

## **Desarrollar con LoRa para aplicaciones IoT de baja tasa y largo alcance**

Los diseñadores tienen una amplia variedad de tecnologías inalámbricas para conectar un producto a Internet de las cosas (IoT). Cada tecnología se adapta a diferentes aplicaciones, que requieren que los diseñadores deban considerar cuidadosamente los factores tales como la distancia y la velocidad de datos, el costo, el consumo energético, el volumen y el factor de forma.

Este artículo presentará el protocolo LoRa, para comparar sus ventajas respecto a otros protocolos, y discutir varios productos y kits de desarrollo que permiten a los ingenieros iniciar rápidamente el desarrollo de sistemas basados en LoRa.

### **Consideraciones a tener en cuenta para IoT inalámbrica**

Cada tecnología inalámbrica tiene puntos fuertes y débiles. El estándar Wi-Fi, por ejemplo, puede transmitir grandes cantidades de datos a alta velocidad, pero tiene un alcance limitado. Una red celular combina alta velocidad y larga distancia, pero se queda corta en potencia.

Las aplicaciones IoT tales como la adquisición de datos remotos, el control de iluminación urbana, la vigilancia meteorológica, y la agricultura, tienen cada una un conjunto diferente de prioridades. Las cantidades que se miden o controlan en estas aplicaciones tales como las condiciones climáticas, los niveles de humedad en el suelo, o la instalación de luminarias, todo cambia muy lentamente durante un período de tiempo prolongado.

Además, los nodos de sensores están a menudo a kilómetros de distancia y están operados a batería, por lo que el protocolo inalámbrico óptimo debe ser capaz de enviar pequeños paquetes de datos de forma eficiente a través de largas distancias con el mínimo consumo de energía. El protocolo LoRa fue diseñado exactamente para estos requisitos.

### **Descripción general de la tecnología LoRa**

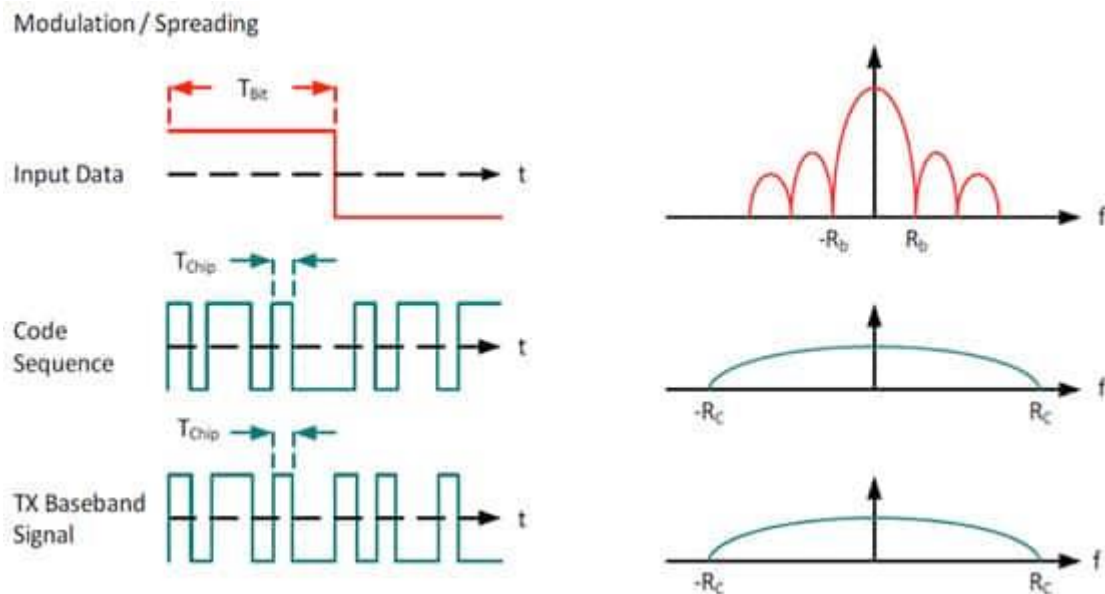
LoRa está pensado para aplicaciones de baja potencia, de red de área amplia (LPWAN). Tiene un rango de más de 15 kilómetros y una capacidad de hasta 1 millones de nodos. La combinación de baja potencia y largo alcance limita la velocidad de datos máxima a 50 kilobits por segundo (Kbps).

LoRa es una tecnología exclusiva y patentada de propiedad de [Semtech Corporation](#), que funciona en la banda ISM. La asignación de frecuencias y los requisitos reglamentarios para ISM varían por región (Figura 1). Dos de las más populares son las frecuencias de 868 megahercios (MHz) utilizada en Europa y 915 MHz utilizada en América del Norte. Otras regiones, especialmente Asia, tienen diferentes requisitos.

	Europa	América del Norte
<b>Banda de frecuencia</b>	867-869 MHz	902-928 MHz
<b>Canales</b>	10	64 + 8 + 8
<b>Canal banda ancha ascendente</b>	125/250 kHz	125/500 kHz
<b>Canal banda ancha descendente</b>	125 kHz	500 kHz
<b>TX encendido</b>	+14 dBm	+20 dBm típ (+30 dBm permitidos)
<b>TX desconectar</b>	+14 dBm	+27 dBm
<b>SF Up</b>	7-12	7-10
<b>Velocidad de datos</b>	250 bps - 50 kbps	980 bps - 21.9 kbps
<b>Link Budget Up</b>	155 dB	154 dB
<b>Link Budget Dn</b>	155 dB	157 dB

*Figura 1: Una comparación de las especificaciones LoRa para Europa y Estados Unidos, dos regiones donde se utilizan bandas ISM ampliamente. (Fuente de la imagen: LoRa Alliance)*

La capa física LoRa utiliza modulación de espectro ensanchado (SSM) (Figura 2). SSM codifica la señal base con una secuencia de alta frecuencia, que deliberadamente propaga la señal base a través de un mayor ancho de banda, reduce el consumo de energía y aumenta la resistencia a las interferencias electromagnéticas.



*Figura 2: Un sistema de espectro ensanchado multiplica los datos de entrada en una secuencia de código mucho más rápida que propaga la señal de ancho de banda. (Fuente de la imagen: Semtech Corporation)*

El factor de propagación (SF) de la señal base es variable y representa una solución de compromiso. Para un ancho de banda disponible, una mayor difusión factor reduce la tasa de bits, y también reduce la duración de la batería incrementando el tiempo de transmisión.

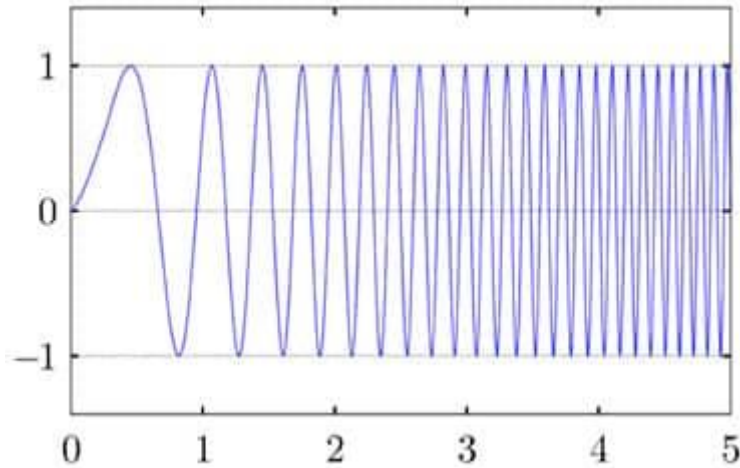
Un determinado factor de propagación (SF) y el ancho de banda (BW) darán una tasa de bits definidos por:

$$Bit\ Rate = SF \times \frac{BW}{2^{SF}}$$

LoRa permite seis factores de propagación (SF7 - SF12) y tres diferentes anchos de banda (125 kHz, 250 kHz, 500 kHz). Los factores de propagación y anchos de banda permitidos están definidos por las agencias reguladoras. América del Norte, por ejemplo, especifica un ancho de banda de 500 kHz y factores de propagación de 7 a 10.

Debido a la tecnología de espectro de propagación, los mensajes con diferentes velocidades de datos son ortogonales y no interfieren unos con otros, creando un conjunto de canales "virtuales", aumentando la capacidad de la puerta de enlace.

El esquema LoRa se basa en una variante de SSM llamada modulación de chirp spread spectrum (CSS) (Figura 3). CSS codifica los datos con un "pitido" o chirp, que es esencialmente una señal sinusoidal de frecuencia modulada en banda ancha que aumenta o disminuye con el tiempo.



*Figura 3: Un CSS "upchirp" puede derivarse de una expresión polinómica para frecuencia vs. tiempo, o exhibir una relación lineal como se muestra aquí. (Fuente de la imagen: Wikipedia).*

CSS es muy adecuado para aplicaciones de velocidad de datos baja ( $<1$  Mb/s) que requieren un bajo consumo de energía. IEEE 802.15.4a, otro estándar de velocidad baja, lo especifica como técnica para su uso en redes de área personal inalámbricas (LR-WPAN). CSS se ha utilizado durante muchos años para proporcionar comunicación sólida de largo alcance en las aplicaciones militares y espaciales, pero LoRa es la primera implementación comercial de bajo costo.