

# ARQUITECTURA Y CONECTIVIDAD



**Prof. Ing. Morales Jorge**

## **Actividad N° 6**

### **1) ¿Qué es un protocolo LoraWan?, ¿Para qué se usa? Ejemplifique.**

LoRa es una tecnología inalámbrica que emplea un tipo de modulación en radiofrecuencia patentado por Semtech, una importante empresa fabricante de chips de radio. La tecnología de modulación se denomina Chirp Spread Spectrum (o CSS) y se emplea en comunicaciones militares y espaciales desde hace décadas.

Actualmente la tecnología LoRa está administrada por LoRa Alliance, quien certifica a todo fabricante de hardware que desee trabajar con esta tecnología.

#### **Ventajas:**

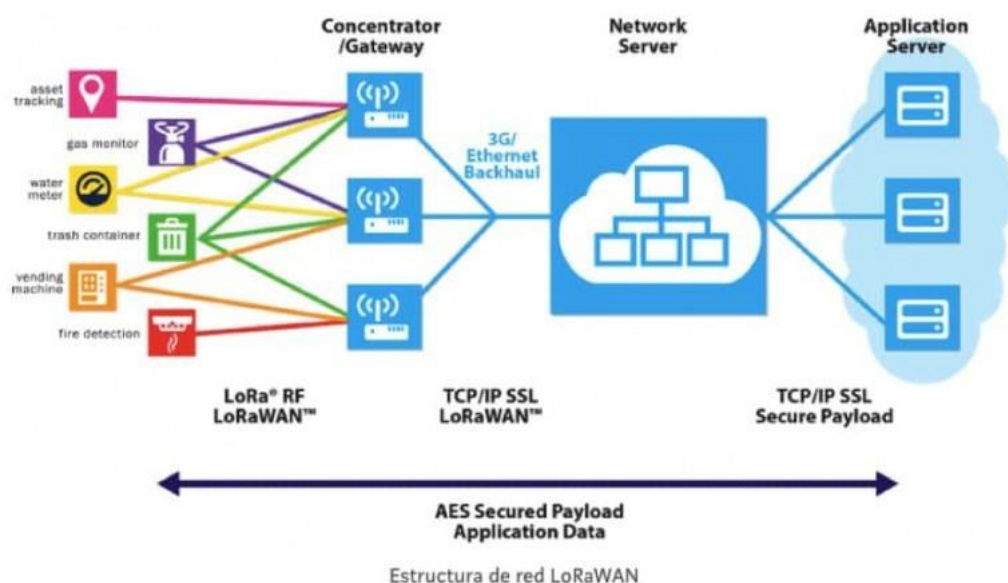
- Alta tolerancia a las interferencias.
- Alta sensibilidad para recibir datos (-168dB).
- Basado en modulación 'chirp'.
- Bajo Consumo (hasta 10 años con una batería).
- Largo alcance 10 a 20 km.
- Baja transferencia de datos (hasta 255 bytes).
- Conexión punto a punto.
- Frecuencias de trabajo: 868 Mhz en Europa, 915 Mhz en América, y 433 Mhz en Asia.

LoRa es una tecnología ideal para conexiones a grandes distancias y para redes de IoT en las que se necesiten sensores que no dispongan de corriente eléctrica de red, teniendo grandes aplicaciones:

- para Smart Cities (ciudades inteligentes)
- en lugares con poca cobertura (cómo explotaciones agrícolas o ganaderas en el campo)
- para construir redes privadas de sensores y/o actuadores.



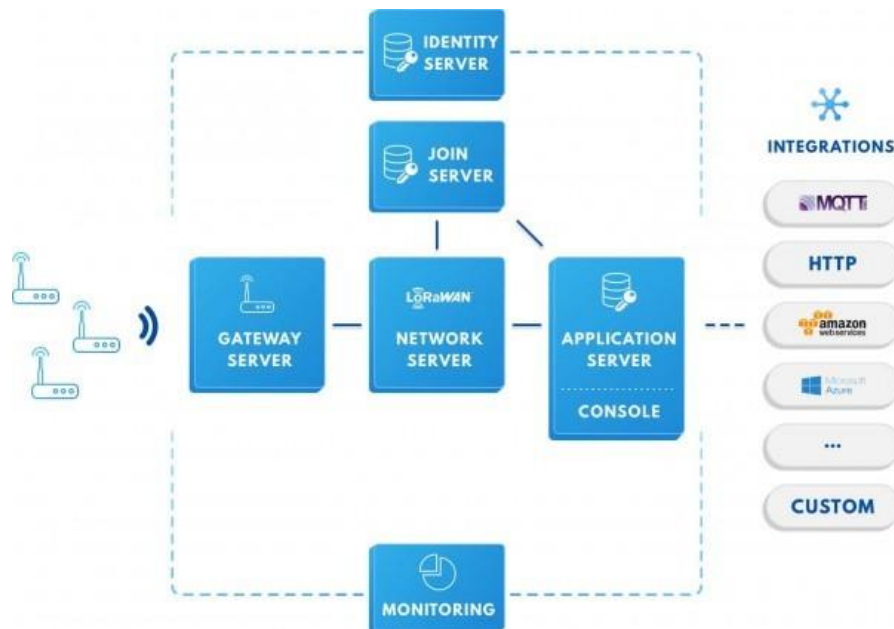
LoRaWAN es el protocolo de red que usa la tecnología LoRa, para redes de baja potencia y área amplia, LPWAN (Low Power Wide Area Network) empleado para comunicar y administrar dispositivos LoRa.



El estándar de red LoRaWAN apunta a requerimientos característicos del IoT, Internet de las Cosas.

### Ventajas:

- Conexiones bidireccionales seguras mediante encriptación de extremo a extremo,
- Bajo consumo de energía (duración de las pilas hasta 10 años)
- Largo alcance de comunicación (10 - 20 km).
- Conexión de infinidad de sensores y equipos a redes públicas o privadas (hasta 1 millón de nodos en red).
- Bajas velocidades de datos.
- Baja frecuencia de transmisión, movilidad y servicios de localización.
- Interoperabilidad de las diversas redes LoRaWAN en todo el mundo.



Permite la interconexión entre objetos inteligentes sin la necesidad de instalaciones locales complejas, y además otorga amplia libertad de uso al usuario final, al desarrollador y a las empresas que quieran instalar su propia red para Internet de las Cosas (IoT).

## Estructura de red LoRaWAN

En una red LoRaWAN clásica, los dispositivos finales, y que disponen de uno o varios sensores o actuadores conectados a ellos, son los denominados nodos que se conectan a gateways y estos a su vez envían toda la información que reciben a un servidor, que por medio de una interfaz de aplicaciones o API entrega a su vez los datos a una aplicación final para el usuario.

### Elementos en una red LoRaWAN:

- Nodos finales
- Gateways
- Servidores de red
- Servidores de aplicación
- Nodos finales

Los nodos finales son dispositivos de hardware físico que contienen capacidades de detección, algo de potencia de cálculo y un módulo de radio para traducir los datos en una señal de radio, además de los sensores o actuadores con los que se conectan.

Típicamente, los nodos se pueden construir a partir de los módulos de radio como los que ofrecemos en nuestra tienda online y algún tipo de microcontrolador como Arduino u otros de mayor potencia de cálculo a los que asociamos diferentes sensores y/o actuadores.

Los nodos envían o reciben datos hacia o desde las puertas de enlace o gateways LoRaWAN, hacia o desde Internet mediante una conexión de datos Ethernet, 3G-4G o similar.

Un nodo puede alcanzar una autonomía de varios años de vida con una pequeña batería si se programa para que se ponga en modo de suspensión profunda para optimizar el consumo de energía y únicamente se despierta en el momento de transmitir los datos vía LoRa. Esta es una de las mayores ventajas de esta tecnología.

Cuando un dispositivo final envía un mensaje a la puerta de enlace, se lo denomina 'Enlace ascendente' Uplink. Cuando recibe un mensaje de la puerta de enlace se lo denomina 'Enlace descendente' o Downlink.

En base a esto, hay tres formas de clasificar los dispositivos nodos LoRa: dispositivos de Clase A, Clase B y Clase C.

## Clases de dispositivos

### Dispositivos de Clase A

Los dispositivos de esta clase son los que tienen el menor consumo de energía. Sin embargo, estos sólo pueden recibir un enlace descendente después de enviar un mensaje de enlace ascendente.

Los dispositivos de Clase A pueden utilizarse de dos formas:

- enviar datos en un intervalo de tiempo (por ejemplo, cada 15 minutos).
- enviar datos con eventos (p. ej. cuando la temperatura supera los 21º o por debajo de 19º).

### **Dispositivos de Clase B**

Los nodos finales que usan el tipo B permiten más espacios de mensajes de enlace descendente que para los de clase A. Esto reduce la latencia de los mensajes pero al mismo tiempo hace que sea menos eficiente en el uso de la energía.

### **Dispositivos de recepción continua (Clase C)**

Por último, la clase C tiene ventanas de recepción continua que solo se cierra cuando el dispositivo está enviando un mensaje de enlace ascendente.

Debido a esto, es el menos eficiente de energía y en la mayoría de los casos necesita una fuente de energía constante para operar.

## **Gateways**

Las puertas de enlace también se conocen como módems, puntos de acceso o pasarelas. Una puerta de enlace también es un dispositivo de hardware que recoge todos los mensajes LoRaWAN de los nodos finales. Estos mensajes se convierten en bits que se pueden enviar a través de las redes IP tradicionales. La puerta de enlace está conectada al servidor de red al que transmite todos los mensajes.

Las pasarelas son transparentes y con un poder computacional limitado, toda la complejidad y la inteligencia se ejecutan en el servidor de red. Según el uso y el tipo, las puertas de enlace vienen en dos tipos:

- Gateway indoor o de uso en interiores, como por ejemplo, las pasarelas de Multitech o el gateway de The Things Network TTIG.
- Gateway outdoor, de uso al aire libre, como por ejemplo Kerlink IoT Station, las RAK Outdoor o el LoRaX One que distribuye AlfaloT.

En el ámbito maker también se pueden construir gateways LoRaWAN DIY utilizando, por ejemplo una Raspberry Pi o cualquier otro SBC y una placa como la ic880a de la compañía alemana IMST que también distribuye AlfaloT. Otra solución maker que se está utilizando mucho últimamente es el RAK 831 + Raspberry Pi

## Servidores de red

Todos los mensajes de las puertas de enlace se envían al servidor de red. Aquí es donde tienen lugar los procesos más complicados de tratamiento de datos.

Es el principal responsable de:

- Enrutamiento / reenvío de mensajes a la aplicación adecuada.
- Seleccionar la mejor puerta de enlace para el mensaje de enlace descendente, típicamente en función de una indicación de calidad de enlace, calculada a partir del RSSI (Indicación de la intensidad de la señal recibida) y la SNR (Relación de señal a ruido) de los paquetes recibidos previamente.
- Eliminación de mensajes duplicados si se reciben por múltiples puertas de enlace.
- Descifrar los mensajes enviados desde los nodos finales y encriptar los mensajes que se envían a los nodos.

Las puertas de enlace normalmente se conectan al servidor de red en un enlace cifrado de Protocolo de Internet (IP). La red generalmente contiene una interfaz de puesta en servicio y supervisión de puerta de enlace, lo que permite que el proveedor de red administre las puertas de enlace, maneje situaciones de fallo, monitorizar alarmas, etc.

The Things Network es una red global de datos de Internet de las Cosas compartida, administrada por los usuarios y abierta. Hay más de 40,000 personas de más de 90 países alrededor del mundo que están construyendo esta red global de datos de Internet de las Cosas usando LoRaWAN.

## Servidores de aplicación

En los servidores de aplicación es donde se ubican las verdaderas aplicaciones de IoT. En los servidores de aplicación es dónde se realizan procesos útiles con los datos recopilados de los dispositivos finales.

Los servidores de aplicaciones se ejecutan principalmente en una nube privada o pública, que interactúa con el servidor de red LoRaWAN y realizan el procesamiento específico de la aplicación. La interfaz con el servidor de aplicaciones es manejada por el servidor de red.

## Cómo funciona LoRaWAN

En LoRaWAN podemos distinguir claramente dos partes en la red: gateways y nodos, los primeros son los encargados de recibir y enviar información a o desde los nodos hacia Internet y los segundos, son los dispositivos finales que envían y reciben información de los sensores o actuadores hacia el gateway.

La estructura de capas de red, similar al modelo OSI de redes, nos muestra cómo LoRaWAN es una capa que corresponde a una capa similar a la capa de enlace y se coloca por encima de la capa LoRa, que es similar a una capa física.

## ¿Dónde puedo usar LoRa o LoRaWAN?

Existen gran cantidad de aplicaciones donde podemos utilizar LoRa o LoRaWAN : Conexiones punto a punto (P2P) o máquina a máquina. Redes de sensores en ciudades, campo o industria. Redes IoT donde NO se requiere transferir voz o vídeo. Tracking de vehículos, animales o personas. Redes privadas que no requieren conectarse a servicios en la nube o donde no hay cobertura celular.

## Ciclo máximo de uso (Duty cycle)

Duty Cycle es la fracción de tiempo durante la cual el recurso está ocupado.

Por ejemplo, si un único nodo transmite en un canal durante 2 unidades de tiempo cada 10 unidades de tiempo, el dispositivo tiene un duty cycle del 20%.

### Restricciones del Duty cycle

El duty cycle o ciclo de uso de los dispositivos de radio está regulado por normativas regulatorias que establecen el tiempo de uso de cada canal que puede ejercer un dispositivo. Normalmente no debe superarse el 1%.

En Europa, los ciclos de trabajo están regulados por la sección 7.2.3 del estándar ETSI EN300.220 . Este estándar define los siguientes duty cycles para cada una de las siguientes sub-bandas:

g (863.0 – 868.0 MHz): 1%

g1 (868.0 – 868.6 MHz): 1%

g2 (868.7 – 869.2 MHz): 0.1%

g3 (869.4 – 869.65 MHz): 10%

g4 (869.7 – 870.0 MHz): 1%

Además, la especificación LoRaWAN dicta que para la unión de frecuencias se utilice para redes LoRaWAN-compliant en la activación de dispositivos over-the-air activations (OTAA). En la mayoría de las regiones este duty cycle es del 1%.

# Ejemplos de casos de uso de LoRaWAN

## Seguimiento de activos

Muchas industrias necesitan realizar un seguimiento de la ubicación y el estado de los equipos valiosos para mejorar la planificación y las operaciones. Los sensores LoRaWAN miden la velocidad de los activos, carga, temperatura y humedad, posición, vibración y otros datos y combine datos históricos y en tiempo real para recomendar el mantenimiento antes de que ocurran problemas. Con acceso a datos de rendimiento de activos, puede optimizar su programa de producción y al mismo tiempo recibir una notificación cuando un activo es robado o excede su alcance previsto.

## Supervisión del dispositivo anti retorno

Todos los clientes de agua industrial requieren dispositivos de prevención de reflujo en las entradas de servicio de agua que previenen la contaminación al permitir que el agua fluya en una dirección en lugar de la otra. Ser capaz de detectar la presencia de reflujo con un monitor de línea basado en LoRaWAN y enviar inmediatamente una alerta por SMS o correo electrónico a los administradores de las instalaciones es importante para la salud y la seguridad de los trabajadores y los sistemas de fabricación.

## Monitoreo de la cadena de frío

LoRaWAN es ideal para aplicaciones de cadena de frío en los sectores de alimentos frescos y atención médica. Uso de la solución de cadena de frío LoRaWAN, puede rastrear el estado de temperatura y humedad de un producto e informar el estado de temperatura y humedad al sistema si el estado del producto es anormal, evitando que el producto pierda características o incluso se rompa.

## Monitoreo de temperatura y humedad del suelo

Para agricultura y paisajismo, el riego adecuado es la clave para mejorar los cultivos. Los suelos en diferentes regiones requieren diferentes cantidades de agua, y el detector de temperatura y humedad LoRaWAN se puede usar para tomar decisiones más informadas en función de la temperatura y la humedad del suelo medidas, aumentar la producción y reducir el desperdicio de agua.

## Detección de fugas

Cuando los recursos de la Tierra, como el agua, gas o productos químicos, son escasos, la clave para resolver este dilema es evitar la fuga de recursos tanto como sea posible. El agua dentro y fuera de las instalaciones industriales será monitoreada por los sensores de inmersión en agua y detección de fugas de agua LoRaWAN.. El sistema alertará al administrador de la instalación para que responda y resuelva rápidamente cuando ocurra una falla o se detecte una anomalía..



## **Logística y transporte**

La tecnología LoRaWAN permite a las organizaciones de logística y cadena de suministro realizar un seguimiento de los activos que deben transportarse a largas distancias en tiempo real.. Los vehículos y la carga se pueden monitorear fácilmente en tiempo real en grandes áreas geográficas y entornos hostiles debido a las características de larga distancia y bajo consumo de energía de la tecnología., así como geolocalización sin GPS. Un sistema de seguimiento de flotas conectado con la red LoRaWAN puede mantener las flotas en el campo por más tiempo, reduciendo así los costes, mejorar la seguridad, proporcionar visibilidad de los problemas de mantenimiento, y mejorar la eficiencia operativa en todos los ámbitos.

## **Monitoreo de estacionamientos**

Se ha demostrado que encontrar espacios de estacionamiento disponibles aumenta las emisiones de carbono y la congestión del tráfico.. Mediante el despliegue de sensores LoRaWAN en plazas de aparcamiento, Se pueden proporcionar conteos de vehículos precisos y detección en las entradas y salidas de los estacionamientos.. Los flujos de ingresos municipales y comerciales se incrementarán mediante la captura de datos de estacionamiento en tiempo real, lo que mejora la utilización general del espacio de estacionamiento.

## **Manejo de plagas**

Es necesario proteger las instalaciones y las personas de la contaminación, daño, y roedores. Sin embargo, la inspección manual lleva mucho tiempo y consume cantidades de recursos materiales y mano de obra. La solución de gestión de plagas conectada de LoRaWAN mejora la visibilidad y permite el monitoreo en tiempo real desde cualquier lugar. Impermeable, las trampas robustas brindan una opción segura para los raticidas. Sencilla aplicación móvil y emparejamiento web, alertas en tiempo real cuando se necesita servicio, mejore la eficiencia y reduzca los costos de los programas de control de roedores en exteriores e interiores.

## **Monitoreo ambiental**

Muchas ciudades costeras experimentan inundaciones prolongadas durante las mareas moderadas a altas que tienden a dejar las carreteras y caminos cercanos en aguas intransitables.. Estos problemas se pueden resolver monitoreando la calidad del aire., precipitaciones y otros factores ambientales. Las unidades de energía solar resistentes a la intemperie montadas en la parte superior de puentes y postes de luz miden de forma remota los niveles de agua en tierra o sobre cuerpos de agua utilizando tecnología LoRaWAN y sensores ultrasónicos. Estos sistemas de monitoreo ambiental en tiempo real miden los niveles climáticos extra locales y la calidad del aire para predecir inundaciones e informar a los ciudadanos sobre condiciones peligrosas.

## **Seguridad Pública**

Casi todas las industrias requieren soluciones integradas de seguridad y protección. Las soluciones de seguridad pública de IoT brindan a los servicios de emergencia tecnologías innovadoras que ayudan a reducir el riesgo y mejorar la seguridad personal. La tecnología LoRaWAN se está integrando en dispositivos portátiles personales, como etiquetas de identificación, y está equipada con un botón de emergencia para enviar SOS instantáneos e información de ubicación del usuario. Estas soluciones, desplegadas en campus empresariales y universitarios, están diseñadas para abordar el intervalo de ataque de 1 segundo y 7 segundos 911 intervalo de llamadas para soluciones basadas en teléfonos móviles.

## **Utilización del espacio**

Los empleados son cada vez más móviles y cambian rápidamente a un “cualquier momento, en cualquier sitio” filosofía de trabajo. Como resultado, el espacio de oficina puede estar inactivo o sobrevendido, dependiendo de flujos impredecibles de empleados y visitantes. Aprovechar el espacio se ha convertido en un reto logístico para las empresas. Los datos de ocupación obtenidos de los sensores LoRaWAN eliminan las conjeturas y brindan a los equipos inteligencia procesable para mejorar las prácticas en el lugar de trabajo, y aumentar la productividad de los empleados.

## **Supervisión de trampas de vapor**

El vapor es ampliamente utilizado en varias industrias. Los procesos de calentamiento por vapor en las fábricas impulsan las turbinas en las centrales eléctricas. Una trampa de vapor filtra los gases no condensados y el vapor condensado sin dejar escapar el vapor. Las trampas de vapor fallan en promedio 10 a 30 por ciento por año, resultando en una ineficiencia costosa y derrochadora. La prueba de trampas de vapor es un proceso que requiere mucha mano de obra y generalmente se realiza manualmente una vez al año.. El sistema de monitoreo de trampas LoRaWAN permite a las empresas consultar con frecuencia su recuento de trampas para detectar fallas. Los datos se transmiten de forma segura al sistema de gestión de edificios en línea, proporcionar informes de panel que muestren si hay trampas que necesitan reparación.

## **Monitoreo de tanques**

Un sistema confiable para monitorear los niveles de combustible es esencial. Las empresas de suministro de combustible son socios clave en las operaciones de la cadena de suministro industrial inteligente donde el agotamiento del combustible puede ser perjudicial. Sin los medios para medir los niveles de combustible de forma remota, las entregas de camiones son a menudo ineficientes, aumentando los costos operativos y complicando la prestación del servicio al cliente. El nivel del tanque y otros datos valiosos se pueden enviar a través de la red a la solución de monitoreo de tanques utilizada por la empresa de suministro.. Además, las operaciones industriales pueden predecir con precisión el uso de combustible. De este modo, Los rollos de camiones y su huella de carbono pueden reducirse.

## **Monitoreo de temperatura**

Mantener la temperatura adecuada para los activos valiosos es importante para el cuidado de la salud, servicio de comida, y otras industrias. Los cambios de temperatura pueden conducir a una pérdida catastrófica del producto. Además del daño a los recursos, estos incidentes también pueden causar marca, reputación, imagen pública y otras pérdidas para las empresas. Con sensores de baja potencia, El monitoreo remoto de temperatura y humedad de LoRaWAN brinda a las empresas la capacidad de tomar lecturas y registros históricos para auditorías de cumplimiento. Las medidas de seguridad y la protección rentable son proporcionadas por múltiples configuraciones de umbral.

## **Gestión de recursos hídricos**

Edificios comerciales, plantas de procesamiento de alimentos y bebidas, hoteles, supermercados, y los lavaderos de autos producen desechos de agua debido a los derrames, fugas, y daños al equipo. La notificación y la respuesta instantáneas son clave para reducir los riesgos de cumplimiento y, al mismo tiempo, reducir los costos. Al implementar sistemas de medición LoRaWAN para reemplazar procesos obsoletos que requieren mucha mano de obra, la solución de gestión del agua, compuesto por sensores LoRaWAN, proporciona a los municipios una huella hídrica total detallada. Las soluciones de medidores de agua inteligentes permiten el acceso remoto a los datos de uso y las cuentas de facturación, mejorar la eficiencia operativa y generar ingresos adicionales por servicios.

## **Monitoreo de botes de basura**

El sistema detectó y monitoreó automáticamente las ubicaciones, niveles de llenado de contenedores, y frecuencias de extracción, permitiendo a los operadores de flotas gestionar el estado de las órdenes de trabajo en tiempo real, y reducir los costos de mano de obra. Las soluciones de monitoreo de desechos basadas en LoRaWAN reducen los gastos y el tiempo de recolección. Las alertas de notificación automática brindan una planificación de ruta inteligente para los proveedores de servicios de recolección cuando los contenedores alcanzan un umbral predefinido y eliminan el acceso innecesario y los contenedores de desbordamiento para los usuarios finales.