

## **Spread Spectrum**

Desde hace unos diez o doce años a la fecha ha estado emergiendo un nuevo mercado comercial. Llamado Spread Spectrum, este campo cubre el arte de comunicaciones digitales seguras que ahora se está explotando para los propósitos comerciales e industriales. En los próximos cualquier persona lo estará usando, de una u otra forma, Los anuncios de uso van desde LAN's "wireless", a los dispositivos de código de barras scanner/palmtop computer/radio para almacenar, al envío digital, a las comunicaciones digitales del teléfono celular, o multimedia.

Spread Spectrum ('espectro disperso') es una técnica de comunicación que por los altos costos que acarrea, se aplicó casi exclusivamente para objetivos militares, hasta comienzos de los años noventa.

Para poder captar un programa radial hay que sintonizar con un emisor que está en una determinada frecuencia. Distintos emisores están en diferentes frecuencias. Cada emisor ocupa un pequeño trozo de la banda emisora dentro de la cual se concentra la potencia de emisión irradiada. Ese trocito, también llamado amplitud de banda, tiene que ser lo suficientemente grande como para que los emisores cercanos no sean interferidos. A medida que la amplitud de banda es más angosta, pueden funcionar más emisores en una banda de frecuencia.

Esta tecnología es conocida como espectro extendido (*Spread Spectrum*) y se subdivide en dos mecanismos diferentes para llevarla a cabo, los cuales utilizan las WLAN:

### **FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum).**

Está técnica consiste en tomar la señal de transmisión y la modularla con una señal portadora que "salta" (hops) de frecuencia en frecuencia, dentro del ancho de la banda asignada, en función del tiempo. El cambio periódico de frecuencia de la portadora, reduce la interferencia producida por otra señal originada por un sistema de banda estrecha, afectando solo si ambas señales se transmiten en la misma frecuencia y en el mismo momento.

Un patrón de salto (hopping code), determina las frecuencias por las que se transmitirá y el orden de uso de estas. Para recibir correctamente la señal, el receptor debe disponer del mismo patrón de salto que el emisor y escuchar la señal en la frecuencia y momento correcto. La regulación impone a los fabricantes el uso de al menos 75 frecuencias distintas para la transmisión de un canal con un tiempo máximo de 400ms de uso por frecuencia (dwell time).

Es posible por tanto, disponer de varios equipos en empleando la misma banda de frecuencia sin que se interfieran, asumiendo que cada uno de ellos emplea un patrón de salto diferente. Dos patrones de saltos que nunca emplean la misma frecuencia se dice que son ortogonales. La imposición de al menos 75 frecuencias distintas en una banda, permite tener varios canales que no se interfieran.

A continuación se detallan algunas características de ésta técnica de modulación con respecto a DSSS:

- Menor costo.
- Consumo menor.
- Menor cobertura.
- Tolerante a interferencias de señales.

### **DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum).**

Esta técnica consiste en la combinación de la señal a transmitir en una secuencia de bits a mayor velocidad de transmisión. A esta secuencia se la conoce como chipping code o “código de troceado”, y no es más que un patrón redundante de bits asignado a cada bit a enviar, que divide la información del usuario acorde a un “ratio de esparcimiento” (Spread Ratio). Cuando se desea enviar la información, realmente se transmiten los códigos correspondientes. Por ejemplo si el bit a enviar es 1 la secuencia que se transmite es **00010011100**. Si uno o más bits del patrón sufren interferencias durante la transmisión, el receptor podría reconstruir el dato enviado, gracias a la redundancia del chipping code.

A continuación se detallan algunas características de ésta técnica de modulación con respecto a FHSS:

- Costo superior.
- Consumo superior.
- Mayor velocidad de transmisión.
- Mayor cobertura.
- Menor número de canales.

Estas dos tecnologías no son compatibles y, por lo tanto, es preciso estudiar para cada caso concreto qué emisor/receptor es más conveniente. En términos generales, los aparatos basados en el FHSS son más baratos y consumen menos, pero también tienen una zona de alcance menor que los de DSSS y están más limitados en el ancho de banda que pueden ofrecer. Si bien este último aspecto actualmente no importa demasiado, ya que el estándar prefija cuál es la velocidad máxima que puede alcanzarse independientemente de cuál sea la tecnología utilizada, se prevé que los estándares más nuevos contemplarán esta posibilidad de mayor velocidad para los mecanismos que utilicen el DSSS.

### **Introducción a las comunicaciones Spread Spectrum**

CDMA es una forma de comunicaciones DSSS. En general las comunicaciones Spread Spectrum se distinguen por tres elementos claves:

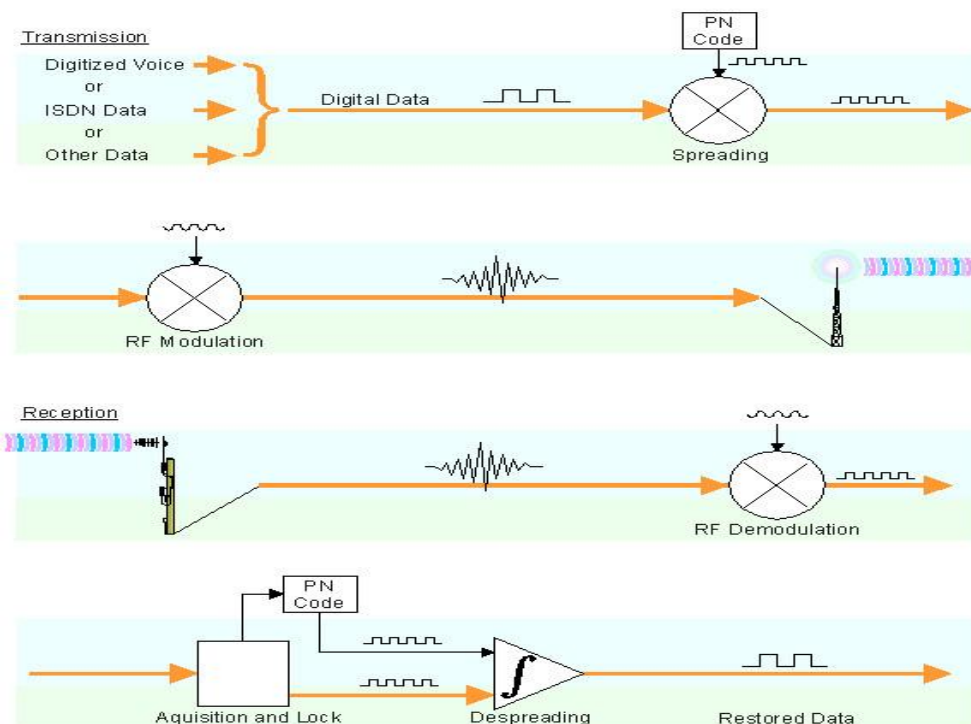
- La señal ocupa un ancho de banda mucho mayor del que es necesario para enviar la información. Esto resulta en muchos beneficios, tal como la inmunidad a la interferencia, jamming y el acceso multiusuario.
- El ancho de banda es esparcido por medio de un código el cual es independiente de los datos. La independencia del código se distingue de los esquemas de modulación standard. En los cuales la modulación de los datos siempre va acompañada al espectro.
- El receptor sincroniza el código para poder recuperar los datos. El uso de un código independiente y recepción sincrónica permite que múltiples usuarios accedan a la misma banda de frecuencia al mismo tiempo.

Para proteger la señal, se usa un código pseudo-aleatorio. Se denomina aleatorio pero es casi determinístico, dado que el receptor puede reconstruir el código por detección sincrónica. Este código pseudo-aleatorio también se denomina pseudo-ruido (PN)

## CDMA – Code Division Multiple Access

CDMA es un sistema de DSSS. El sistema CDMA trabaja directamente sobre señales digitales de 64 kbit/seg. Estas señales pueden digitalizar voz, canales ISDN, data modems, etc.

La figura muestra un sistema DSSS. Para claridad la figura muestra un solo canal operando en una dirección.



La transmisión de la señal consiste de los siguientes pasos:

1. Se genera un código pseudo aleatorio, diferente para cada canal y para cada conexión
2. La información se modula con el código pseudo aleatorio ( los datos son esparcidos)
3. La señal resultante modula una portadora
4. La portadora modulada se amplifica y se envía.

La recepción de la señal consiste de los siguientes pasos:

1. La portadora es recibida y amplificada.
2. La señal recibida es mezclada con una portadora local para recuperar la señal digital esparcida.
3. Se genera un código pseudo aleatorio, comparando la señal anticipada.
4. El receptor adquiere el código y la fase y lo compara con su propio código.
5. La señal recibida es corregida con el código generado, extrayendo los datos.