

Autora: Laura Castro Vega

Tutores: D. Valentín de Armas Sosa , D. Félix B. Tobajas Guerrero

Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación, Julio 2024

## INTRODUCCIÓN

La monitorización remota de vehículos es un campo que ha experimentado un gran crecimiento con el auge y la implementación de soluciones orientadas a las Ciudades Inteligentes dentro del ámbito de IoT (*Internet of Things*). Los proyectos relacionados con la monitorización de vehículos se han multiplicado gracias a la aparición de dispositivos de bajo coste, así como la evolución de las tecnologías de transmisión inalámbrica LPWAN (*Low Power Wide Area Network*). Los C-ITS (*Cooperative Intelligent Transport Systems*), como antesala del futuro vehículo conectado y autónomo, engloban un conjunto de soluciones derivadas de la aplicación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el ámbito del tráfico y el transporte, orientadas particularmente a la cooperación y comunicación entre los vehículos, usuarios, infraestructura y red.

## OBJETIVOS

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Máster consiste en el desarrollo de una plataforma *hardware/software On-Board Unit* de monitorización de vehículos en movimiento. Para ello, se considera la obtención de un conjunto de datos significativos del vehículo mediante el uso de una interfaz OBD2, además de su geolocalización. Asimismo, los datos serán procesados y transmitidos hacia un Servidor de Red mediante el uso de tecnologías basadas en LPWAN, incluyendo la especificación LoRa/LoRaWAN, así como LTE-M/NB-IoT, siendo tecnologías que apuntan a requerimientos característicos del ámbito de IoT. Los datos podrán ser visualizados de forma gráfica en la plataforma Grafana Cloud mediante consultas MQTT para poder representar parámetros individuales y la ruta seguida por el vehículo.

## METODOLOGÍA

En el presente TFM se presentan dos propuestas diferentes de plataforma OBU. La primera de ellas está basada en la tecnología LPWAN LoRa/LoRaWAN y utiliza un *gateway* LoRaWAN con conectividad basada en tecnología Wifi. Además, como Servidor de Red y Servidor de Aplicaciones se utiliza *The Things Network* (TTN). Los datos pueden ser visualizados de forma gráfica en la plataforma Grafana Cloud mediante consultas MQTT, o HTTP, utilizando la herramienta Node-RED como elemento intermedio, para poder representar parámetros individuales procedentes de los sensores que dispone el vehículo.

En el segundo caso, se introducen las tecnologías LPWAN LTE-M/NB-IoT, así como la geolocalización GNSS, para dotar de mayor funcionalidad a la plataforma OBU desarrollada con el fin de monitorizar remotamente la información del vehículo en movimiento. De esta forma, los dispositivos finales pueden enviar la información de los parámetros del vehículo, así como coordenadas de geolocalización, a partir del protocolo MQTT utilizando la tecnología LTE-M/NB-IoT. Estos mensajes son transmitidos hacia el broker MQTT *Mosquitto*, que puede estar ejecutándose, tanto en un servicio en la nube, como en un servidor local. De la misma forma, la información también puede ser visualizada en tiempo real en Grafana Cloud y/o almacenada en InfluxDB Cloud.

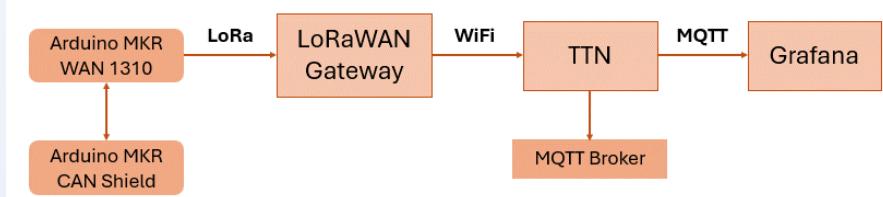


Figura I. Arquitectura de la plataforma OBU LoRaWAN.

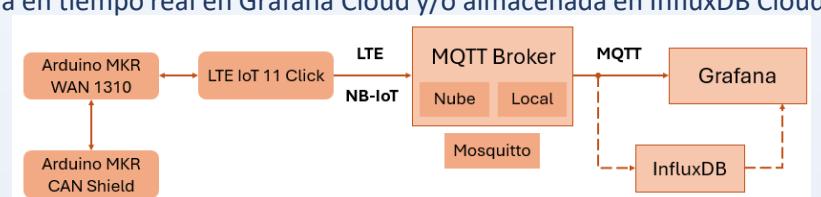


Figura II. Arquitectura de la plataforma OBU LTE-M/NB-IoT.

## RESULTADOS

Se ha desarrollado una placa base propia, denominada *ULPGC/EITE Click Board Shield*, que integra el dispositivo Arduino MKR WAN 1310 con el módulo Arduino MKR CAN y hasta tres módulos *Click Board* a través de conectores basados en la interfaz mikroBus, tal y como se muestra en la Figura III. En la Figura IV se muestra el *dashboard* implementado para la plataforma OBU LoRaWAN con el objetivo de monitorizar los parámetros recogidos del vehículo en Grafana Cloud. En la Figura V se muestra el *dashboard* implementado para la validación de la plataforma OBU LTE-M/NB-IoT, en el que se monitoriza el trayecto seguido por el vehículo, así como los parámetros de interés elegidos.



Figura III. PCB ULPGC/EITE Click Shield.



Figura IV. Validación OBU LoRaWAN.

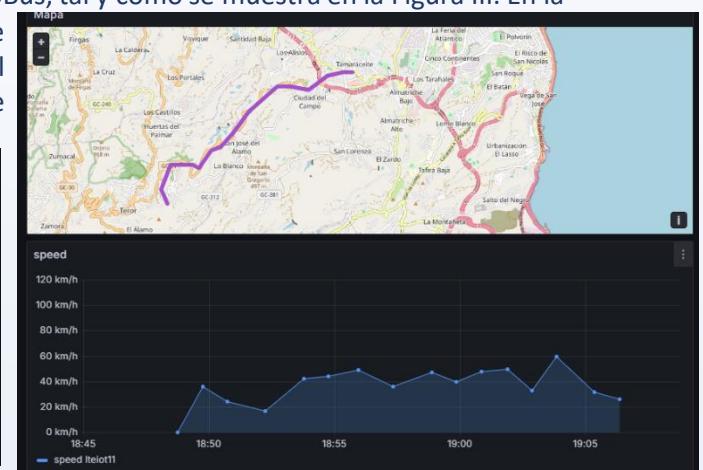


Figura V. Validación OBU LTE-M/NB-IoT.

## CONCLUSIONES

Al finalizar el desarrollo de los dos planteamientos de plataforma *hardware/software On-Board Unit* para la monitorización de vehículos en movimiento basada en redes LPWAN, y tras haber llevado a cabo una serie de pruebas experimentales para su validación funcional, puede concluirse que con la realización de este Trabajo Fin de Máster se han alcanzado los objetivos iniciales. En definitiva, se han implementado, principalmente, dos propuestas correspondientes a una plataforma OBU basada en tecnologías LPWAN para la monitorización de vehículos que destaca por su modularidad y escalabilidad. De esta forma, se ha planteado una solución que se distingue por su notable flexibilidad, proporcionando una adaptabilidad a diversos requerimientos funcionales. La capacidad de intercambiar o incluir diferentes módulos *Click Board* en función de las necesidades específicas del proyecto, no solo facilita la personalización y actualización de la plataforma, sino que también optimiza los recursos y mejora la eficiencia general del sistema. Esta flexibilidad convierte a la plataforma en una solución robusta y versátil, capaz de responder adecuadamente al cambio de tecnologías empleadas y a las demandas cambiantes del entorno vehicular.

Figura VI. Plataforma OBU ubicada en un vehículo.

