

# Desarrollo de una Plataforma HW/SW basada en tecnologías VLC, BLE y LoRa/LoRaWAN para aplicaciones IoT

Luis González Álvarez

D. Valentín De Armas Sosa, D. José A. Rabadán Borges, D. Félix B. Tobajas Guerrero

MUIT, Marzo 2020

## INTRODUCCIÓN

En este Trabajo Fin de Máster se desarrolla una plataforma *Hardware/Software* (HW/SW) genérica para aplicaciones de *Internet of Things* (IoT) basada en las tecnologías de comunicación *Bluetooth Low Energy* (BLE), *Visible Light Communication* (VLC) y *LoRa/LoRaWAN*.

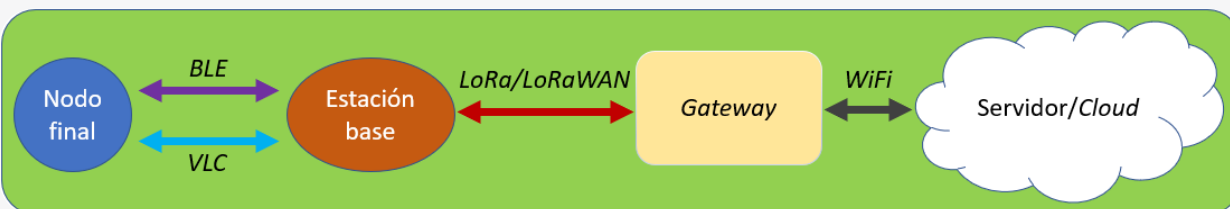
Se desarrolla una plataforma de carácter genérico con el fin de poder adaptarla a diferentes aplicaciones IoT. Las modificaciones para esta adaptación son puramente dependientes del uso que se le vaya a dar a la plataforma.

## METODOLOGÍA

Ante la continua saturación que se aprecia en el espectro radioeléctrico el uso de tecnologías que no contribuyan a su congestión, como por ejemplo *VLC* son bienvenidas. En el presente TFM se desarrollan dos tipos de enlaces de comunicación *VLC*.

En esta plataforma HW/SW se da la posibilidad, además, de utilizar una tecnología de comunicación alternativa, *BLE*. Una tecnología útil para aquellas soluciones IoT que demanden más este tipo de comunicación de corto alcance que *VLC*.

Por último, al implementar también en esta plataforma la tecnología *LoRa/LoRaWAN* se logra la independencia de conectividad a Internet en la infraestructura dónde se vaya a instalar la plataforma, además de lograr una comunicación de largo alcance y bajo consumo de potencia.



## OBJETIVOS

- Estudio, aplicación y comparación de las tecnologías de comunicación *VLC*, *BLE*, *LoRa/LoRaWAN* y *WiFi*.
- Caracterización del sensor o sensores.
- Caracterización de los dispositivos LoPy.
- Programación de la funcionalidad de los nodos móviles.
- Programación de la funcionalidad de los nodos estación base.
- Programación de la funcionalidad del nodo gateway.
- Integración de la aplicación en TTN.

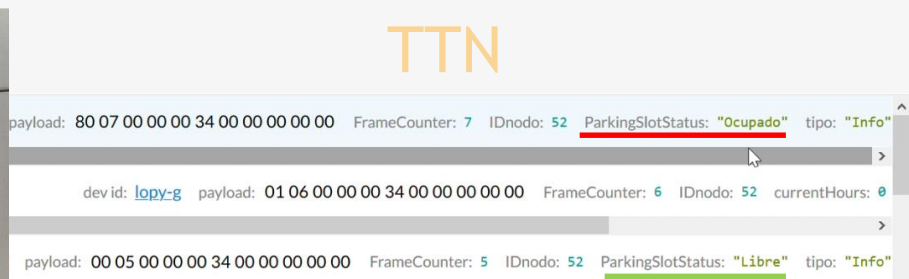
- Nodo final:** Este nodo es alimentado por batería y mediante el uso de un sensor integrado recoge información del entorno y se comunica con el nodo estación base haciendo uso de *BLE* o *VLC*.
- Nodo estación base:** Este nodo, realiza la función de intermediario entre el nodo final y el nodo gateway o concentrador. Se comunica con el nodo final mediante *BLE* o *VLC* y con el nodo gateway usando la tecnología de comunicación *LoRa/LoRaWAN*.
- Nodo gateway:** Este nodo, recoge los mensajes recibidos desde los nodos estación base mediante *LoRa/LoRaWAN* y los envía vía *WiFi* hacia el servidor que almacena y procesa la información. El servidor utilizado es **The Things Network (TTN)**. La comunicación entre el nodo gateway y TTN es bidireccional.

## USE OF CASE: SMART PARKING

La solución *Smart Parking* que se aborda en el presente TFM como *use of case* trata de detectar el estado de las plazas de aparcamiento en un *parking* y transmitir la información de dicho estado a través de la plataforma HW/SW propuesta. De esta forma, en el elemento de la arquitectura TTN, se espera la recepción de esa información de estado.

En esta solución se adaptan diferentes aspectos de la plataforma genérica con el fin de lograr una solución adecuada para el *use of case* propuesto. Entre estos cambios se encuentra la integración de un sensor ultrasónico que permita detectar la presencia de un vehículo en la plaza de estacionamiento. También se adapta la funcionalidad del nodo final a nivel de *firmware* para lograr un bajo consumo en este nodo, ya que va a ser alimentado por batería. Se fija la tecnología de comunicación *VLC* para transmitir desde el nodo final hacia el nodo estación base. En el sentido contrario de la comunicación se usa *BLE*. Por último, se desarrollan funciones de decodificación en la plataforma TTN.

## RESULTADOS



## CONCLUSIONES

La plataforma HW/SW diseñada cuenta con varias propiedades y características que ofrecen al usuario una solución completa, inalámbrica y configurable.

La caracterización de los dispositivos utilizados, así como de los sensores es un proceso fundamental para lograr resultados adecuados en una plataforma de este tipo. Además, en el caso del sensor, es muy recomendable realizar un estudio previo en la zona de instalación.

Se ha demostrado que la integración de las tecnologías de comunicación *VLC*, *BLE* y *LoRa/LoRaWAN* en una única plataforma HW/SW para aplicaciones IoT es posible.