

**TECNOLOGÍAS MÓVILES**

**MIS 204**

**PROFESOR: MTRO. ALEJANDRO SALAZAR GUERRERO**

## **1. TECNOLOGÍAS MÓVILES**

- 1.1. Conceptos
  - 1.1.1. Móvil
  - 1.1.2. Tecnología móvil
- 1.2. Introducción a las redes móviles privadas
- 1.3. Historia de las tecnologías móviles
- 1.4. Cambios
- 1.5. Actualidad

## **2. SISTEMA TRUNKING**

- 2.1. Caracterización del canal móvil y banda estrecha
- 2.2. Caracterización en banda ancha
- 2.3. Caracterización estadística del canal móvil
- 2.4. Modelos de propagación

## **3. TÉCNICAS DE DIVERSIDAD**

- 3.1. Macrodiversidad
- 3.2. Microdiversidad
- 3.3. Técnicas de combinación
- 3.4. Técnicas de combinación lineal

## **4. EL SISTEMA GSM (2ª GENERACIÓN)**

- 4.1. Definición de GSM
- 4.2. Arquitectura de GSM
- 4.3. Procedimientos de llamada
- 4.4. Planificación de sistemas GSM

## **5. EVOLUCIÓN DE GSM COMO ENLACE A LOS SISTEMAS 3G**

- 5.1. HSCSD (High Speed Circuit Switched Data)
- 5.2. GPRS (Genral Packet Radio Service)
- 5.3. EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution)

## 1. TECNOLOGÍAS MÓVILES

### 1.1. Conceptos

#### 1.1.1. Móvil

La telefonía móvil, también llamada telefonía celular, básicamente está formada por dos grandes partes: una red de comunicaciones (o red de telefonía móvil) y los terminales (o teléfonos móviles) que permiten el acceso a dicha red.

El teléfono móvil es un dispositivo inalámbrico electrónico que permite tener acceso a la red de telefonía celular o móvil. Se denomina celular debido a las antenas repetidoras que conforman la red, cada una de las cuales es una célula, si bien existen redes telefónicas móviles satelitales. Su principal característica es su portabilidad, que permite comunicarse desde casi cualquier lugar. Aunque su principal función es la comunicación de voz, como el teléfono convencional, su rápido desarrollo ha incorporado otras funciones como son cámara fotográfica, agenda, acceso a Internet, reproducción de vídeo e incluso GPS y reproductor mp3.

El primer antecedente respecto al teléfono móvil es de la compañía Motorola, con su modelo DynaTAC 8000X. El modelo fue diseñado por el ingeniero de Motorola Rudy Krolopp en 1983. El modelo pesaba poco menos que un kilo y un valor de casi 4.000 dólares. Krolopp se incorporaría posteriormente al equipo de investigación y desarrollo de Motorola liderado por Martin Cooper. Tanto Cooper como Krolopp aparecen como propietarios de la patente original. A partir del DynaTAC 8000X, Motorola desarrollaría nuevos modelos como el Motorola MicroTAC, lanzado en 1989, y el Motorola StarTAC, lanzado en 1996 al mercado.

#### 1.1.2. Tecnología móvil

La comunicación telefónica es posible gracias a la interconexión entre centrales móviles y públicas. Según las bandas o frecuencias en las que opera el móvil, podrá funcionar en una parte u otra del mundo.

La telefonía móvil consiste en la combinación de una red de estaciones transmisoras-receptoras de radio (repetidores, estaciones base o BTS) y una serie de centrales telefónicas de conmutación de 1er y 5º nivel (MSC y BSC respectivamente), que posibilita la comunicación entre terminales telefónicos portátiles (teléfonos móviles) o entre terminales portátiles y teléfonos de la red fija tradicional.

En 1997, tres compañías de telefonía móvil -Motorola, Nokia y Ericsson- y otra de software - Phone.com- crearon una empresa llamada WAP Forum. Ésta debía desarrollar y poner en marcha el llamado WAP (Wireless Application Protocol), un conjunto o pila de protocolos para dispositivos inalámbricos como los teléfonos móviles o las PDA. En el año 2000, el WAP Forum se convirtió en Open Mobile Alliance y agrupaba ya a más de 300 empresas del sector de las telecomunicaciones.

Los esfuerzos combinados de éstas permitieron la mejora de la antigua tecnología GSM, añadiéndole un nuevo subsistema de conmutación de paquetes por radio (GPRS) que posibilitaba la transmisión eficiente de datos. Internet acababa de llegar a las pantallas de los móviles.

### 1.2. Introducción a las redes móviles privadas

También conocido como radiocomunicaciones en grupo cerrado de usuarios, es un servicio de telefonía móvil que sólo se presta a un colectivo de personas, en una determinada zona geográfica (una ciudad). El funcionamiento es prácticamente idéntico al de las redes públicas, con pequeños matices. Hay dos modalidades del servicio:

- En la primera cada grupo de usuarios, y sólo ellos, utiliza una determinada frecuencia.
- En la segunda el sistema se encarga de asignar las frecuencias libres entre los diferentes grupos, por lo que no hay una correspondencia grupo frecuencia.

Entre los primeros sistemas podemos destacar EDACS, controlado por un equipo fabricado por Ericsson, muy utilizado por bomberos, equipos de salvamento, policías, ambulancias. Es un sistema muy seguro, capaz de establecer la comunicación en condiciones muy adversas. Los segundos se denominan sistemas Trunking, y su funcionamiento es muy parecido al de la telefonía móvil automática (TMA), uno de los primeros sistemas analógicos de telefonía móvil pública. La mayor diferencia es que cuando no hay un canal libre para establecer una comunicación, TMA descarta la llamada y el usuario debe reintentarlo después, mientras que las redes Trunking gestionan estas llamadas, estableciendo una cola de espera, asignando prioridades diferentes a cada llamada. Dos de los sistemas Trunking más populares son Taunet, que es analógico, y Tetra, que es digital. Este último es el resultado de un estándar europeo, y su equivalente estadounidense es el APCO25. Ofrecen otras posibilidades, aparte de la comunicación vocal, como envío de mensajes cortos, transmisión de datos, conexión a redes telefónicas públicas.

Las redes de radiotelefonía convencionales, o PMR (redes móviles privadas) son redes de comunicación que no están conectadas en la RTPC y que permite la comunicación entre usuarios. Su uso primordial es aquellas organizaciones que necesitan tener un control sobre terminales desde un punto central.

Las redes convencionales PMR funcionan con sistemas simplex o semiduplex, en los que si se es simplex se transmite y recibe en una misma frecuencia, mientras que en semiduplex se tiene una banda de frecuencias que se pueden utilizar. El usuario sólo tiene que hacer Push-To-Talk (oprimir PTT) y la comunicación se realiza.

Está claro que las redes PMR tienen como objetivo cubrir áreas grandes, en este caso se requieren sistemas de multiemplazamiento, en los que se tienen varios emisores y transmisores. Existen varias técnicas para cubrir áreas extensas, como el voting, que ya sea a través de heterofrecuencias, en las que el usuario no selecciona la frecuencia, o las isofrecuencias que emplean una frecuencia de transmisión.

Hasta este punto la radiotelefonía parece ser una opción más y no con muchas prestaciones, y sí lo es, pero por eso es que las redes trunking han cambiado el panorama de la radio comunicación móvil.

Actualmente el espectro radioeléctrico no es algo que se pueda usar tan libremente debido al congestionamiento que existe. Las redes trunking aprovechan las frecuencias al máximo agrupándolas para un conjunto determinado de equipos.

En los sistemas troncales el usuario no elige la frecuencia, es dinámica y automática. Una característica que añade valor a las redes trunking es la privacidad, mientras que en una red PMR cualquiera que esté en nuestra frecuencia puede escuchar la conversación, en las redes troncales es imposible.

Las redes trunking asignan las frecuencias, siempre y cuando estén disponibles, y una vez que el canal se asignó es permanente para toda la conversación.

La asignación de canales puede ser de tres tipos: por transmisión, en la que el canal se asigna cada vez que se oprime PTT, con el riesgo de que no haya canales disponibles. La asignación por mensaje es en la que el canal es permanente para toda la conversación, y por último puede ser mixta, en la que se calcula un tiempo para el uso de la frecuencia.

En la radiotelefonía convencional no existe un estándar definido para los sistemas, cada proveedor establece el propio, esto no sucede con las redes trunking.

En sus inicios el estándar MPT1327 marcó la pauta para el protocolo de señalización de las redes trunking. Actualmente el estándar TETRA es el que define las redes troncales digitales, así como su interoperabilidad con otras redes, como la RTPC.

El estándar TETRA posibilita un aprovechamiento máximo del espectro radioeléctrico, permitiendo transmitir cuatro canales de voz o datos por cada canal físico. Utiliza tecnología TDMA, definiendo una interfaz similar a la de GSM.

En conclusión, las empresas tienen necesidades de comunicación que deben ser cubiertas, no hay por qué limitarse al concepto de que telefonía móvil sólo son los celulares, existen otras opciones igualmente eficaces, como la radiotelefonía.

Quitar el estigma de que los walkie talkies en la radiotelefonía es difícil, pero hay que ver que existen otras opciones, como las redes trunking.

Las redes trunkings son una opción confiable, digital, de alto rendimiento y que aprovechan el espectro radioeléctrico al máximo.

### 1.3. Historia de las tecnologías móviles

La evolución del teléfono móvil ha permitido disminuir su tamaño y peso, desde el Motorola DynaTAC, el primer teléfono móvil en 1983 que pesaba 780 gramos, a los actuales más compactos y con mayores prestaciones de servicio. El desarrollo de baterías más pequeñas y de mayor duración, pantallas más nítidas y de colores, la incorporación de software más amigable, hacen del teléfono móvil un elemento muy apreciado en la vida moderna.

El avance de la tecnología ha hecho que estos aparatos incorporen funciones que no hace mucho parecían futuristas, como juegos, reproducción de música MP3 y otros formatos, correo electrónico, SMS, agenda electrónica PDA, fotografía digital y video digital, videollamada, navegación por Internet y hasta Televisión digital. Las compañías de telefonía móvil ya están pensando nuevas aplicaciones para este pequeño aparato que nos acompaña a todas partes. Algunas de esas ideas son: medio de pago, localizador e identificador de personas.

Con la aparición de la telefonía móvil digital, fue posible acceder a páginas de Internet especialmente diseñadas para móviles, conocidos como tecnología WAP.

Las primeras conexiones se efectuaban mediante una llamada telefónica a un número del operador a través de la cual se transmitían los datos de manera similar a como lo haría un módem de PC.

Posteriormente, nació el GPRS, que permitió acceder a internet a través del protocolo TCP/IP. Mediante el software adecuado es posible acceder, desde un terminal móvil, a servicios como FTP, Telnet, mensajería instantánea, correo electrónico, utilizando los mismos protocolos que un ordenador convencional. La velocidad del GPRS es de 54 kbit/s en condiciones óptimas, y se tarifa en función de la cantidad de información transmitida y recibida.

Otras tecnologías más recientes que permiten el acceso a Internet son EDGE, EvDO y HSPA.

Aprovechando la tecnología UMTS, comienzan a aparecer módems para PC que conectan a Internet utilizando la red de telefonía móvil, consiguiendo velocidades similares a las de la ADSL. Este sistema aún es caro ya que el sistema de tarificación no es una verdadera tarifa plana sino que establece limitaciones en cuanto a datos o velocidad.

El servicio de telefonía móvil en México se remonta a 1977, aproximadamente es cuando se solicitó a la SCT de México (Secretaría de Comunicaciones y Transportes) una concesión para instalar, operar y explotar un sistema de radiotelefonía móvil en el Distrito Federal. Pero no fue hasta 1981 cuando se inició la comercialización de este servicio, el cual fue conocido por el público como Teléfono en el Auto, con el cual se logró, en un lapso de ocho meses, dar servicio a 600 usuarios.

Un grupo de accionistas aportaron el capital necesario para cubrir el vacío de un servicio que no existía en México, el de la telefonía celular, es por ello que tuvieron que buscar varios proveedores para este objetivo, eligiendo como proveedor principal de Telcel en lo que se refería a equipos de conmutación a Ericsson. Compañía de origen sueco, empresa con más de 100 años de experiencia en redes telefónicas en México, con estándares europeos aplicados en las centrales de conmutación.

Por aquel entonces el servicio de teléfono móvil era toda una novedad que solo estaba al alcance de unos pocos, no obstante fue uno de los medios de comunicación usado por el periodista Jacobo Zabłudovsky para reportar en tiempo real cuando ocurrió el terremoto de 1985 ya que este se encontraba instalado en el auto que usaba el día del siniestro.

A lo largo de los años 80 y parte de los 90 algunas empresas comenzaron a brindar este servicio a un nivel local, así como acuerdos de roaming automático, así como un predominio de la empresa lusacell, la cual era reconocida popularmente en la época por el servicio y algunas estrategias de propaganda masiva tanto en televisión como en radio así como las primeras expansiones y actuaciones de Telcel en el ámbito de telefonía celular a nivel nacional. Sin embargo las tarifas aún eran costosas e inaccesibles para la mayoría de los ciudadanos.

México sufrió una crisis económica en 1994 que afectó bastante a todos los rubros de comunicación, por lo que lusacell, que poseía un poder dominante por aquel entonces, decidió enfocarse a los clientes de alto poder adquisitivo con planes de renta a precios elevados. Mientras tanto, Telcel adoptó una estrategia que le fuese útil para poder subsistir ante la crisis, por lo que decidió acercar sus planes a precios medianamente accesibles e impulsar los primeros planes de prepago bajo el nombre de sistema amigo de Telcel (nombre el cual subsiste hasta hoy en día). lusacell también implementó lo mismo bajo el nombre de Viva, el cual prevaleció hasta 2005 cuando se consolidan sus planes prepagados.

Al pasar los últimos años de la década de los 90 Telcel, Iusacell y otras concesionarias del servicio como Pegaso PCS y Nextel comenzaron a invertir masivamente para incrementar y modernizar parte de la infraestructura que estaba siendo usada en estándares AMPS, TDMA, iDEN Y CDMA. A la vez, con la evolución de la tecnología el tamaño de los teléfonos iba reduciéndose a la vez junto con el precio en el servicio, y las alternativas de prepago en constante crecimiento iban acercando poco a poco al ciudadano al mundo de la telefonía móvil.

Iniciando el nuevo milenio la evolución tecnológica de las redes dio un giro radical a lo que debía ser la telefonía móvil en México pasando de ser un artículo de lujo a casi ser una necesidad aunado a la entrada de nuevos empresarios como el grupo español Telefónica, que compró 4 pequeños operadores propiedad de Motorola al norte del país, creando Telefónica Movistar con sede en Monterrey. Posteriormente esta misma compró a otro operador llamado Pegaso PCS, dándole la oportunidad de expandir la cobertura y llegar al centro y sur del país. Acto seguido, la compañía española mudó sus operaciones a la Ciudad de México, destacando también la evolución de la compañía Telcel, que implementó el sistema GSM a mediados del 2002, mientras que Movistar hizo lo mismo pero en 2003 y 2004 respectivamente, dejando a ambas empresas con el estándar GSM. Mientras tanto, Iusacell, que también absorbió a la compañía Unefon, se concentró en implementar y tratar de mejorar su red en CDMA y Nextel permitiendo una extensión de contrato para seguir desarrollando las redes iDEN en el país.

Entre 2006 y 2008 se produjo el salto a los servicios de tercera generación, tanto Iusacell con su red CDMA bajo 1xEV-DO, Telcel y Telefónica bajo el estándar UMTS y HSDPA permitiendo una mejoría relativa en servicios de datos e implementación de otros tantos como GPS, videollamadas y otros más.

#### 1.4. Cambios

La mayoría de los mensajes que se intercambian por este medio, no se basan en la voz, sino en la escritura. En lugar de hablar al micrófono, cada vez más usuarios —sobre todo jóvenes— recurren al teclado para enviarse mensajes de texto. Sin embargo, dado que hay que introducirlos con los botoncitos del celular, ha surgido un lenguaje en el que se abrevian las palabras valiéndose de letras y números. A pesar de que redactar y teclear es considerablemente más incómodo que conversar, cada mes se envían y reciben 30.000 millones de mensajes en todo el mundo (año 2005).

El lenguaje SMS, consiste en acortar palabras, sustituir algunas de ellas por simple simbología o evitar ciertas preposiciones y demás. La Principal causa es que el SMS individual se limita a 160 caracteres, si se sobrepasa ese límite, los mensajes ya pasan a ser dobles, triples, etc., dependiendo del número de caracteres final. Por esa razón se procura comprimir el número de caracteres sin perder el entendimiento del mensaje pudiendo extenderlo bastante más por el mismo coste.

Según un estudio británico, un 42% de los usuarios de 18 a 24 años los utilizan para coquetear; un 20%, para concertar citas románticas de forma moderna, y un 13%, para romper una relación.

A algunos analistas sociales les preocupa que estos mensajes, con su jergonza ortográfica y sintáctica, lleven a que la juventud no sepa escribir bien. Sin embargo, otros opinan que “favorecen el renacer de la comunicación escrita en una nueva generación”. La portavoz de una editorial que publica un diccionario australiano hizo este comentario al rotativo The Sun-Herald: “No surge a menudo la oportunidad de forjar un nuevo estilo [de escritura] [...] los mensajes de texto, unidos a Internet, logran que los jóvenes escriban bastante más. Necesitan tener un dominio de la expresión

que les permita captar el estilo y defenderse bien con el vocabulario y el registro [...] correspondientes a este género”.

Algunas personas prefieren enviar mensajes de texto (SMS) en vez de hablar directamente por cuestiones de economía. De hecho, enviar un mensaje de texto cuesta menos que hablar directamente.

## 1.5. Actualidad

El futuro de las tecnologías móviles: control cerebral, pantallas flexibles.

Leyendo sobre fotografía me he dado cuenta de que, por fin, los fabricantes se han olvidado un poco (solo un poco) de la absurda carrera por los megapíxeles y se han puesto a innovar en otros campos.



En la telefonía móvil espero que se llegue a un pacto tácito similar. A día de hoy seguimos viendo las prestaciones de un teléfono por los megapíxeles de la cámara, la resolución y tamaño de la pantalla y el peso y tamaño del terminal.

Hay aspectos, y quizá el peso y tamaño entren en ello aunque cada vez lo dudo más, que son importantes, como la autonomía o la calidad de materiales (hasta cierto punto). Pero realmente estamos en una carrera absurda cuando nos planteamos si nuestro móvil tarda mucho en arrancar o no, o si el wifi es b/n/g.

Desde que se dio por muerta la miniaturización de los móviles, con el Nokia 8310 quizá como exponente más conocido, la carrera ha sido por prestaciones pero sin innovación. Sí, hay cámara, ahora a ver cuanto s megapíxeles le ponemos. Sí, tiene GPS, ahora a ver qué chip leva o cuantos satélites coge.



Fig 10a

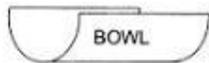


Fig 10b

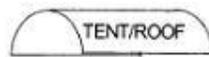


Fig 10c

GoRumors.com

Por otra parte, NeuroSky ha presentado una interfaz neuronal para el Nokia N97. Me parece un paso tremendo, aunque con el handicap de tener que llevar un accesorio externo, al menos por ahora. Una integración de esta tecnología en los móviles, y que podamos, literalmente, controlarlos por el pensamiento, supondría un paso adelante mayor aún que el de las pantallas flexibles

En la actualidad también ha algunos casos interesantes, con más o menos utilidad, como la pantalla translúcida del SonyEricsson Xperia Pureness.

O la tecnología que no se llegó a desarrollar de modo masivo que nos permite transmitir la voz no mediante ondas aéreas, como suele ser lo normal, sino por vibraciones de nuestros huesos.

Ideas no faltan, sólo empresas que sepan ver que el riesgo que se corre al llevar esto a cabo puede compensarles por ser los que cambiaron el panorama de las comunicaciones.