

Capítulo 1.

Introducción.

1.1 Antecedentes históricos.

La comunicación en el ser humano ha tenido una función importante, la de expresar sus sentimientos y la de satisfacer sus necesidades.

La humanidad ha desplegado gran energía para comunicarse, ha utilizado y desarrollado diferentes tipos de señales que agrupa en diferentes tipos de lenguajes y expresiones.

Los primeros sistemas de comunicaciones.

La comunicación de datos, actualmente implica el uso de aparatos eléctricos y electrónicos para enviar información en forma de símbolos y caracteres entre dos puntos; puesto que la energía eléctrica, las ondas de radio y las ondas de luz son formas de energía electromagnética, cabe resaltar la importancia de estas cosas ya que hay que señalar que las primeras formas de comunicación, tales como las señales de humo lo fueron para algunos nativos, o el reflejo de la luz del sol manteniendo un espejo con la mano también son formas de algún tipo de comunicación de datos y que desde entonces eran medios importantes para poder intercambiar algún tipo de información y finalmente poder comunicarse. Llevar esta idea al futuro; pensar en las señales de humo como un símbolo discreto, así como los símbolos utilizados en las comunicaciones de hoy en día en los sistemas

discretos es algo que ha logrado la humanidad a través de la búsqueda de formas de poder comunicarse.

Primeros usos de la energía eléctrica.

El descubrimiento y aprovechamiento de la energía eléctrica introdujo muchas nuevas posibilidades para códigos de comunicación más allá de señales de humo, espejos, banderas de señalización y linternas usadas en los siglos XVIII y XIX.

Una de las primeras propuestas, presentada en una revista de Escocia en 1753 por Charles Marshall fue simple, pero tuvo profundas implicaciones para su ejecución o manejo, era el primer aparato telegráfico electrostático. Esta idea fue conectar 26 alambres paralelos de pueblo en pueblo, un alambre para cada letra del alfabeto. Cada uno de los extremos estaba conectado a un péndulo de médula de saúco que, al cargarse con la carga eléctrica generada por una máquina electrostática situada en el otro extremo, atraía papelitos con las letras correspondientes.

En 1774 un inventor suizo construyó un sistema prototipo basado en este principio de los 26 alambres pero sustituyendo en este caso el péndulo de saúco por una disolución electrolítica, contenida en otros tantos vasos de vidrio o en una gran cubeta común de forma paralelepédica, pero tomar esta tecnología eliminaba la idea de un uso serio.

En 1833 Carl Friedrich Gauss usó un código basado en una matriz de 5 por 5 de 25 letras (I y J se combinaron) para enviar mensajes desviando una aguja de una a cinco veces, a la derecha o a la izquierda. La primera serie de desviaciones indicaba el renglón; la segunda la columna.

El telégrafo.

El primer desarrollo importante en la comunicación de datos ocurre en el siglo XIX cuando un americano, Samuel F. B. Morse, inventó el telégrafo el cual patentó en 1837. El telégrafo eléctrico fue el primer medio que tuvo rapidez en las comunicaciones dejando de lado las distancias geográficas para lograr una comunicación instantánea, que fue la base de toda evolución posterior de las telecomunicaciones. En el siglo XVIII varios físicos experimentaron con cables submarinos y telégrafos de agujas, para lograr una comunicación rápida que reemplazara los sistemas que hasta ese momento se manejaban como palomas mensajeras o personas-correo.

El físico británico James Clerk Maxwell estableció en la década de 1860 la teoría de las ondas electromagnéticas, teoría que sustentó los desarrollos de transmisión inalámbrica.

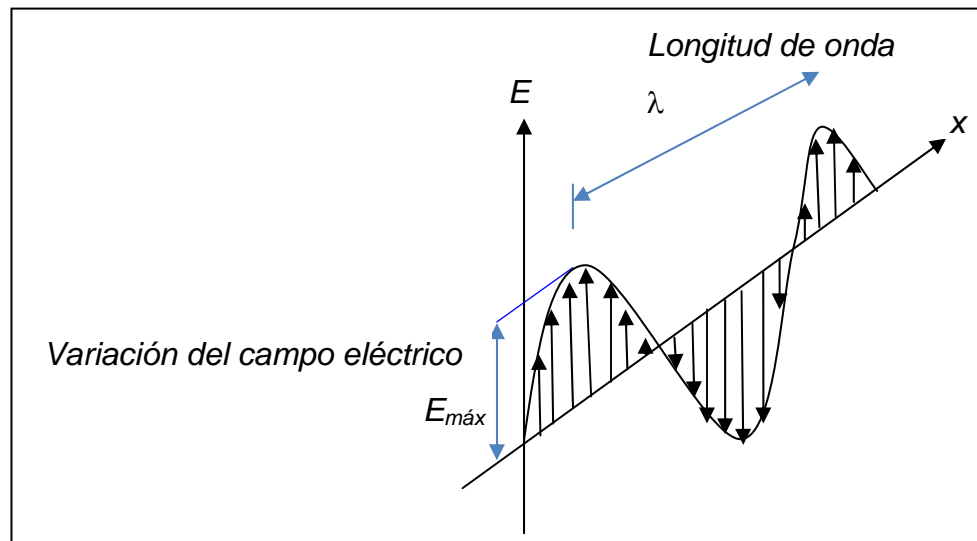


Figura 1.1.1 Plano de onda electromagnética congelada en el tiempo.

Posteriormente, la invención del sistema de radio por Marconi en 1896 inicia la era de las telecomunicaciones con su sistema de telegrafía inalámbrica. Marconi consigue controlar de forma remota un timbre eléctrico, aunque la distancia entre el

emisor y el receptor es de unos pocos metros. Marconi patenta su invento y lo llama telégrafo sin hilos. En 1901 se efectúa la primera transmisión transatlántica por radio, entre Cornualles y Terranova. Este enlace por radio abre la era de las comunicaciones a larga distancia.

Las ondas radioeléctricas permiten establecer una comunicación entre dos estaciones fijas, pero, sobre todo, ofrecen la solución ideal para establecer comunicación entre móviles de cualquier tipo, barcos, aviones, satélites, automóviles y peatones, y esto sin importar la distancia entre los interlocutores.

A comienzos del siglo XX, en diferentes países de Europa y América del norte, a los servicios de policía se les dota con equipos de radio para comunicar la central con los coches patrulla.

A principios de los años 50, en Estados Unidos, la compañía Bell Telephone ofrece a sus abonados un servicio de radiotelefonía. Por primera vez la radiotelefonía se generaliza, de modo que el gran público accede a un servicio hasta ahora reservado para ciertas instituciones. Sin embargo, la red de radiotelefonía no puede acoger más que a un número limitado de abonados.

Para afrontar el creciente número de solicitudes de abonados a este servicio, se impone el desarrollo de nuevas ideas que permitan repartir las bandas de frecuencias de radio entre un mayor número de abonados y que, además, contribuyan a mejorar la cuestión de la red, ya que la cantidad de frecuencias de radio disponibles para la radiotelefonía representa un freno para la difusión de este medio de comunicación.

En 1964, en las redes de radiotelefonía se introduce el concepto de reparto de recursos. La red concede dinámicamente un canal de radio a una nueva comunicación mientras esta dure. El sistema escoge, entre el conjunto de canales libres, una frecuencia que se asigna a una nueva comunicación. Este paso hacia

adelante es muy importante, ya que la gestión de las frecuencias, que hasta entonces era estática, se hace ahora de forma dinámica. A partir de este momento, una red puede contar con más abonados que canales de radio posea.

Las frecuencias de radio son recursos limitados para el radioteléfono, lo que conlleva a la necesidad de optimar sin cesar la utilización de este recurso. En 1971, en Estados Unidos, la compañía Bell Telephone presenta, como respuesta a la demanda de un sistema de radioteléfono abierto a un gran número de abonados, el concepto de red celular, que utiliza una banda de frecuencias de una anchura limitada, formulada por la Federal Communications Commission. La compañía Bell Telephone propone el sistema Advanced Mobile Phone Service que introduce este concepto celular. El sistema se experimenta en la ciudad de Chicago y, a partir de 1978, se hace operativo.

En el futuro el sistema celular con tecnología digital y el empleo de convergencia de servicios se consolidará como el medio de comunicación universal.

La radiocomunicación móvil es usada por primera vez en el año de 1921 por la policía de Detroit. La comunicación se realizaba en un solo sentido, desde el puesto central hasta los móviles.

En la década de los treinta se implantan sistemas de dos vías con equipos transmisores llamados "Push-to-talk" (half-duplex). Los equipos reducen su tamaño y consumo de potencia empleando modulación por frecuencia.

En el año de 1947 se desarrolla el transistor y se concibe el reúso de frecuencias entre áreas exagonales y el hand-off, concepto que lleva al desarrollo de comunicación celular.

Para reutilizar frecuencias, el sistema requería contar con "inteligencia" para intercambiar órdenes.

Para los años cincuenta fueron desarrollados sistemas para utilizar canales separados para hablar y escuchar simultáneamente, estos sistemas de doble banda “Full duplex” evitaban realizar el cambio de función transmisión (Tx) / recepción (Rx).

La compañía Dell desarrolló y utilizó sistemas de troncales hacia 1968. Con el advenimiento de los microprocesadores en los años setenta, se desarrollaron equipos de mayor capacidad y de menor tamaño.

Se establece el primer sistema telefónico celular en 1971 (EEUU) conocido como HCMT (High Capacity Mobile telephone). El sistema resultó del uso de Centrales AT&T enlazadas usando modulación por impulsos codificados (PCM).

El desarrollo definitivo es conocido hasta 1979 con el sistema IMTS (Improved Mobile Telephone System), el cual trabaja en la banda de los 450 MHz.

IMTS cuenta con transceptores (Transmisor-Receptor) “Full Dúplex”, central automatizada y antena para cubrir el área de servicio. La señalización es automática, inclusive para enlazarse a la red pública.

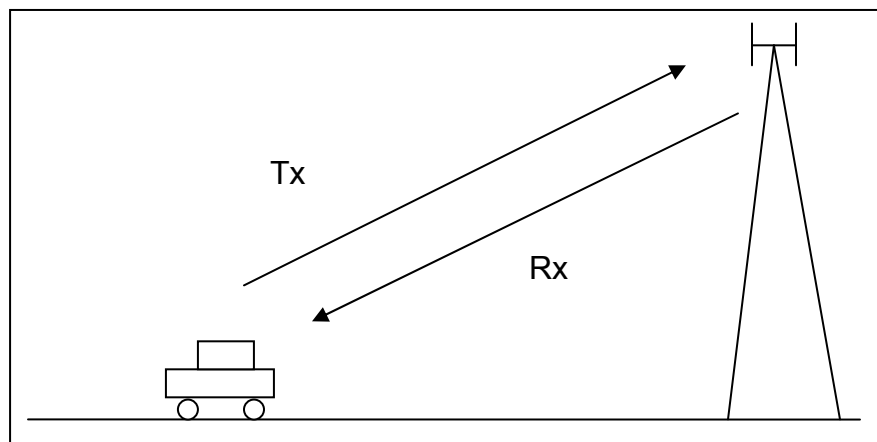


Figura 1.1.2 Full Dúplex

En los años ochenta los sistemas celulares analógicos empleaban bandas de 800 y 900 MHz, usando entre 666 a 1000 frecuencias-AMPS (Chicago, 1983), TACS (1985) y NMT900 (1987), y optimando el uso de frecuencias.

Evolución mundial de la comunicación móvil.

Organizaciones especializadas, proveedores de equipos y servicios han debatido en la implantación de tecnologías con mayores capacidades, de tal forma que favorezcan el mercado de las comunicaciones inalámbricas.

A través del tiempo, el desarrollo tecnológico y la lucha por la dominación de mercados han generado importantes estándares y tecnologías. Los sistemas celulares pueden clasificarse considerando el tipo de acceso, cobertura, tasa de transmisión de datos y eficiencia en el manejo del espectro.

1ª. Generación (analógicos)

NMT: Nordic Mobile Telephone (Europa).

Estándar desarrollado por Ericsson y usado en 30 países alrededor del mundo; parte de Europa, Asia y África. Este sistema opera en dos frecuencias 450 MHz y 900 MHz.

Puede combinarse con sistemas de 900 MHz y operar con otras compañías. Cubre excelentemente campos rurales, urbanos y fronteras internacionales.

AMPS: Advanced Mobile Phone System (América).

Uno de los primeros sistemas analógicos que salió al mercado y es usado en Estados Unidos, América Latina, al este de Europa, Australia y parte de Asia.

Del sistema se desprende lo que es ahora TDMA/IS-136 o previamente conocido como D-AMPS IS-136 versión digital de lo que es AMPS.

TACS: Total Access Communication System (Reino Unido).

Fue usado por primera vez en Inglaterra para los 900 MHz. Tiene la capacidad de 1320 canales en un ancho de banda de 25 kHz. Está diseñado para tener un alto índice de suscriptores de áreas urbanas y rurales. Soporta una velocidad de datos de 14.4 kbps.

2ª. Generación (digitales).

GSM: Groupe System Mobile (Europa, América, Asia).

GSM es uno de los líderes de los sistemas digitales en telefonía celular y salió en 1991. Las siglas principales de método de acceso son TDMA.

Realiza 8 llamadas simultáneas en el mismo radio de frecuencia en que TDMA hace una llamada. GSM simplifica la transmisión de datos utilizados en laptop, palmtop y celulares GSM.

Tiene servicio de alta velocidad de datos, mensajes cortos, Internet, etc.; además de brindar mayor seguridad en la comunicación y mayor calidad de voz.

El sistema se originó en Europa; actualmente existe en más de 100 países. GSM opera sobre los 900 MHz y 1800 MHz en Europa, Asia y Australia; y en los 1900 MHz en Norte América, Latinoamérica y África.

D-AMPS: Digital Advanced Mobile Phone System.

También conocido como TDMA, es una tecnología para transmisión digital de señales de radio. Está basado en el estándar de mayor desarrollo mundial, el IS-136.

D-AMPS es la plataforma ideal para los servicios PCS. El sistema que utiliza es el CMS8800, el cual tiene un alto grado de flexibilidad y funcionalidad en los 800/1900 MHz.

Este sistema le permite al usuario migrar rápidamente de analógico a digital.

CDMA: Code Division Multiple Access.

CDMA es un sistema de tecnología digital basado en el IS-95, fue comercializado desde 1995. CDMA opera en los 800 y 1900 MHz.

Su primer mercado fue América y Asia (conocido también como cdmaOne), en la próxima generación se llamará CDMA2000 ó IS-2000.

Los servicios que ofrece son voz y datos con una velocidad de 64 kbps, así también ofrece buzón de voz y mensajes cortos (SMS).

La técnica de acceso es diferente a la de D-AMPS. Hace reuso de frecuencias, requiere pocos sitios celulares para cubrir un área en particular. Tiene ganancia de ocho a diez veces más que AMPS, permite una mejor calidad de sonido.

PCS: Personal Communication Services.

Es un concepto de servicios que persigue tener comunicación personalizada. El concepto es independiente de la plataforma tecnológica y del rango de frecuencias a utilizar (1900 MHz, México).

3ª. Generación (digitales).

Está basada en una familia de estándares para todas las aplicaciones y para todos los países reconocidos en el IMT-2000.

Características de esta generación:

- Uso global.
- Uso para todas las aplicaciones móviles.
- Soporte de transmisión de datos tanto por circuitos conmutados (CS) como por paquetes conmutados (PS).
- Tasas de transmisión hasta 2 Mbps (dependiendo de la movilidad/velocidad).
- Alta frecuencia del espectro.

Las propuestas más importantes de la familia IMT-2000 son:

- UMTS (W-CDMA) como el sucesor de GSM, CDMA2000 como el sucesor del IS-95, todos los estándares intermedios están dirigidos a alcanzar la meta IMT-2000.
- UMTS permitirá la introducción de mucho más aplicaciones al mercado global.
- Se ha introducido el concepto multi-operador (MC) para la interfaz de radio UTRA de UMTS, con la cual se espera compatibilidad con CDMA2000.

Introducción a la Red GSM (marco histórico).

Técnicas de acceso múltiple.

Según la técnica de multiacceso empleada, los sistemas de comunicaciones móviles pueden ser FDMA (Frequency Division Multiple Access), TDMA (Time Division Multiple Access) y CDMA (Code Division Multiple Access). Los sistemas FDMA, los primeros en aparecer (de tipo analógico) utilizan la multiplexación en frecuencia, los TDMA, los segundos (digitales), en el tiempo y los CDMA, los terceros (también digitales), en el tiempo y los CDMA, los terceros (también digitales), en código.

El sistema AMPS.

El estándar AMPS Servicio de Telefonía Móvil Avanzado (Advanced Mobile Phone Service), ampliamente utilizado en Estados Unidos, Canadá y varios países de Sudamérica, Australia y China, emplea la técnica FDMA Acceso Múltiple por División de Frecuencia (Frequency Division Multiple Access) con una separación duplex de 45 MHz y frecuencia entre canales de 30 kHz (canalización), consiguiendo inicialmente un total de 666 canales dúplex, de los cuales 624 se utilizan para voz y los otros 42 para control. Más tarde, el rango de frecuencias que se le había asignado por la FCC (Federal Communications Commission) se amplió (E-AMPS) y su capacidad aumentó hasta 832 canales (790 de voz + 42 de control).

Una versión de éste utilizada sólo durante algún tiempo, ha sido la Narrowband AMPS (BAMPS) que utilizaba canales de 10 kHz en orden a incrementar la capacidad de la red por un factor de 3. De esta manera, al reemplazar los canales AMPS con 3 canales NAMPS se multiplica por 3 la capacidad y, al proporcionar más concentración de enlaces se puede dar un mejor grado de servicio, gracias a la ganancia por multiplexación estadística, en las BTS situadas en zonas densamente pobladas.

Su origen se remonta a 1974, en el que la FCC asignó 40 MHz (20+20) del espectro para comunicaciones móviles celulares y solicitó propuestas técnicas que demostrasen el uso eficiente de este espectro. AT&T obtuvo la licencia para operar el servicio, primero de manera experimental en Chicago, y más tarde comercialmente, seguida por otras iniciativas empresariales al adjudicarse varias licencias a lo largo de 1982. En 1989 la FCC añadió 10 MHz resultando los 25+25 MHz actuales, lo que permitió 166 canales nuevos para voz.

Este estándar ha dado paso en 1990 al D-AMPS, o Digital AMPS, también conocido como TDMA (IS-54 y, posteriormente, su evolución IS-136 para operar en la banda de los 1900 MHz asignada a los PCS, Personal Communication System) o ADC (American Digital Celular), que emplea la misma banda de frecuencias y la misma separación de canales (30 kHz), pero hace un uso más eficiente de ellos, al utilizar la técnica TDMA. En lugar de conseguir multiplicar por 3 la capacidad de usuarios reduciendo en la misma proporción el ancho de banda, lo que hace N-AMPS es multiplicar por 3 esta capacidad aplicando la técnica TDMA a cada uno de los canales de 30 kHz; con este método cada llamada se separa en el tiempo. Utilizando codificadores de 8 kbps ofrece 6 veces más capacidad que AMPS.

CDMA (Code Division Multiple Access), basada en el estándar IS-95 CDMA, para proporcionar servicios de alta calidad, fax, datos y voz. Este estándar parte de los métodos de transmisión digital patentados por Qualcomm, en los cuales los usuarios comparten tanto tiempo como frecuencia. Cada uno de ellos posee una función de código que sólo debe conocer el dueño y los usuarios autorizados para conocer información.

Esta función de código consiste en un pseudo-ruido (PN) o código digital compuesto de "chips" (cada bit es independiente dentro del código PN). El código se añade a la información y es modulado con la portadora. Un código PN idéntico se utiliza en el receptor para correlacionar ambas señales. Las funciones PN son ortogonales entre

sí y su correlación cruzada en la práctica es muy baja con lo cual las señales que ocupan el mismo ancho de banda con distinta función de código pueden transmitirse simultáneamente sin interferirse (diversidad en códigos).

El receptor correlaciona el conjunto de señales recibidas con la misma función. Así las señales son separadas, aceptando únicamente la energía de la señal procedente del circuito deseado. Las señales no deseadas se ignoran, siendo procesadas como ruido.

La llegada del GSM.

A principio de los 90 se preveía que los sistemas de telefonía móvil alcanzaran el límite de sus posibilidades. Por otro lado, se contemplaba ya la liberación de las telecomunicaciones, empezando por el sector móvil. Todo ello auspició el desarrollo en Europa de un nuevo sistema con naturaleza paneuropea que permitiera la itinerancia internacional, creándose a tal efecto, en 1982, en el seno de la CEPT (Conference Européenne de Postes et Telecommunications) un grupo de trabajo denominado GSM (Groupe Special Mobile), con el mandato de especificar un sistema de telefonía móvil celular de gran capacidad, con posibilidad de evolución para ir incorporando nuevas tecnologías, servicios y aplicaciones.

La especificación de la fase I de GSM concluyó en 1991 con los servicios de voz y las primeras redes se desplegaron inmediatamente, desbordando todas las previsiones iniciales, incluso las más optimistas.

En España, a finales de 1994, se liberó el servicio de telefonía móvil, con la concesión de dos licencias GSM a Telefónica Móviles y Airtel, a quienes en 1999 se uniría Amena. El desarrollo del GSM ha sido espectacular y ha cumplido sobradamente las esperanzas puestas en él, desbordando su ámbito inicialmente previsto para extenderse fuera de Europa, en Estados Unidos, Países árabes,

Australia y otros, lo que ha motivado un cambio en la interpretación de su abreviatura, convirtiéndose en Global System for Mobil Communications.

En 1996 se inició la guerra de la telefonía y el uso del móvil se popularizó. Telefónica inició la distribución de MoviStar realizando campañas de publicidad conjuntas con otras empresas, en las cuales simplemente pagando el alta de la línea y asegurando un uso mínimo de seis meses, regalaban el teléfono. Los mejores campos de golf en España, donde la compañía se aseguraba una buena facturación mensual, fueron algunos de los lugares en los que empezó la distribución masiva del móvil.

Cuando la telefonía móvil inició su desarrollo, existía un concepto generalizado de que el nuevo invento era un complemento de la red fija y que su uso sería relativamente reducido y para grupos profesionales con intereses y necesidades específicas (ejecutivos), un hecho que, como es fácil constatar, no se ha cumplido. En 1998, con la liberación y desregulación se produce un punto de inflexión y de una cifra prevista para el 2000 de 60 millones de abonados a nivel mundial, la cifra ascendió a 700 millones, un error de cálculo más que apreciable.

El proceso de permeabilidad social que caracteriza la telefonía móvil recuerda lo que ocurrió en su tiempo con el teléfono fijo. La diferencia está en la mayor aceleración del procedimiento actual. Primero, la telefonía celular fue un hecho novedoso, privativo de unos pocos, pero muy pronto, algo que empezó siendo exclusivo acabo popularizándose y se extiende al resto de la población, sin dejar sector social, sexo o edad sin cubrir.

La tercera generación de móviles.

La siguiente generación de comunicaciones móviles, llamada 3G, significa un salto enorme respecto a los sistemas anteriores. Está pensada para itinerancia

global, transmisión de datos a alta velocidad a través de técnicas avanzadas de conmutación de circuitos y de paquetes, soporta tecnología IP (y ATM), lo que posibilita el acceso a Internet y, en general, aplicaciones multimedia móviles, con servicios personalizados y basados en la localización de los usuarios. El nuevo modelo de negocio es radicalmente distinto al actual y entran en juego nuevos agentes, como son los proveedores de contenidos y los proveedores de aplicaciones.

Básicamente, en Europa, cuando se habla de la tercera generación (3G) nos referimos a UMTS, de las siglas en inglés Universal Mobile Telecommunications Services, lo que hace referencia a los servicios universales de telecomunicaciones móviles de 3G de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

UMTS tendrá un papel protagonista en la creación del futuro mercado masivo para las comunicaciones multimedia inalámbrico de alta calidad y velocidad.

Debido a que GSM brinda un estándar común, los usuarios pueden utilizar sus teléfonos en todas las áreas de cobertura de la red GSM, en donde se incluyen a todos los países del mundo que emplean esta tecnología. Además, GSM también provee de servicios tales como: comunicación de datos de alta velocidad, facsímile, servicio de mensajes escritos (SMS) y servicios de red inteligente (IN), como por ejemplo el servicio de red virtual privada móvil (MVPNS).

1.2. Descripción teórica de los sistemas GSM.

Actualmente, se sufren cambios constantes: de información, de comunicación, de conocimiento, de economía global, de la era Internet. Ahora se ha cruzado el umbral de una nueva Era de verdad, la Era de la Comunicación sin cables.

La nueva tecnología, en el conjunto de sus variantes, provoca que las costumbres estén cambiando a velocidades muy rápidas. El futuro que se avecina es una combinación de información, comunicación, conocimiento, economía global e Internet. Todo ello, con una disponibilidad total en el tiempo y en el espacio, gracias al teléfono móvil.

Para satisfacer esta demanda, el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM Global System for Mobile Communication) fue introducido en la mitad de los 80's. Hoy, GSM es el estándar más popular en el mundo.

Los servicios avanzados de datos en movilidad engloban básicamente tres tecnologías diferentes: GSM, Estándar de Paquetes Conmutados (GPRS Packet Radio Services) y El Sistema de Telecomunicaciones Móvil Universal (UMTS Universal Mobile Telecommunication System).

La primera de ellas, GSM, actualmente en servicio, permite acceder de manera sencilla al mundo de la información principalmente en forma de texto.

La tecnología GPRS, capaz de proporcionar una velocidad de transferencia de datos mayor que GSM, utiliza el concepto de comunicación por paquetes, en vez de la tradicional por circuitos empleado en GSM. Mientras en circuitos se ocupa el recurso durante toda la comunicación, en paquetes sólo se requieren cuando existe algo que transmitir o recibir. .

A corto plazo se va a disponer también de soluciones para los negocios que harán cambiar buena parte de los procesos que hoy día se utilizan en las empresas, mejorando así, sensiblemente, la eficacia de la gestión y la atención al cliente. El verdadero valor agregado de un móvil no se limita a posibilitar la conversación; por muy importante que sea hoy este tipo de comunicación oral, a medio plazo pasará a representar apenas una mínima parte de las funciones y desarrollos que se podrán llevar a cabo desde terminales móviles.

El valor aportado por los servicios avanzados de datos en movilidad hace que se pueda hablar con propiedad de una nueva etapa en las comunicaciones. Según que su utilización sea particular, profesional o corporativa, estos servicios suponen una valiosa aportación en la vida privada, en la productividad profesional o en la relación con los clientes:

- Información: como: noticias, deportes, tráfico, el tiempo, finanzas, recetas, etc.
- Directorio: páginas amarillas, páginas blancas, restaurantes, cines, servicios.
- Comunicación: mensajes cortos, “chats”, correo electrónico.
- Navegación geográfica: búsqueda de direcciones, sugerencia de trayectos.
- Ocio: juegos, sorteos de lotería.
- Comercio electrónico: compra de bienes y servicios, reserva de entradas.
- Financieros: banca móvil, transacciones bursátiles.
- Internet: navegación.
- Multimedia: envío y recepción de música, fotos, gráficos y video.

La evolución será muy rápida y permitirá obtener cada vez un mayor valor de estos servicios por su avance en tres áreas clave:

- Utilización de la localización geográfica, de forma que sobre la base de la localización del usuario se pueda ofrecer un mayor valor con información de la zona o la ciudad donde se encuentra.
- Profundización en la personalización de los servicios sobre la base de las costumbres de uso y preferencias, pudiendo llegarse a la creación de servicios muy especializados para segmentos de población o personas concretas.
- Capacidad gráfica de los teléfonos, permitiendo una mayor riqueza de imágenes, hasta llegar a capacidades de video y fotografía.

La mayor ventaja de GPRS no es la tecnológica en si misma sino los servicios que facilita. Es la llave para comenzar a abordar cambios en los procesos internos que mejoran la eficiencia interna y la relación con los clientes, al eliminar barreras estáticas en la comunicación. .

Entre las ventajas puramente tecnológicas respecto a la tecnología GSM, podemos destacar las siguientes:

Utilización de la voz y los datos a través del teléfono móvil, gracias a la separación de canales que transmiten de forma paralela.

Velocidad de transmisión de datos, que permitirá aproximarse rápidamente a velocidades a las que estamos acostumbrados en las líneas fijas. Aunque en sus comienzos serán de 22 kbps, en pocos meses se pasará a más del doble, con lo que en poco tiempo la velocidad cuadruplicará el rendimiento de la tecnología GSM. Y el multiplicador continuará creciendo.

Facturación basada en el volumen de datos transferidos, en lugar de tarifas basadas en tiempo de conexión, con el consiguiente ahorro de costos cuando los volúmenes de transferencia sean mínimamente elevados.

GPRS, es considerado como la extensión del servicio GSM con mayor potencial para proporcionar el salto cualitativo de los datos sobre servicios móviles. GPRS supone integrar en el sistema GSM un nuevo concepto de red y con él una nueva arquitectura específicamente diseñada para facilitar el acceso a las redes de paquetes, mayoritariamente orientadas al protocolo IP.

GPRS define un método óptimo de acceso a redes IP, permitiendo al sistema GSM proporcionar capacidad y velocidades de acceso a Internet e intranets, mejorando adicionalmente la eficacia de la red. También proporcionará la posibilidad de desarrollar las redes GSM de hoy orientándolas hacia la red de tercera generación,

UMTS, puesto que la capacidad para crear nuevos servicios basados en el ubicuo IP y su flexibilidad de tarificar lo convierten en la plataforma perfecta para enlazar con la próxima generación del sistema de telecomunicaciones móviles.

El propósito de este análisis es conocer los servicios que GPRS proporciona y de esta forma llegar a un objetivo que es el análisis de la implementación a la tecnología celular.

Como hipótesis se toma que el ancho de banda y los servicios que proporciona la tecnología GPRS está sobre cualquier otra tecnología existente en el mercado.

La Magnitud del Problema refiere a que millones de usuarios en el país solamente procesamos voz pero el resto se vería beneficiado con un ancho de banda mayor para transferencia de datos y de video.

La historia de GSM se describe en la siguiente tabla:

FECHA	ACTIVIDAD
1982-1985	<ul style="list-style-type: none"> • La conferencia Europea de Correos y Telecomunicaciones (Conférence Européenne des Postes et Télécommunications CEPT) comienza especificando un estándar digital de telecomunicaciones en la frecuencia de 900 MHz, que llegó a conocerse después como GSM.
1986	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizaron pruebas en París para seleccionar la tecnología de transmisión. La seleccionada fue el Acceso Múltiple por División de Tiempo (Time Division Multiple Access).
1987	<ul style="list-style-type: none"> • Operadores de doce países firmaron un acuerdo para introducir GSM en 1991.
1988	<ul style="list-style-type: none"> • CEPT empezó a producir las especificaciones para la fase de

	<p>implementación de GSM.</p> <ul style="list-style-type: none">• Otros cinco países firman el acuerdo.
1989	<ul style="list-style-type: none">• El Instituto Europeo de Telecomunicaciones y estandarización (European Telecommunication Standards ETSI) toma la responsabilidad de GSM.
1990	<ul style="list-style-type: none">• La fase 1 fue detenida para permitir el desarrollo de los equipos de la red.
1991	<ul style="list-style-type: none">• El estándar GSM 1800 fue liberado.• Un apéndice fue agregado al acuerdo, permitiendo que otros países que no pertenecen al CEPT firmaran.
1992	<ul style="list-style-type: none">• El primer producto comercial de fase uno fue presentado.• El primer roaming internacional fue establecido entre Telecom Finlandia y Vodafone en Reino Unido.
1993	<ul style="list-style-type: none">• Australia fue el primer país no Europeo en firmar el acuerdo.• El acuerdo ahora tenía un total de 70 miembros. La red GSM fue lanzada en Noruega, Austria, Israel, Hong Kong y Australia.• El número de suscriptores alcanzó un millón.
1994	<ul style="list-style-type: none">• Más redes GSM fueron instaladas.• El total de suscriptores pasaba de tres millones.
1995	<ul style="list-style-type: none">• El Servicio para Comunicaciones Personales (PSC) fue desarrollado en los E.U. Versión GSM que opera en 1900 MHz.• GSM continúa creciendo, con una tasa de crecimiento de 10000 suscriptores por día.
1996	<ul style="list-style-type: none">• El primer sistema de 1900 está disponible, este cumple con el estándar PCS 1900.
1998	<ul style="list-style-type: none">• Al empezar el año de 1998 tiene un total de 253 miembros de 100 países y hay más de 70 millones de suscriptores alrededor del mundo.

Tabla 1.2.1

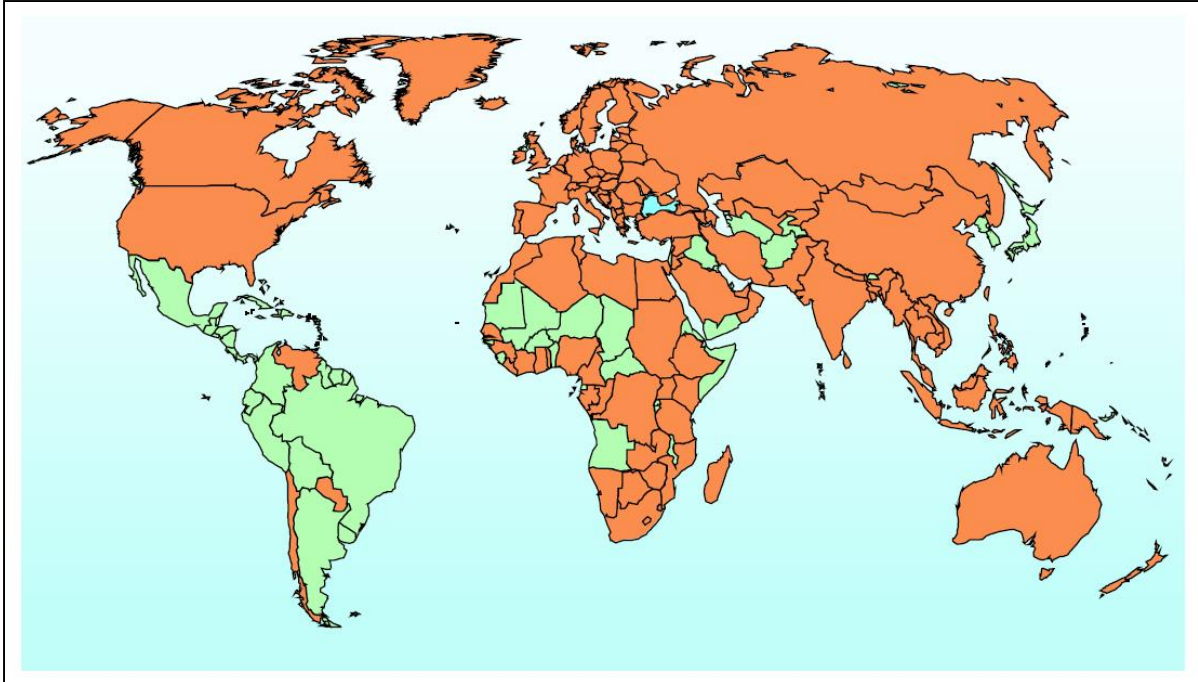


Figura 1.2.1. GSM en todo el mundo (indicado por las zonas más oscuras).

Como GSM es un estándar, los subscriptores pueden usar sus teléfonos celulares sobre la entera área de servicios de GSM, la cual incluye a todos los países alrededor del mundo donde se usa este sistema.

Además, GSM provee servicios tales como comunicación de datos de alta velocidad y servicio de mensajes (SMS). GSM también está diseñado para trabajar con otras interfaces estandarizadas.

Finalmente, un aspecto importante de GSM es que es un estándar abierto y puede ser construido para futuros requerimientos.

1.2.1 Especificaciones de GSM.

GSM fue diseñado en una plataforma independiente, las especificaciones de GSM no especifican el hardware, pero sí especifican el funcionamiento de la red y

de las interfaces. Esto permite el diseño del hardware y que sea creado para que proporcione las funcionalidades y al mismo tiempo hace posible que el operador de la red pueda comprar equipo de diferentes proveedores.

Las recomendaciones de GSM consisten en doce series las cuales son listadas en la tabla de abajo. Estos fueron escritos por un grupo de expertos y coordinados por la ETSI.

SERIE	CONTENIDO
01	General
02	Aspectos del Servicio
03	Aspectos de la RED
04	MS (Suscriptor Móvil - Movil Subscriber) – BSS (Sistema de Estación Móvil), interfaces y protocolos
05	Capa Física en la etapa de Radio
06	Especificación del código en voz
07	Terminales para MS
08	Interfaz BSS-MSC (Centro de Conmutación de Servicios Móviles).
09	Red
10	Servicios
11	Equipos de prueba de la red
12	Operación y Mantenimiento

Tabla 1.2.2 Recomendaciones de GSM.

La sección de GSM 1800 es escrita en un apartado dentro de las recomendaciones de GSM, describe solo las diferencias entre GSM 1800 y GSM 900. GSM 1900 es basado en GSM 1800 y ha sido adaptado de acuerdo con el estándar Americano (ANSI).

1.2.2 Fase de GSM.

A finales de 1980, el grupo involucrado en el desarrollo del estándar de GSM no completó las especificaciones para el rango total de servicios y características de GSM como originalmente se planeó. Por lo que se decidió que GSM fuera liberado en fases, la fase 1 consiste en un número limitado de servicios y características.

Servicios de la fase 1

- Voz.
- Redireccionamiento de llamada (por estado ocupado, por no obtener llamada, por saturación)
- Roaming Internacional.
- Servicios de Fax/datos (Arriba de 9.6 kbps).
- Servicio de Mensajes Cortos (SMS).

La fase uno también incorpora el Módulo de identificación del Subscriptor (SIM).

Fase 2.

- Identificador de llamadas.
- Llamada en espera.
- Conferencia.
- Mayor velocidad de comunicación de datos.

Fase 2+.

- Perfil de servicios múltiples.
- Planes de numeración privada.
- Interconexión entre GSM 1800 y GSM 1900.

1.2.3 Evolución de GSM hacia UMTS.

Las normas GSM actualmente evolucionan para aumentar la velocidad de transferencia así como para introducir nuevos modos: circuitos (HSCSD) y/o paquetes (GPRS). Sin embargo, para el futuro sistema UMTS, la interfaz de radio descansará en una nueva interfaz – UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access)-distinta a la del sistema GSM. El grupo de trabajo SMG2 del ETSI ha sido encargado de plantear especificaciones de esta norma. Las proposiciones sometidas al ETSI para esta interfaz de radio descansa en dos técnicas de multiplexado: TDMA y WCDMA. La proposición UTRA se someterá a la UIT para el proyecto IMT-2000.

La velocidad de la interfaz dependerá del entorno de utilización.

- En zona rural, al menos 144 kbps; el objetivo es de 384 kbps.
- En espacio urbano, al menos 144 kbps; el objetivo es 512 kbps.
- Dentro de un inmueble, al menos 2 Mbps.

La interfaz UTRA debe ofrecer un hand-over transparente en el paso de la red de un operador UMTS hacia otra red UMTS, pero también hacia una red GSM de segunda generación.

A partir del 2000, las redes UMTS deberán responder a un mercado de masa en cuanto a servicios de telecomunicaciones móviles. Los estudios de mercado prevén de 50 a 100 millones de abonados y de 100 a 200 millones hacia el 2010.

Un segundo objetivo de UMTS es ofrecer un servicio de movilidad universal, superando las limitaciones debidas a la multiplicidad de sistemas y redes. Así, una Terminal permitirá establecer una comunicación en diversos entornos de utilización: domicilio, oficina, vía pública, automóvil, tren, etc. La Terminal deberá gestionar una gran variedad de coberturas radio-eléctricas, que irá desde los límites de radio de corto alcance en edificios hasta los satélites, de forma que pueda cubrir, por

ejemplo, zonas de baja densidad de población. La cobertura de las redes será Mundial, pero la movilidad deberá adaptarse a las necesidades que correspondan al modo de vida de cada usuario.

Otro objetivo para UMTS es el de soportar nuevos servicios de alta velocidad. Las crecientes necesidades de servicios de datos o de video (bases de datos, transferencia de ficheros, fax de alta resolución, videoconferencia móvil, etc.), así como la interconexión a las redes de banda ancha y RDSI, potenciarán la diversificación de las terminales y el aumento de la velocidad disponible para la interfaz de radio. El límite se situará alrededor de los 2 Mbps en ciertos ámbitos de aplicación. En lo concerniente a la calidad de servicio, deberá ser equivalente a la de las redes por hilos.

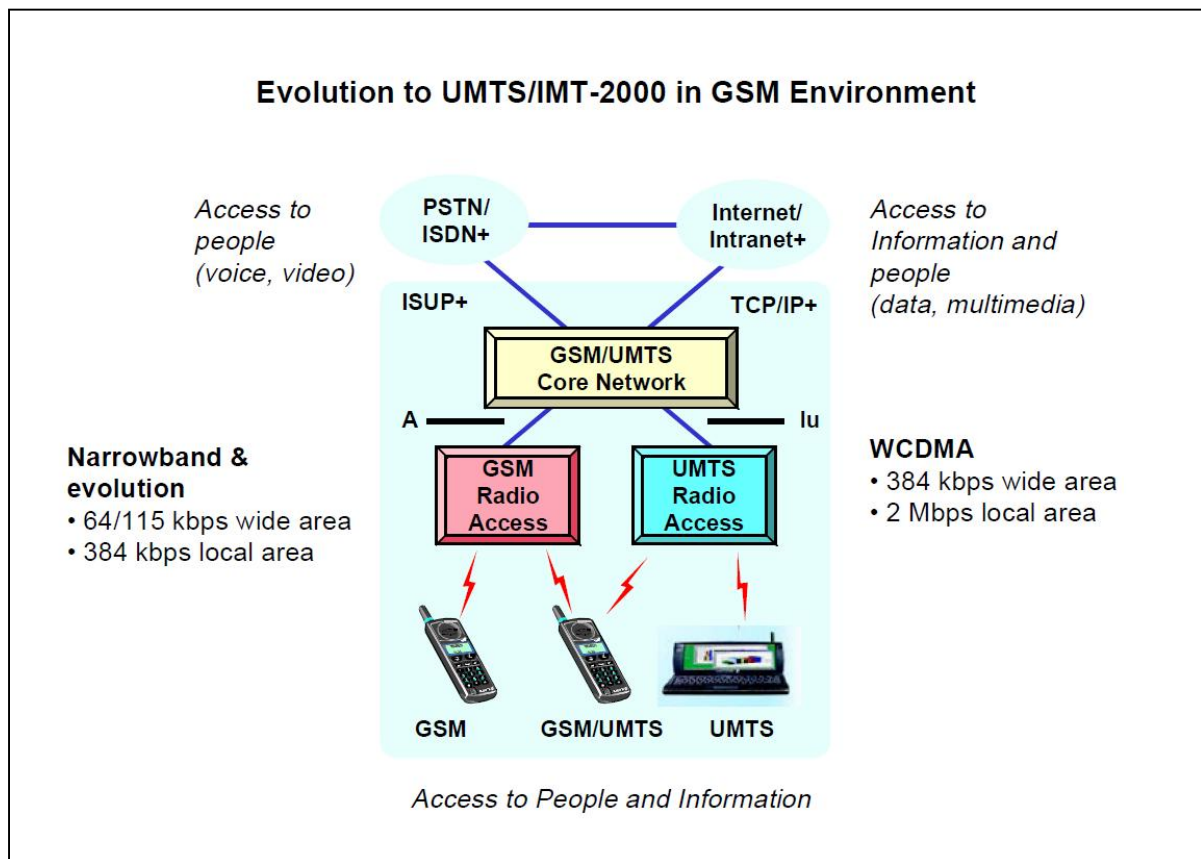


Figura 1.2.2 Evolución a UMTS/IMT-2000 en ambiente GSM

1.3. Conceptos teóricos generales

Longitud de Onda

Hay muchos tipos diferentes de ondas electromagnéticas. Estas ondas pueden ser descritas por una función sinusoidal, que se caracteriza por la longitud de onda. Longitud de onda (λ) es la distancia de una oscilación completa y se mide en metros (m). La frecuencia y la longitud de onda están relacionadas a través de la rapidez de propagación que, para las ondas de radio, es la velocidad de la luz c (3×10^8 m/s).

La longitud de onda de una señal se puede determinar mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$\text{longitud de onda} = \text{rapidez de propagación} / \text{frecuencia}$$

De esta fórmula se puede determinar que cuanto mayor es la frecuencia, más corta es la longitud de onda ya que la rapidez es constante. Frecuencias más bajas, con longitudes de onda largas, se adaptan mejor a la transmisión a través de grandes distancias, ya que se reflejan en la superficie de la Tierra y en la atmósfera. La televisión y la radio FM son ejemplos de sus aplicaciones, que utilizan frecuencias más bajas.

Las frecuencias más altas, con longitudes de onda más cortas, se adaptan mejor a la transmisión a través de distancias cortas, ya que son sensibles a problemas tales como los obstáculos en la línea de la ruta de transmisión. Las frecuencias más altas son adecuadas para pequeñas áreas de cobertura, en donde el receptor está relativamente cerca del transmisor.

Las frecuencias utilizadas por los sistemas móviles proporcionan las grandes ventajas que ofrece la cobertura de las frecuencias más bajas y las ventajas de la cercanía al receptor ofrecidas por el uso de frecuencias más altas.

Ancho de Banda

Ancho de banda es el término utilizado para describir el rango de frecuencias asignado a una aplicación. El ancho de banda otorgado a una aplicación depende de la cantidad de frecuencias disponibles del espectro. La cantidad de ancho de banda disponible es un factor importante en la determinación de la capacidad de un sistema móvil; es decir, el número de llamadas, que puede ser manejado.

Canales

Otro factor importante en la determinación de la capacidad de un sistema móvil es el canal. Un canal es una frecuencia o conjunto de las frecuencias que pueden ser asignadas para la transmisión, y posibilita la recepción de la información. Cualquier forma de canal de comunicación puede clasificarse en uno de los siguientes tipos:

Tipo	Descripción	Ejemplos
“Simplex”	Solo una vía	Radio FM, televisión
Half dúplex	Dos vías, solo una a la vez	Radio de policía
Full dúplex	Dos vías, ambas al mismo tiempo	Sistemas móviles

Tabla 1.3.1

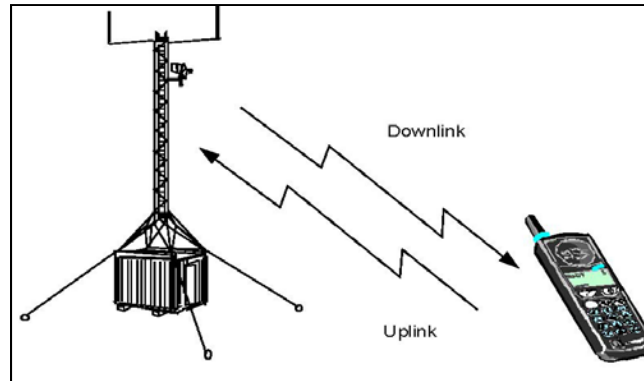


Figura 1.3.1 Full dúplex

Un canal “simplex”, como una estación de radio de FM de música, utiliza una sola frecuencia en un solo sentido únicamente. Un canal dúplex, como el utilizado durante una llamada de celular, utiliza dos frecuencias: una hacia el MS y otra desde el MS. La dirección desde el MS hacia la red se conoce como uplink. La dirección desde la red hacia el MS se denomina downlink.

Pulso de banda base y señalización digital

La señalización digital tiene mucha aceptación por el bajo costo de los circuitos digitales y por la flexibilidad del enfoque digital. Esta flexibilidad surge por ejemplo, porque los datos digitales producidos por fuentes digitales se pueden mezclar con datos digitalizados provenientes de fuentes analógicas para abastecer a un sistema de comunicación de uso general.

Las señales implicadas en el problema de conversión analógica a digital son señales de banda base. También se ve que las señales para comunicación digital pasabanda se producen al utilizar señales digitales de banda base para modular una portadora. Por ejemplo, si una fase de señal digital (bandabase) modula una portadora, se dice que la señal pasabanda resultante es una señal de transmisión por desplazamiento de fase (PSK, por sus siglas en inglés: phase-shift-keyed).

Una de las técnicas más aceptadas para convertir las formas de onda analógicas en digitales se llama modulación por codificación del pulso (PCM, por sus siglas en inglés: pulse code modulation).

Modulación por amplitud de pulso.

La modulación por amplitud de pulso (PAM) es un término que se utiliza para describir la conversión de señales analógicas en señales de pulsos donde la amplitud del impulso denota la información analógica. Esta señal PAM se puede convertir en una señal digital PCM (de banda base), la que a su vez se modula sobre una portadora en sistemas de comunicación digital pasabanda. Por consiguiente, el proceso de conversión analógica a PAM es el primer paso en la conversión de una forma de onda analógica en una señal PCM (digital).

El teorema de muestreo permite reproducir una forma de onda analógica con valores de muestreo de dicha forma de onda y funciones ortogonales $\text{sen}x/x$. El objetivo de la señalización PAM es proporcionar otra forma de onda con apariencia de pulsos, y que aun así contenga la información que estaba presente.

Información analógica

La información analógica es continua y no se sujeta a valores discretos. Un ejemplo de información analógica es el tiempo. Es continuo y no se detiene en puntos específicos. Aunque el segundero de un reloj analógico suele saltar de un segundo a otro sigue en torno a la carátula del reloj sin parar.

Señales analógicas

Una señal analógica es una forma de onda continua que cambia de acuerdo con las propiedades de la información que se representa.

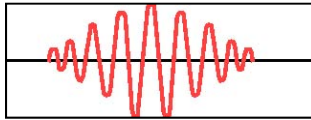


Fig. 1.3.2 Señal analógica

Información Digital

La información digital es un conjunto de valores discretos. El tiempo también puede ser representado digitalmente. Sin embargo, la hora digital estaría representada por un reloj que salta de un minuto a otro sin que se detenga en los segundos. De esta manera, un reloj digital estaría tomando una muestra de tiempo en intervalos predefinidos.

Las señales digitales

Para sistemas móviles, las señales digitales pueden ser consideradas como grupos de formas de onda discretas.

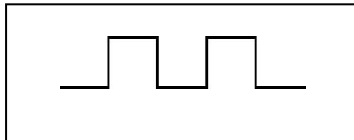


Fig. 1.3.3 Señal digital

Sistema de comunicaciones electrónicas

El objetivo fundamental de un sistema de comunicaciones es transferir información de un lugar a otro. En todo sistema de comunicaciones podemos

distinguir los siguientes elementos. Emisor: es el elemento que transmite la información. Receptor: es el elemento que recibe la información. Canal: es el medio a través del cual tiene lugar la transmisión de la información.

Las comunicaciones electrónicas son la transmisión, recepción y procesamiento de información entre dos o más lugares, mediante circuitos electrónicos.

Comunicación de datos

Es el proceso de comunicación de la información en forma binaria entre dos puntos. La comunicación de datos algunas veces es denominada comunicación de computadora, o entre computadoras y sus terminales, impresoras u otros dispositivos periféricos. Los datos pueden ser tan elementales como los símbolos binarios 1 y 0, o tan complejos como los caracteres escritos por medio de un teclado de computadora. En cualquier caso, los caracteres o símbolos representan información.

Códigos de comunicación

Una característica común de los sistemas de comunicación de datos es el uso de un dispositivo inteligente que convierte un carácter o símbolo en una forma codificada o viceversa.

Un código es un estándar (acordado de antemano) de relaciones de significados entre elementos de señalización y caracteres. La idea principal es el estándar. Los códigos usados en los sistemas de comunicación de datos ya están definidos y el código utilizado está implementado en el equipo. Así que la única vez que el usuario podría ser necesitado para enfrentarse con los códigos es cuando hace la interfaz

entre dos equipos de diferente manufactura. Los caracteres son letras, números, espacios, marcas de puntuación, y otros signos y símbolos de un teclado.

Protocolos e interfaces

Un protocolo es un acuerdo entre dos personas o procesos (en nuestros días los procesos son programas de computadora) acerca de cual manera efectuarán qué a quién, y cuándo. Una interfaz es un grupo de reglas incorporadas a menudo en piezas de “hardware”, que controla la interacción de dos diferentes máquinas o procesos, como una computadora y un módem. Un protocolo, por otra parte, es una serie de reglas que definen la interacción entre dos máquinas o procesos que son similares o que tienen funciones similares.

Radiocomunicaciones por microondas

Se suelen describir las microondas como ondas electromagnéticas cuyas frecuencias van desde unos 500 MHz hasta 300 GHz o más. Por consiguiente, las señales de microondas, a causa de sus altas frecuencias inherentes, tienen longitudes de onda relativamente cortas, de ahí el nombre “micro” ondas.

