

Introducción a los sistemas telefónicos celulares móviles

Generaciones de telefonía celular

- n Primera generación: Sistemas analógicos basados en FDMA, diseñados para servicios vocales (70's y '80s).
 - Ejemplos: AMPS, NMT.
- n Segunda generación: Sistemas digitales de banda angosta basados en TDMA y CDMA diseñados para servicios vocales y datos de baja velocidad (80's y 90's).
 - Ejemplos: D-AMPS, GSM, IS-95A.
- n Tercera generación: Sistemas digitales de banda ancha basados en TDMA y CDMA diseñados para Internet móvil fundamentalmente.(2000 en adelante)
 - Ejemplos: UMTS, Engine.

Otras tecnologías celulares

- n Wide Area Wireless Data Systems: Sistemas de amplia cobertura para servicios de datos de baja velocidad.
 - Ejemplos: CDPD (Cellular Digital Packet Data)
- n Wireless Local Area Networks (WLAN): Sistemas de cobertura limitada para servicios de datos de alta velocidad.
 - Ejemplos: Red Altair de Motorola.
- n Sistemas de mensajería/paging: Sistemas de mensajes digitales de gran cobertura y simple implementación.
- n Sistemas de telefonía inalámbrica fija.
 - Ejemplos: CT-2, DECT.
- n Sistemas móviles satelitales: Proveen servicio de voz con cobertura mundial.
 - Ejemplos: Globalstar, Iridium, Odyssey.

Componentes básicos de un sistema celular.

- n Terminal móvil (MS): Elemento utilizado por el abonado para acceder a la red. Modula y demodula la señal vocal en cada sentido de conversación.
- n Estación radiobase (BS): Gestiona y proporciona la interfaz inalámbrica entre la central celular y los terminales móviles.
- n Central celular (MSC o MTSO): Es una central digital que gestiona una red de radiobases e interfaces hacia la red telefónica pública. Es responsable de conmutar las conversaciones entre móviles y entre estos y la PSTN.
- n HLR (Home Location Register): Es una base de datos que contiene todos los datos de los abonados de un sistema.

Definiciones básicas

- n Área de cobertura de una BS: Es el área en la cual un MS puede establecer una comunicación telefónica usando esa BS como interfase con el resto de los abonados.
- n Área de servicio de una central celular: Es la unión de las áreas de cobertura de las BS que se conectan a cierto MSC.
- n Reuso de frecuencia: Una misma banda del espectro es utilizada en distintas zonas geográficas, separadas cierta distancia, por un mismo operador celular. Esto implicará los denominados patrones de reutilización.
- n Los canales de comunicación son full duplex: entre MS y BS es el Forward-link, entre BS y MS es el Down-link.

Problemáticas comunes a todos los sistemas celulares.

- n Planificación de la red.
 - Análisis de tráfico.
 - Estudio del terreno.
 - Definición de una tecnología de acceso.
 - Interfaces hacia la PSTN.
- n Aspectos relativos a la radiofrecuencia (RF)
 - Modos de propagación.
 - Características de la señal recibida por una MS.
 - Factores que afectan a la propagación.

Planificación de la red celular

Análisis de tráfico (I)

- n La capacidad en canales de una radiobase es limitada por lo que la cantidad de Erlangs/Km² está acotada por la ecuación:
 - Capacidad=N° de canales/superficie de la celda
- n El radio de la radiobase quedará determinado por la cantidad de Erlangs/Km² que son necesarios.
- n Resulta evidente que para soportar más tráfico sin modificar el sistema es necesario reducir el radio de la celda. Esto implica instalar más radiobases para cubrir la misma superficie.
- n La potencia de los transmisores y condiciones geográficas determinan el radio de una celda.

Planificación de la red celular

Análisis de tráfico (II)

- n Si se dispone de N transceptores el volumen de tráfico que se puede cursar con una probabilidad de pérdida de E % surge de la 1ra fórmula de Erlang.

$$E = \frac{A^N}{\sum_{i=0}^N \frac{A^i}{i!}} \times 100$$

A es el tráfico ofrecido (entrante + saliente) expresado en Erlangs.

- n El tráfico A se mide durante la duración promedio de una llamada.
- n Esta fórmula supone un número muy grande de fuentes de tráfico respecto a N (30 a 1).

Planificación de la red celular

Estudio del terreno

- n Características del terreno cercano al sitio: montañas, valles, colinas.
- n Estructura donde se instalarán las antenas: torres, edificios, bordes de techo, costado de edificios, etc.
- n Obstáculos en la propagación de las señales: edificios cercanos, árboles, superficies de agua.

Planificación de la red celular

Definición de una tecnología de acceso

3 tecnologías disponibles que hacen diferente uso del espectro electromagnético:

- n FDMA
 - Multiplexación por división en la frecuencia.
- n TDMA
 - Multiplexación por división en el tiempo.
- n CDMA
 - Multiplexación por división en el código.

Planificación de la red celular

Interfaces hacia la PSTN

- n Las interfaces entre el sistema celular y las redes telefónicas existentes utilizan generalmente señalización #7.
- n Se utiliza actualmente la parte de usuario de la red digital de servicios integrados (ISUP) para señalar llamadas vocales originadas o destinadas a móviles hacia y desde la PSTN.
- n La codificación de la voz hacia la PSTN corresponde a alguna de las leyes (μ o A) de la recomendación G.711 de ITU-T.

Aspectos relativos a la radiofrecuencia

Características de la señal recibida por una MS.

- n Nivel de señal de diseño requerida por un móvil.

$$RSSI_{diseño} = RS_{MS} + M_{hq} + M_{fade} + L_b + (L_{bp} \text{ o } L_{ic})$$

- RS_{MS} : mínima señal requerida por el móvil (según IS-136 es -103 dBm)
- M_{hq} : Margen de alta calidad, se agrega para mejorar la calidad de la voz.
- M_{fade} : Margen de fading.
- L_b : pérdida por el cuerpo.
- L_{bp} : pérdida por penetración a edificios.
- L_{ic} : pérdida por penetración a vehículos.

Aspectos relativos a la radiofrecuencia

Factores que afectan a la propagación (I).

- n Aspectos que inciden en la propagación:
- n Modo de propagación: groundwaves, skywaves, spacewaves.
- n Reflexiones debidas a la superficie de la Tierra.
- n Difracción sobre la Tierra.
- n Refracción en la atmósfera.
- n Superrrefracción y propagación por conductos.
- n Efectos de la lluvia, nubes y niebla.
- n Efectos de la vegetación y los árboles.

Aspectos relativos a la radiofrecuencia

Factores que afectan a la propagación (II).

- n Efectos de las edificaciones.
- n Efectos de la altura de la antena transmisora.
- n Efectos de la altura de la antena receptora.
- n Efectos de la orientación de la calle.
- n Efectos de la atenuación en túneles.
- n Ruido (según el “Reference Data for Radio Engineer” de la ITT):
 - Atmosférico.
 - Urbano debido a “causas humanas”
 - Suburbano debido a “causas humanas”
 - Galáctico y solar.
 - Típico del receptor.