
Central Operativa SAL/T

Matías Sambrizzi¹ and Fernando Iglesias¹

¹ Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina

June 15, 2022

Resumen- En el presente artículo se presentan los avances del desarrollo de una arquitectura modular para la Central Operativa SAL/T basado en el paradigma de Internet de las Cosas (IoT). Este proyecto es el complemento en materia de *software* de un prototipo realizado para Trenes Argentinos, entidad que se ocupa de gestionar y operar la red ferroviaria de la Argentina.

Keywords- MQTT, JSON, ...

1 Motivación y Contexto

Las formaciones ferroviarias cuentan con diferentes sistemas de seguridad a bordo, siendo estos, equipos que se encargan de supervisar el correcto funcionamiento de los subsistemas críticos. Ante una falla en uno de los subsistemas, una formación ferroviaria se detiene inmediatamente por la activación automática de las señales de corte de tracción (CT) y frenado de emergencia (FE). En esta situación, el conductor debe llevar la formación a un lugar seguro para que los pasajeros puedan descender y, posteriormente, trasladarla a un taller para que pueda ser reparada.

El SAL/T¹, según sus siglas, Sistema de Aislamiento Limitado o Total, es un sistema que le permite al maquinista de una formación ferroviaria la posibilidad de activar y desactivar del modo aislado limitado. En este modo, el equipo permite la circulación de la formación al desactivar las señales de corte de tracción y freno de emergencia generadas por los otros subsistemas. Para que esta operación se realice de forma segura, se debe monitorear la velocidad de la formación tal que sea posible evitar que supere cierto valor máximo.

A partir del prototipo físico del SAL/T previamente

mencionado, se presentan los avances en el desarrollo de una central operativa, es una plataforma web que cuenta con una unidad lógica de compartición y empaquetado de software, que posibilita la administración, la configuración y el monitoreo en tiempo real de la información recibida y transmitida por parte de cada dispositivo SAL/T.

2 Descripción de la problemática a resolver

Los subsistemas asociados al SAL/T como la seguridad de puertas, el sistema de hombre vivo y la protección de coche a la deriva; son críticos debido a que, en caso de fallar, pueden ocasionar lesiones o muertes de personas, dañar el medio ambiente e incluso generar pérdidas materiales.

En efecto, la central operativa permite la administración y configuración de forma remota los dispositivos de supervisión de seguridad de cada formación ferroviaria, la visualización de los diferentes parámetros de interés involucrados tal que se encuentre al alcance de una o más personas asignadas dentro de una entidad y de este modo, sea posible optimizar la toma de decisiones.

Como consecuencia de lo expresado previamente, se ha realizado el diseño de una arquitectura versátil y confiable en términos de capacidad de procesamiento y de almacenamiento de la información.

En la sección III, según el *stack* de una solución IoT, se presentan cada una de las tecnologías utilizadas. Luego, en la sección IV se exponen las conclusiones y por último, en la sección V, se presentan los próximos pasos del trabajo.

¹referencia al artículo de Di Vito

3 Arquitectura propuesta

En el marco del presente trabajo, la arquitectura esta estratificada en capas tal como se ilustra en la figura X. A continuación se describen cada una de ellas

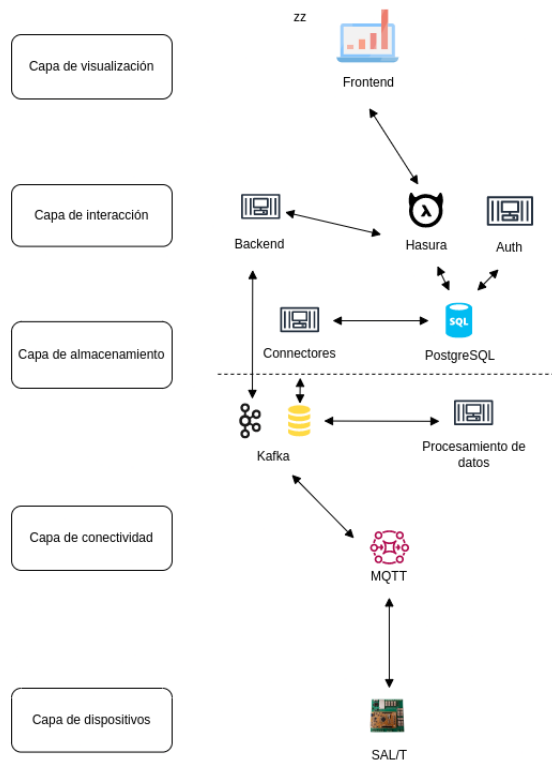


Figure 1: Arquitectura de la Central Operativa SAL/T.

3.1 Capa de dispositivos

Sobre la base de un prototipo del Sistema de Aislamiento Limitado o Total, se propuso la migración al kit de desarrollo *Nucleo F429* dado que cuenta con un mayor soporte y funcionalidades de seguridad. Actualmente, se está desarrollando un cliente *MQTT* que permite la publicación de la información proveniente de los subsistemas de falla, la velocidad de la información, entre otras variables; y llegado el caso, el dispositivo pueda realizar la lectura de diferentes parámetros configurables, como por ejemplo, los perfiles de *chopeo* que un operario publique desde la Central Operativa SAL/T para una formación ferroviaria.

3.2 Capa de conectividad

Para la comunicación entre los dispositivos SAL/T y la capa de almacenamiento, se utiliza un *Broker MQTT* que oficia de orquestador entre el cliente, dispositivo SAL/T, que publica los mensajes y aquel que se suscribe, el sistema *Kafka*, para la lectura de la información y su posterior procesamiento.

Dado que los mensajes intercambiados entre las partes contienen información sensible, se ha optado

por agregar la capa de seguridad *TLS*. En este sentido, resulta indispensable utilizar el certificado *X509* para prevenir ataques del tipo *adversary-in-the-middle* y utilizar certificados emitidos por autoridades reconocidas.

3.3 Capa de almacenamiento

La capa de almacenamiento por un lado se encuentra constituida por el sistema distribuido *Kafka* que se encarga de almacenar los datos de la aplicación. Entre ellos se destacan los mensajes *MQTT* enviados por los dispositivos SAL/T, como también la información referida a las formaciones y a los SAL/T que las ocupan. Además, se tienen servicios de procesamiento de datos que se encargan de adaptar la información de los tópicos en datos que posteriormente serán consumidos por los servicios que integran la capa superior. Por otro lado, se tiene una base de datos SQL que se utiliza para almacenar los datos del servicio de autenticación y *Hasura*. Los conectores se encargan de insertar los datos que se quieran disponer a la capa de visualización.

3.4 Capa de interacción

La capa de interacción se encuentra conformada por tres unidades. Por un lado, se ha desarrollado en el lenguaje *Kotlin* en conjunto con el *framework Ktor* un microservicio de autenticación donde es posible la gestión de los usuarios con sus respectivos roles y también el *backend*. Entre sus tareas principales se encuentran las relacionadas al protocolo *MQTT* para la actualización de los certificados que brindan seguridad a las comunicaciones, mediante el uso de la capa de seguridad *TLS*, y la indexación de los eventos que se publiquen en tiempo real; como la configuración general que permite el funcionamiento integral de los servicios y módulos dispuestos en el sistema.

Además, se dispone del motor *Hasura*, el cual se encuentra conectado a una base de datos relacional (*PostgreSQL*) basado en el lenguaje de consulta estructurado *SQL*, que permite exponer una *API GraphQL* a aquellos clientes que deseen obtener una visualización del modelo de datos propuesto en que se conjuga la información de cada formación ferroviaria con su correspondiente dispositivo SAL/T y diseño destinado al *frontend*. Más aún, el enlace permite realizar modificaciones y hasta remociones de las columnas propuestas en el modelo.

3.5 Capa de visualización

En la capa de visualización se desarrolló una aplicación web utilizando el lenguaje de programación *TypeScript* y el *framework React*.

En esta capa, se ha utilizado el lenguaje de programación *TypeScript* junto con la biblioteca gráfica *React* para brindar una web reactiva en el que se elaboraron los formularios, las tablas y los paneles a partir de la

explotación en de los datos almacenados en la base de datos. Cabe destacar que la plataforma web se encuentra condicionada por el rol y la entidad a la que pertenece cada usuario.

4 Conclusiones

En este trabajo se presentan las principales características del diseño de una arquitectura en materia de *software* y de *firmware* para la operabilidad de los dispositivos SAL/T.

Entre los módulos desarrollados, se posibilita la visualización de los usuarios y los dispositivos de cada entidad ofreciendo una solución sencilla y escalable. También, se cuenta la ingestión de la información recibida desde los dispositivos permitiendo una alta disponibilidad y operabilidad de los recursos. Por último, se cuenta con un microservicio destinado a la gestión de usuarios y perfiles que posee una alta tolerancia a fallos y adaptable.

5 Próximos pasos

En la actualidad, se encuentra en desarrollo propiciar al operario enviar comandos de control a los dispositivos activos que tenga asignados, brindar la configuración de los parámetros de cada dispositivo y de ser deseable su correspondiente modificación y finalmente, brindar la seguridad en las comunicaciones agregando la capa *TLS* en el protocolo *MQTT*.