

**Espectro Expandido**

**Spread Spectrum**

## Que es?

- es una técnica que puede ser considerada como una modulación tanto como una multiplexación.
- También llamado “Espectro Disperso”, “Espectro Ensanchado”

Siempre se consideró que un sistema de comunicación resultaba eficiente en la medida que el procesos de modulación tuviera un ancho de banda reducido. En este caso el concepto es totalmente inverso. Este tipo de comunicación se empezó a utilizar en la segunda guerra mundial, pero recién llegó a usarse masivamente en los últimos años.

## Por que se hizo necesario y se impuso este tipo de comunicación?

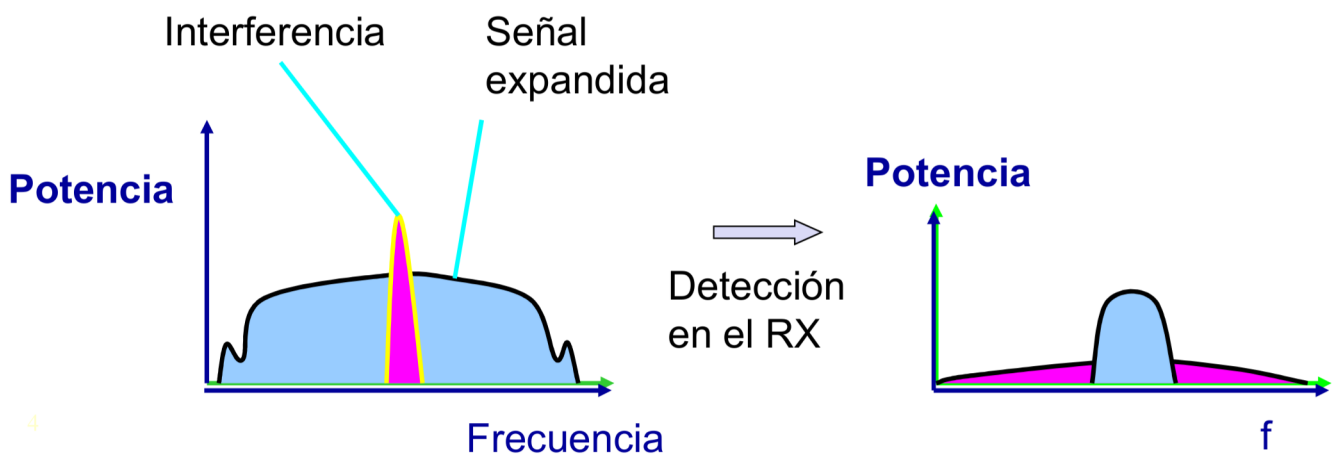
- Congestión de las bandas con servicios que: a) No tienen organismos de control o lo tienen en forma limitada. b) No requieren licencias para ser operadas.
- Seguridad y confiabilidad contra interferencias (a veces intencionales, en sistemas de comunicaciones militares).
- Privacidad de la información transmitida.
- Facilidad para utilizar bandas que no requieren licencias.

# Características del Espectro Expandido

- *Esquema de modulación*
- *la señal se expande (su espectro) a través de un ancho de banda mayor que el mínimo requerido para transmitir con éxito.*
- Mediante un sistema de codificación se desplaza la frecuencia o la fase de la señal de forma que quede expandida, con lo cual *se consigue un efecto de camuflaje.*
- En el receptor la señal se recompone para obtener la información inicial.
- En definitiva, se esparce la señal a lo largo de un amplio margen del espectro evitando concentrar la potencia sobre una única y estrecha banda de frecuencia. De este modo se puede usar un rango de frecuencias que ya está ocupado por otras señales.

# Características del Espectro Expandido

1. La señal ocupa un ancho de banda mucho mayor que el mínimo ancho de banda necesario para transmitir la información.
2. La expansión del espectro se lleva a cabo por medio de una *señal de expansión* también llamada *señal de código* la cual es independiente del mensaje.
3. En el receptor, para recuperar los datos originales, se debe realizar la correlación entre la señal recibida y una réplica exacta de la señal de código utilizada en el proceso de expansión.



# Espectro expandido (Spread Spectrum)

**Bandas disponibles sin necesidad de licencia:**

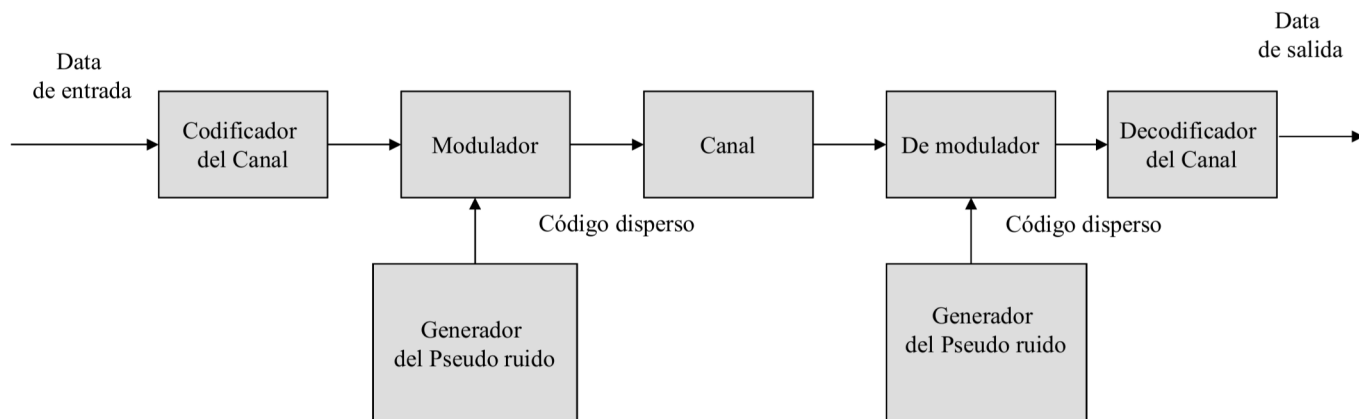
- **902 MHz a 928 MHz**
- **2,4 GHz a 2,483 GHz**
- **5,725 GHz a 5,85 GHz**

***Hasta 1 W de potencia***

Usan estos sistemas de comunicación:

- WLAN (redes LAN inalámbricas)
- Modems
- Teléfonos inalámbricos

# Modelo de un Sistema de Comunicación Digital que usa Espectro Expandido



## Modelo de un Sistema de Comunicación Digital con SS

- La señal de entrada entra a un codificador.
- Este produce una señal analógica con ancho de banda angosto.
- La señal es modulada usando una secuencia de dígitos denominado código disperso o secuencia dispersa.
- Esta señal es generada por un pseudoruido o generador de números pseudo aleatorios.
- La señal de salida que se transmitirá tiene un mayor ancho de banda.
- En el lado del receptor, la misma secuencia es usada para demodular la señal.
- La señal es procesada por un decodificador de la señal para recuperar la señal original.

# Secuencias de Pseudo-Ruido

- La secuencia de pseudo-ruido (PN, pseudo-noise) es una secuencia binaria que parece ser aleatoria pero puede ser reproducida por los receptores (determinística).
- Por lo cual se llama pseudo aleatoria.
- Las características aleatorias de una secuencia PN son:
  - Tienen casi igual número de 1s y 0s.
  - Poca correlación entre versiones desplazadas de la secuencia.
  - Poca correlación entre dos secuencias cualesquiera.



# Espectro Expandido: Técnicas

- **FHSS: Espectro Expandido por Salto de Frecuencia**  
(*Frequency-Hopping Spread Spectrum*).
- **DSSS: Espectro Expandido por Secuencia Directa**  
(*Direct Sequence Spread Spectrum*).

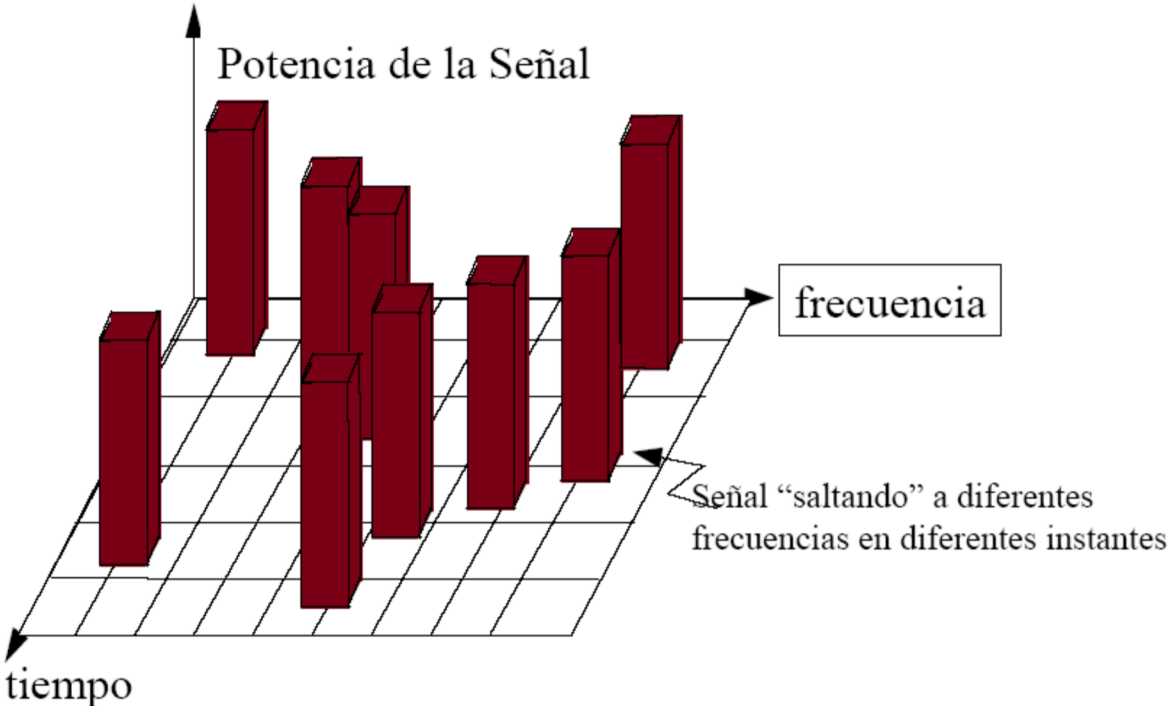
## Espectro expandido por salto de frecuencia (FHSS)

- *FHSS* la señal salta o se mueve de una frecuencia otra, es decir la expansión de la señal se produce transmitiendo una ráfaga en una frecuencia, saltando luego a otra frecuencia para transmitir otra ráfaga y así sucesivamente
- La tecnología de espectro ensanchado por salto en frecuencia (FHSS) consiste en transmitir una parte de la información en una determinada frecuencia durante un intervalo de tiempo llamada dwell time e inferior a 400 ms
- Pasado este tiempo se cambia la frecuencia de emisión y se sigue transmitiendo a otra frecuencia. De esta manera cada tramo de información se va transmitiendo en una frecuencia distinta durante un intervalo muy corto de tiempo

## Espectro expandido por salto de frecuencia (FHSS)

- La señal es difundida sobre una serie de frecuencias de radio aparentemente aleatoria.
- Cierta número de canales son reservados para las señal FH.
- La señal pasa de frecuencia a frecuencia en intervalos fijos..
- El transmisor opera en un canal en un tiempo determinado.
- Los bits son transmitidas usando un esquema de codificación.
- En cada intervalo sucesivo, una nueva frecuencia es seleccionada. Las secuencias son determinadas por el código disperso o pseudoaleatorio.
- El receptor captura los mensajes que viajan en la señal saltando entre las secuencias en sincronismo con el receptor.
- Para un receptor no deseado, FHSS parece ser un impulso de ruido de corta duración.

# Espectro expandido por salto de frecuencia (FHSS)



## Espectro expandido por salto de Frecuencia (FHSS)

Una analogía comúnmente utilizada para entender el Espectro Expandido es la de una serie de trenes saliendo de una estación al mismo tiempo. La carga que deben llevar los trenes, se distribuye relativamente igual entre los trenes.

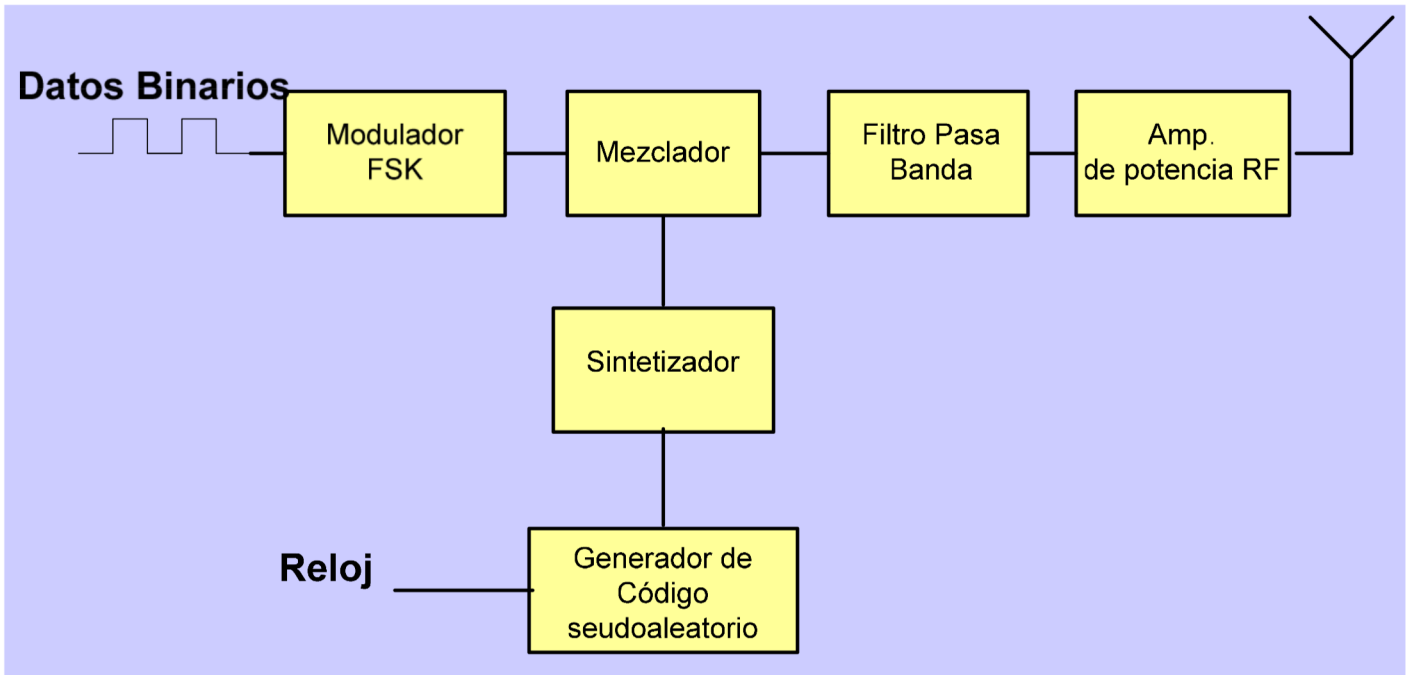
Al llegar al destino, la carga es sacada de cada tren y es cotejada.

Las duplicaciones de datos son comunes en el Espectro Expandido de modo que cuando los datos llegan demasiado dañados, o falla el envío, la redundancia inherente a esta tecnología proporciona la capacidad de interpretar el mensaje.



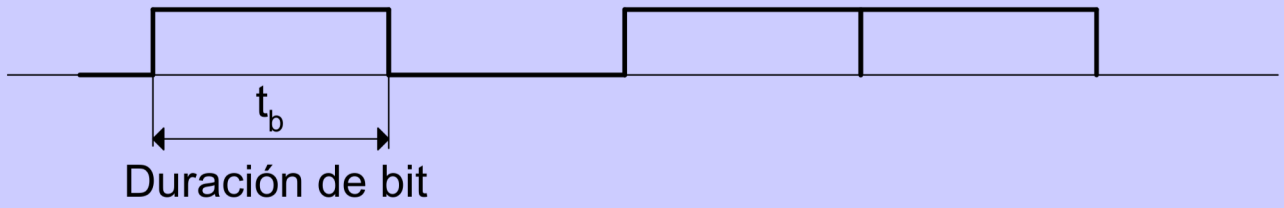
Con una arquitectura FHSS, los trenes salen de una manera diferente, es decir, no secuencialmente de tren de 1 al tren N. Los trenes que encuentran interferencias no se envían de nuevo hasta que la interferencia cesa.

# Transmisor FHSS

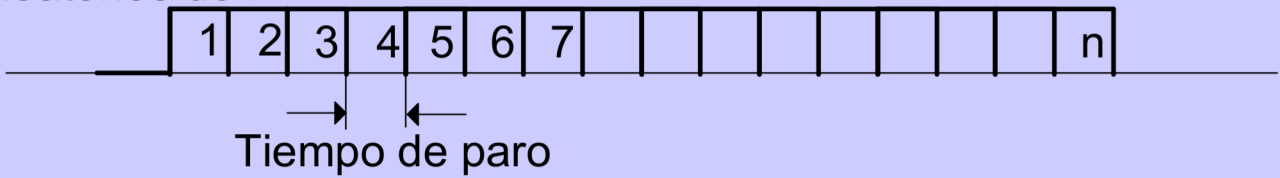


# Datos y temporizado aleatorio para FHSS

Datos binarios de información



Tiempos seudo aleatorios de f



# Cambios “aleatorios” de frecuencia para FHSS

