

APÉNDICE A

Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)

A.1 Introducción

Las técnicas de espectro ensanchado o espectro esparcido son técnicas de transmisión usadas en telecomunicaciones que permiten transmitir datos digitales principalmente mediante interfaces aéreas.

Se basa en el ensanchamiento de la señal a lo largo de una banda de frecuencias muy ancha mucho mayor al que originalmente tiene la señal y en la que se pueden transmitir los datos. Una vez que se han ensanchado se presentan como rudo distribuida en toda la banda de frecuencia. Lo anterior se lleva a cabo procesando a la señal original con una función independiente del mensaje, la cual debe ser conocida por el receptor.

Estas técnicas se describieron de forma teórica por una actriz de Hollywood llamada Hedy Lamarr y el pianista George Antheil en. Describieron un enlace de radio seguro para control de torpedos 1941 (muy influenciado por la Segunda Guerra Mundial) en el que se describía el control de torpedos haciendo cambiar la frecuencia de forma constante, lo que impedirá que se pudiera intervenir.

Una aplicación típica fue en los transceptores de corto alcance incluían sistemas de posicionamiento satelital (GPS), comunicaciones móviles 3G, WLAN y Bluetooth. Su éxito reside en el buen aprovechamiento del ancho de banda pues este tipo de tecnologías requieren el uso de espectro licenciado, lo cual resulta sumamente caro pues es un recurso limitado.

A3. Definición

Existen diferentes tecnologías de espectro ensanchado (SS), pero todas tienen en común la siguiente idea: la clave o secuencia de código, insertada en el canal de comunicación. La forma de insertar este código es la que define que tipo de técnica SS se está usando. Como ya se mencionó, el término "Spread Spectrum" o espectro ensanchado, se refiere a la expansión del ancho de banda de la señal, incluso hasta en varios órdenes de magnitud, lo cual ocurre cuando la secuencia de código es insertada [13].

Es un sistema de RF (Radio Frecuencia) en el cual el ancho de banda de la señal en banda base es esparcido de forma intencional a lo largo de un ancho de banda más grande inyectando una señal de frecuencia mayor.

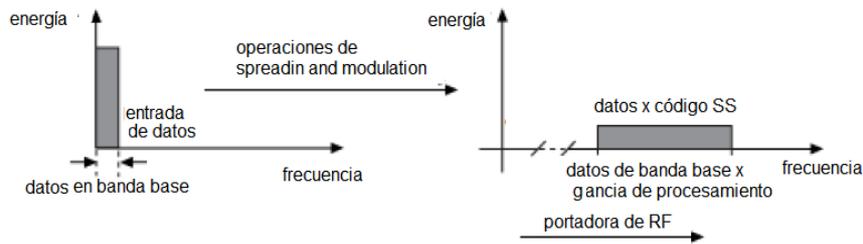


Figura 1. Ensanchamiento de la señal

Como se observa en la figura 1, la energía usada para transmitir dicha señal se distribuye en todo el ancho de banda semejando ruido. La diferencia (en dB) entre la señal esparcida y la original se denomina Ganancia de procesamiento, la cual típicamente está entre 10 y 60 dB.

Para aplicar una técnica de SS, se debe de introducir el correspondiente código SS (lo cual se denomina spreading) en la cadena de transmisión antes de las antena receptora. Y de forma inversa, mediante la operación de de-spreading el *código SS* es retirado en la cadena receptora reconstruyendo la información original.

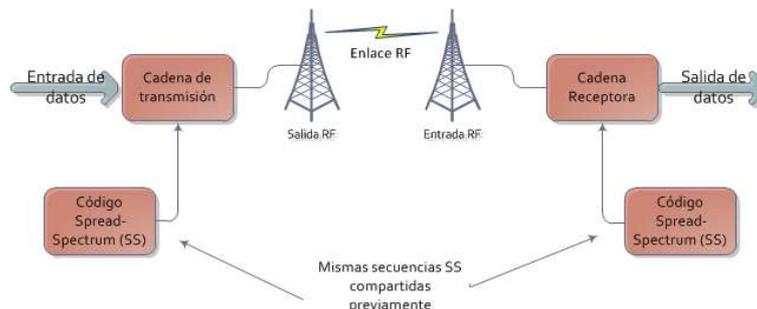


Figura 2. Diagrama de bloques de sistema SS

Al mismo tiempo, el hecho de que la señal ocupe un ancho de banda grande no limita el uso del espectro, se compensa con la posibilidad de compartirlo entre varios usuarios.

A4. Ventajas de las técnicas SS [11]

- La más importante de las es la resistencia a la interferencia y señales *jamming*²¹, las cuales son rechazadas pues no contiene el código SS (*key*). Sólo la señal deseada (la que contiene el código SS), será vista por el receptor al efectuar la operación de de-spreading.

²¹ Señales que impiden intencionalmente la recepción de las señales deseadas.

- Se puede ignorar el ruido, ya sea el que esta presente en una banda angosta o en banda ancha, debido a la misma razón, no contiene el código SS. Así mismo, puede haber varias transmisiones activas con diferente técnica SS en la misma banda.
- También presentan resistencia al espionaje, pues quienes deseen escuchar las transmisiones sin autorización al no poseer el código no podrán decodificar la información, parecería solamente ruido para dichos receptores, además de que pueden colocarse por debajo del nivel de ruido pues se disminuyo la densidad espectral al aplicar SS. Entonces el mensaje resultara invisible.

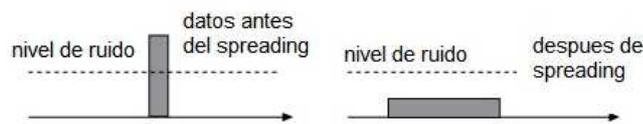


Figura 3. Señal de banda angosta y señal SS

- Resistencia a efectos multirayectoria los cuales son causados por objetos o condiciones atmosféricas, pues las señales reflejadas, a pesar de contener el código, pueden ser rechazadas para no interferir con las señales directas. Algunos métodos sí efectúan en dichas señales el proceso de de-spread y se agrega dicho contenido a la señal principal.

A5. Códigos Spread Spectrum (keys)

La parte más importante de estas técnicas es la presencia de código SS (o Key), el cual debe ser conocido por el transmisor y receptor.

Dichos código son secuencias digitales que deben ser tan largas y aleatorias como sea posible e tal forma que tengan apariencia de ruido. Sin embargo, deben ser totalmente reproducibles o el receptor no podrá extraer los datos que han sido enviados. Dichas secuencias son conocidas como *pseudoaleatorias (PSN Pseudo-random number)*. Para generarlas, el método más usado es utilizando un registro de corrimiento con retroalimentación.

Para garantizar la comunicación eficiente de espectro ensanchado; las secuencias PRN deben respetar ciertas normas, como la longitud, auto correlación, correlación cruzada, ortogonalidad y el equilibrio de los bits.

Apéndice B

Técnicas de Modulación

B1. Introducción

Las técnicas de modulación digital tienen como objeto adaptar la información digital al medio radioeléctrico. Para ello es necesario colocar la información en señales senoidales en el orden de microondas que puedan ser colocadas en el medio de transmisión, en este caso, en el aire.

En las modulaciones digitales, una señal senoidal analógica es modulada por una cadena de bits, lo cual podría ser considerado como una conversión digital/analógica. Los cambios en la señal portadora son escogidos entre un número finito de símbolos conocido como alfabeto.

Las formas más comunes de modulación digital son:

- Modulación por corrimiento de frecuencia *FSK (frequency-shift keying)*,
- Modulación por corrimiento de fase *PSK (phase-shift keying)*
- Modulación por amplitud *ASK (amplitude-shift keying)*.
- Modulación de amplitud en cuadratura *QAM (quadrature amplitude modulation)*

B2. FSK (Frequency-Shift Keying) [15]

Se usan dos frecuencias de ondas senoidales para representar los 1's y 0's lógicos, las cuales se transmiten con alternancias para crear los datos binarios seriales. Bajo esta nomenclatura, el 1 se denomina frecuencia de marca y el 0 frecuencia de espacio.

La señal resultante se parece a la siguiente figura, en ella, se usaron las frecuencias de 1070Hz y 1270 Hz para llevar a cabo la modulación:

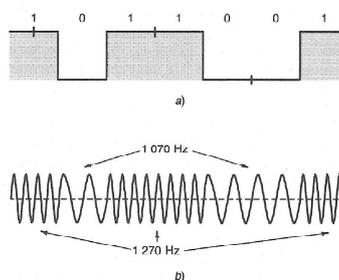


Figura 1. Modulación FSK a) señal binaria, b) señal FSK

B3. PSK (phase-shift keying)

En este tipo de modulación, la señal binaria que se transmitirá cambia el ángulo de fase de un carácter de onda senoidal. Dependiendo si se va a transmitir un 1 o 0 binario, es decir, se hace un corrimiento de fase lo que equivale a una diferencia de tiempo entre las dos señales senoidales de igual frecuencia. El máximo desplazamiento de fase es 180°.

La figura ilustra el caso más sencillo de PSK, el corrimiento binario **BPSK (Binary phase-shift keying)**, durante el tiempo que se transmite un 1, la señal tiene una fase, y cuando se transmite un 0 binario la portadora se transmite común un corrimiento de fase de 180°.

La constelación que establece el estándar 802.11 para PHY OFDM es la siguiente

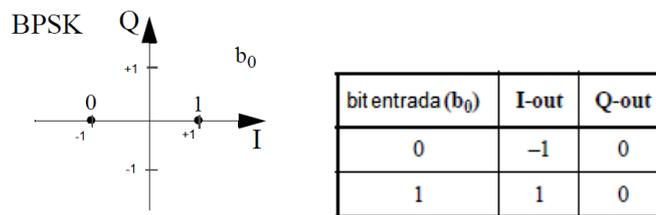


Figura 3. Constelación 802.11

B4. QPSK (Quadrature Phase-Shift Keying)

Esta modulación surge como una forma de aumentar la tasa de transmisión de datos sin aumentar en ancho de banda requerido, pues es posible codificar más de un bit por cambio de fase. Hay un cambio de símbolo por cada cambio de bit con BPSK. Para cada corrimiento de fase se especifican dos bits, de manera que cada desfase represente un símbolo constituido por n bits.

De esta forma, QPSK o 4-PSK permite codificar 2^n bits por cada cambio de fase, en este caso $2^2 = 4$, por lo que cada símbolo contiene dos bits. Cada par de bits corresponde a una fase (4 fases) por tanto hay 90° entre cada cambio de fase. La figura 4 muestra la constelación y tabla de asignación de fases para una modulación QPSK:

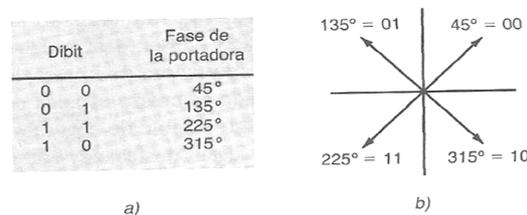


Figura 4: a) ángulo de fase de portadora para cada par de bits; b) constelación

La figura 5 muestra la constelación QPSK usada en el estándar 802.11 para la capa PHY OFDM:

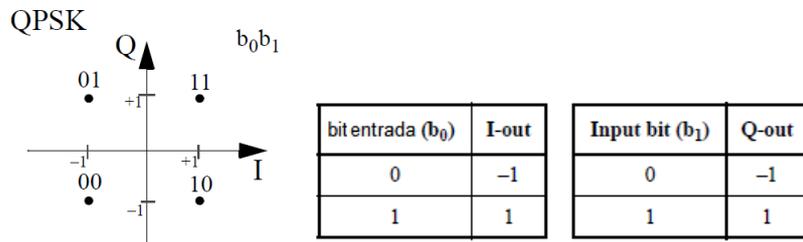


Figura 5. Constelación QPSK en 802.11

B4. QAM (Quadrature Amplitude Modulation)

Es una modulación muy popular que incrementa de forma notable la cantidad de datos por símbolo que se transmiten en el mismo ancho de banda. En esta modulación se hace variar la amplitud y la fase de la señal portadora para codificar la señal.

Por ejemplo, en 8-QAM hay 4 desfases como en QPSK, sin embargo, hay también dos diferentes amplitudes de portadora. Por tanto son 8 los diferentes estados que se obtienen con 3 bits por cada símbolo ya que $2^3 = 8$. Cada palabra binaria de 3 bits usa una combinación diferente de fase y amplitud.

Así mismo, existen otras modulaciones que se definen para el estándar 802.11, como son 16-QAM y 64-QAM, las cuales operan bajo el mismo principio. La modulación 16-QAM representa 16 estados diferentes, con 4 bits por símbolo y 4 amplitudes distintas. La modulación 64-QAM codifica 6 bits por símbolo y representa 64 estados diferentes, con 16 amplitudes distintas.

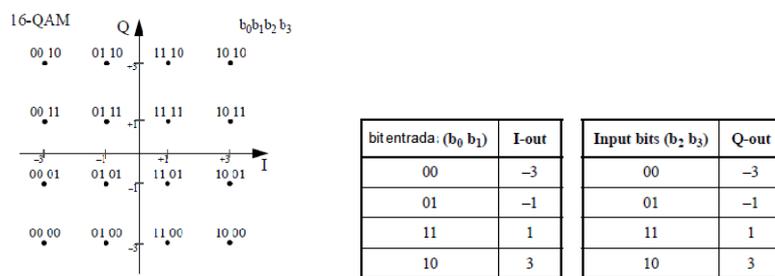


Figura 6. Modulación 16-QAM para el estándar 802.11

Apéndice C

Código en Matlab

WIMAX

```

close all;
clear all;
global muestras PL,
payloadIP,payloadMAC,payloadPHY,eficienciaTCP,eficienciaIP,eficienciaMAC,eficienciaPHY,encapsulaTCP,encapsulaIP,
encapsulaMAC,encapsulaPHY

min=0; %número minimo de bytes utiles
max=10800; %número maximo de bytes utiles
paso=64; %espaciado entre bytes
muestras=ceil((max-min)/paso); %número de muestras a graficar para payload
PL= zeros(muestras,1);

payloadIP=zeros(muestras,1); %recibira el resultado de la funcion ef_volTCP y sera el payloadIP
payloadMAC=zeros(muestras,1); %recibira el resultado de la funcion ef_volIP y sera el payloadMAC
payloadPHY=zeros(muestras,1); %recibira el resultado de la funcion ef_volIMAC y sera el payloadPHY

eficienciaTCP=zeros(muestras,1); %recibira el resultado de la efi vol TCP
eficienciaIP=zeros(muestras,1); %recibira el resultado de la efi vol IP
eficienciaMAC=zeros(muestras,1); %recibira el resultado de la efi vol MAC
eficienciaPHY=zeros(muestras,1); %recibira el resultado de la efi vol PHY

encapsulaTCP=zeros(muestras,2); %recibira el resultado de la efi vol TCP
encapsulaIP=zeros(muestras,2); %recibira el resultado de la efi vol IP
encapsulaMAC=zeros(muestras,2); %recibira el resultado de la efi vol MAC
encapsulaPHY=zeros(muestras,6); %recibira el resultado de la efi vol PHY

for(i=1:muestras)
    PL(i,1)=i*paso; %valores del payload
end

encapsulaTCP=ef_volTCP(PL,muestras); %ejecuta script ef_volTCP que retorna en un arreglo efvol y payloadIP

for (i=1:muestras)
    eficienciaTCP(i,1)=encapsulaTCP(i,1).*100; %recupera valores de eficiencia
    payloadIP(i,1)=encapsulaTCP(i,2); %recupera valores PayloadIP
end

figure
title('EFICIENCIA VOLUMETRICA WIMAX')
plot(PL,eficienciaTCP)
xlabel('Tamaño de la carga útil [bytes]')
ylabel('Eficiencia volumétrica [%]')
axis([0 10000 40 110])
hold on;

encapsulaIP=ef_volIPmodif(payloadIP,muestras,PL); %ejecuta script para eficiencia vol IP

for (i=1:muestras)

```

```

    eficienciaIP(i,1)=encapsulaIP(i,1).*100;
    payloadMAC(i,1)=encapsulaIP(i,2);
end

plot(PL,eficienciaIP,'r')

encapsulaMAC=ef_volMAC_wimax(payloadMAC,muestras,PL); %ejecuta script para ef volum MAC en wimax
hold on;

for (i=1:muestras)
    eficienciaMAC(i,1)=encapsulaMAC(i,1).*100;
    payloadPHY(i,1)=encapsulaMAC(i,2);
end

plot(PL,eficienciaMAC,'g')
hold on;

encapsulaPHY=ef_volPHYwimax(payloadPHY,muestras,PL); %ejecuta script para ef volum PHY en wimax

for (i=1:muestras)
    eficienciaPHY(i,1)=encapsulaPHY(i,5).*100;
    payloadPHY(i,1)=encapsulaPHY(i,3)*100;
end

plot(PL,eficienciaPHY,'m')
hold on;

plot(PL,payloadPHY)
hold on;

```

```

function eficiencia_MAC=ef_volMACwifi(payloadMAC,muestras,PL)

HD_MAC=34; %Bytes/octetos para el encabezado (2+2+6*4+2=30)+ FCS(4)

eficiencia_IP=zeros(muestras,2);

for(i=1:muestras)

    encapsulado=payloadMAC(i,1)+HD_MAC; %encapsulamiento de la trama inicial
    eficiencia_MAC(i,1)=PL(i,1)/encapsulado; %eficiencia
    eficiencia_MAC(i,2)=encapsulado;
end

```

```

function eficiencia_PHY=ef_volPHYwifi(payloadPHY,muestras,PL)

```

```

data_rate=9; %in mbps
rateBPS=data_rate*1000000;
coding_rate=3/4;
Ncbps=288; %[bits]
Ndbps=216; %[bits]

eficiencia_PHY=zeros(muestras,6);
n=120;
k=108;
m=6; %no de bits por simbolo

```

```

for(i=1:muestras)
    LENGTH=payloadPHY(i,1);
    eficiencia_PHY(i,1)=LENGTH;
    RS=ceil(LENGTH/k*n);
    eficiencia_PHY(i,2)=RS;
    eficiencia_PHY(i,3)=PL(i,1)/RS;
end
return;
    
```

WIFI

global muestras PL

```

min=0; %número mínimo de bytes utiles
max=10800; %número máximo de bytes utiles
paso=64; %espaciado entre bytes
muestras=ceil((max-min)/paso); %número de muestras a graficar para payload
PL= zeros(muestras,1);
    
```

```

for(i=1:muestras)
    PL(i,1)=i*paso; %valores del payload
end
    
```

```

encapsulaTCP=ef_volTCP(PL,muestras); %ejecuta script ef_volTCP que retorna en un arreglo efvol y payloadIP
    
```

```

for (i=1:muestras)
    eficienciaTCP(i,1)=encapsulaTCP(i,1).*100; %recupera valores de eficiencia
    payloadIP(i,1)=encapsulaTCP(i,2); %recupera valores PayloadIP
end
    
```

```

figure(1)
plot(PL,eficienciaTCP)
xlabel('Tamaño de la carga útil [bytes]')
ylabel('Eficiencia volumétrica ')
axis([0 10000 30 102])
hold on;
    
```

```

encapsulaIP=ef_volIPmodif(payloadIP,muestras,PL); %ejecuta script para eficiencia vol IP
    
```

```

for (i=1:muestras)
    eficienciaIP(i,1)=encapsulaIP(i,1).*100;
    payloadMAC(i,1)=encapsulaIP(i,2);
end
    
```

```

plot(PL,eficienciaIP,'r')
    
```

```

encapsulaMAC=ef_volMACwifi_modif(payloadMAC,muestras,PL); %ejecuta script para ef volum MAC en wifi
hold on;
    
```

```

for (i=1:muestras)
    eficienciaMAC(i,1)=encapsulaMAC(i,1).*100;
    payloadPHY(i,1)=encapsulaMAC(i,2);
end
    
```

```

plot(PL,eficienciaMAC,'g')
    
```

```

hold on;

encapsulaPHY=ef_volPHYwifi_modif(payloadPHY,muestras,PL); %ejecuta script para ef volum PHY en wifi

for (i=1:muestras)
    eficienciaPHY(i,1)=encapsulaPHY(i,1).*100;
    %eficienciaPHY(i,2)=PL(i,1);
end

plot(PL,eficienciaPHY,'m')

```

```

function eficiencia_MAC=ef_volMACwifi(payloadMAC,muestras,PL)

HD_MAC=34; %Bytes/octetos para el encabezado (2+2+6*4+2=30)+ FCS(4)
eficiencia_IP=zeros(muestras,2);

for(i=1:muestras)

    encapsulado=payloadMAC(i,1)+HD_MAC; %encapsulamiento de la trama inicial
    eficiencia_MAC(i,1)=PL(i,1)/encapsulado; %eficiencia
    eficiencia_MAC(i,2)=encapsulado;
end

return;

```

```

function eficiencia_PHY=ef_volPHYwifi(payloadPHY,muestras)

data_rate=9; %in mbps
rateBPS=data_rate*1000000;
coding_rate=3/4;
Ncbps=288; %[bits]
Ndbps=216; %[bits]

PLCPpreamble=(12*Ncbps);%12simbolos*Ndbps es decir bits, codificados?????????????????' segun si pporq dice que se
codif segun la tasa
PLCPheader=24; %24 bits=3bytes NO CODIFICADOS

eficiencia_PHY=zeros(muestras,2);
NsymNC=0;
NdataC=0;
LENGTH=0;

for(i=1:muestras)

    LENGTH=payloadPHY(i,1). *8;
    NsymNC=ceil((16+LENGTH+6)/Ndbps); %calcula el número de simbolos del campo DATA en funcion de la long de la
trama MAC y sin codificar
    NdataC=(NsymNC*Ncbps); %calcula el número de bits codificados por simbolo
    bitsPHY=PLCPpreamble+PLCPheader+NdataC; %número de bITS en capa fisica codificados
    eficiencia_PHY(i,1)=LENGTH/bitsPHY; %eficiencia
    eficiencia_PHY(i,2)=ceil(bitsPHY./8); %tamaño en bytes de la cadena PHY

end
return;

```

Glosario

MTU (Maximum Transport Unit): se refiere al tamaño en bytes de la unidad de datos más grande que puede enviarse usando un protocolo de redes de datos.

Protocolo Orientado a conexión: es aquel en el que se identifica el flujo de tráfico con un identificador de conexión en lugar de utilizar explícitamente las direcciones de la fuente y el destino; lo que hace a los conmutadores de red más rápidos. Antes de iniciar la comunicación se verifican determinados datos entre estas lo que supone mayor carga de trabajo a una red.

Protocolo no orientado a conexión: comunicación entre dos puntos finales de una red en los que un mensaje puede ser enviado desde un punto final a otro sin acuerdo previo. El dispositivo en un extremo transmite los datos al otro, sin tener que asegurarse de que el receptor esté disponible y listo para recibir los datos.

Fragmentación: es un mecanismo que permite la interconexión de redes con capacidades de transmisión distintas. Cada uno de los fragmentos puede ser enviado de forma independiente e incluye un campo con la dirección destino y el número de secuencia para ser re ensamblado en el receptor.

WLAN (Wireless Local Area Network): es un sistema de comunicación de datos inalámbrico a través de ondas de radio (tecnología de radiofrecuencia), utilizado para transmitir información de un punto a otro sin necesidad de un medio físico guiado, muy utilizado como alternativa a las redes de área local cableadas. Ejemplo: WiFi.

WMAN (Wireless Metropolitan Area Network): es una clasificación para redes inalámbricas, éstas tiene una cobertura más amplia que las redes locales WLAN. Se basan en el estándar IEEE 802.16 y ofrecen una velocidad total efectiva de 1 a 10 Mbps, con un alcance de 4 a 10 kilómetros.

BWA (Broadband Wireless Access): comprende las tecnologías que proporcionan a los dispositivos portátiles, un acceso inalámbrico de alta velocidad a las redes de datos. Provee la misma conectividad que las tecnologías de acceso de banda ancha alámbricas tales como el xDSL y el cable modem. Utiliza de igual forma radiofrecuencia como medio de transmisión. Ejemplo: WiMAX.

OSI (Open System Interconnection): es el modelo de red descriptivo creado por el ISO, el cual es un marco de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones. Se divide en siete capas: física, enlace de datos, red, transporte, sesión, presentación y aplicación, las cuales se asocian a un determinado número de protocolos.

QoS (Quality of Service): es una Medida de desempeño para un sistema de transmisión que refleja la calidad de transmisión y disponibilidad del servicio. Es especialmente importante para ciertas aplicaciones tales como la transmisión de vídeo o voz.

Movilidad: capacidad para conservar activos los servicios y aplicaciones que se tienen activos en una terminal en un cierto espacio geográfico al cambiarse de punto de acceso en una ubicación geográfica distinta incluso a velocidades muy altas.

AP (Access Point): es un dispositivo que interconecta dispositivos de comunicación inalámbrica para formar una red inalámbrica. Normalmente un WAP también puede conectarse a una red cableada, y puede transmitir datos entre los dispositivos conectados a la red cable y los dispositivos inalámbricos. Punto centralizado de acceso.

Backbone: se refiere a las principales conexiones troncales de Internet. Está compuesta de un gran número de ruteadores comerciales, gubernamentales, universitarios y otros de gran capacidad interconectados que llevan los datos a través de países, continentes y océanos del mundo mediante cables de fibra óptica. El término Backbone también se refiere al cableado troncal o subsistema vertical en una instalación de red de área local que sigue la normativa de cableado estructurado.

LOS (Line of Sight): propagación de las ondas electromagnéticas, las cuales viajan en línea directa, es decir, que no existe objeto que las interfiera.

LLC (Local Link Control): constituye la parte más alta de la capa de enlace de datos (capa2) en el modelo OSI. Provee de mecanismos de multiplexión que hacen posible que diferentes protocolos de red coexistan sin un a red multipunto. Y se transporten en el mismo medio; provee control de flujo y señales para la repetición automática así como mecanismos de administración de errores.

SDU (Service Data Unit): es una unidad de datos que al ser pasada a una capa más baja de acuerdo con el modelo OSI y que no ha sido encapsulada todavía en una PDU (Protocol Data Unit) por dicha capa. Son los datos que envía el usuario de los servicios en una dada capa y se transmite de forma sistemática y si cambios a un usuario de servicio del mismo nivel.

PDU (Protocol Data Unit): se utilizan para el intercambio entre unidades del mismo nivel, dentro de una capa del modelo OSI. Existen dos clases: de datos que contiene datos de usuario final, y de control que transportan datos para establecer funcione del protocolo. Esta información ya ha sido encapsulada por tanto en un determinado protocolo.

FCS (Frame Check Sequence): es una trama recibida que tiene una "secuencia" de verificación de trama incorrecta, también conocido como error de CRC o de checksum, difiere de la transmisión original en al menos un bit. En una trama con error de FCS, es probable que la información del encabezado sea correcta, pero la checksum que calcula la estación receptora no concuerda con la checksum que adjunta la estación transmisora al extremo de la trama. Por lo tanto, se descarta la trama.

LAN (Local Area Network): es la interconexión de varias computadoras y periféricos. Su extensión está limitada físicamente a un edificio o a un entorno de 200 metros, con repetidores podría llegar a la distancia de un campo de 1 kilómetro. Su aplicación más extendida es la interconexión de computadoras personales y estaciones de trabajo en oficinas, fábricas, etc.

ISM (Industrial, Scientific and Medical band): son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica. En la actualidad estas bandas han sido popularizadas por su uso en comunicaciones WLAN. Su uso está abierto a todo el mundo sin necesidad de licencia, respetando los niveles de potencia y que tengan cierta tolerancia frente a errores, utilicen mecanismos de protección contra interferencias y técnicas de ensanchado de espectro.

Exponential Backoff: es un algoritmo que utiliza la retroalimentación para disminuir multiplicativamente la tasa de algún proceso, a fin de encontrar poco a poco una tasa aceptable; comúnmente se usa para programar las retransmisiones después de las colisiones. La retransmisión se retrasa por una cantidad de tiempo derivada del tiempo de espera DIFS y el número de intentos de retransmisión.

WEP (Wireless Equivalent Privacy): es el sistema de cifrado incluido en el estándar IEEE 802.11 como protocolo para redes Wireless que permite cifrar la información que se transmite. Proporciona un cifrado a nivel 2, basado en el algoritmo de cifrado RC4 que utiliza claves de 64 bits (40 bits más 24 bits del vector de iniciación IV) o de 128 bits (104 bits más 24 bits del IV).

Padding: bits de relleno que se adicionan una trama para hacerla coincidir con un tamaño específico, como lo es la MTU o bien un bloque de elementos de codificación.

CRC (Cyclic Redundancy Code): es una función que recibe un flujo de datos de cualquier longitud como entrada y devuelve un valor de longitud fija como salida. Es usada como suma de verificación para detectar la alteración de datos durante su transmisión o almacenamiento.

IFFT (Inverse Fast Fourier Transform): ejecuta la función de síntesis basado en la transformada rápida de Fourier, la cual calcula de forma rápida y en el dominio discreto la transformada directa de Fourier (DFT), la cual obtiene una representación en el dominio de la frecuencia, siendo la función original una función en el dominio del tiempo; estableciendo que toda función senoidal es la suma de sus componentes también senoidales en el dominio del tiempo.

Códigos de bloque: son técnicas utilizadas para transformar un conjunto de datos binarios "N" en otro un poco más largo "K" donde se agregan unos bits de más para dar redundancia al código saliente K, donde $(K > N)$. El número de dígitos de comprobación o redundancia será $M = K - N$; donde M son la cantidad dígitos adicionados.

Códigos Convolutionales: es un tipo de código de detección de errores donde: cada símbolo de m bits de información se transforma, al ser codificado, en un símbolo de n bits, donde m/n es la tasa del código ($n \geq m$) y la transformación es función de los k símbolos anteriores, donde k es la longitud del código.

Tasa de codificación (R): es la relación entre la longitud de la palabra original y la longitud de la palabra codificada, la cual ya contiene los bits de redundancia adicionales que se agregaron el codificador para la corrección de errores.

SNR (Signal to Noise Ratio): e define como el margen que hay entre la potencia de la señal que se transmite y la potencia del ruido que esta presente en el medio. Este margen es medido en Decibeles [dB].

ETSI HIPERMAN: s un estándar creado por el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI) dirigido principalmente para proveer DSL inalámbrica de banda ancha, cubriendo un área geográfica grande. Se considera una alternativa europea a WiMAX y a la coreana WiBro.

Throughput: es el volumen de datos efectivo que fluye en una red de datos en un determinado momento. Difiere del ancho de banda en que este último es una cantidad teórica máxima de la información que pasa por el canal, en este caso, es un volumen de datos es menor debido a que existen diferentes factores en el medio que afectan dicho parámetro