

TRABAJO PRACTICO N°7



Materia: Sensores y Actuadores

Profesores: Ing. Jorge Morales

Tec. Sup. Gonzalo Vera

Alumna: Nis, Carolina

Ejercicio n°1

- Defina que es LoRa y como funciona este protocolo
- Cuáles son las principales aplicaciones de dicho protocolo?
- Qué tipo de tecnología usamos para realizar la comunicación entre dispositivos?
- Cuáles son las ventajas y desventajas de este tipo de protocolo?
- Nombre algunos de los módulos más usados en IoT, para su implementación en este tipo de comunicaciones y presente sus respectivos datasheets.
- Elija un sensor o actuador y realice una simulación de comunicación LoRa.

a) Define que es LoRa y como funciona este protocolo

La tecnología LoRa (Long Range) permite el desarrollo de redes IoT que cada vez son más demandadas. Para ponerlas en marcha es necesario disponer de una solución que optimice el consumo energético. Además, el alcance de la red tiene que ser amplio para abarcar a todos los dispositivos. Con el objetivo de comprender su funcionamiento en detalle, en este artículo explicaremos qué es lo que ofrece LoRa y sus características.

La tecnología se desarrolló en Francia en el 2012 por Cycleo y adquirida posteriormente por Semtech que se encargaría de impulsarla. **Usa un tipo de modulación de amplio espectro**, ideal para tolerar el ruido y para que una señal realice caminos múltiples. Presenta un ancho de banda reducido, pero adaptado a las necesidades de los dispositivos que ayuda a conectar.

Seguramente has oído hablar de LoRa o LoRaWAN, por lo que conviene conocer la diferencia entre ambas. LoRa es la modulación que emplean los dispositivos para lograr una cobertura con baja potencia y representa la capa física de la red que dicta las frecuencias de trabajo con las que se obtienen largas distancias y muy bajo consumo.

LoRaWAN es el **protocolo que dicta como se envían y reciben los paquetes de datos** de sensores o otros componentes de la red y la forma de tratar



Fig1. LoRA y LoRaWAN

Actualmente la LoRa Alliance es la encargada de mantener y desarrollar las especificaciones de LoRaWAN y a su vez, se encarga de certificar los dispositivos para asegurar la interoperabilidad entre unos y otros fabricantes. A día de hoy, LoRa Alliance tiene más de 500 miembros en todo el mundo.

LoRa, combina un consumo energético bajo con un alcance efectivo largo (entre 10 y 20 kilómetros con visión directa y teniendo en cuenta las ondas de Fresnel). Además, facilita la conexión de dispositivos que intercambien pequeñas cantidades de datos a baja velocidad con un rango que va desde los 0.3kbps hasta los 50kbps.

Las frecuencias de funcionamiento varían dependiendo del país y suelen ser las bandas **433 MHz**, **868 MHz** y **915 MHz**.

Una red desarrollada con esta tecnología **tiene como objetivo conectar dispositivos entre sí**. Facilita la creación de diferentes **gateway** y una red de área amplia que del grupo LPWAN. Asimismo, define la arquitectura del sistema y posee tres clases de dispositivos:

Clase A (menor potencia, dispositivos finales bidireccionales). Todo dispositivo de la red tiene que soportarla. Las comunicaciones siempre las inicia un dispositivo final y es completamente asíncrono. Cada transmisión *uplink* se envía en cualquier momento y le siguen dos ventanas de *downlink*, que generan la bidireccionalidad de la comunicación. Son dispositivos alimentados por batería.

Clase B (dispositivos finales bidireccionales con latencia de descarga determinista). Se sincronizan a la red utilizando guías periódica y *ping shots* programados. Esto es lo que permite que se envíe un *downlink* con latencia determinista, que también puede programarse. Son dispositivos alimentados por batería.

Clase C (menor latencia, dispositivos finales bidireccionales). Dispositivos que pueden estar alimentados siempre. Pueden escuchar de forma continua. Reducen la latencia durante el *downlink* manteniendo el receptor del dispositivo final abierto cuando no transmite. Así, el servidor de la red puede iniciar una descarga en cualquier momento.

Los datos que transmiten los nodos se reciben en múltiples *gateway*. A su vez, llevan a cabo un **reenvío a un servidor de red centralizado agrupando la información en paquetes**. Esta parte del sistema filtra los envíos para eliminar duplicados, gestiona la red y controla la seguridad. Tras verificar su buen estado, los manda hacia los módulos de la aplicación y otros puntos.

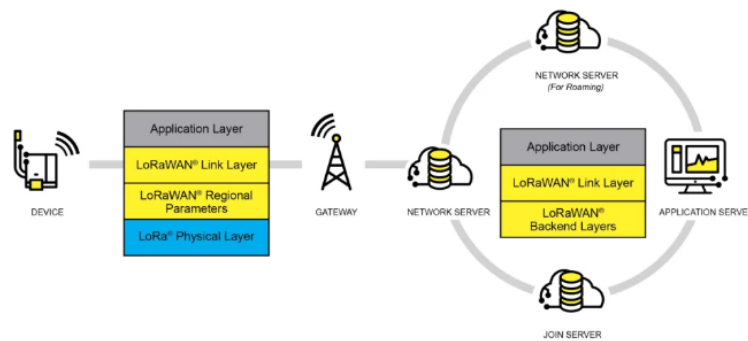


Fig. 2 Arquitectura de Red LoRaWAN

b) Cuales son las principales aplicaciones de LoRa

Hoy en día, nadie dudará que LoRa™ es una tecnología fundamental dentro del mundo del IoT. Puede ser utilizado para infinidad de aplicaciones donde se requiera conectar con dispositivos a larga distancia de forma eficiente. Aun así, hay cinco aplicaciones donde LoRa™ es realmente beneficioso tanto a nivel de prestaciones como a nivel de reducción de costes.

Agricultura e irrigación

Sin duda una de las principales aplicaciones para una tecnología de largo alcance que llega a su máximo rendimiento en espacios abiertos.

Antes de la aparición de LoRa™, realizar proyectos de gestión automatizada e inteligente era completamente inviable en el sector de la agricultura y la irrigación. Ahora son posibles gracias a reducir drásticamente los costes derivados de instalar dispositivos y automatismos, y la capacidad de poder cubrir distancias de 1 a 15 kilómetros con comunicaciones inalámbricas.

El término Smart Agro es muy amplio y engloba distintas aplicaciones tecnológicas para el sector, como por ejemplo:

1. Monitorización climática
2. Monitorización del suelo por medio de sensores (temperatura, radiación solar, humedad, pH, conductividad eléctrica...)
3. Automatización de riegos y de sistemas de ventilación
4. Uso de BigData para la predicción de cosechas, para la planificación agraria y empresarial.



Edificios inteligentes

Se considera que un edificio es inteligente cuando puede satisfacer de forma automatizada, controlada y no presencial, diferentes demandas de eficiencia energética, confort, actividades mecánicas, mantenimiento, seguridad y operaciones.

Un edificio inteligente cuenta con sensores, captadores y detectores que transmiten señales a la unidad central de proceso, en dónde se trata la información, actuando según las funciones programadas sobre los elementos, o enviando la información a un responsable para que éste de las órdenes oportunas.

En el marco del Smart Building, LoRa™ no es una tecnología que sirva para todo, pero es una tecnología ideal para ser aplicada en los siguientes casos:

1. Monitorización de consumos por zonas y usos
2. Control de iluminación o Smart Lighting
3. Control remoto de temperaturas
4. Control de sistemas HVAC, BMS y aire acondicionado frío/calor



Submetering, medida de energía y consumos



Aun pudiendo ser parte de otras aplicaciones descritas en el presente artículo, la medida de energía y consumos merece su propio apartado como una de las mejores aplicaciones para la tecnología LoRa™.

Más allá del Smart Building, hoy en día la medida de consumos eléctricos es esencial en casi todos los sectores, aplicaciones e instalaciones. LoRa™ se presenta como una alternativa de comunicaciones inalámbricas ideal para esos casos en que únicamente se requiere medir consumo de energía activa y/o energía reactiva.

Sin necesidad de instalar cables de comunicaciones, LoRa™ permite obtener los valores de los contadores de energía en grandes superficies e instalaciones donde se requiera submetering tales como:

1. Consumo por planta de un edificio de oficinas
2. Gestión y refacturación de consumo de cada oficina/despacho en una oficina compartida por diferentes empresas
3. Gestión y refacturación de consumo de naves industriales que forman parte de un parque logístico con alquiler de espacio

Generación de energía solar

En línea con los proyectos de agricultura e irrigación, las instalaciones de paneles fotovoltaicos son un ejemplo perfecto de aplicación smart que ha podido reducir drásticamente sus costes de instalación, cableado y mantenimiento gracias a la tecnología LoRa™.

Kilómetros de placas de solares monitorizados de forma totalmente inalámbrica y mediante dispositivos de bajo consumo. Es importante recordar que uno de los puntos fuertes de la tecnología LoRa™ es su consumo reducido, ideal para aplicaciones alimentadas vía batería u 12/24 Vcc.

Combinar LoRa™ con la supervisión de strings, hacen del conjunto, el sistema de comunicaciones más eficiente para la supervisión de plantas fotovoltaicas.



Monitorización de agua y gas



La monitorización de agua y gas es un sector que requería de una tecnología como LoRa™ para minimizar los costes y maximizar la eficiencia de sus soluciones de automatización.

LoRa™ ha permitido introducir el factor comunicación inalámbrica a un sector que ya contaba con sensores ultrasónicos de bajo consumo y que requerían de una tecnología de bajo coste para la monitorización de pozos, bombas, tuberías, silos, riego y tratamiento de agua.

Los principales casos de uso de la tecnología LoRa™ en la monitorización de agua y gas son:

1. Monitorización de consumos
2. Ajustes de cabal
3. Configuración remota de sensores
4. Detección de fugas

c) Que tipo de tecnología usamos para realizar la comunicación entre dispositivos

El **IoT** está ganando adeptos y transformará el mundo en el que vivimos, permitiendo una comunicación más eficiente entre dispositivos. **El Internet de las cosas de largo alcance (LoRa)** es una de las tecnologías que empieza a sonar con más fuerza en el campo de las redes de área extensa y baja potencia (**LPWAN**).

LoRa es la capa física de la modulación inalámbrica empleada para crear el enlace de comunicación de largo alcance. Usa modulación de espectro ensanchado, manteniendo características de baja potencia similares a las de la modulación por desplazamiento de frecuencia, pero aumentando notablemente su rango de comunicaciones. Estas frecuencias se han empleado en comunicaciones militares y espaciales durante años, por las largas distancias que pueden alcanzar y por su capacidad de resistencia frente a posibles interferencias. Sin embargo, el LoRa es el primer intento de aplicación comercial a bajo coste.

d) Cuales son las ventajas y desventajas de este protocolo

Ventajas De LoRa

- **Seguridad:** codificación de 128 bits de extremo a extremo. La información viaja encriptada y no habrá riesgo de robo de datos.

- **Bajo costo:** se trata de una tecnología relativamente barata en comparación a opciones similares
- **Amplio rango de cobertura:** al hablar de LoRa y LoRaWAN se habla de rangos de cobertura de varios kilómetros.
- **Bajo consumo de energía:** bajo las condiciones adecuadas, un dispositivo conectado a una batería podría enviar datos durante años sin que la batería se descargue.
- **Bajo nivel de complejidad a nivel técnico:** Los nodos de LoRa están formados por dispositivos transceptores que cuentan con interfaces de comunicación que les permiten ser utilizados junto con un microcontrolador, tal como Arduino. De esta forma se aprovecha las ventajas y características de los dispositivos basados en sistemas embebidos, con los que es muy sencillo resolver la parte de captura y almacenamiento de datos. Con LoRa simplemente se le solicita los datos al microcontrolador y se envían a través del aire al gateway que se encargará de subir los datos a Internet.
- **Cobertura en todas partes:** se pueden enviar datos a través de LoRaWAN siempre y cuando te encuentres cerca de un gateway de LoRaWAN. Hay miles de ellos alrededor del mundo.

Desventajas y limitaciones de LoRaWAN

- **Datos en tiempo real:** LoRaWAN se utiliza para enviar paquetes pequeños de datos cada cierto tiempo. Normalmente se envían unos cuantos bytes, una vez cada tantos minutos. Una vez por minuto, cuando mucho.
- **Llamadas telefónicas y envío de información multimedia:** no. Claro que no.
- **Controlar cosas** (encendido de luces, por ejemplo): Aunque es posible, no se recomienda. Se prefiere que el flujo de información sea en una sola dirección, desde los nodos hacia el gateway. Aunque la comunicación puede ser bidireccional, no se recomienda. Y en todo caso, el control no podría hacerse de manera instantánea, específicamente por la latencia de la red. Hay convenios de uso que sugieren a los usuarios el no enviar más de 10 mensajes a un nodo por día .

- **Tamaño y frecuencia de Uplinks y Downlinks:** se le llama Uplink al proceso de envío de datos desde los nodos hacia el gateway y Downlink al proceso contrario. Tanto los uplinks como los downlinks deben ser precisos y concisos, lo más pequeños posible. Ni siquiera se recomienda que los datos sean enviados como texto plano o en formato JSON, ya que esto requeriría utilizar demasiados bytes para darle un formato al mensaje. En cambio es recomendable codificar los datos en formato binario para lograr comprimir la información y mantener el payload (mensaje) lo más pequeño posible. Los datos deben ser enviados cada cierta cantidad de minutos, tomando en cuenta que entre más alta sea la frecuencia de transmisión de datos se tendrá que utilizar más energía (menos tiempo de uso de batería) y el proceso se hace más complicado. También existe un [Fair Access Policy](#) que sugiere a los usuarios no sobrepasar ciertos límites de uso.

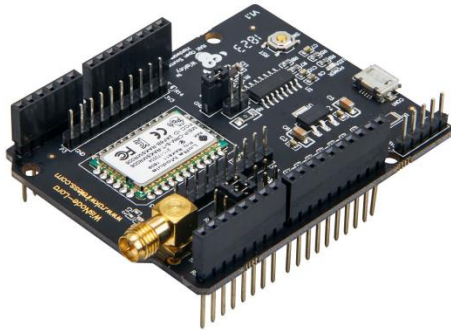
- **Imposibilidad de transmitir y recibir datos de manera simultánea:** hasta el día de hoy, los gateways no tienen la capacidad de enviar un downlink a un nodo mientras se recibe un uplink. Es decir, para transmitir algo hay que dejar de recibir información. Y esto, por supuesto, limita la cantidad de nodos que puede manejar un sistema. Mientras un Gateway le envía información a un nodo, ningún otro nodo podrá comunicarse con el Gateway y entonces tendremos problemas relacionados a datos que nunca llegan a su destino.

- **Cobertura en todas partes:** Sí, esto fue mencionado también como una ventaja. La cobertura de los Gateway de LoRaWAN es una ventaja en aquellos lugares en los que hay gateways instalados. Sin embargo, esto es un problema en los lugares en los que no hay gateways

e) Nombre alguno de los módulos mas usados en IoT, para su implementación en este tipo de comunicaciones y presente sus respectivos datasheet.

Las placas de desarrollo son la mejor opción a la hora de probar cualquier tecnología, ya que contás con todo lo necesario para comenzar.

RAK811 Eval Board



La placa de evaluación RAK 811 LoRa® es una placa de desarrollo que viene en un factor de forma Arduino Uno. Tiene un MCU incorporado que te permite funcionar como una solución independiente o como un shield Arduino. Esta placa es muy adecuada para desarrollo y pruebas rápidas, con su factor de forma y fácil acceso a GPIO, además del puerto y conversión USB-UART integrados

RAK7200 Tracker



La placa RAK 5205 LoRa® Tracker posee conectividad LoRa® y GPS integrados. Proporciona varias interfaces para facilitar el desarrollo de aplicaciones. Este módulo es ideal para la creación rápida de prototipos para aplicaciones LoRaWAN™. Es perfecto para casos de uso como el seguimiento de activos, gestión de vehículos inteligentes y los servicios basados en la ubicación.

The Things Node



The Things Node es el nodo LoRa perfecto para comenzar a crear prototipos sin tener que lidiar con placas de prueba, cables y sensores. Posee un sensor de temperatura, acelerómetro digital, sensor de luz, botón y LED RGB. Todo esto está empaquetado en una carcasa impermeable (IP54) con 3 baterías AAA para alimentarlo durante meses de uso.

LoPy



Con LoRa, Wifi y BLE, LoPy es el único microcontrolador de triple portador habilitado para Micro Python en el mercado hoy en día. También puede funcionar como un gateway de un solo canal para fines de desarrollo.