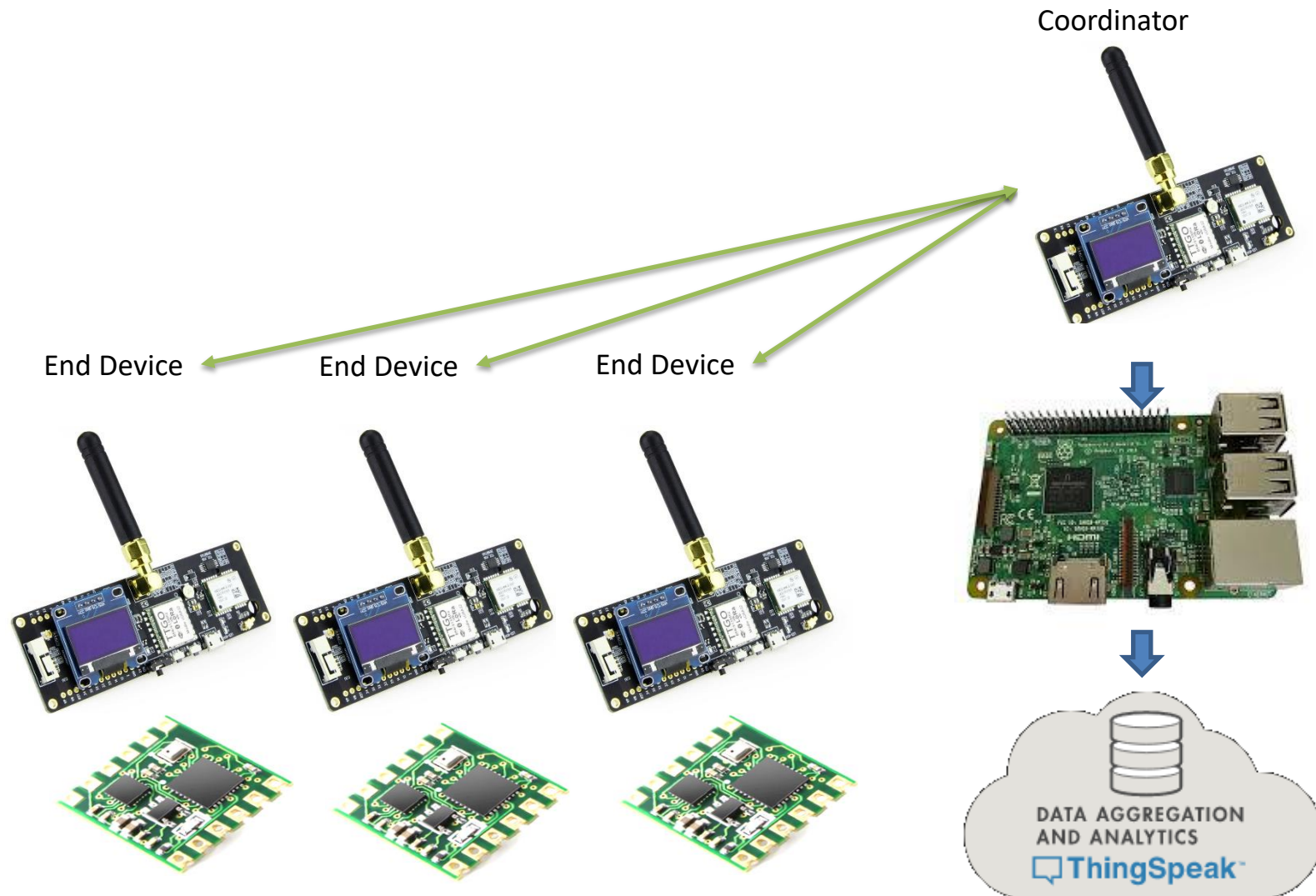
•Hardware:

- (5) Arduino UNO o SE basado en microcontrolador AVR, (5) Xbee, (1) RaspBerry Pi, (1) LDR, (1) DHT11, (1) FC-28

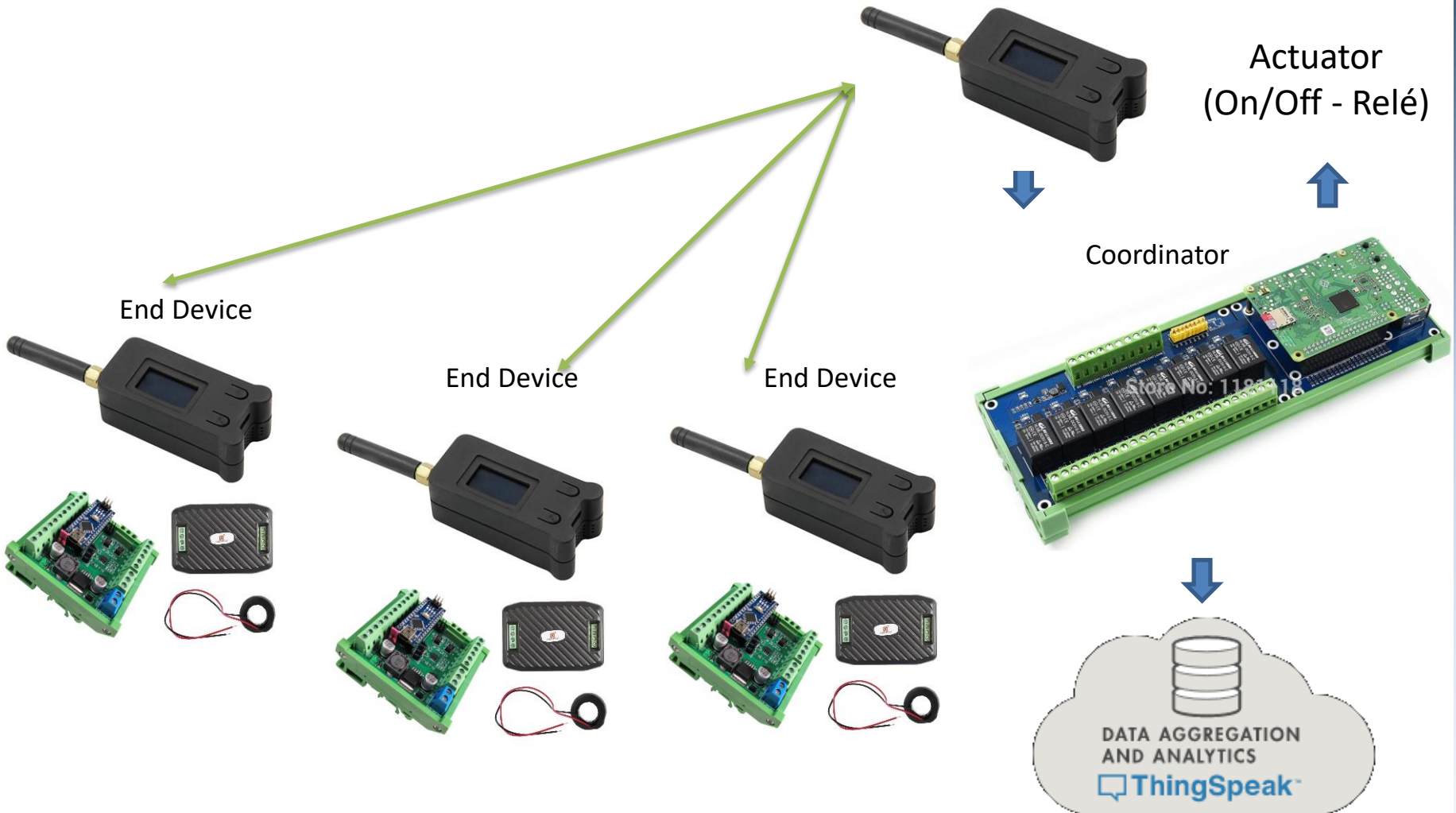
Ejemplo: Ubicación, Rastreo y Geocercas para Vehículos / Ganado, Indoor positioning, Red de Boyas para detección de tsunamis



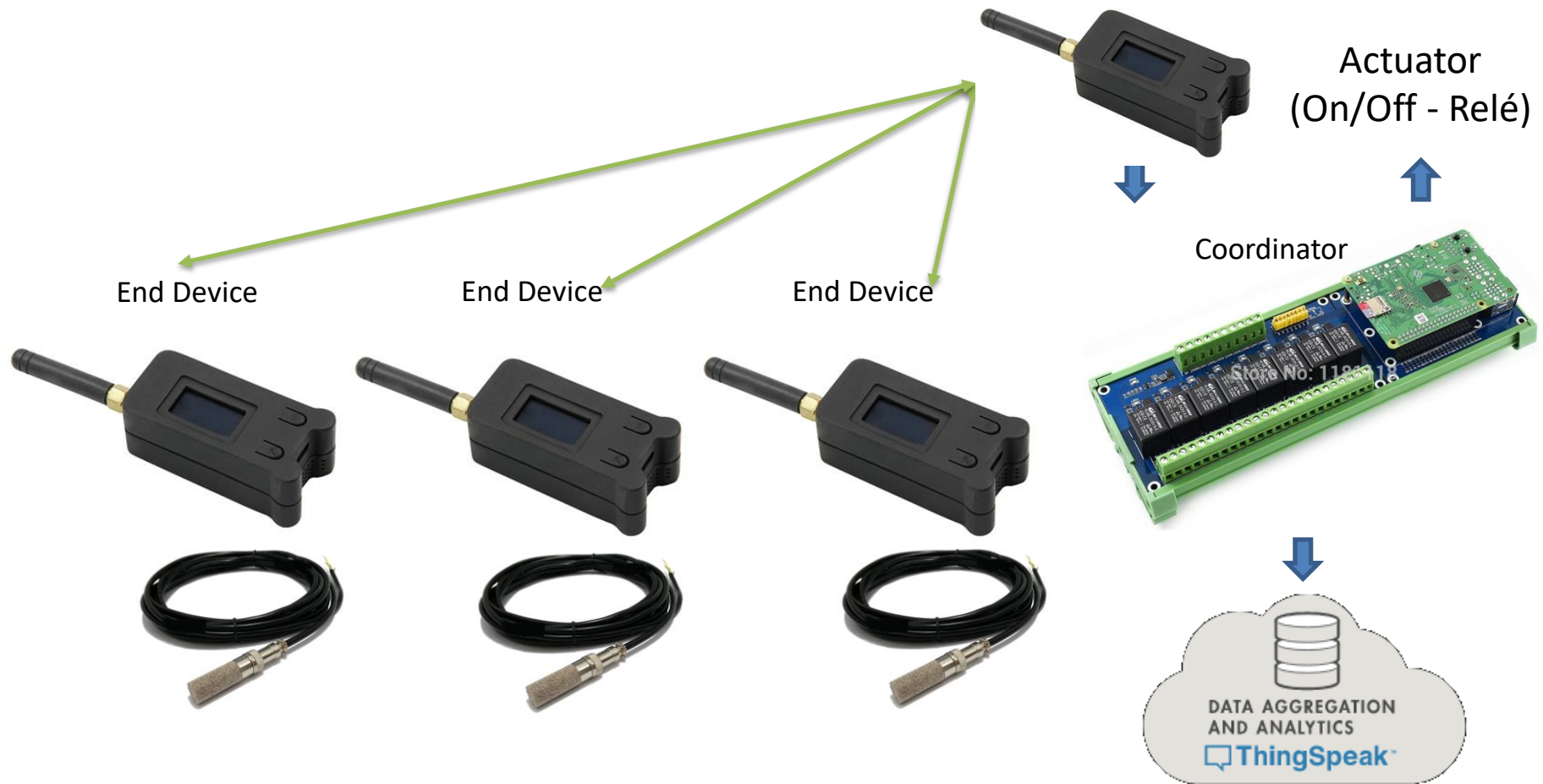
Ejemplo: Salud Estructural








Ejemplo: Consumo de Energía Responsable



Ejemplo: Red de Sensores en Agricultura y Acuicultura



Leer temas relacionados

-  [2020 Paper: Implementation of a Classification System of #EEG Signals Based on #FPGA](#)
-  [2020 Paper: Monitoring of system memory usage embedded in #FPGA](#)
-  [2020 PAO1: Proyectos Propuestos](#)
 -  [End Device #Arduino #FreeRTOS](#)
 -  [End Device + Coordinator #Raspberry Pi #Python](#)

Recursos:

- Algunos contenidos vistos en clase como presentaciones, ejercicios resueltos, entre otros. Serán almacenados y compartidos en el siguiente Drive:

