



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN**

**FUNCIONAMIENTO DE LOS TELÉFONOS CELULARES.**

**TRABAJO PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

PRESENTA:

**GUSTAVO SÁNCHEZ MARTÍNEZ**

ASESOR: M. EN C. VICENTE MAGAÑA GONZÁLEZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Índice

Introducción	4
Capítulo 1: Principios de telefonía celular	8
1.1 Estación radio base	8
1.2 Handoff	10
1.3 Cluster	11
1.4 Roaming	11
1.5 El sistema Móvil Celular	12
1.6 Evolución de la telefonía móvil	15
1.6.1 Generación cero	15
1.6.1.1 PTT	15
1.6.2 Primera generación	16
1.6.2.1 AMPS	17
1.6.3 Segunda generación	19
1.6.3.1 Protocolos de telefonía 2G	20
1.6.3.1.1 TDMA	20
1.6.4 Generación 2.5 y 2.75	20
1.6.4.1 GPRS	21
1.6.4.2 GSM	22
1.6.4.3 TETRA	23
1.6.5 Tercera Generación	23
1.6.5.1 UMTS	23
Capítulo 2: Funcionamiento de los teléfonos celulares	26
2.1 Secciones que constituyen los teléfonos celulares	26
2.2 Función de cada una de las partes internas de un teléfono celular	27
2.2.1 Modulo de Radio Frecuencia	27
2.2.2 Modulo de Audio Frecuencia	29
2.2.3 Administrador de energía	30
2.2.4 Vibrador	31
2.2.5 Audio	31
2.2.6 Display	32
2.2.7 Teclado	33
2.3 Modulo Lógico de Control	34

2.4	Procesador	36
2.5	Conectividades	37
2.5.1	IrDa	37
2.5.2	Bluetooth	38
2.5.3	Wi-Fi	41
Capítulo 3: Medidas de seguridad mínimas para la manipulación técnica de los equipos		43
3.1	El correcto desensamble de los teléfonos celulares	43
3.2	Secuencia gráfica del desensamble.	45
3.3	Ensamble.	51
3.4	Problemas que presentan los teléfonos celulares	51
Conclusiones		53
Anexo A		55
	Sistema Operativo symbian	55
	Virus en los teléfonos celulares	55
Significado de acrónimos		59
Bibliografía.		62

## Introducción

El contenido del trabajo esta basado en los principios básicos de comunicaciones, describiendo el funcionamiento elemental del sistema móvil celular, así como del funcionamiento electrónico de los teléfonos celulares.

A pesar de que las comunicaciones móviles evolucionan a pasos agigantados, el concepto básico del teléfono celular se sigue manteniendo en su forma elemental, es decir, unos circuitos para radio frecuencia (RF) que se encargan de enlazar al teléfono celular con la antena de la radio base mas próxima, así como la modulación y demodulación de las señales portadoras; unos circuitos encargados de todo el control lógico del equipo, es decir, control de iluminación en el teclado, de marcado, de las imágenes que se muestran en la pantalla (display), etc.

La evolución del teléfono celular se presenta en el diseño cada vez más pequeño y en la complejidad de los circuitos integrados, el desarrollo de software para ejecutar más aplicaciones con distintos fines, la integración de diversos dispositivos ajenos a la comunicación móvil como cámaras fotográficas, termómetros, brújulas digitales, calendarios, agendas, reproducción y captura de música y video, así como el diseño estético, que provoca que el concepto inicial de la comunicación móvil se haga obsoleto o más completo, dependiendo de las necesidades de los usuarios, quienes al tener en sus manos los teléfonos, deciden si son o no necesarios para su ritmo de vida; siendo este punto el principal objetivo de este trabajo, el hacer una descripción del funcionamiento total del teléfono celular desde su principio básico como es el entablar una conversación, hasta el más completo y tecnológicamente más moderno, como el de localizar la ubicación exacta del usuario en una metrópoli, reproducción de música en sus distintos formatos digitales, etc.

La principal actividad laboral en la que me desempeñé en el campo laboral consiste en capacitar en México a ingenieros de los operadores (empresas que brindan el servicio de telefonía celular) TELCEL, UNEFON, IUSACELL y MOVISTAR en el puesto de Analista de Equipo Terminal (teléfonos celulares) y a ingenieros y técnicos en electrónica de los Centros de Servicio Autorizados NOKIA que operan en el territorio nacional.

Un paso importante que he tenido en la empresa fue cuando a NOKIA México se le otorgó el control de NOKIA Centroamérica, aquí gracias al buen desempeño realizado en México, tuve la oportunidad de capacitar a ingenieros y técnicos en electrónica y comunicaciones que trabajan para los distintos operadores, principalmente a MOVISTAR, que es la compañía más grande en Centroamérica, así como a los Centros de Servicio Autorizados NOKIA que operan en Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Honduras, Costa Rica y Panamá.

Los cursos de capacitación se imparten cuatro veces en un año, visitando cada una de las nueve regiones en que está dividido nuestro país según la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL), como se muestra en la figura a; las ciudades visitadas son: Región 1: Tijuana (Baja California), San José del Cabo y La Paz (Baja California sur); Región 2: Hermosillo (Sonora) y Culiacán (Sinaloa); Región 3: Ciudad Juárez, Chihuahua (Chihuahua) y Gómez Palacio (Durango); Región 4: Monterrey (Nuevo León); Región 5: Guadalajara (Jalisco); Región 6: Querétaro (Querétaro); Región 7: Puebla (Puebla) y Veracruz (Veracruz); Región 8: Mérida (Yucatán); Región 9: Ciudad de México. En Centroamérica: Guatemala (Guatemala); San Salvador (El Salvador); Managua (Nicaragua); San José (Costa Rica).

La capacitación comprende la explicación de las nuevas tecnologías en equipos celulares NOKIA, la detección de las posibles fallas que puedan presentar los equipos así como la corrección de las mismas, ensamble y desensamble y resolver las dudas que puedan surgir en el desarrollo de los cursos de capacitación. El material empleado para dichas capacitaciones son: computadora portátil (laptop), videoprojector (cañón), teléfonos celulares y herramientas como desarmadores y pincetas.



fig. a. Distribución de las 9 regiones en que esta dividido el territorio nacional para las comunicación de telefonía celular.

El objetivo de este reporte de Trabajo Profesional es hacer una descripción general de la forma en que se desarrollan los cursos de capacitación impartidos, presentando información recopilada en revistas especializadas e internet, ya que no se puede presentar la información que me proporciona la empresa NOKIA debido a los contratos de confidencialidad firmados con la misma.

Cada curso impartido se divide en tres etapas: teórica, práctica y una sesión de preguntas y respuestas. En la etapa teórica se hace mención del funcionamiento de los equipos celulares mediante diagramas de bloques que son presentados a los asistentes en una pantalla con ayuda de una computadora portátil y un videoprojector. La parte práctica comprende una serie de videos presentados a los asistentes donde se explica paso por paso el correcto desensamble de cada teléfono celular, terminados estos se les entrega la herramienta necesaria para que cada asistente haga el desensamble y ensamble de cada terminal vista en el curso. La etapa de preguntas y respuestas es donde los participantes

cuestionan acerca de las fallas que presenta cada modelo visto, fallas de tipo software, hardware y mecánicas así como la reparación de cada una.

En este trabajo se pretende presentar en forma general el funcionamiento interno de los teléfonos celulares tecnológicamente más actuales que operan en nuestro país, orientándose específicamente a las terminales GSM y 3G , desde el funcionamiento básico del equipo dentro de la red de operación y cobertura, hasta el funcionamiento del equipo por medio de diagramas de bloques de cada uno de los componentes principales que conforman el teléfono celular, es decir, los circuitos principales como procesadores, memorias, displays, etc., continuando con la parte práctica de desensamble y ensamble de un equipo en particular mostrado en imágenes.

Debido a que en cada uno de los cursos de capacitación impartidos se maneja información con derechos de autor y por los contratos de confidencialidad firmados con la empresa NOKIA, menciono nuevamente que **para el desarrollo de este trabajo la información contenida en éste reporte presentará únicamente la recopilada en revistas especializadas e Internet.**

## **Capítulo 1: Principios de telefonía celular**

La telefonía móvil está dividida básicamente por dos grandes partes: Una red de comunicaciones (o red de telefonía móvil) y los equipos terminales (o teléfonos celulares) que permiten el acceso a dicha red.

El teléfono móvil o celular, es un dispositivo de comunicación electrónico con las mismas capacidades básicas de un teléfono de línea telefónica convencional. Además de ser portátil es inalámbrico al no requerir cables conductores para su conexión a la red telefónica.

La red de telefonía móvil o celular consiste en un sistema telefónico en el que mediante la combinación de una red de estaciones transmisoras-receptoras de radio (estaciones base) y una serie de centrales telefónicas de conmutación, posibilita la comunicación entre terminales telefónicos portátiles (teléfonos móviles) o entre terminales portátiles y teléfonos de la red fija tradicional.<sup>1</sup>

### **1.1 Estación Radio Base**

El concepto del sistema móvil celular reside en la creación estructural de celdas (o células, de ahí el nombre de celulares), que contienen transceptores que operan en potencia baja, poseen frecuencias distintas y consiguen capturar la señal de un usuario que esté dentro de su radio de acción. Las celdas distribuidas contienen un equipo de radio transmisor/receptor denominado Estación Base de Radiofrecuencia (*EBRF*). Las celdas o también llamadas células se muestran en la figura siguiente (figura 1)<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Revisar la referencia bibliográfica al final del documento.

<sup>2</sup> Revisar la referencia bibliográfica al final del documento.

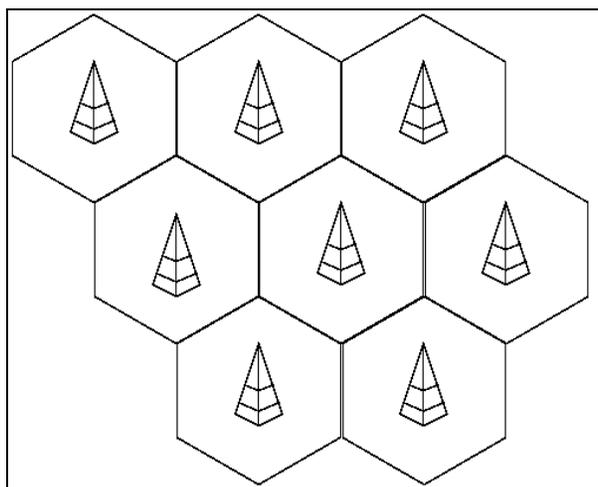


Figura 1. Celdas o Células para distribuir las redes de telefonía celular.

Una celda es un área determinada que recibe cobertura de una *EBRF* y que mantiene la calidad de transmisión y recepción dentro de los estándares establecidos por el sistema. Para ejemplificarlo de otra manera, consideremos que el terreno que rodea la antena de la *EBRF* es todo plano y que no hay obstáculo alguno, el área abarcada por el transmisor será circular. Sin embargo, en la práctica, no es así, porque tenemos edificios, desniveles, árboles, etc. y la situación se presenta diferente. Aparecen regiones donde el teléfono no consigue captar la señal proveniente de la *EBRF*, llamadas regiones de sombra. Como representación gráfica se adoptó el formato de un hexágono y estos agrupados uno al lado del otro tal como podemos observar en la figura 1<sup>3</sup>.

Existen celdas sectorizadas en las cuales las antenas se montan de tal forma que tengan tres sectores de actuación, o sea, la torre posee tres grupos de antenas, cada una cubre 120 grados.

---

<sup>3</sup> Revisar la Referencia Bibliográfica al final del documento.

## 1.2 Handoff

Término usado cuando el canal de voz de una Estación Móvil (*EM*) es desviado hacia otro canal, mientras dura el movimiento del teléfono del usuario, efecto controlado por la Central de Comunicación y Control (*CCC*). Esto ocurre en el momento en que hay degradación en la señal enviada por el teléfono y la *EBRF*, en las siguientes situaciones:

1 – Cuando el teléfono sale de los límites de la celda/sector, o la señal queda debajo de la *CCC*, como constantemente está midiendo esa señal, conmuta al teléfono hacia otro canal perteneciente a la nueva celda/sector, con niveles más altos para la comunicación.

2 - Cuando hay degradación en la Relación Señal/Ruido (*RSR*); o sea: el ruido continuo en el canal de voz es mayor que la señal de referencia emitida<sup>2</sup>.

Auxiliándonos de la figura 2 podemos considerar al efecto Handoff de la siguiente forma: una persona se encuentra haciendo una llamada desde su teléfono celular en el automóvil, al iniciar la llamada se encuentra en el territorio de cobertura de la célula verde, al irse desplazando se llevará a cabo el efecto Handoff, que será cuando el automóvil entre en la región de cobertura de la célula azul y ésta tome el control de la llamada realizada.

---

<sup>2</sup> Revisar la Referencia Bibliográfica al final del documento

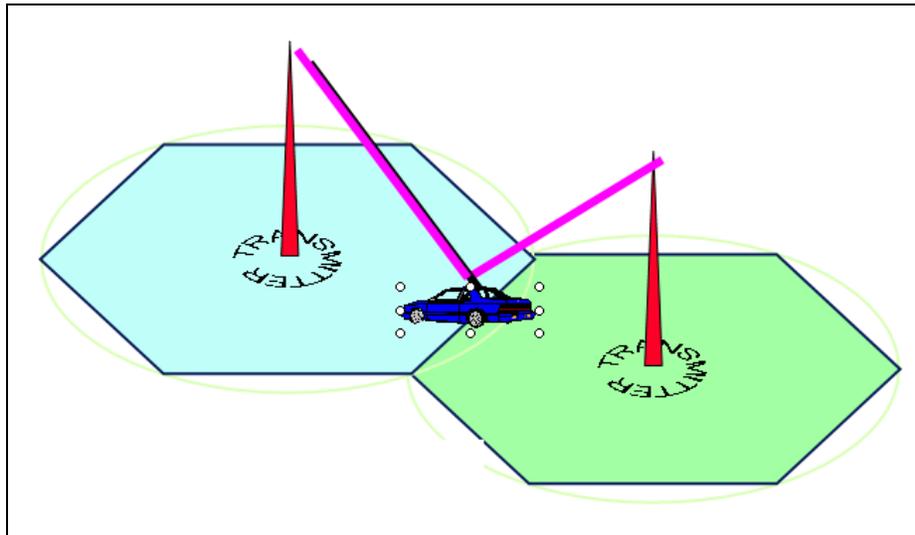


Figura 2. Efecto Handoff.

### 1.3 Cluster

Es importante mencionar que la agrupación de células (mejor conocido como cluster) varía según el sistema que opere, así como la cantidad de canales que la banda de frecuencias requiere, de este modo, podemos definir un cluster como un conjunto de celdas que usan grupos de canales diferentes.

### 1.4 Roaming

Un término importante en la agrupación de células es roaming que significa desplazarse, e indica la utilización de una llamada celular en una Central de Conmutación y Control (*CCC*) que no es la original del usuario celular móvil. En otras palabras, es cuando un usuario móvil utiliza una *CCC* que no es la propia, en la que está debidamente registrado para efectuar y para recibir una llamada telefónica. Es como si el usuario alquilara un canal de la *CCC* visitada donde se le llamará "visitante". La *CCC* visitada recibirá el anuncio de llegada del visitante a través del roaming automático; es decir: el aparato celular manda una señal hacia la *CCC* de alquiler y ésta le devuelve, a través del canal de control, la identificación del área visitada y en el display del *ROAM* (abreviación de roaming) aparece

el mensaje. Ya reconocido el visitante, al solicitar o recibir una llamada, la *CCC* visitada entra en contacto con la *CCC* de registro del abonado y obtiene su archivo de usuario, que contiene informaciones personales, como el Numero de Serie Electrónico (*ESN*, Electronic Serial Number por sus siglas en inglés), el número de serie del aparato celular, que fue grabado por el fabricante, la categoría del usuario, etc. Ese reconocimiento se hace con el número telefónico del visitante, y las dos *CCC* son conectadas mediante un canal apropiado para el intercambio de información.

## **1.5 El Sistema Móvil Celular**

Un sistema móvil celular (*SMC*) básicamente está formado por 3 partes:

- 1) Radio Base (*RB*) o Estación Base de Radiofrecuencia (*EBRF*),
- 2) Central de Conmutación y Control (*CCC*) y
- 3) Estación Móvil (*EM*) o equipo terminal (teléfono)

La *RB* es una interfase entre la *CCC* y los teléfonos móviles; sus funciones básicas son:

- Para datos: convierte la señalización propietaria que la une a *CCC* en el protocolo *AMPS* (Advanced Mobile Phone System, Sistema Telefónico Móvil Avanzado) entre la *RB* y el equipo terminal (teléfono celular).
- Para voz: convierte las señales digitalizadas de voz que transitan en los enlaces entre *CCC* y *RB*, en señales analógicas para la transmisión *FM* (Frecuencia Modulada) entre *RB* y el teléfono.
- Para supervisión de canal de radio: monitorea los canales de voz en conversación para comparar la intensidad de Radio Frecuencia (*RF*) de la señal y la Relación Señal/Ruido (*RSR*) de la señal de voz, que indica a la *CCC* cuando los valores medidos están fuera de las especificaciones, para que ésta aplique los procedimientos de Handoff.

En la figura 4, mediante un diagrama de bloques se pueden observar los principales componentes de una red de telefonía celular.

- El Mobile Switching Center (*MSC*) es quien realiza las funciones telefónicas en la red. Controla las llamadas de y hacia otros sistemas telefónicos y de datos, tales como la red de telefonía fija (*PSTN*), la red digital de servicios integrados (*ISDN*). Es quien coordina la comunicación entre los *Media Gateways*. Cuando se intenta establecer una llamada hacia un teléfono celular, un *MSC* actúa como *GATEWAY*.
- El Radio Network Controller (*RNC*) maneja todas las funciones relacionadas con las ondas de radio del sistema, es quien asigna los canales de radio y se encarga de que la llamada siga establecida aunque el teléfono se cambie de celda.
- El Base Transceiver Station (*BTS*) es la interfase de radio, aquí residen las antenas de comunicación. El rango de cobertura de las antenas es comúnmente llamado celda. En un *BTS* generalmente se montan 3 antenas.
- El Home Location Register (*HLR*) es una base de datos centralizada donde se almacenan y se manejan las subscripciones de los teléfonos de la red. Aquí se almacena la información del suscriptor hasta que su suscripción es cancelada. Dentro de los datos almacenados aquí se encuentran:

La identidad del suscriptor.

La última localización del suscriptor.

Los servicios a los cuales tiene acceso.

El *Media Gateway* es quien administra y conecta los recursos para medios de comunicación. Existen *Media Gateway* para voz, datos y video. Las conexiones son requeridas y liberadas por el *MSC*<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Revisar la Referencia Bibliográfica al final del documento

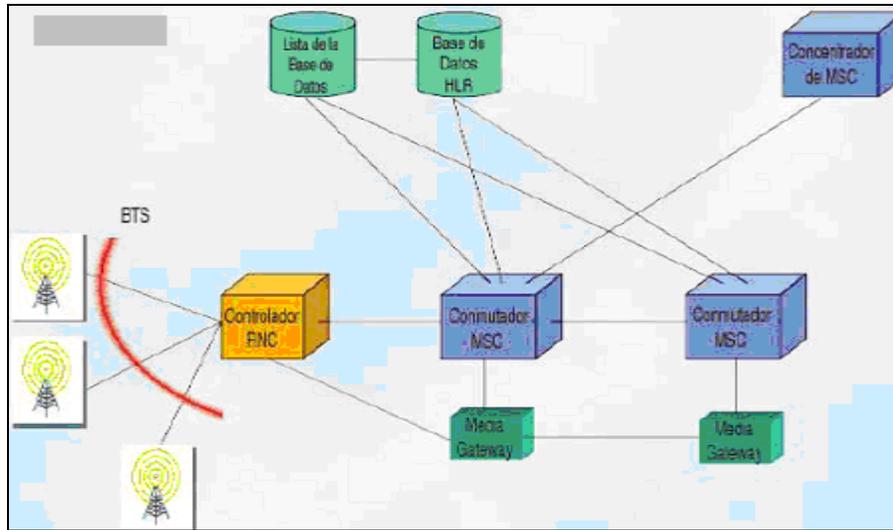


Figura 4. Componentes de la Red de Telefonía Celular

Básicamente existen dos tipos de redes de telefonía móvil operando en nuestro país:

- **Red de telefonía móvil analógica.** Como su propio nombre indica, en esta red la comunicación se realiza mediante señales analógicas en el tramo radioeléctrico, en México siguen operando algunos equipos celulares como es el caso del teléfono Nokia 5120 mostrado en la figura 5.



Figura 5. Nokia 5120. Vista de los componentes internos de un equipo analógico.

- **Red de telefonía móvil digital.** En esta red la comunicación se realiza mediante señales digitales, lo que permite optimizar tanto el aprovechamiento de las bandas de radiofrecuencia como la calidad de transmisión. Su exponente más significativo en el ámbito público es el estándar *GSM* (Global System for Mobile communications), ejemplo de una terminal *GSM* es el Nokia N-GAGE, figura 6; y su tercera generación, *UMTS* (Universal Mobile Telecommunications System, Sistema Universal de Telecomunicaciones Moviles). Funciona en las bandas de 850/900 y 1800/1900 MHz. En 2004 llegó a los 1000 millones de usuarios. Hay otro estándar digital, presente en América y Asia, denominado *CDMA* (Acceso Múltiple por División de Código).



Figura 6. Terminal GSM, Nokia N-GAGE

## 1.6 Evolución de la Telefonía Móvil

### 1.6.1 Generación cero (0G)

#### 1.6.1.1 PTT

El funcionamiento de *PTT*, (Push To Talk por sus siglas en inglés o Presione Para Hablar) es un método para hablar en líneas de comunicación half-duplex de comunicación, presionando un botón para mandar, permitiendo comunicación de voz para ser transmitida, y liberando para permitir que comunicación de voz sea recibida, el sistema emite y recibe en la misma banda de frecuencia y, por ende, necesita pulsar un botón para alternar entre emisor y receptor.

En la práctica, el funcionamiento básico de este sistema lo podemos observar en los equipos de radio que utilizan las patrullas, ambulancias, bomberos, taxis, etc., en la Ciudad de México y otras poblaciones.

El *PTT*, al ser un servicio relativamente de bajo costo, se está empleando nuevamente para trabajar con las redes de comunicación celular vía *CDMA* y *GPRS* (General Packet Radio Service o Servicio General por Radio de Paquetes) en tecnología 2.5G. Para lograr compatibilidad entre las distintas compañías que desarrollan esta tecnología, se ha creado un estándar en este servicio llamado *PoC*, Push To Talk over Cellular, definido por Nokia, Sony Ericsson, Siemens, AT&T Gíreles, Singular Gíreles.

### **1.6.2 Primera generación (1G)**

Se conoce como telefonía móvil 1G a la primera generación de telefonía móvil.

Los teléfonos de primera generación o 1G son analógicos, ya que envían la información sobre ondas y la forma varía continuamente. Estos solamente se pueden usar para voz y tienen una calidad de llamada altamente variable debido a la interferencia. Otra desventaja importante es la baja seguridad que proporcionan, ya que es relativamente sencillo el escuchar llamadas ajenas a través de un de un sintonizador de radio así como la usurpación de frecuencia, pudiendo cargar el consumo a un tercero.

En la primera generación de telefonía móvil celular se adoptó la técnica de acceso *FDMA* (Frequency Division Multiple Access, Acceso Múltiple por División de Frecuencia), la cual utilizaba dos frecuencias portadoras distintas para establecer la comunicación de Transmisión y Recepción (TX y RX).

En Norteamérica a partir de 1981 comenzó a utilizarse el sistema AMPS (Advanced Mobile Phone Service), el cual ofrecía 666 canales divididos en 624 canales de voz y 42 canales de señalización de 30 Khz cada uno.

Europa introduce en 1981 el sistema Nordic Mobile Telephone System o NMTS450 el cual empezó a operar en Dinamarca, Suecia, Finlandia y Noruega, en la banda de 450 MHz.

En 1985 Gran Bretaña, a partir de AMPS, adoptó el sistema TACS (Total Access Communications System), el cual contaba con 1000 canales de 25 Khz cada uno y operaba en la banda de 900 MHz.

En esta década también aparecen otros sistemas de primera generación como el NTT, estándar japonés, el C-Netz estándar Alemán y French Radiocom. 2000 de Francia entre otros.

Solo servicio de voz se podía prestar con las tecnologías de primera generación.

#### **1.6.2.1 AMPS**

Sistema Telefónico Móvil Avanzado (Advanced Mobile Phone System) es un sistema de telefonía móvil de primera generación desarrollado por los Laboratoris Bell. Se implementó por primera vez en 1982 en Estados Unidos. Se llegó a implantar también en Inglaterra y en Japón, aunque con otros nombres, TACS y MCS-L1 respectivamente.

*AMPS* y los sistemas telefónicos móviles del mismo tipo dividen el espacio geográfico en una red de celdas o simplemente celdas (en inglés cells, de ahí el nombre de telefonía celular), de tal forma que las celdas adyacentes nunca usan las mismas frecuencias, para evitar interferencias. La estación base de cada celda emite con una potencia relativamente pequeña. Un pequeño tamaño de celda favorece también la reutilización de frecuencias y aumenta, con mucho, la capacidad del sistema, sin embargo, también requiere un mayor número de estaciones base y por tanto una mayor inversión.

Para poder establecerse la comunicación entre usuarios que ocupan distintas celdas se interconectan todas las estaciones base a un MTSO (Mobile Telephone Switching Office, figura 7), también llamado MSC (Mobile Switching Center).

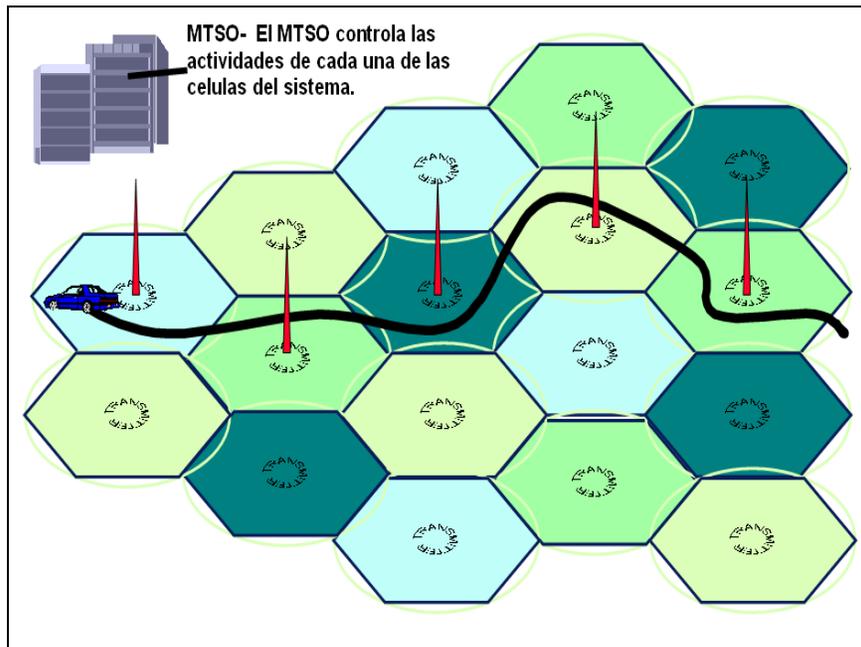


Figura 7. El MTSO controla cada una de las celdas que forman la red de cobertura.

El uso de sistemas celulares da algunos problemas, como los que se plantean si el usuario cambia de celda mientras está hablando. *AMPS* prevé esto y logra mantener la comunicación activa siempre y cuando haya canales disponibles en la celda en la que se entra. Esta transferencia de celda (en inglés, *handoff*) se basa en analizar la potencia de la señal emitida por el móvil y recibida en las distintas estaciones base y es coordinada por la *MTSO*. Depende del modo en el que se haga puede cortarse la comunicación unos 300 milisegundos para reanudarse inmediatamente después o puede ser completamente inapreciable para el usuario.

**AMPS** pertenece a la primera generación de Telefonía Celular al tener la capacidad de *switchear* entre radiobases en zonas distantes sin perder la conexión.

*AMPS* está siendo reemplazado por los sistemas digitales tales como *GSM* y *D-AMPS* (que no es más que *AMPS* en digital), pero ha sido un sistema de importancia histórica capital

para el desarrollo de las comunicaciones móviles por el éxito obtenido y por las ideas novedosas que aportaba.

Actualmente muchos operadores todavía la usan como tecnología de respaldo. Cubre más territorio que las digitales *TDMA*, *GSM* y *CDMA*, sin embargo, al ser netamente analógica, *AMPS* no es compatible con servicio de mensajería corta de texto SMS ni ningún tipo de datos.

En la actualidad pocos operadores han apagado sus redes *AMPS*. En México TELCEL, por ejemplo, tiene una red *AMPS* compartida con una *TDMA* en una banda 800 Mhz y *GSM* en 1900 Mhz (*PCS*), Movistar y Movilnet de Venezuela comparten la red *AMPS* con *CDMA2000* y *TDMA* respectivamente; mientras que Versión Wireless en República Dominicana la descartó migrando a *CDMA2000* en 1900 Mhz para dejarla en desuso.

### **1.6.3 Segunda generación (2G)**

Se conoce como telefonía móvil 2G a la segunda generación de telefonía móvil.

La telefonía móvil 2G no es un estándar o un protocolo sino que es una forma de marcar el cambio de protocolos de telefonía móvil analógica a digital.

La llegada de la segunda generación de telefonía móvil fue alrededor de 1990 y su desarrollo deriva de la necesidad de tener una mayor manejo de llamadas en prácticamente los mismos espectros de radiofrecuencia asignados a la telefonía móvil, para esto se introdujeron protocolos de telefonía digital que además de permitir más enlaces simultáneos en un mismo ancho de banda, permiten integrar otros servicios que anteriormente eran independientes en la misma señal, como es el caso del envío de mensajes de texto en un servicio denominado *SMS* (Servicio de Mensaje corto o Short Message Service).

2G abarca varios protocolos distintos desarrollados por varias compañías e incompatibles entre sí, lo que limitaba el área de uso de los teléfonos móviles a las regiones con compañías que les dieran soporte.

### **1.6.3.1 Protocolos de Telefonía 2G**

TDMA (Time Division Multiple Access o Acceso Múltiple por División de Tiempo)

CDMA (Code Division Multiple Access o Acceso Múltiple por División de Código))

GSM (Global System for Mobile Communications o Sistema Global para Comunicaciones Móviles)

#### **1.6.3.1.1 TDMA**

*TDMA* es el acrónimo de Time Division Multiple Access. Tecnología que distribuye las unidades de información en alternantes slots de tiempo, proveyendo acceso múltiple a un reducido número de frecuencias. *TDMA* es una tecnología inalámbrica de segunda generación que brinda servicios de alta calidad de voz y datos.

*TDMA* divide un único canal de frecuencia de radio en seis ranuras de tiempo. A cada persona que hace una llamada se le asigna una ranura de tiempo específica para la transmisión, lo que hace posible que varios usuarios utilicen un mismo canal simultáneamente sin interferir entre sí.

### **1.6.4 Generación 2.5 y 2.75**

Como tal no existe ningún estándar ni tecnología a la que se pueda llamar 2.5G o 2.75G, pero suelen ser denominados así a algunos teléfonos móviles 2G que incorporan algunas de las mejoras y tecnologías del estándar de tercera generación (3G) como es el caso de *GPRS* y *EGPRS* (modo extendido de GPRS, también conocido como *EDGE*) en

redes 2G y con tasas de transferencia de datos superiores a los teléfonos 2G regulares pero inferiores a 3G.

#### **1.6.4.1 GPRS**

Es una tecnología digital de telefonía móvil.

Es considerada la generación 2.5, entre la segunda generación (*GSM*) y la tercera (*UMTS* Universal Mobile Telecommunications System, Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles). Proporciona altas velocidades de transferencia de datos (especialmente útil para conectar a Internet) y se utiliza en las redes *GSM*.

*GPRS* es sólo una modificación de la forma de transmitir datos en una red *GSM*, pasando de la conmutación de circuitos en *GSM* (donde el circuito está permanentemente reservado mientras dure la comunicación aunque no se envíe información en un momento dado) a la conmutación de paquetes.

Desde el punto de vista del operador de telefonía móvil es una forma sencilla de migrar la red desde *GSM* a una red *UMTS* puesto que la infraestructura para el control de las antenas (la parte más cara de una red de telecomunicaciones móviles) sufren sólo ligeros cambios y los elementos nuevos de red necesarios para *GPRS* serán compartidos en el futuro con la red *UMTS*.

*GPRS* es básicamente una comunicación basada en paquetes de datos. Los intervalos de tiempo (timeslots) se asignan en *GSM* generalmente mediante una conexión conmutada, pero en *GPRS* los intervalos de tiempo se asignan a la conexión de paquetes, mediante un sistema basado en la necesidad. Esto significa que si no se envía ningún dato por el usuario, las frecuencias quedan libres para ser utilizadas por otros usuarios.

Si la conmutación es por paquetes, permite fundamentalmente la compartición de los recursos radio. Un usuario *GPRS* sólo usará la red cuando envíe o reciba un paquete de

información, todo el tiempo que esté inactivo podrá ser utilizado por otros usuarios para enviar y recibir información. Esto permite a los operadores dotar de más de un canal de comunicación sin miedo a saturar la red, de forma que mientras en *GSM* sólo se ocupa un canal de recepción de datos de terminal a la red y otro canal de transmisión de datos desde la red a terminal, en *GPRS* es posible tener terminales que gestionen cuatro canales simultáneos de recepción y dos de transmisión, pasando de velocidades de 9,6 kbps en *GSM* a 40 kbps en recepción en *GRPS* y 20 kbps de transmisión.

Otra ventaja de la conmutación de paquetes es que, al ocuparse los recursos sólo cuando se transmite o recibe información, la tarifa por parte del operador de telefonía móvil sólo se produce por la información transitada, no por el tiempo de conexión. Esto hace posible aplicaciones en la que un dispositivo móvil se conecta a la red y permanece conectado durante un periodo prolongado de tiempo sin que ello afecte en gran medida a la cantidad facturada por el operador.

Los teléfonos *GPRS* pueden llevar puertos de comunicaciones como bluetooth, infrarrojo, o conexión por cable para transferir datos al ordenador vía USB, cámaras digitales, móviles u otros dispositivos.

#### **1.6.4.2 GSM**

Global System for Mobile communications (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles), formalmente conocida como "*Group Special Mobile*" (*GSM*, Grupo Especial Móvil) es un estándar mundial para teléfonos móviles digitales. El estándar fue creado como un estándar para los teléfonos móviles europeos, con la intención de desarrollar una normativa que fuera adoptada mundialmente. El estándar es abierto, no propietario y evolutivo (aún en desarrollo). Es el estándar predominante en Europa, así como el mayoritario en el resto del mundo (alrededor del 70% de los usuarios de teléfonos móviles del mundo en 2001 usaban *GSM*).

El aspecto más interesante del sistema es que gracias a una tecnología de absoluta vanguardia, con el *GSM* no es el teléfono celular el que contiene los datos del usuario, sino

mas bien una “tarjeta inteligente” denominada *SIM Card* (Subscriber Identity Module o Módulo de Identificación de Usuario) para insertar desde el aparato que se desea llamar, la suscripción está en la tarjeta no en el teléfono celular. En otras palabras, se puede llamar aunque no se tenga a la mano el propio aparato *GSM*.

### **1.6.4.3 TETRA**

Radio terrestre troncalizada más conocida como *TETRA* es un sistema de telefonía celular especialmente destinado a comunicaciones profesionales. Es un estándar abierto de comunicaciones definido por el Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicación (*ETSI* en inglés), enfocado fundamentalmente a sectores críticos como lo son servicios de emergencias (policía, bomberos, ambulancias, etc.) y para transmisión de datos. *TETRA* nace por decisión de la Unión Europea con el objeto de unificar diversas alternativas de interfaces de radio digitales para la comunicación entre los profesionales de los sectores mencionados.

## **1.6.5 Tercera Generación (3G)**

### **1.6.5.1 UMTS**

*UMTS*<sup>3</sup> corresponde al acrónimo Universal Mobile Telecommunications, es decir, Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles y es el primer estándar mundial para la comunicación desde dispositivos móviles que representa una evolución respecto a los actuales sistemas. También se le denomina sistema de Comunicaciones de tercera generación (3G), respecto a *GSM* que representa la segunda generación (2G) y *GPRS* a la generación 2.5.

---

<sup>3</sup> Revisar la Referencia Bibliográfica al final del documento.

*UMTS* aventaja a los sistemas móviles de segunda generación en su potencial de soportar altas velocidades de transmisión de datos que permiten prestar servicios multimedia interactivos y nuevas aplicaciones como servicios de videotelefonía o videoconferencias.

El equipo celular *UMTS* se convertirá en un potente dispositivo de comunicaciones con capacidades avanzadas de imagen, sonido y video.

De esta manera, un usuario *UMTS* podrá, por ejemplo, moverse por una ciudad que desconoce consultando un mapa de la ubicación donde se encuentra (Sistema de Localización Global o *GPS*). Desde su terminal podrá localizar, sin necesidad de teclear la dirección donde se encuentra, los sitios de interés que deseé, desde un hospital o una farmacia hasta un cajero automático, un restaurante, hotel o museo. Si lo que busca es un cine, podría obtener información sobre las carteleras del mismo, incluso conseguir un boleto de la película deseada, reservar y pagar las entradas para esa función, eligiendo la butaca en una representación gráfica de la sala.

El estándar *UMTS* nace gracias al impulso de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) y la Comisión europea para unificar los distintos sistemas de telefonía móvil empleados en todo el mundo. Se le denomina sistema de tercera generación porque mejora las funcionalidades de los sistemas actuales, ofreciendo mayor ancho de banda de transmisión de datos, capacidades multimedia, etc. Es previsible además, que introduzca un nuevo modo de tarificación basado en tarifas mensuales fijas o en el volumen de datos transmitidos en lugar de un tiempo de conexión, como lo hacen actualmente los operadores.

Con la velocidad de transmisión de datos de *UMTS* será posible una conexión a internet como la que se realiza a través de una computadora personal pero a mucha mayor velocidad.

Este sistema se basa en un uso combinado de componentes terrestres y satelitales. Dado que las frecuencias de transmisión son limitadas, es imposible asignar una diferente a cada operadora o a cada país.

## Capítulo 2 Funcionamiento de los teléfonos celulares

### 2.1 Secciones que constituyen los teléfonos celulares

Los teléfonos celulares pueden descomponerse en tres módulos bien definidos como se muestra en la figura 8 que son: el módulo de radio (RF radio frecuencia), el módulo de audio (AF audiofrecuencias) y el módulo lógico de control (CPU)<sup>4</sup>.

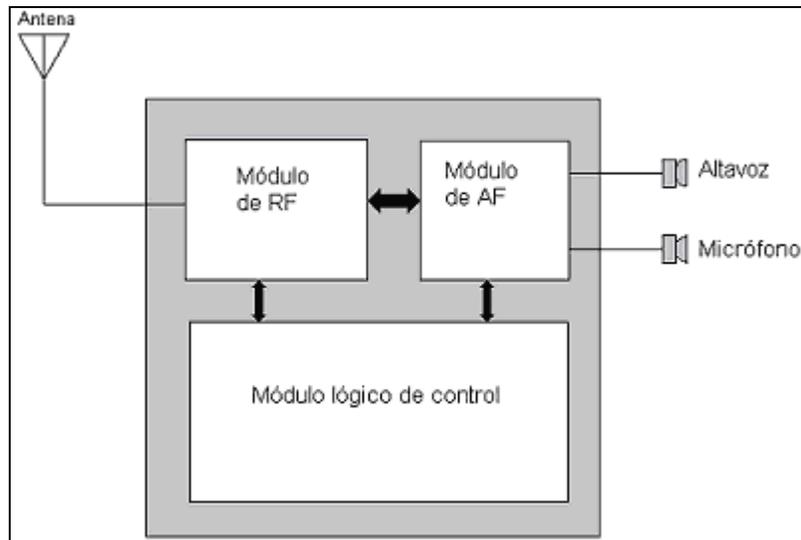


Figura 8. Módulos internos de un teléfono celular.

Todos los teléfonos celulares, sin importar el fabricante, cumplen con las siguientes etapas básicas:

- **Interfase de Usuario (UI)**
  - Etapa que controla la forma en que el usuario se comunica con el teléfono, ya sea por la pantalla, el teclado o los diversos accesorios que se le pueden conectar al teléfono.

<sup>4</sup> Revisar la Referencia Bibliográfica al final del documento.

- **Banda Base (BB)**
  - Etapa en donde se analizan y procesan todas las señales de baja frecuencia sin la señal portadora.
  
- **Radiofrecuencia (RF)**
  - Etapa en la cual se trabaja con las señales que envía el teléfono a la Radio Base más próxima así como las señales que vienen de ella (modulación y demodulación)

## 2.2 Función de cada una de las partes internas de un teléfono celular

### 2.2.1 Módulo de Radio Frecuencia (RF)

El módulo de RF tiene a su cargo todas las señales que entran o salen del teléfono celular, como se muestra en la figura 9<sup>4</sup>.

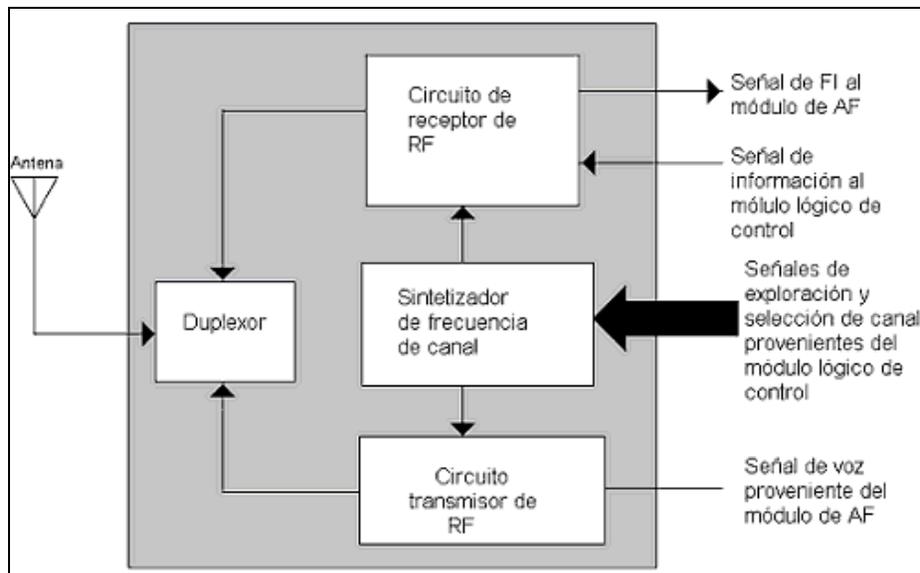


Figura 9. Módulo de Radio Frecuencia.

<sup>4</sup> Revisar la Referencia Bibliográfica al final del documento

El circuito receptor de *RF* filtra y demodula las señales recibidas. La salida del módulo de *RF* se aplica al módulo de Audio Frecuencia (*AF*). A diferencia de los radiorreceptores tradicionales en los que se usa sintonización manual para definir el canal deseado, el teléfono celular usa un circuito sintetizador de frecuencia de precisión que puede ajustarse a cualquiera de los canales celulares asignados. El canal seleccionado en un momento dado está determinado por el módulo lógico de control. Conforme su teléfono celular se mueve de una celda a otra, las frecuencias de transmisión y recepción se cambian tomando en cuenta los canales disponibles de la nueva celda. Las instrucciones que indican qué frecuencias cambiar son recibidas como señales de información y son procesados por un módem en el módulo lógico de control del teléfono celular.

Las señales de voz provienen del módulo de *AF* y las señales de información provenientes de la unidad lógica de control se envían al circuito transmisor de *RF* que las coloca sobre la portadora de *RF* apropiada, las filtra, las amplifica y las envía a la antena. La frecuencia portadora de *RF* está determinada por la celda particular en que se encuentre.

El circuito sintetizador de frecuencia de canal por lo general consta de un oscilador que trabaja conjuntamente con un sintetizador de frecuencia de recepción y un oscilador de frecuencia de transmisión. El sintetizador de frecuencia de recepción recibe una señal digital de control de módulo lógico de control y produce un voltaje proporcional a la frecuencia deseada. Un oscilador controlado por voltaje, o *Vco*, convierte el voltaje proporcional en la señal del oscilador. El circuito de portadora de transmisión es similar. Las señales digitales de control del Módulo Lógico de Control (*MLC*) establecen un voltaje que es proporcional a la frecuencia deseada. El voltaje proporcional excita a un *Vco* que produce la frecuencia del oscilador<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Revisar la Referencia Bibliográfica al final del documento.

## 2.2.2 Módulo de Audio Frecuencia

El módulo de *AF* es responsable de la conversión de las de las señales de Frecuencia Intermedia (*FI*) provenientes del módulo de *RF* en señales de voz que se puedan oír en el receptor del teléfono celular, como se muestra en la figura 10.

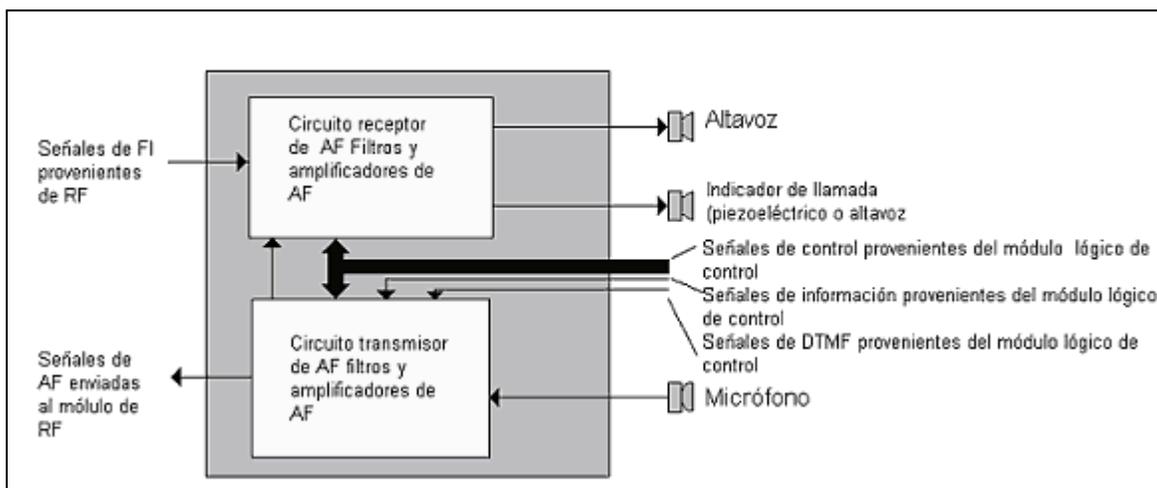


Figura 10. Módulo de Audio Frecuencia

Generalmente se incluye un segundo elemento receptor para producir señales de advertencia, tales como las señales de llamada. Los tonos de llamada y la voz provenientes de un micrófono se filtran, se mezclan y se aplican al módulo de *RF* para ser modulados, junto con las señales de control provenientes de un módem en el módulo lógico de control. Una porción de la voz transmitida regresa al receptor como tono local. Las funciones de transmisión y recepción de *AF* están bajo control directo del módulo lógico de control<sup>4</sup>.

Recientemente la etapa de Audio Frecuencia de los teléfonos celulares modernos esta controlada por un solo circuito integrado mejor conocido como circuitos de tipo Circuito Integrado de Aplicación Específica (*ASIC* por sus siglas en inglés) y entre las funciones ya mencionadas se encargan también de otras que se mencionarán a continuación:

<sup>4</sup> Revisar la Referencia Bibliográfica al final del documento.

### 2.2.3 Administrador de Energía

El administrador de energía es el sistema integrado dentro de la etapa de audiofrecuencia que se encarga de alimentar a cada uno de los componentes que conforman el teléfono (Figura 11).

Provee al equipo con dos niveles de voltajes principales: uno de 1.8v para todas las señales digitales y otro nivel de 2.8v para las señales analógicas, así como los componentes que trabajan con electrónica analógica como el vibrador.

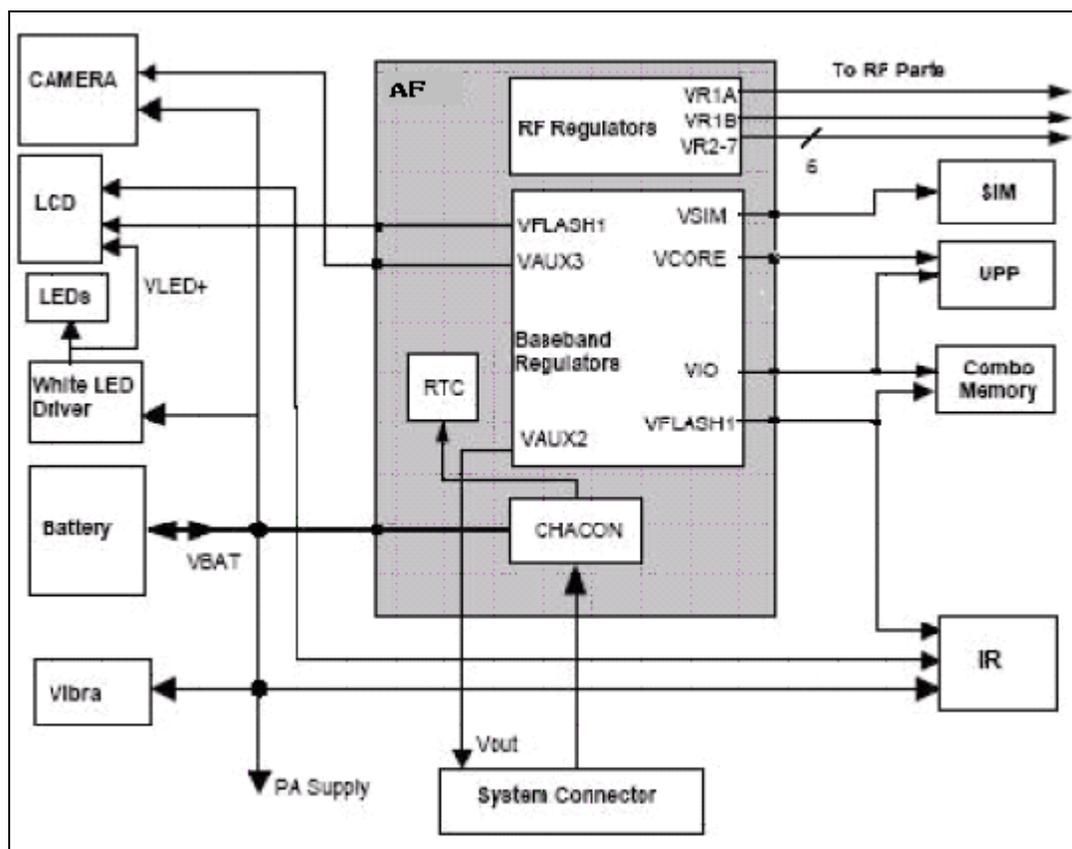


Figura 11. Administrador de energía.

Éste mismo administrador de energía se encarga de controlar la carga y descarga de la batería. Se considera a la batería descargada cuando presenta un voltaje inferior a 3.1V y

completamente cargada cuando presenta un voltaje de 4.2V, siendo el voltaje medio el que se muestra en la etiqueta de la batería: 3.7v (figura 12 y 13).

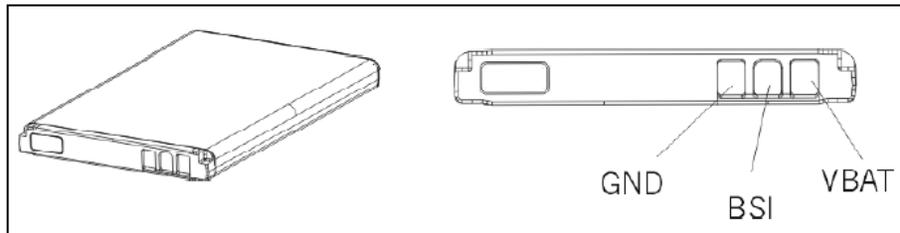


Figura 12. Batería BL-5B para equipos Nokia.

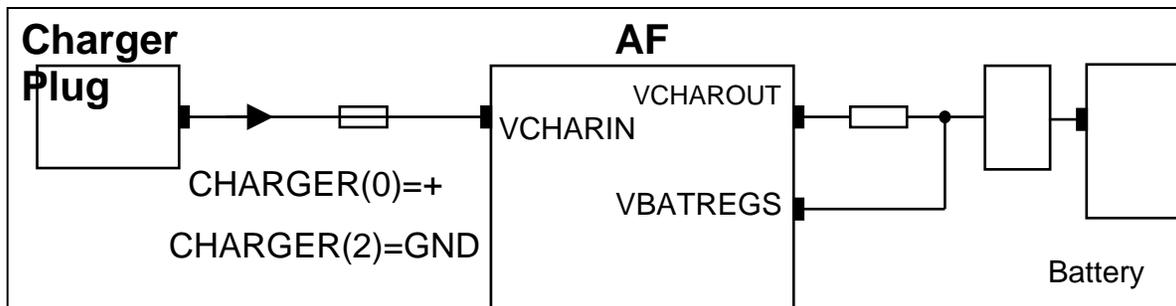


Figura 13. Diagrama de bloques de la carga de la batería

## 2.2.4 Vibrador

El vibrador es el dispositivo que emite una señal de zumbido por medio de un motor que es controlado desde la etapa de audiofrecuencia en el momento de recibir una llamada o mensaje, ejecución de algún juego, etc. y es personalizable por el usuario por medio del software del teléfono.

## 2.2.5 Audio

Como su nombre lo indica, el módulo de Audio Frecuencia es el dispositivo que controla las señales de audio, los codecs analógico/digital–digital/analógico

(convertidores), entradas de audio como el micrófono interno y las salidas de audio por medio del auricular, altavoz o algún accesorio externo (figura 14).

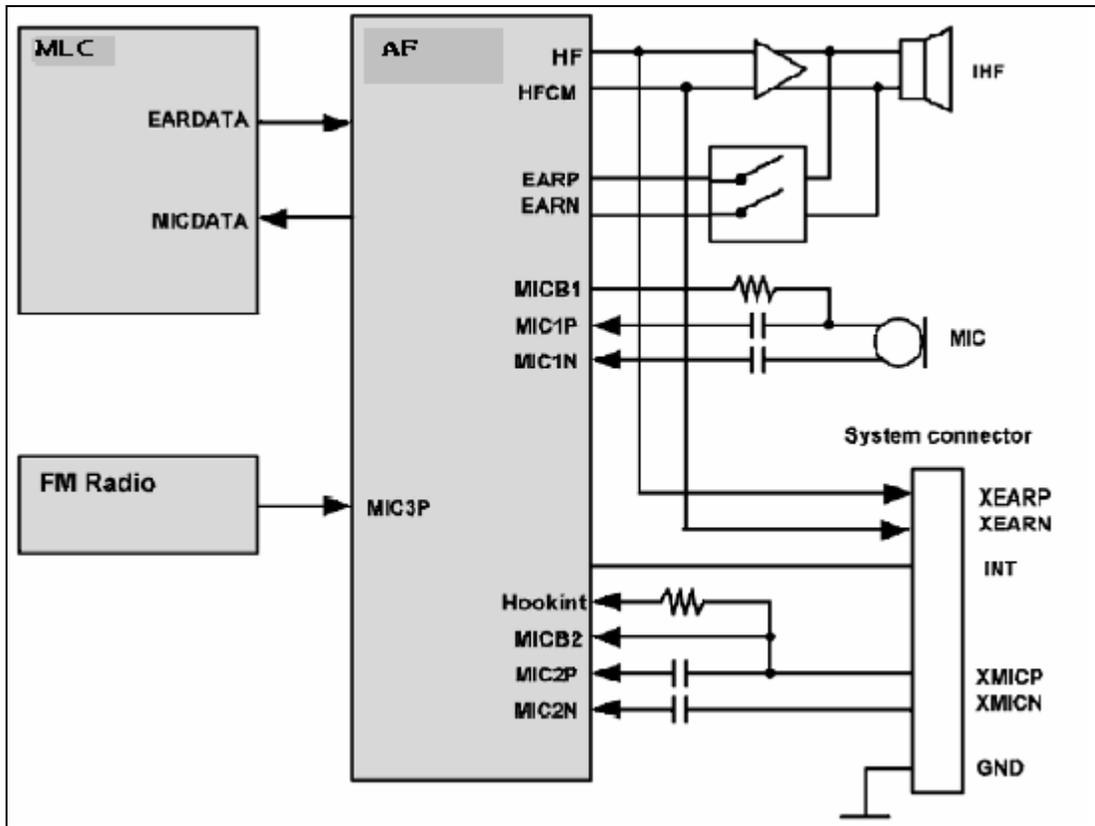


Figura 14. Entradas y salidas de audio

## 2.2.6 Display

El display es el dispositivo que muestra las imágenes o menú de usuario, por medio de software, en una pantalla que puede variar en resolución según el fabricante, siendo uno de los más avanzados el que presenta el equipo Nokia 6131 (figura 15) con una resolución de 320 x 240 píxeles con 16 millones de colores<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Revisar la Referencia Bibliográfica al final del documento



Figura 15. Nokia 6131

### 2.2.7 Teclado

Los teclados en los teléfonos celulares, al igual que en las computadoras, están conectados directamente al procesador.

Los teléfonos pueden variar demasiado en lo que se refiere a teclados, como ejemplos tenemos el modelo Nokia 6600<sup>5</sup> que presenta un teclado convencional con un joystick de cinco posiciones para desplazarse en las opciones del menú (figura 16); el modelo Nokia 9500<sup>5</sup> (figura 17) que además de presentar un teclado convencional presenta un teclado completo, semejante al que tienen actualmente las computadoras y el Nokia 7280<sup>5</sup>, que no presenta teclado sino un dispositivo giratorio que hace la función de teclado por software según las opciones que presente el menú (Figura 18).



Figura 16. Nokia 6600



Figura 17. Nokia 9500



Figura 18. Nokia 7280

<sup>5</sup> Revisar la Referencia Bibliográfica al final del documento

### 2.3 Módulo Lógico de Control

Como puede verse en el diagrama a bloques de la figura 19, el módulo lógico de control es base de un teléfono celular

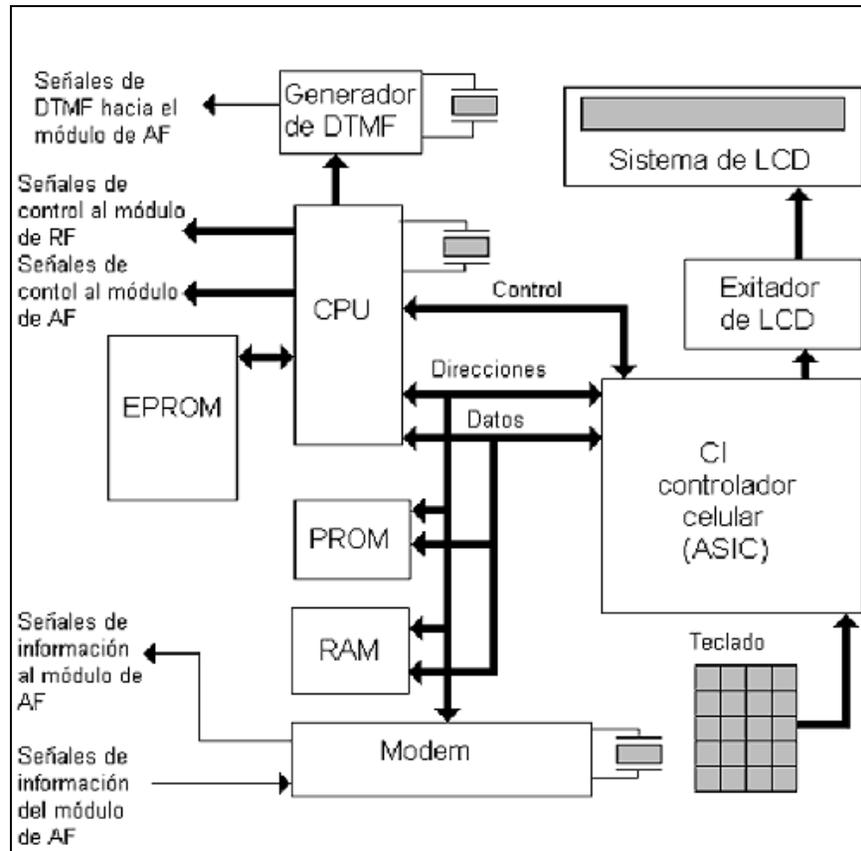


Figura 19. Módulo Lógico de Control.

El módulo lógico de control tiene una estructura similar a la de una computadora personal. La CPU principal controla el teléfono celular con base en un conjunto de instrucciones permanentes (su programa) grabadas en una memoria permanente (ROM). Se incluye una memoria temporal (RAM) que almacena variables tales como el canal de uso, el valor seleccionado de potencia del transmisor, etc., así como los resultados de cualquier comparación lógica u operación matemática requeridos cuando el programa del teléfono no esté corriendo.

Se usa una memoria borrable (*EPROM*) para almacenar información que es exclusiva de cada teléfono, tal como el número asignado al teléfono celular. A este tipo de memoria algunas veces se le denomina Modulo de Asignación de Número (*MAN*). El *CPU* tiene el control directo de los módulos *AF* y de *RF*.

Puesto que un teléfono celular es una parte activa de la red celular, debe estar en contacto constante con la red. Además de las señales de voz y de datos, el teléfono celular debe transmitir y recibir información de la estación de celda en uso. Un Circuito Integrado (*CI*) de módem se usa para añadir información a la señal transmitida e interpretar las órdenes e información provenientes de la red celular.

La Unidad Central de Procesamiento (*CPU*) también se hace cargo del funcionamiento del *CI* de controlador celular. El controlador celular generalmente es un *ASIC* sofisticado que es responsable de interconexión con el sistema de presentación visual y de teclado del teléfono celular. El controlador celular realiza los ajustes como los sintetizadores de frecuencia de transmisión y recepción en el módulo de *RF*<sup>4</sup>.

Los equipos recientes tienen el *CPU* que hace todo el control lógico del equipo, controlando el *ASIC* del módulo de Audio Frecuencia y el *ASIC* del módulo de Radio Frecuencia. Estos equipos cuentan con una *memoria FLASH*, sustituyendo a las *ROM* anteriores, que es donde esta cargado el *SO* (Sistema Operativo) del teléfono; una memoria *SDRAM* que sigue almacenando variables tales como el canal de uso, el valor seleccionado de potencia del transmisor, etc., ya mencionados anteriormente, así como la ejecución de las distintas características que presente el teléfono como el mismo *SO*, juegos almacenamiento de menús temporales, aquí es donde se carga el tono de llamada del equipo así como el tono de mensaje, etc. Estas nuevas características se muestran en la siguiente figura (figura 20).

---

<sup>4</sup> Revisar la Referencia Bibliográfica al final del documento

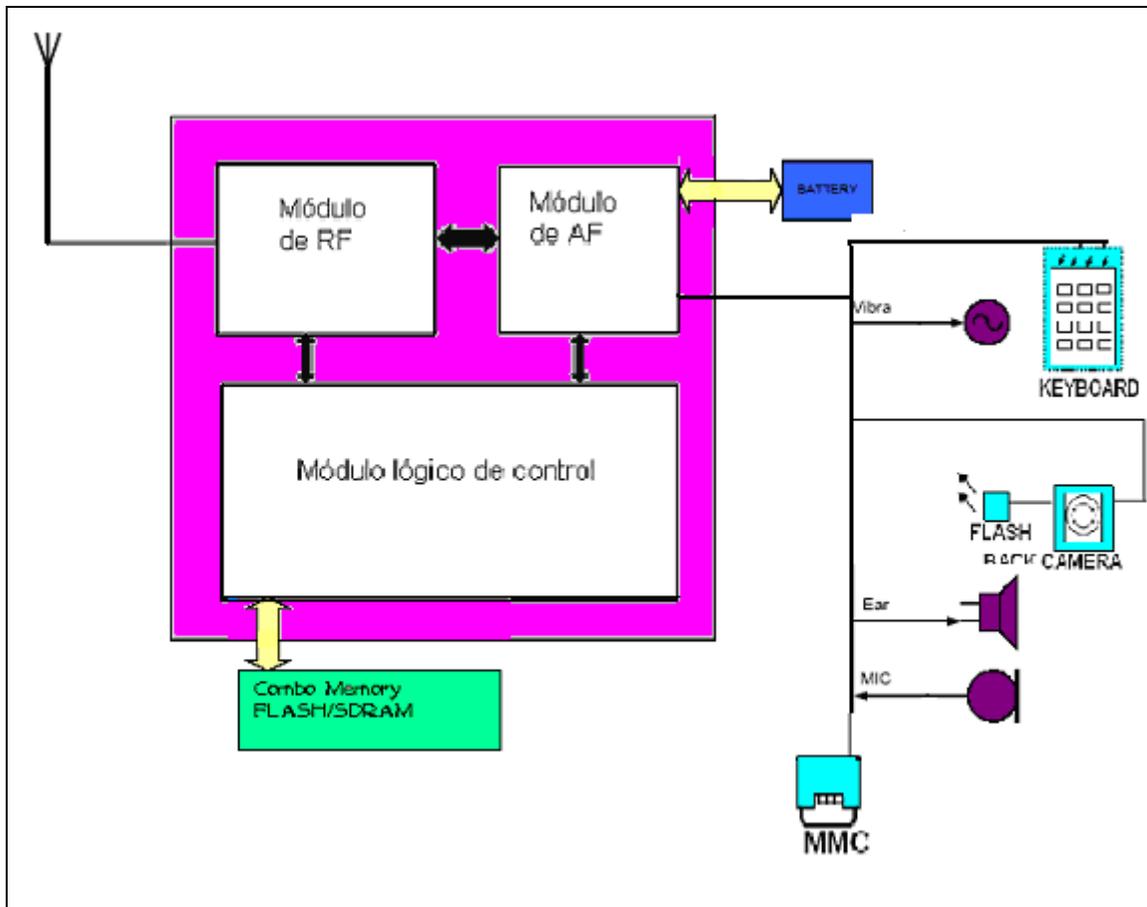


Figura 20. Modulo de Audio Frecuencia

## 2.4 Procesador

El procesador es el cerebro del teléfono, se encarga de todo el control lógico del equipo, controla a los dos circuitos principales del teléfono: el módulo de Audiofrecuencia y módulo de Radiofrecuencia. Trabaja con un sistema operativo\* desarrollado por el fabricante (Nokia, Motorola, Samsung, Sony-Ericsson, etc.).

\* Revisar Anexo A al final del documento, donde se hace mención del sistema operativo más importante para celulares.

## 2.5 Conectividades

En la etapa de aplicaciones intervienen los dispositivos que no trabajan con telefonía celular, es decir, los equipos recientes pueden ser utilizados sin necesidad de estar conectados a la red del operador, esto se aplica en lugares donde no está permitido el uso de teléfonos celulares como hospitales, transporte aéreo, gasolineras etc. entonces el equipo trabaja en modo Offline (desconectado) y podemos seguir haciendo uso de el, trabajando con distintas funciones como la cámara, música, reproducción de video, intercambio de archivos según las conectividades que presente, juegos, etc. A continuación se hace una descripción general de las conectividades más comunes que presentan los equipos.

### 2.5.1 Interfase de infrarrojo (IrDa)

Es posible transmitir y recibir información mediante un haz infrarrojo, este medio de transmisión se engloba dentro de las comunicaciones ópticas no guiadas, *IrDA* es un estándar controlado por el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (*IEEE*) que define una forma de implementar el uso e la tecnología infrarroja por los fabricantes, es decir, los equipos con esta tecnología deben ser compatibles entre sí<sup>3</sup>.

La radiación infrarroja es un tipo de radiación electromagnética de mayor longitud de onda que la luz visible, pero menor que la de las microondas. Consecuentemente, tiene menor frecuencia que la luz visible y mayor que las microondas<sup>3</sup>. La luz visible viaja en ases de luz que van desde los 400 ángstroms, violeta oscuro, a 700 ángstroms, rojo oscuro. Las frecuencias del infrarrojo es de 700 a 1,000 ángstroms. Conforme a los estándares del *IrDA* la mayoría de las computadoras personales y equipo de comunicaciones se mantienen entre los 850 y 900 ángstroms

Esta tecnología, basada en ases luminosos que se mueven en el espectro infrarrojo. Los estándares *IrDA* soportan una amplia gama de dispositivos eléctricos, informáticos y de comunicaciones, permite la comunicación bidireccional entre dos extremos a

---

<sup>3</sup> Revisar la Referencia Bibliográfica al final del documento

velocidades que oscilan entre los 9.600 bps y los 4 Mbps. Esta tecnología se encuentra en muchos ordenadores portátiles, y en un creciente número de teléfonos celulares, sobre todo en los de fabricantes líderes como Nokia y Ericsson.

En los equipos Nokia el puerto infrarrojo se utiliza para enviar y recibir distintos tipos de archivo como imágenes en formato JPG y música digital en formato MP3 o AAC y hacer interfase con la computadora para sincronización de datos como agendas, contactos, etc. En los equipos recientes o llamados también 3G esta tecnología tiende a desaparecer para darle paso a una tecnología más avanzada conocida como bluetooth, que se mencionará mas adelante, ya que para *IrDa* es necesario hacer un enlace alineando los dos puertos infrarrojos de cada teléfono, lo que muchas veces es molesto para los usuarios y también es necesario no rebasar cierta distancia de operación que en los equipos Nokia es de hasta 1m de distancia.

### **2.5.2 Interfase de Bluetooth**

Su nombre viene del Rey Vikingo, Harald Bluetooth (940 A.D.-981A.D.), famoso por su habilidad para la comunicación, y para hacer que la gente hablara entre ella. Bluetooth es la norma que define un estándar global de comunicación inalámbrica que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes equipos mediante un enlace por RF que, al igual que *IrDa* es controlado por el *IEEE*. Los principales objetivos que se pretende conseguir con esta norma son<sup>4</sup>:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos.
- Eliminar cables y conectores entre éstos
- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas
- Facilitar la sincronización de datos entre los diversos equipos personales.

La tecnología Bluetooth opera en la banda de 2.42 Ghz; su máxima velocidad de transmisión de datos es de 1 Mbps. El rango de alcance Bluetooth depende de la potencia

empleada en la transmisión. La mayoría de los dispositivos que usan Bluetooth transmiten con una potencia nominal de salida de 0 dBm, lo que permite un alcance de unos 10 metros en un ambiente libre de obstáculos. Comprende hardware, software y requerimientos de interoperabilidad, por lo que para su desarrollo ha sido necesaria la participación de los principales fabricantes de los sectores de las telecomunicaciones y la informática, tales como: Nokia, Ericsson, Motorola, Toshiba, IBM e Intel, entre otros. Posteriormente se han ido incorporando muchas más compañías, y se prevé que próximamente lo hagan también empresas de sectores tan variados como automatización industrial, maquinaria y entretenimiento, fabricantes de juguetes, electrodomésticos, etc., con lo que en poco tiempo se nos presentará un panorama de total conectividad de nuestros aparatos tanto en casa como en el trabajo<sup>3</sup>.

El hardware que compone el dispositivo Bluetooth esta compuesto por dos partes:

- a) Un dispositivo de radio, encargado de modular y transmitir la señal<sup>4</sup>, dispositivo *ASIC*
- b) Un controlador digital, compuesto por un procesador de señales digitales (DSP - Digital Signal Processor) llamado Controlador de enlace (Link Controller) y de las interfaces con el dispositivo anfitrión<sup>3</sup>, encargándose de esta ultima función el Módulo de Control Lógico del teléfono (el procesador).

En los equipos celulares Nokia, la función de bluetooth la realiza un solo *CI*, en la figura 21 se muestra el funcionamiento en diagrama de bloques, donde el circuito principal internamente presenta la etapa de *RF* que hará el enlace con el otro o los otros dispositivos; una etapa de Banda Base (*BB*) que realiza el control lógico de las señales digitales a enviar y las que se reciben y, como tercer componente interno, una memoria *ROM* donde esta escrito el código de control que será leído por la etapa de *BB*.

---

<sup>3</sup> Revisar la Referencia Bibliográfica al final del documento

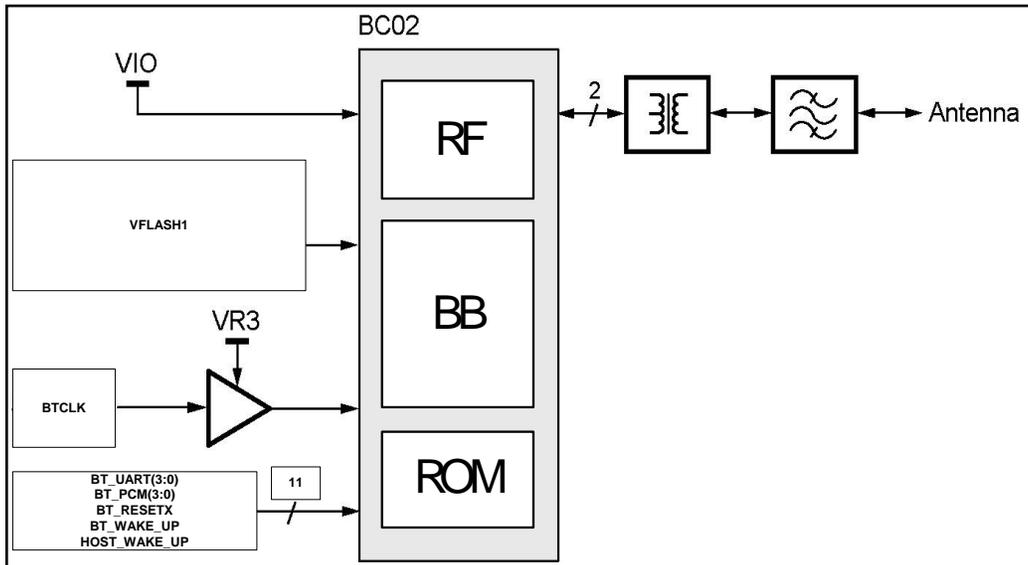


Figura 21. Diagrama de bloques del funcionamiento interno del circuito de Bluetooth en los equipos Nokia.

Bluetooth proporciona una vía de interconexión inalámbrica entre diversos aparatos que tengan dentro de sí esta tecnología, como teléfonos celulares (Nokia N91, figura 22), consolas de videojuegos (Nokia N-gage QD, figura 23), ordenadores de mano (Palm o PC Pocket), cámaras digitales, computadoras portátiles, impresoras, o simplemente cualquier dispositivo que un fabricante considere oportuno, usando siempre una conexión segura de radio de corto alcance<sup>3</sup>. Recientemente esta tecnología se está integrando en la industria automotriz, como es el caso del BMW donde el modelo Z4 (figura 24) incluye Bluetooth para que los conductores no tengan que contestar su teléfono con las manos, sino mediante los tableros de control integrados al volante, así como escuchar música directamente desde su equipo celular<sup>6</sup>. El alcance que logran tener estos dispositivos es de 10 metros para ahorrar energía ya que generalmente estos dispositivos utilizan baterías<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Revisar la Referencia Bibliográfica al final del documento.

<sup>6</sup> Revisar la Referencia Bibliográfica al final del documento.



Fig. 22. N91



Fig. 23. N-Gage



Fig. 24. BMW-Z4

En los teléfonos celulares se utiliza esta tecnología para enviar y recibir archivos de música, videos o imágenes, para atender llamadas entrantes con el accesorio manos libres (hands free) vía bluetooth, para imprimir directamente las imágenes capturadas por la cámara del teléfono en impresoras compatibles, realizar videoconferencias, juegos simultáneos entre teléfonos celulares, etc.

### 2.5.3 Interfase de Wi-Fi

**Wi-Fi** (o **Wi-fi**, **WiFi**, **Wifi**, **wifi**) es un conjunto de estándares para redes inalámbricas basado en las especificaciones del Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (*IEEE*), pero es frecuente que en la actualidad también se utilice para acceder a Internet<sup>4</sup>. Al igual que bluetooth, esta tecnología trabaja en la banda de 2.42 Ghz. Los equipos que tienen estas dos funciones integradas (bluetooth y Wi-Fi) presentan en la función de Bluetooth la versión 1.2 o más recientes, esto para que bluetooth no interfiera con Wi-Fi o viceversa, ya que esta versión identifica los canales ocupados y trabaja en los canales libres.

Algunos equipos celulares Nokia como los Communicator 9500 (figura 25), 9300i (figura 26) y el N91 (figura 27) presentan esta interfase, en estos teléfonos la función es para acceder a servicios de internet inalámbrico como Prodigy Móvil en México o a *WLAN* de algunas empresas o corporativos. El usuario por medio de esta conexión puede acceder a

portales de internet, buscadores, páginas comerciales, consultar su correo electrónico, entrar a salas de chats o mantenerse en línea con sus contactos de MSN Messenger o Yahoo Messenger.



Figura 25. Nokia 9500



Figura 26 Nokia 9300i



Figura 27 Nokia N91

### **Capítulo 3: Medidas de seguridad mínimas para la manipulación técnica de los equipos**

Una vez terminada la parte teórica del curso, donde se explica el funcionamiento interno del teléfono celular mediante diagramas de bloques (no presentados en este trabajo por cuestiones de Copyright), se pasa a la parte práctica, parte fundamental en el trabajo que desempeño. Al llegar a esta etapa a las personas que acuden al curso se les muestra un video donde pueden observar el desensamble correcto paso por paso, de cada uno de los dispositivos que forman el teléfono como cubiertas, displays, teclados, bocinas, micrófonos, etc. En los laboratorios donde trabajan las personas capacitadas es necesario hacer un desensamble y ensamble correcto de los teléfonos celulares para evitar con posterioridad daños causados por la manipulación. A continuación se presentan las medidas básicas de seguridad, una secuencia de imágenes para el desensamble y las herramientas básicas para llevarlo a cabo, las imágenes mostradas están elaboradas conforme a las descripciones realizadas en la revista “Saber Electrónica” mencionada en la referencia bibliográfica de éste trabajo, ya que no se pueden poner las imágenes que me proporciona la empresa NOKIA debido a los contratos de confidencialidad firmados con la misma.

#### **3.1 El correcto desensamble de los teléfonos celulares**

Para la manipulación de los teléfonos celulares es necesario tomar en cuenta la electricidad estática que puede tener el cuerpo o la ropa de la persona que hará el desensamble del equipo, esto para evitar posibles Descargas de Electricidad Estática (*ESD*) y dañar al equipo. Para la protección se hace necesario manipular los equipos con guantes antiestáticos que generalmente son fabricados de látex y utilizar pulseras antiestática debidamente aterrizadas. Una vez cumplidos estos requisitos se procede al desensamble del

equipo, lo anterior debido a que la electricidad estática puede ocasionar daños irreparables en algunos dispositivos electrónicos.

Las herramientas básicas y la serie de imágenes de desensamble se muestran a continuación, tomando como ejemplo el equipo Nokia 3220<sup>5</sup> (figura 28):

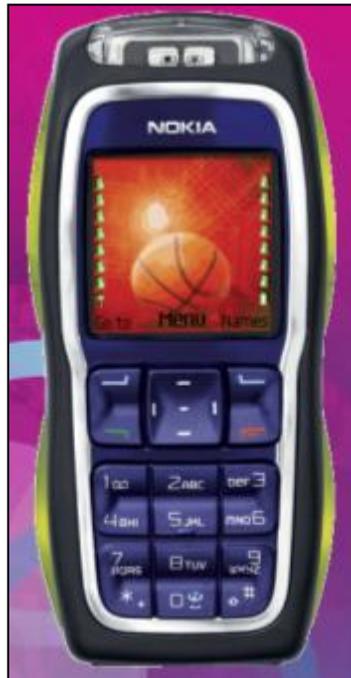


Figura 28. Nokia 3220

---

<sup>5</sup> Revisar la Referencia Bibliográfica al final del documento.

**Herramientas (figura 29):**



Figura 29. Herramientas básicas para un desensamble correcto.

### **3.2 Secuencia gráfica del desensamble**

Proteger la ventana de la pantalla con una película de plástico (figura 30):



Figura 30

Presionar y retirar la tapa de la batería (figura 31):



figura 31.

Retirar la tapa de la pantalla (figura 32):



Figura 32.

Retirar los tornillos en el orden mostrado en la figura 33:

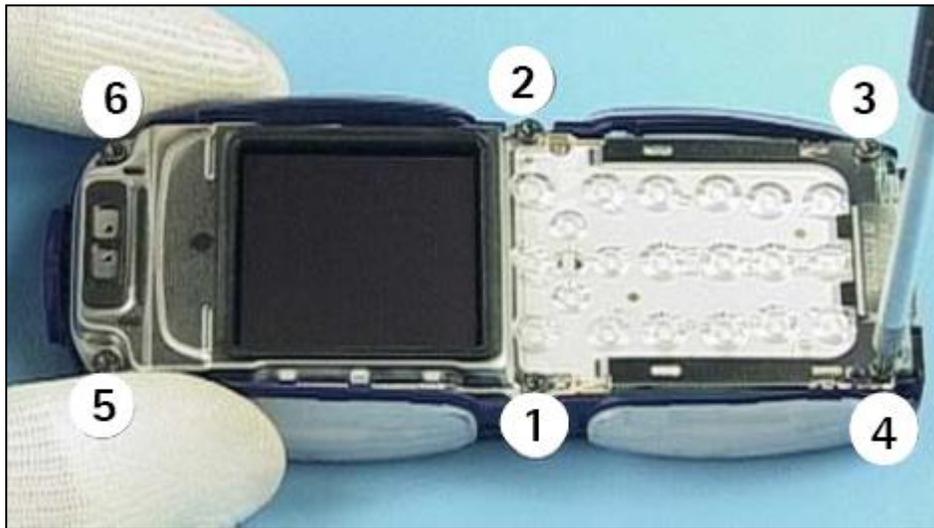


Figura 33.

Retirar los dispersores de luz (figura 34):



Figura 34.

Remover la tarjeta principal (figura 35):



Figura 35.

Remover el display de la tarjeta (figura 36 y 37)

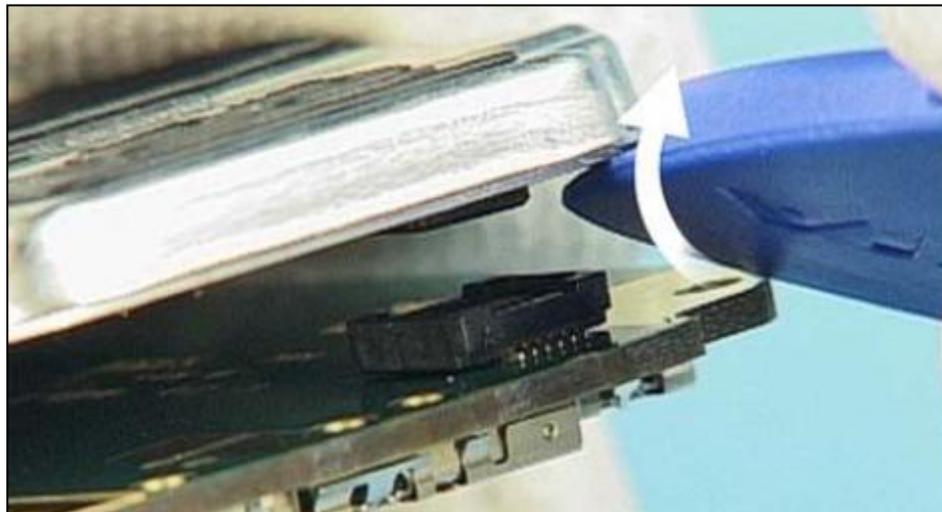


Figura 36.

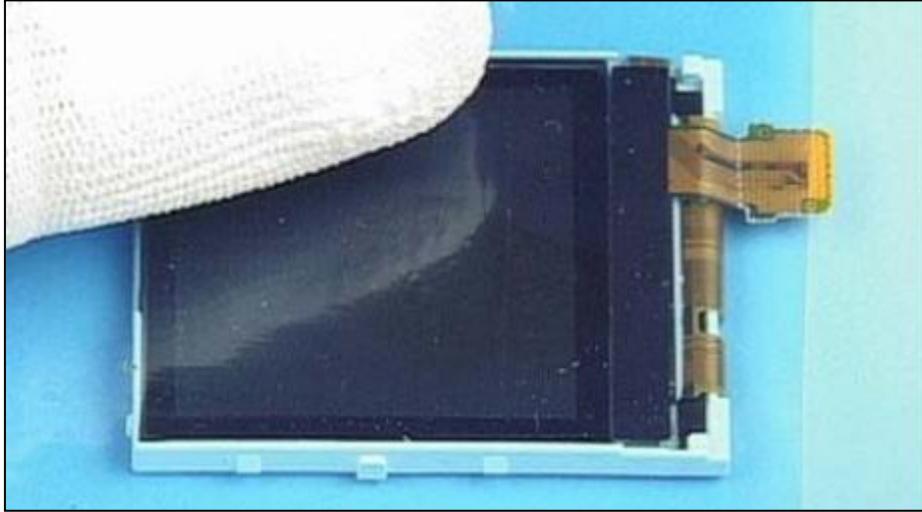


Figura 37.

Utilizar las pinzas para remover el conector del cargador (figura 38), el micrófono (figura 39) y el vibrador (figura 40):



Figura 38.

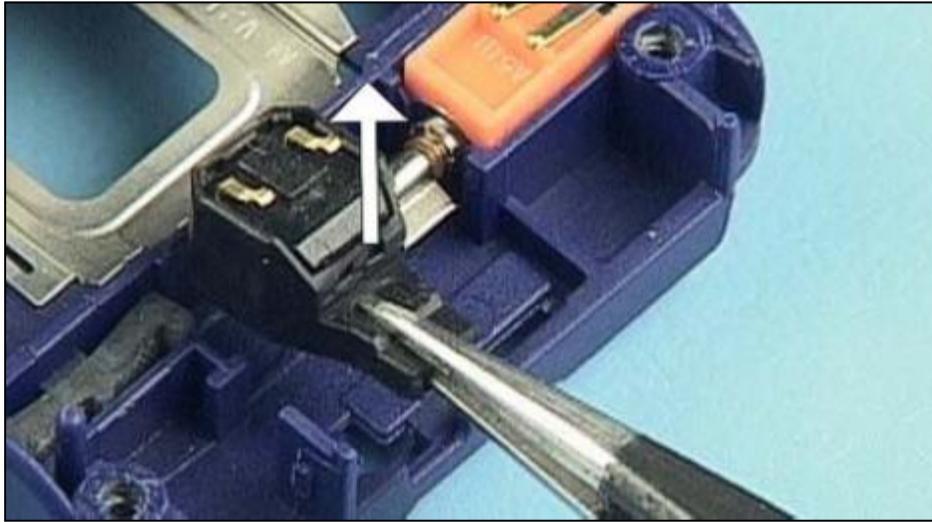


Figura 39.

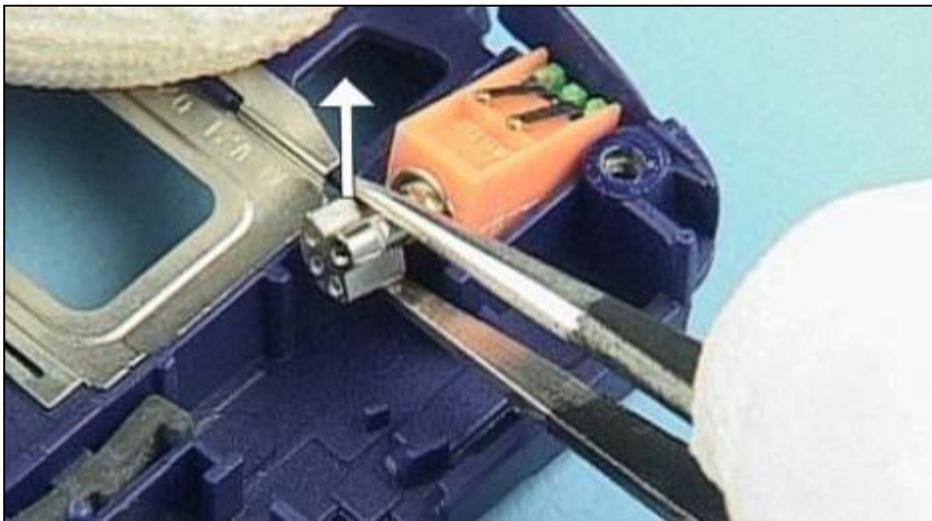


Figura 40

Hay que poner especial atención cuando se retira la tarjeta principal de las cubiertas, ya que es aquí donde se inspecciona si el teléfono presenta humedad o restos de líquidos derramados en el mismo, si tiene algún componente quemado, etc. y según su manipulación la persona que lo inspecciona podría causarle daños irreparables (figura 45).

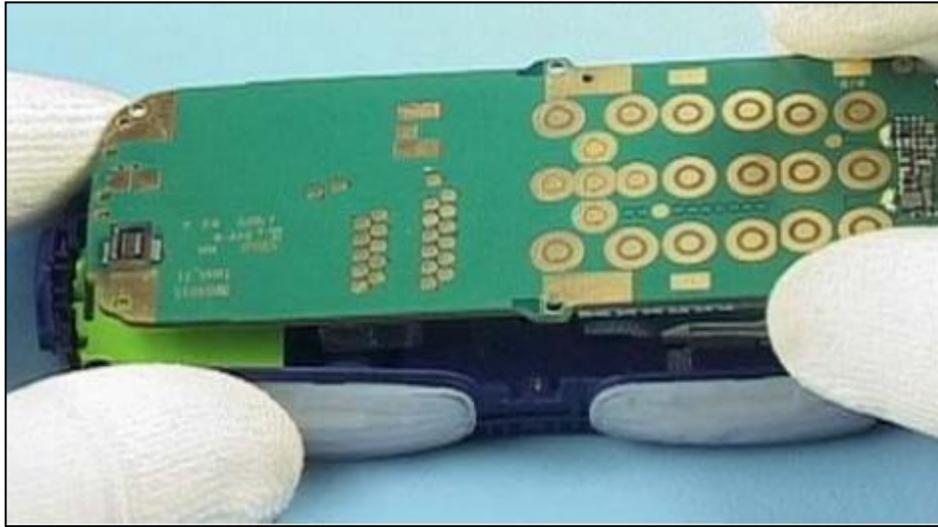


Figura 45.

### **3.3 Ensamble**

Para el proceso de ensamble se deben seguir las mismas instrucciones y medidas de seguridad que en el desensamble, pero en sentido inverso.

### **3.4 Problemas que presentan los teléfonos celulares**

Los problemas de los celulares tienen que ver entre el teléfono celular y una radio base, por ejemplo las pérdidas de señal, que se debe a que las señales de radio tienen los problemas de debilitamiento por obstáculos como los edificios y superficies lisas y pueden ser bloqueadas completamente por obstáculos geográficos grandes tales como colinas o montañas. Las áreas muertas como colinas, áreas montañosas o urbanas densas a menudo experimentan zonas muertas. Las señales son absorbidas o reflejadas evitando que las ondas de radio se propaguen; en algunas zonas muertas puede eliminarse cambiando la localización de la estación de celda o dividiendo la celda para añadir estaciones adicionales que cubran adecuadamente el área afectada. Y también se tiene el problema que las

personas con radios comunes puedan escuchar la conversación pero como la transmisión se realiza a diferente frecuencia que la recepción solo se podría escuchar una parte<sup>4</sup>.

Las fallas comunes que presentan los teléfonos celulares actualmente son 90% fallas de software y 10% fallas de hardware o de algunos componentes mecánicos.

Las fallas de software son muy diversas, como bloqueos al ejecutar una función del teléfono como reproducción de música o video, que al personalizar el usuario su equipo no le respeta los fondos de pantalla o tonos de mensajes y alarmas que eligió, etc. Para la reparación de estas fallas es necesario que el usuario acuda a los centros de servicio especializados, donde se les hará la recarga de software o actualización de software semejante al que se realiza en las computadoras cuando se actualiza una PC de Windows 95 a Windows 98 o de Windows ME a Windows XP. El 100% de estas fallas quedan corregidas con dichas actualizaciones.

Las fallas de hardware se deben principalmente a fallas en bocinas y micrófonos y estas se reparan simplemente reemplazando los componentes dañados. Las fallas mecánicas se presentan con regularidad en los resortes que presentan algunos equipos como el Nokia 8801 (figura 46) ya que al deformarse por el uso puede traer consecuencias como rupturas o cortes de pistas flexibles o conectores de componentes internos del teléfono; la reparación de estas fallas, al igual que las de hardware, son muy sencillas, reemplazando únicamente los componentes dañados.

---

<sup>4</sup> Revisar la Referencia Bibliográfica al final del documento.



Figura 46. Nokia 8801.

### **Conclusiones:**

La experiencia lograda impartiendo cursos en el territorio nacional y en Centroamérica es de gran utilidad, ya que al capacitar a los asistentes a los distintos cursos, también he adquirido técnicas de enseñanza así como la retroalimentación por parte de los ingenieros y técnicos hacia el instructor. Los conocimientos adquiridos en esta casa de estudios, la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, han sido parte fundamental en el desarrollo de mi vida laboral, ya que las materias cursadas durante mi estancia en la facultad permiten que mi desempeño fuera de las aulas lo realice con gran seguridad y con visión de superación. Algunas de las materias que han sido de suma importancia en el trabajo laboral son comunicaciones, micropocesadores, dispositivos electrónicos, amplificación de señales, electrónica analógica y control analógico, por mencionar algunas, ya que son parte fundamental en el desarrollo de las telecomunicaciones y en el diseño cada vez más complejo de los teléfonos celulares.

Como visión a futuro, llego a la conclusión que el desarrollo de las telecomunicaciones, y en particular de los teléfonos celulares será imprescindible para las sociedades, ya que por medio de esta tecnología se puede mantener comunicación con localidades o poblaciones que antes carecían de ella. Los equipos celulares, en un futuro no muy lejano, sustituirán el uso de otros dispositivos como cámaras digitales,



Figura 46. Nokia 8801.

### **Conclusiones:**

La experiencia lograda impartiendo cursos en el territorio nacional y en Centroamérica es de gran utilidad, ya que al capacitar a los asistentes a los distintos cursos, también he adquirido técnicas de enseñanza así como la retroalimentación por parte de los ingenieros y técnicos hacia el instructor. Los conocimientos adquiridos en esta casa de estudios, la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, han sido parte fundamental en el desarrollo de mi vida laboral, ya que las materias cursadas durante mi estancia en la facultad permiten que mi desempeño fuera de las aulas lo realice con gran seguridad y con visión de superación. Algunas de las materias que han sido de suma importancia en el trabajo laboral son comunicaciones, micropocesadores, dispositivos electrónicos, amplificación de señales, electrónica analógica y control analógico, por mencionar algunas, ya que son parte fundamental en el desarrollo de las telecomunicaciones y en el diseño cada vez más complejo de los teléfonos celulares.

Como visión a futuro, llego a la conclusión que el desarrollo de las telecomunicaciones, y en particular de los teléfonos celulares será imprescindible para las sociedades, ya que por medio de esta tecnología se puede mantener comunicación con localidades o poblaciones que antes carecían de ella. Los equipos celulares, en un futuro no muy lejano, sustituirán el uso de otros dispositivos como cámaras digitales,

videograbadoras digitales, grabadoras de audio, reproductores de música como discman o iPod, dispositivos encargados de tareas de tipo Administrador Digital Personal (*PDA*) como Palms y Pocket PCs. Serán compatibles con diversos equipos como automóviles para el servicio de Sistema de Posicionamiento Global (*GPS*) o la sustitución de los equipos autoestereos; programación de Controladores Lógico Programables (*PLC*) en el área de Automatización industrial y gracias a los nuevos sistemas operativos que manejan los celulares –como el sistema operativo Symbian (*SO Symbian*<sup>\*</sup>)-, cada usuario, según su nivel de conocimientos, podrá diseñar sus propias aplicaciones según su ritmo de vida o profesión como emulador de operaciones en el área de medicina o en la misma área monitorear a cada uno de sus pacientes desde su teléfono celular.

---

\* Revisar Anexo A donde se hace mención del Sistema Operativo Symbian

## Anexo A

### Sistema Operativo SYMBIAN

A partir de 1998 las compañías mas importantes en telefonía celular desarrollaron en conjunto el sistema operativo SYMBIAN (SO Symbian) diseñado para que los usuarios puedan ejecutar las distintas aplicaciones existentes en cualquier equipo celular con este SO, o puedan desarrollar sus aplicaciones personales basadas en éste SO (fig 19), un sistema semejante al Windows de las computadoras, existiendo también el SO Windows Mobile para teléfonos celulares utilizado principalmente por MOTOROLA y BLACKBERRY.

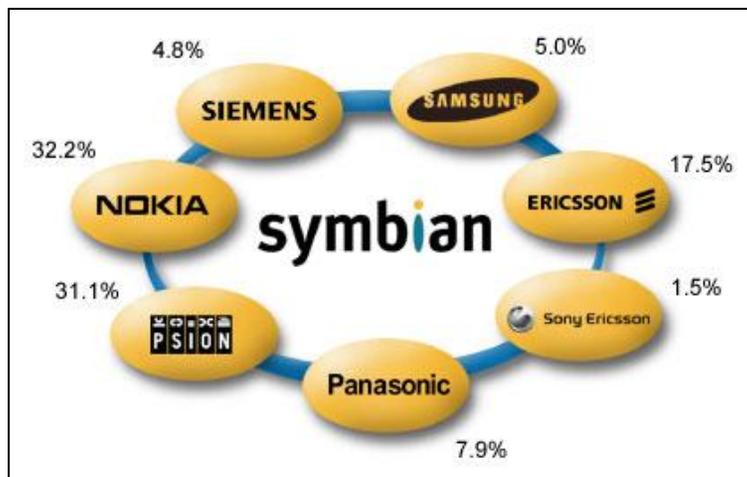


Figura 19. Porcentaje de tecnología aportada para el desarrollo del SO Symbian por distintas compañías.

### Virus en los teléfonos celulares

Debido a la gran aceptación en el mercado del SO SYMBIAN, uno de los síntomas de la popularidad masiva de dicho sistema se refleja en la aparición de virus para el mismo. Si se considera la aparición de virus como indicador de la popularidad de un SO, los

teléfonos basados en Symbian tienen un esplendoroso futuro por delante. Un virus troyano llamado Skulls (calaveras) infecta las terminales, inutilizando todas las funciones avanzadas de los mismos. Skulls es un programa malicioso que, bajo la descripción 'Extended Theme Manager' que para los equipos Nokia, se puede descargar de algunas webs de software para Symbian. En realidad, lo que hace es desactivar las aplicaciones internas del teléfono (mensajería, agenda, navegación web) por versiones que no funcionan, y cambiando los iconos de las mismas por el de una calavera. El terminal infectado deja así de servir para poco más que efectuar y recibir llamadas telefónicas (figura 20).



Figura 20. Imagen del menú afectado por el virus Skulls en un equipo Nokia con SO SYMBIAN

Skulls no es el primer virus concebido para teléfonos Symbian. A mediados del 2005 tuvo una cierta difusión el virus denominado Cabir, que se propaga a través de la red inalámbrica de corto alcance Bluetooth. Aquí al usuario le aparece un mensaje en pantalla que indica que está recibiendo un archivo vía bluetooth, enviado desde otro teléfono celular, este virus es capaz de autoenviarse a otros equipos sin que el usuario lo pueda desactivar, la figura 21 presenta el mensaje que recibe el usuario en pantalla.



Figura 21. Instalación del virus.

Si el usuario de clic en yes (si) el teléfono preguntará por la instalación (figura 22).

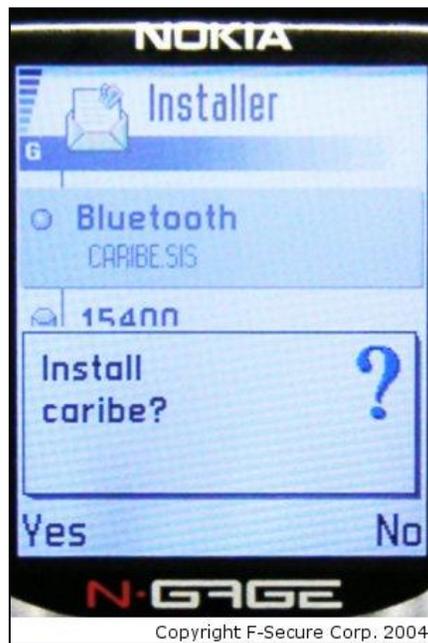


Figura 22. Finalización de la instalación del virus.

Si el usuario de clic en yes (si) el gusano Cabir se activará y mostrará un cuadro de diálogo que contiene el nombre que el autor del virus quiere dar al gusano, las iniciales del autor y un grupo de inicial 29A (fig 23).

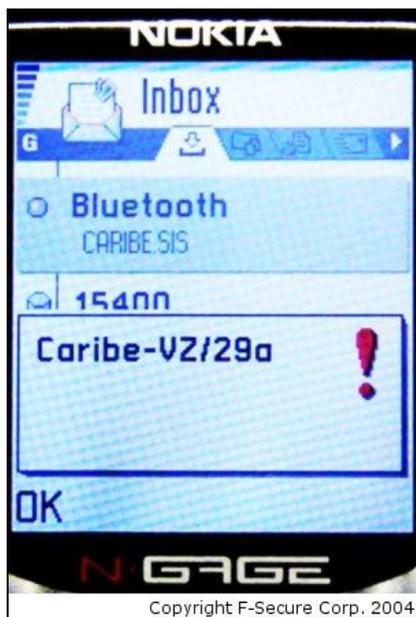


Figura 23. Confirmación de la instalación del virus.

Para eliminar este tipo de virus, el usuario deberá llevar su teléfono al Centro de Servicio Autorizado NOKIA más cercano para que sean eliminados mediante un proceso llamado “reflasheo” que consiste en un proceso semejante al formateo y recarga del SO en una computadora convencional. Una forma de prevenir que el teléfono sea infectado por virus es, al igual que en las computadoras, instalando un antivirus para el SO SYMBIAN, que se encuentran disponibles de forma gratuita en las distintas páginas webs de los desarrolladores de antivirus para computadoras.

### **Significado de acrónimos empleados en el desarrollo del documento:**

AF:	Audio Frecuencia
AMPS:	Servicio Avanzado de Telefonía Móvil o Advanced Mobile Phone Service.
ASIC:	Circuito Integrado de Aplicación Específica o Application Specific Element Circuit.
BTS:	Estación Base Transceptora o EBRF o RB.
CCC:	Centro de Comunicación y Control.
CDMA:	Acceso Múltiple por División de Código o Code Division Multiple Access.
CI:	Circuito Integrado.
Cluster:	Agrupación de células o celdas.
CPU:	Unidad Central de Procesamiento o Central Processing Unit.
EBRF:	Estación Base de Radio Frecuencia.
EEPROM:	ROM Programable y Borrable Eléctricamente o electrically-erasable programmable read-only memory.
EGPRS:	GPRS en modo Extendido, también conocido como EDGE.
EM:	Estación Móvil o teléfono celular.
EPROM:	ROM Borrable y Reprogramable o Erasable Programmable ROM.
ESD:	Descargas de Electricidad Estática o Electro Static Discharge.
ESN:	Número de Serie Electrónico o Electronic Serial Number.
ETSI	Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicación.
FDMA:	Acceso Múltiple por División de Frecuencia o Frequency Division Multiple Access.
FI:	Frecuencia Intermedia.
FM:	Frecuencia Modulada.

Gateway:	También designado como reuter: es el elemento responsable por dirigir la transmisión de datos dentro de una red de información, decidiendo cual la vía más rápida.
GPRS:	Servicio General por Radio de Paquetes o General Packet Radio Service.
GPS:	Sistema de Localización Global o Sistema de Posicionamiento Global o Global Position System.
GSM:	Sistema Global de Comunicaciones o Global System for Mobile Communications.
Handoff:	Transferencias de celdas
HLR:	Registro de Localización Local o Home Location Register.
IEEE:	Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.
IrDa:	Asociación de Datos Infrarrojos o Infrared Data Association.
ISDN	Red Digital de Servicios Integrados o Integrated Services Digital Network.
MAN:	Módulo de Asignación de Número.
Memoria FLASH:	Es una forma evolucionada de la memoria EEPROM que permite que múltiples posiciones de memoria sean escritas o borradas en una misma operación de programación mediante impulsos eléctricos, frente a las anteriores que sólo permite escribir o borrar una única celda cada vez. Por ello, flash permite funcionar a velocidades muy superiores cuando los sistemas emplean lectura y escritura en diferentes puntos de esta memoria al mismo tiempo.
MLC:	Módulo Lógico de Control.
MSC:	Centro de Switcheo Móvil o Mobile Switching Center.
MTSO:	Centro de Switcheo de Telefonía Móvil o Mobile Telephone Switching Office.
PCS:	Servicios de Comunicación Personal o Personal Communications Services.
PDA:	Administrador Digital Personal o Personal Digital Assistant.
PLC:	Controlador Lógico Programable.

PoC:	Presione Para Hablar sobre Telefonía Celular o Push To Talk over Celluar.
PSTN:	Switcheador de Red de Telefonía Pública o Public Switched Telephone Network.
PTT:	Presione Para Hablar o Push To Talk.
RAM:	Memoria de Acceso Aleatorio o Random Access Memory.
RB:	Radio Base o también mencionado como EBRF.
RF:	Radio Frecuencia.
RNC:	Controlador de la Red de Radio o Radio Network Controller.
ROAM:	Abreviación de roaming o desplazamiento.
ROM:	Memoria de Solo Lectura o Read Only Memory.
RSR:	Relación Señal Ruido.
SIM:	Módulo de Identificación de Usuario o Subscriber Identity Module.
SMC:	Sistema Móvil Celular o System Mobile Cell.
SMS:	Servicio de Mensaje corto o Short Message Sevice.
SO:	Sistema Operativo.
TDMA:	Acceso Múltiple por división de Tiempo o Time Division Multiple Access.
TETRA:	Radio Terrestre Troncalizada o Terrestrial Trunked Radio.
UMTS:	Sistema Universal de Telecomunicaciones Moviles o Universal Mobile Telecommunications System.
WLAN:	Red de Área Local o Wíreles Local Area Network

## Bibliografía:

- (1). Blake, Roy. “Sistemas electrónicos de comunicaciones”  
Ed. Thomson, segunda edición, 2004.
- (2) Revista “Saber Electrónica” edición internacional, Año 15 No. 171,  
Noviembre del 2004. Editorial Televisa S.A. de C.V.
- (3) Wikipedia, La Enciclopedia Libre: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- (4) Telefonía Celular: [www.redeya.com](http://www.redeya.com)  
Autor: Juan Francisco Zavala Chávez.
- (5) Nokia [www.nokia.com](http://www.nokia.com)
- (6) BMW [www.bmw.com.mx](http://www.bmw.com.mx)