



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

FACULTAD DE INGENIERÍA.

SISTEMA DE COMUNICACIÓN PARA LA TRANSMISIÓN DE
DATOS DE UNA ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA.

T E S I S.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO
ELÉCTRICO ELECTRÓNICO.

PRESENTA:

VELASCO DOMÍNGUEZ URIEL.



DIRECTOR: ING. VALENTE VÁZQUEZ TAMAYO.

CIUDAD UNIVERSITARIA, 2006.



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.

AGRADECIMIENTOS.

A DIOS.

Por darme la oportunidad de vivir, por la salud y por las fuerzas que me da para salir adelante cada instante de mi vida y sobre todo por permitir ser parte de una hermosa familia.

A MIS PADRES.

Por el gran apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de estos años, por el gran cariño que me demuestran, por la educación que me han dado, por los consejos que me dan, por enseñarme a luchar y a superarme.

A MI HERMANA.

Gracias LETY por darme tu apoyo y tu cariño.

A MIS ABUELITOS.

Gracias por el enorme cariño que siempre me han demostrado.

A MIS TÍOS Y TÍAS.

Por el cariño y apoyo que me dan.

A MARIBEL.

Gracias amor por apoyarme en todos los momentos y por compartir muchas cosas lindas.

A TODOS MIS AMIGOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA.

Eduardo (Ruso), Eduardo (kekas), Mauro (el buen Doc), Jorge (Oso), Olguin, Xochitl, Esther, Ana, Arturo, Isaac, César David (Pony), David (Negrito), a todos los cuates del "Frontón 8"

A MIS PROFESORES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA.

A todos las personas que he conocido y que han compartido momentos agradables durante estos años de estudio.

DEDICADO

A DANIEL ALEJANDRO CRUZ VELASCO. †

Muchas gracias por haber compartido momentos tan increíbles conmigo disfrute mucho de tu compañía Dany.

Siempre te recordaré con mucho cariño.

INDICE.

INTRDODUCCIÓN	6
ANTECEDENTES.....	8
OBJETIVO	11
CAPÍTULO I	12
INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.....	12
1.1.1 Modelo simple del sistema de comunicación.....	12
1.1.2 Clasificación de los sistemas de transmisión.....	14
1.1.3 Velocidad de transmisión	14
1.1.4 Transmisión asíncrona	14
1.1.5 Transmisión síncrona	15
CAPÍTULO II MÉTODOS DE TRANSMISIÓN	18
2.1 SISTEMA SATELITAL	18
2.1.1 Tipos de satélites	19
2.1.2 Constitución de los sistemas de satélite	19
2.1.3 Modelos de enlace del sistema satelital	20
2.1.4 Asignación de frecuencias	20
2.1.5 Uso del espectro	21
2.1.6 Codificación de canal	21
2.1.7 Servicio de datos sistema satelital	21
2.1.8 Satélites mexicanos	23
2.1.9 Estación maestra	23
2.1.10 Estación remota	24
2.1.11 Características del sistema de comunicación satelital	25
2.2 SISTEMA CELULAR	26
2.2.1 Historia de la telefonía celular	26
2.2.2 Elementos del sistema de telefonía celular	26
2.2.3 Células	27
2.2.4 Transferencia de llamadas entre celdas-handoff	28
2.2.5 Generaciones de telefonía celular	28
2.2.6 Global System for Móviles (GSM)	29
2.2.7 Sistema GPRS	31
2.2.8 Arquitectura de la red GSM/GPRS	32
2.2.9 Reutilización de frecuencias y división de células	35
2.2.10 Frecuencias y canales lógicos	35
2.2.11 Acceso a GPRS	36
2.2.12 Interfaz de radio GPRS	37
2.2.13 Tercera generación 3G	38
2.2.14 Arquitectura de la red 3G	39
2.2.15 Arquitectura de protocolos de la interfaz de radio	43
2.2.16 Enhanced Data rate for GSM Evolution (EDGE)	44
2.2.17 Características del sistema de comunicación celular	45

2.3 SISTEMA DE COMUNICACIÓN POR RADIOENLACE	46
2.3.1 Sistema de radiocomunicación	46
2.3.2 Arquitectura del sistema de radiocomunicación	46
2.3.3 Radio enlaces	47
2.3.4 Transmisión de datos	48
2.3.5 Arquitectura de los sistemas exclusivos para datos	49
2.3.6 Tipos de sistemas móviles exclusivos para datos	50
2.3.7 Asignación de frecuencias	51
2.3.8 Interfaces	51
2.3.9 Módems	52
2.3.10 Características del sistema de comunicación de radio frecuencia	53
CAPITULO III PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN	54
3.1 PROTOCOLOS DE ENLACE DE COMUNICACIONES	54
3.1.1 Clasificación de los protocolos en base al concepto de arquitectura de comunicaciones.....	55
3.1.2 Modelo de referencia OSI	55
3.1.3 Modelo de referencia TCP/IP	59
3.2 PROTOCOLOS E INTERFACES GSM Y GPRS	60
3.2.1 Interfaces y protocolos GSM/GPRS	60
3.3 PROTOCOLOS DEL SISTEMA SATELITAL	62
3.3.1 Protocolos de acceso al satélite	62
3.4 PROTOCOLOS DEL SISTEMA DE RADIO	64
3.5 COMPRESION DE DATOS.....	65
CAPITULO IV SISTEMA DE RED PARA LA ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA	66
4.1.1 Definición de redes	66
4.1.2 Definiciones: redes informáticas	66
4.1.3 Medios o canales de comunicación	66
4.1.4 Protocolo de comunicación	67
4.1.5 Dispositivos de comunicación	67
4.1.6 Clasificación de las redes informáticas	67
4.1.7 Clasificación de las redes informáticas: según su topología	68
4.1.8 Clasificación de las redes informáticas: según las relaciones lógicas entre sus nodos	70
4.1.9 Características del modelo cliente/servidor	70
CAPÍTULO V NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES A COMUNICACIONES Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN ELÉCTRICOS	73
5.1 JUSTIFICACIÓN DE NORMAS OFICIALES MEXICANAS	73
5.1.1 Subcomité de redes de telecomunicaciones	73
5.1.2 Subcomité de radiocomunicación y servicios satelitales	74
5.1.3 Instalaciones eléctricas	76
5.2 PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-155/1-SCTI. TELECOMUNICACIONES- RADIOCOMUNICACIONES. EQUIPO CON TECNOLOGÍA GSM PARA SISTEMAS DE COMUNICACIÓN PERSONALES EN LA BANDA DE 1900 MHZ	76
5.3 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-022-STPS-1999, ELECTRICIDAD ESTÁTICA EN LOS CENTROS DE TRABAJO, CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE	79

CAPÍTULO VI REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA	81
6.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN	81
6.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE DATOS UTILIZANDO TECNOLOGÍA DE TELEFONÍA CELULAR PARA LAS ESTACIONES REMOTAS	83
6.2.1Propuesta de arquitectura básica del sistema de comunicación de datos	85
6.2.2Costos de equipos y servicio de transmisión de datos	89
6.2.3Infraestructura de estación terrena	92
CONCLUSIONES	93
APENDICES	96
APÉNDICE A	96
APÉNDICE B	100
APÉNDICE C	101
BIBLIOGRAFIA	104
GLOSARIO	105

INTRODUCCIÓN.

El conocimiento cada vez más preciso del comportamiento hidrológico de las cuencas que aportan sus escurrimientos pluviales al sistema de control de avenidas del Valle de México es de gran utilidad para el diseño adecuado de las obras de dicho sistema, así como para el establecimiento de políticas de operación del mismo.

Por lo anterior, el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACM) del Gobierno del Distrito Federal ha mantenido durante varios años un sistema de medición de lluvias y escurrimientos en varios sitios de la ciudad del Valle de México. Se considera que es conveniente mejorar el análisis de la influencia de la variación espacial de la precipitación en el conocimiento de proceso de lluvia-escurrimiento.

Con respecto a la lluvia, el SACM tiene implantada una red de pluviografos en el área metropolitana de la ciudad de México para medir la intensidad de precipitación.

Con los registros de lluvia se han efectuado diversos estudios que permiten proponer intensidades de precipitación asociadas a diferentes áreas de influencia y a diferentes duraciones del episodio. Estos trabajos han sido desarrollados en un marco de análisis probabilístico, por lo que se puede asociar un periodo de retorno a los valores de precipitación obtenidos.

Durante el manejo de la información pluviométrica de la red del SACM, la cual ha sido utilizada en proyectos anteriores en el Instituto de Ingeniería de la UNAM (IIUNAM), se han observado algunos obstáculos en la interpretación de la misma. Esto motivó al análisis de los datos de lluvia de esa red para encontrar las causas de las inconsistencias. También se hicieron consultas al respecto con el personal del SACM que opera dicha red. Esta dinámica ha servido para advertir la necesidad de rediseñar el sistema de almacenamiento y transmisión de las mediciones hechas por la red de pluviómetros del SACM.

Sin embargo, ya que el SACM requiere de la operación continua de la red de pluviómetros, no es posible reemplazarla de manera inmediata al sistema actual. Esto ha motivado que se proponga el diseño de una pequeña red complementaria a la red actual, que pueda probar su eficiencia en el almacenamiento y transmisión de las mediciones de lluvia. Cuando esto se haya logrado, el SACM podrá migrar del sistema actual al sistema alternativo propuesto, con esto se busca incrementar la calidad de las mediciones y de la transmisión de la información en toda la red.

Se considera que el IIUNAM tiene la capacidad de desarrollar un sistema de almacenamiento y transmisión de información que incremente la confiabilidad de las mediciones de altura de lluvia en la Ciudad de México.

En el presente trabajo se analizarán algunas tecnologías para transmisión de datos.

Hoy en día la transmisión de datos es un recurso muy demandado por las empresas, así como por personas que requieren de este servicio de comunicación. La evolución de nuevas tecnologías y dispositivos para transmisión de información mejoran el desempeño técnico y económico de los dispositivos y las tareas para los usuarios se vuelven menos complejas que las utilizadas en décadas anteriores, volviéndolas amigables con procesos transparentes para los usuarios.

Con los sistemas de comunicación móvil se pueden alcanzar lugares muy alejados y de difícil acceso, a través de tecnologías como los sistemas satelitales, celulares y de radiofrecuencia.

Con el sistema satelital se llegan a cubrir grandes zonas de cobertura en todo el mundo, esto se debe a la posición que guarda el satélite con respecto a la tierra, también una característica muy importante que habrá que resaltar es el gran ancho de banda de sus canales de comunicación, volviéndolo uno de los principales proveedores de servicio de grandes volúmenes de datos, voz y de video.

El comienzo de la telefonía celular surgió de la evolución del sistema de comunicación a través de radios móviles, este sistema radio móvil cuenta con una arquitectura relativamente sencilla que dependiendo del tipo de aplicación y servicio, se puede volver un poco compleja. Los sistemas de radiofrecuencia son utilizados para transmisión de voz principalmente y también son utilizados para transmitir datos a baja velocidad ya que los canales para este sistema no son de gran ancho de banda.

También existe un sistema que ha ido ganando terreno en el campo de las comunicaciones móviles, sin lugar a duda el sistema de telefonía celular es y seguirá siendo una gran red de servicios de voz, datos, audio y video que llegarán a satisfacer las necesidades de todos aquellos que necesitan de un sistema de comunicación móvil. El sistema celular cuenta con redes robustas y muy complejas que son utilizadas para transmitir información de manera eficiente, confiable y actualmente se han desarrollado aplicaciones de transmisión de datos a velocidades considerablemente altas, con las nuevas tecnologías implantadas para la generación 2.5 y para la tercera generación de telefonía celular, los proveedores de estos servicios darán una amplia gama de servicios de transmisión de información, ya sea voz, datos o video, estas redes contarán con tecnología especializada y dedicada para dichas aplicaciones en particular.

El presente trabajo se realiza para establecer una propuesta alterna al sistema de comunicación que esta operando actualmente.

ANTECEDENTES.

La red pluviométrica del SACM del área metropolitana cuenta en su infraestructura con 80 estaciones remotas ubicadas en distintos puntos de la misma.

Cada estación remota esta compuesta por una antena unidireccional orientada hacia la estación concentradora o hacia una de las dos estaciones repetidoras ubicadas al norte y al sur de la Ciudad de México, el sistema de captura de datos; es decir, un pluviómetro, el sistema de comunicación, un sistema de protección de voltaje y sistema de pararrayos.

DESCRIPCIÓN DE LA ESTACIÓN.

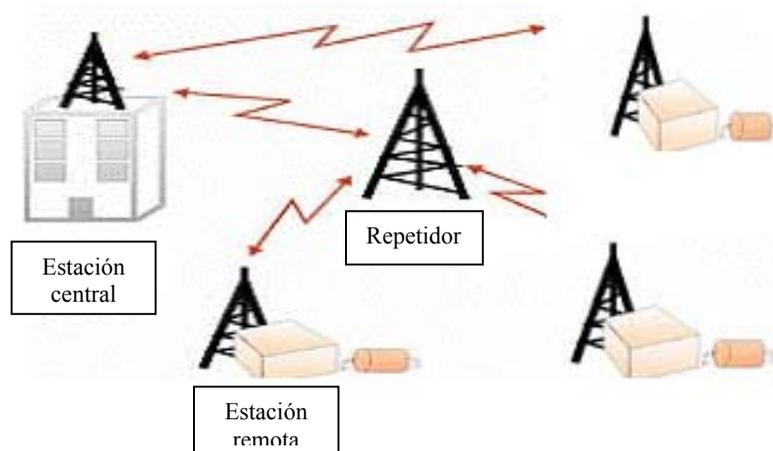
Sistema recolector de datos (pluviómetro).

Tarjeta adquisidora y procesadora de datos.

Sistema de comunicación. (radios analógicos.)

ESTADO ACTUAL DE LA RED.

La red de monitoreo cuenta con un programa el cual esta poleando cada estación de forma continua por medio de eventos o cada vez que estos sucedan.



Sistema de radiocomunicación.

A continuación se da una breve explicación del sistema de comunicación que actualmente se está empleando para la transmisión de información de las estaciones pluviométricas.

El radio transmisor del equipo funciona en banda UHF, el transmisor de radio modula en FM la señal de audio, que como se mencionó es una señal digital modulada en FSK, de este modo, la señal emitida al aire, contiene información digital modulada primero en audio, FSK, y después en radiofrecuencia FM.

En su etapa de recepción el radio demodula en FM la señal proveniente de la antena. Esta opción, sin embargo, solamente será empleada para la transmisión de voz.

La señal generada por la tarjeta, se trata de una señal digital de 300 bps, modulada en FSK, con 1800 Hz para el estado bajo y 2400 Hz para el estado alto. Esta señal será demodulada en FM por el radio antes de ser emitida.

Este sistema de radiocomunicación utiliza un módulo 8748 para realizar las transmisiones. A continuación se enlistan algunas características de dicho módulo:

Maneja un contador interno de eventos, que pueden tomar valores del 0 al 99 el valor del contador debe incrementarse en una unidad cada vez que se detecte la ocurrencia de un evento, es decir el cierre de un interruptor mecánico dentro del pluviómetro (la unidad de medida es 25.4 mm de agua por evento). Después de llegar a 99 el contador regresa a la cuenta de 0.

Transmisión de mensaje, y modulado en FSK, hacia el puesto central de registro, en código ASCII y según el protocolo explicado más adelante cada vez que se detecte una de las siguientes condiciones:

Ocurrencia de un evento, es decir detección de 25.4 mm de lluvia. El contador de eventos se incrementa antes de transmitir el mensaje. La computadora central puede calcular la precipitación mediante el análisis del contador de eventos.

Detección de una falla o restablecimiento del suministro de energía eléctrica. En este caso el contador de eventos no se modifica.

Transcurrieron 60 minutos sin que haya presentado alguna de las dos condiciones anteriores. Este mensaje permite al puesto central reconocer que la estación continúa en operación normal.

Protocolo de enlace.

El protocolo de comunicaciones es del tipo “contención” conocido también como reporte espontáneo, dado que cada una de las estaciones PLUS-48 emiten sus mensajes sin mediar interrogación previa del puesto central de registro.

Descripción de la estación remota.

La red cuenta con un equipo recolector de datos físicos (Pluviómetro).

Una tarjeta adquisidora de datos que se encarga de procesar los datos recabados por el pluviómetro, la información es interpretada para ser enviada a través del sistema de comunicación. La comunicación entre la tarjeta que procesa la información y el radio es por medio de una interfaz RS-232.

El sistema de comunicación esta constituido por un radio analógico y una antena omnidireccional.

Finalmente la información es transmitida a través del espacio libre.

Descripción de la estación repetidora.

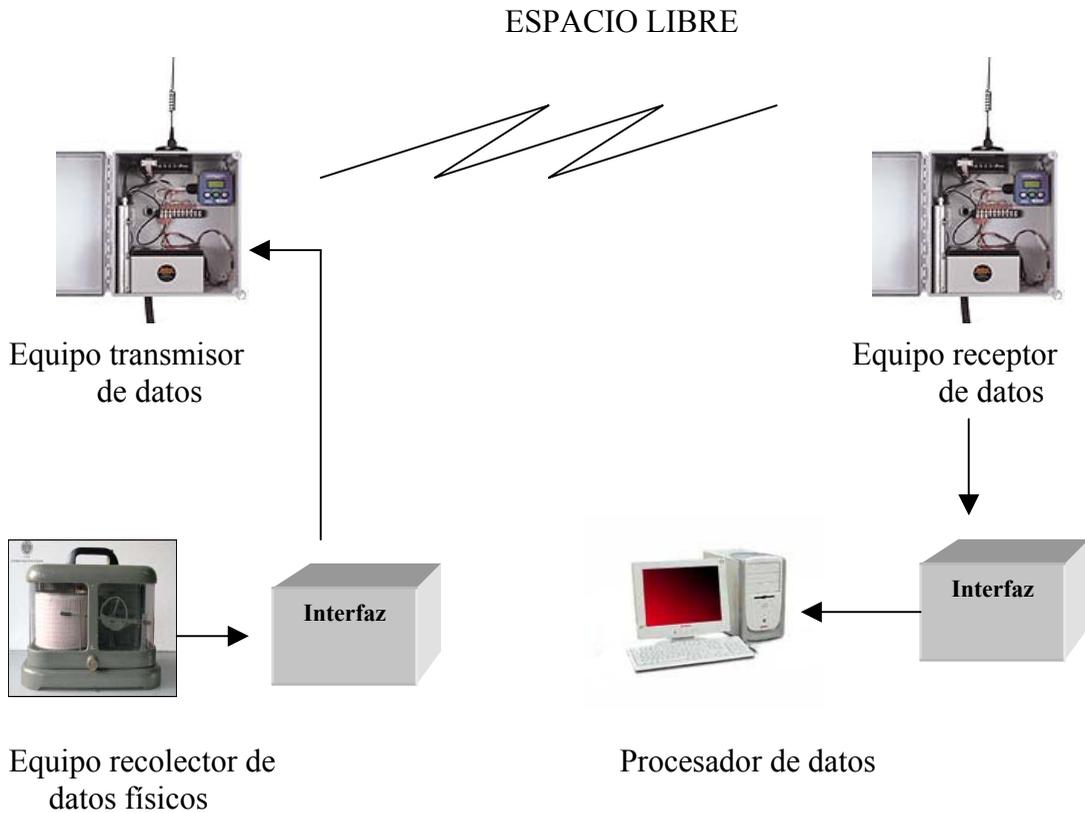
La estación repetidora cuenta con una antena omnidireccional, su principal función es tener comunicación con las demás estaciones que no tengan una línea de vista adecuada para la comunicación, debido a obstáculos.

Descripción de la estación concentradora.

La estación concentradora es la encargada de recopilar toda la información de los eventos que suceden en las estaciones remotas. Sin embargo la infraestructura no permite que todos los eventos sean registrados por el sistema concentrador de datos. El sistema no permite peticiones simultáneamente provocando la pérdida de información porque no es capaz de almacenar las peticiones que están a espera de comunicación con la estación. El sistema tampoco registra fecha y hora en que se registran los eventos.

Arquitectura del sistema de comunicación de datos de la red pluviométrica del SACM

Transmisión de datos en radiofrecuencia



1 CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.

Un sistema de transmisión se diseña para transportar información de un lugar a otro. En todos los sistemas de comunicación hay que considerar un elemento clave: el canal, que es el que nos permite la transmisión de datos.

El soporte por excelencia de las tecnologías de la comunicación es el electromagnetismo, en sus casos particulares de líneas de transmisión, ondas de radio, ondas luminosas, etc. Los primeros intentos de utilizar la electricidad y sus manifestaciones para la comunicación se remontan al siglo XIX en el contexto de una rápida expansión industrial y la aceleración que provocaron los medios de comunicación.

1.1.1 Modelo simple del sistema de comunicación.

Se denomina “sistema” al conjunto de componentes o dispositivos físicos que interactúan entre sí, que aceptan señales como entradas, las transforman y generan otras señales a su salida. En la figura se representan, la entrada, el sistema que transforma la señal de entrada y la salida; como se observa la entrada de la señal es de tipo analógica, el sistema de comunicación se encarga de transformar este tipo de señal para que pueda salir una señal digital.

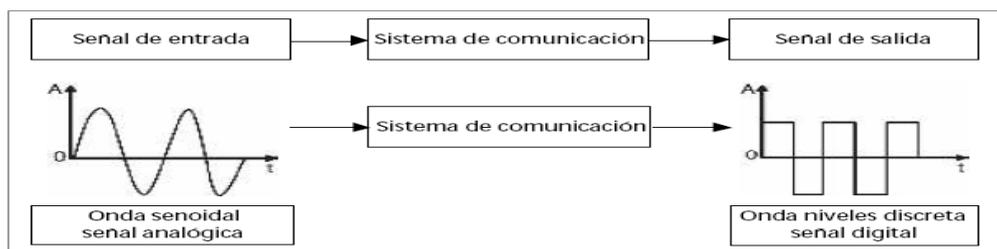


Figura 1. Sistema de comunicación.

Todos los sistemas electrónicos de comunicaciones tienen los componentes básicos mostrados en la figura 1: un transmisor, un medio o canal de comunicación y un receptor.

Transmisor.

El primer paso para enviar un mensaje es convertirlo en una forma electrónica adecuada para su transmisión.

La señal original modula usualmente a una portadora senoidal de mayor frecuencia generada en el transmisor, a la combinación se le aumenta la amplitud mediante amplificadores de potencia dando por resultado una señal que es compatible con el medio seleccionado para su transmisión.

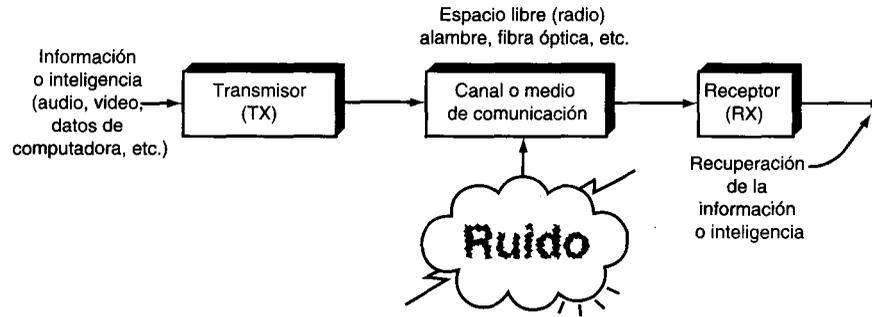


Figura 2. Sistema de comunicación

El problema de la transmisión se reduce a la generación de una señal que represente de alguna manera, conocida por ambos extremos, la información que se quiere transmitir y hacerla llegar a través de un canal de transmisión al destino con las mínimas perturbaciones posibles.

Medio de transmisión.

El medio de transmisión tiene como misión transportar la señal generada por la fuente hasta el destino, pero añade una serie de dificultades a la tarea: añade ruido, resta potencia, y crea distorsión.

Receptor.

Es el encargado de obtener la información original a partir de la señal (deteriorada) que llega por el canal.

En el receptor va a llegar una señal en medio de una serie de otras señales ruidosas, que se le superponen y que evitan que la recepción se realice con perfección.

El sistema de transmisión más sencillo se puede esquematizar como:

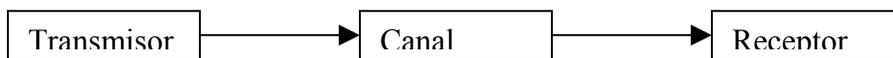


Figura 3. Modelo simple del sistema de transmisión.

También se pueden ver casos en que el canal es un conjunto de “canales” heterogéneo formado por una serie de sistemas de transmisión o medios de cualquier tipo:

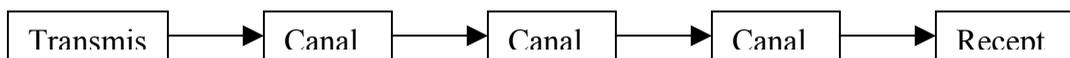


Figura 4. Modelo del sistema de transmisión

Algunos canales presentarán una pérdida de potencia, otros una ganancia, unos tendrán una calidad de transmisión mejor que otros, pero lo que hay que tener en cuenta es el efecto conjunto de la cascada de medios.

Codificación de fuente.

Su misión es alterar el flujo de información para reducir la redundancia de la información de la fuente (y así transmitir menos información y facilitar la tarea de decisión del receptor), o para encriptar y asegurar la privacidad de los datos. A partir de esta etapa se entrega un flujo digital preparado para la etapa de codificación de canal.

Codificación de canal.

Su misión es proteger contra los efectos propiciados por la imperfección del canal. Se introducen códigos de control y corrección de errores (aumentando controladamente la redundancia del flujo de datos).

Procesado de la señal

Las funciones principales del medio de transmisión son:

- Conseguir la propagación de la señal a través del medio de transmisión.
- Proteger la señal de las perturbaciones propias del medio para que su efecto sea mínimo en la calidad final de la comunicación.
- Optimizar el uso del medio de transmisión, que por lo general es costoso, para poder compartir el canal con varios usuarios.

1.1.2 Clasificación de los sistemas de transmisión.

Los sistemas de transmisión son la parte básica constituyente de los sistemas de telecomunicación ya que constituyen los mecanismos de transporte de la información de un punto a otro. Se pueden clasificar atendiendo a diversos criterios.

- Atendiendo a la direccionalidad de la transmisión.

- 1) **Dúplex:** Permite la transmisión en ambos sentidos simultáneamente.
- 2) **Semidúplex:** No permite la transmisión simultánea en ambos sentidos, sino alternativamente.
- 3) **Símplex:** Sólo se permite la transmisión en un sentido, desde la localización de la fuente hasta el receptor..

1.1.3 Velocidad de transmisión.

La velocidad de transferencia de datos por lo general se indica como número de bits por segundo (bps). Otro término que se utiliza para expresar la velocidad de datos en sistemas de comunicaciones es la velocidad en bauds. Dicha velocidad es el número de elementos de señal o símbolos que ocurren en una unidad de tiempo dada. . De este modo, la velocidad en bauds es igual a la velocidad de datos en bits por segundo. En suma, la velocidad en bauds es la recíproca del intervalo de señal más corto.

1.1.4 Transmisión asíncrona.

En la transmisión asíncrona cada palabra de datos se acompaña de bits de inicio y de paro que indican el principio y final de la palabra.

En la transmisión asíncrona es el emisor el que decide cuando se envía el mensaje de datos a través de la red. En una red asíncrona el receptor por consiguiente no sabe exactamente

cuando recibirá un mensaje. Por lo tanto cada mensaje debe contener, aparte del mensaje en sí, una información sobre cuando empieza el mensaje y cuando termina, de manera que el receptor conocerá lo que tiene que decodificar.

En el procedimiento asíncrono, cada carácter a ser transmitido es delimitado por un bit denominado de cabecera o de arranque, y uno o dos bits denominados de terminación o de parada.

El bit de arranque tiene dos funciones de sincronización de los relojes del transmisor y del receptor.

El bit o bits de parada, se usan para separar un carácter del siguiente.

Normalmente, a continuación de los bits de información se acostumbra agregar un bit de paridad (par o impar). La figura 5 muestra la transmisión asíncrona.

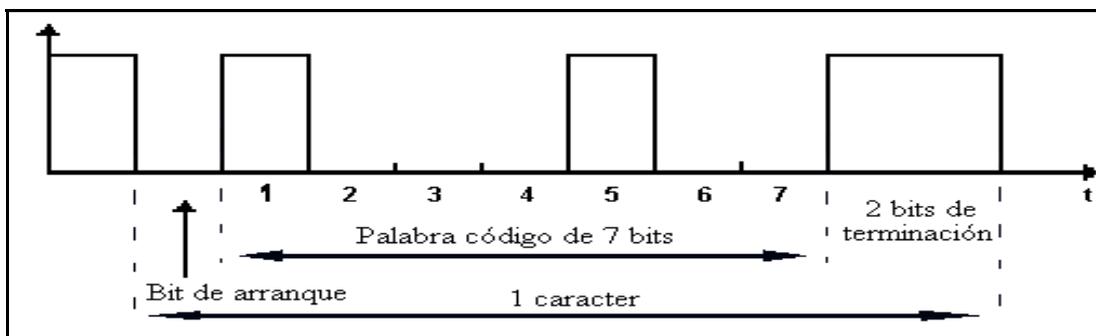


Figura 5. Transmisión Asíncrona.

Algunas de las características de la transmisión asíncrona son:

- La transmisión asíncrona es usada en velocidades de modulación de hasta 1,200 bauds.
- Son especialmente aptos, cuando no se necesitan lograr altas velocidades.

1.1.5 Transmisión síncrona.

La técnica de transmitir cada palabra de datos una después de otra sin bits de inicio y de paro, con frecuencia en bloques de muchas palabras, se llama comunicaciones de datos síncronos. Para mantener la sincronización entre el transmisor y el receptor se coloca un grupo de bits de sincronización al principio y al final del bloque. La transmisión síncrona es mucho más rápida que la transmisión asíncrona.

Una consideración importante en la transmisión síncrona es cómo la estación receptora lleva cuenta de los bits y bytes individuales, en especial cuando la señal es ruidosa, ya que no hay una separación clara entre ellos. Esto se logra al transmitir los datos a una velocidad fija, conocida, de precisión de reloj. Así puede contarse el número de bits para llevar cuenta del número de bytes o caracteres transmitidos.

Algunas de las características de la transmisión síncrona son:

- Los bloques a ser transmitidos tienen un tamaño que oscila entre 128 y 1,024 bytes.
- La señal de sincronismo en el extremo fuente, puede ser generada por el equipo terminal de datos o por el módem

Posee un alto rendimiento en la transmisión.

- Los equipamientos necesarios son de tecnología más completa y de costos más altos.
- Son especialmente aptos para ser usados en transmisiones de altas velocidades.

1.1.6 Parámetros del sistema de transmisión.

El medio de transmisión induce en el proceso completo de la comunicación una serie de características que pueden resultar adversas. Los principales aspectos a considerar son:

- Retardo
- Atenuación
- Distorsión
- Ruido
- Diafonía
- Limitación de ancho de banda.

Atenuación.

La atenuación de la potencia transmitida se produce en todos los medios de transporte existentes.

Distorsión.

La distorsión es el conjunto de efectos que provocan una variación de la forma de la señal transmitida.

Ancho de Banda.

Si hablamos del ancho de banda de una señal, estamos refiriéndonos al rango de frecuencias que contiene una cantidad apreciable de la energía total de la señal.

Si hablamos de un canal, nos referimos al rango de frecuencias en el que su función de transferencia permite el paso de una cantidad determinada de energía de la entrada.

El último criterio, es sólo uno posible, ya que en muchas ocasiones es más sencillo definir el ancho de banda respecto al nivel de la respuesta del canal o del espectro de la señal.

Diafonía.

La diafonía se aplica generalmente a los medios de transmisión basados en líneas metálicas, pero se puede extender al resto de medios.

Se aplica a las perturbaciones producidas entre sistemas homogéneos o en el interior del mismo sistema. Se puede producir por acoplamiento electromagnético entre líneas metálicas (las líneas pueden actuar de antenas) o mediante el fenómeno de ínter modulación.

Ruido.

El ruido comprende aquellas señales que se añaden a la señal de interés y que no fueron enviadas por la fuente. Son señales no deseadas, que si tienen una procedencia controlable se pueden renombrar con nombres como diafonía, ínter modulación etc. Si la fuente de las perturbaciones no se puede controlar, el tratamiento que hay que realizar es puramente estadístico.

Las principales categorías son:

- 1) Ruido térmico.
- 2) Ruido impulsivo.
- 3) Ruido de interferencia.
- 4) Ruido de cuantificación.

Relación señal a ruido, SNR.

La relación señal a ruido es quizás la magnitud más utilizada por un ingeniero de comunicaciones en el diseño de sistemas.

SNR expresa la relación (generalmente en unidades logarítmicas relativas) entre la potencia de la señal y la potencia de ruido que la acompaña. Esta cantidad está relacionada directamente con la calidad de la transmisión, en términos de satisfacción del usuario, o en términos tecnológicos de limitaciones en los equipos.

Cuando nos encontramos en un entorno interferente (en que la componente de ruido más molesta sean las interferencias de canales o emisiones próximas) es común hablar de SNRI que mide la relación señal a ruido más interferencias. Es común observarlo en comunicaciones móviles celulares en las que hay que considerar la influencia de células adyacentes.

2 CAPÍTULO II Métodos de transmisión.

2.1 SISTEMA SATELITAL.

Un satélite de comunicaciones puede dividirse en dos partes fundamentales para su operación.

El conjunto de equipos y antenas que procesan las señales de los usuarios como función substancial, denominado carga útil o de comunicaciones, y la estructura de soporte, junto con otros elementos de apoyo funcional denominado plataforma, existiendo una interacción precisa entre ambas partes.

La carga útil tiene amplio campo de acción de la cobertura de la huella del satélite empleando ondas electromagnéticas en una extensa gama de frecuencias.

Esencialmente, un satélite es un repetidor de radio en el cielo (transponder). Un sistema de satélite consiste de un transponder, una estación basada en tierra, para controlar el funcionamiento y una red de usuario, de las estaciones terrestres, que proporciona las facilidades para transmisión y recepción de tráfico de comunicaciones, a través del sistema de satélite. Las transmisiones de satélites se catalogan como bus o carga útil. La de bus incluye mecanismos de control que apoyan la operación de carga útil. La de carga útil es la información del usuario que será transportada a través del sistema.

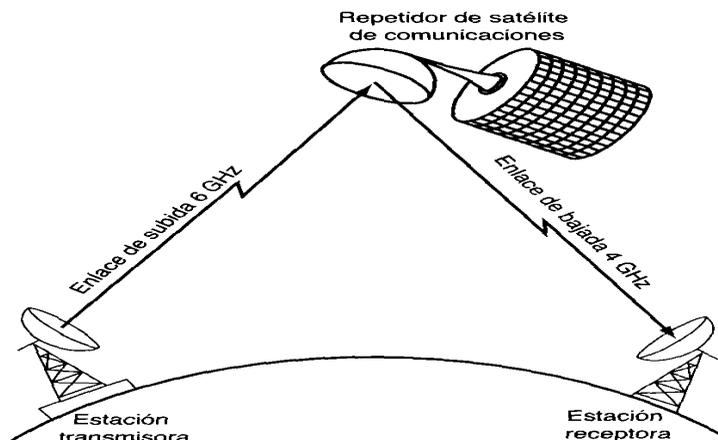


Figura 6. Sistema de comunicación satelital, banda C.

Elementos de un satélite artificial

Subsistema de potencia.

Subsistema de propulsión.

Subsistema de telemetría y comando.

Subsistema de comunicaciones.

2.1.1 Tipos de satélites.

Satélite artificial.

Es un elemento físico capaz de recibir y transmitir señales en forma analógica o digital de alta calidad, está colocado en órbita por las necesidades que tiene el hombre para recibir y transmitir información a cualquier punto de la Tierra. La mayoría de los satélites de comunicación se colocan en el arco satelital; es decir, se encuentran en la órbita geosíncrona o geoestacionaria, a una altura aproximada de 36,000 km. sobre el Ecuador; su velocidad es igual a la de la rotación terrestre y giran sobre su propio eje; por ello, cada satélite parece inmóvil con respecto a la Tierra, permitiendo que las antenas fijas apunten directamente hacia cualquier satélite.

Un satélite es capaz de recibir y transmitir datos, audio y video en forma analógica o digital de alta calidad y en forma inmediata.

Satélites orbitales.

Los satélites mencionados, son llamados satélites orbitales o no síncronos. Los satélites no síncronos giran alrededor de la Tierra en un patrón elíptico o circular de baja altitud. Consecuentemente, los satélites no síncronos están alejándose continuamente o cayendo a Tierra, y no permanecen estacionarios en relación a ningún punto particular de la Tierra. Por lo tanto los satélites no síncronos se tienen que usar cuando están disponibles, lo cual puede ser un corto periodo de tiempo, como 15 minutos por órbita, Satélites geoestacionarios.

Los satélites geoestacionarios o geosíncronos son satélites que giran en un patrón circular. Consecuentemente permanecen en una posición fija con respecto a un punto específico en la Tierra. Una ventaja obvia es que están disponibles para todas las estaciones de la Tierra, dentro de su sombra, 100% de las veces. La sombra de un satélite incluye todas las estaciones de la Tierra que tienen un camino visible a él y están dentro del patrón de radiación de las antenas del satélite.

2.1.2 Constitución de los sistemas de satélite.

Un sistema de comunicación por satélite esta constituido por uno o más satélites, uno o más centros de control de los mismos y estaciones terrenas que se comunican entres sí a través de los satélites.

El satélite recibe señales de las estaciones terrenas, las convierte y las transmite a la zona o zonas de cobertura.

El centro de control tiene como función principal vigilar el estado de los subsistemas del satélite y conservar dentro de los valores tolerados los parámetros para su buen funcionamiento. Se deben de considerar los parámetros de posición y apuntamiento, también el centro de control activa o modifica las configuraciones de operación respecto a la conectividad y cobertura.

Subsistema de comunicaciones.

Este permite ampliar y diversificar los servicios de comunicación satelital que actualmente existen, así como optimizar el uso del segmento espacial al permitir nuevas técnicas de

explotación; también permite manejar las regiones de cobertura para la comunicación en diferentes bandas, como la banda C, Ku y L.

Transponder.

Es un dispositivo que forma parte del satélite, el cual cuenta con varias antenas que reciben y envían señales desde y hacia la Tierra. Los satélites tienen Transpondedores verticales y horizontales. El transponder tiene como función principal amplificar la señal que recibe de la estación terrena, cambiar la frecuencia y retransmitirla con una cobertura amplia a una o varias estaciones terrenas. Recoge la señal entrante de la antena receptora, ésta es amplificada por un LNA (amplificador de bajo ruido), que incrementa la señal sin admitir ruido.

Un satélite de comunicaciones general tiene 12, 24 o más transpondedores. Cada transpondedor representa un canal de comunicaciones individual.

2.1.3 Modelos de enlace del sistema satelital.

Esencialmente, un sistema satelital consiste de tres secciones básicas: una subida, un transponder satelital y una bajada.

Modelo de subida.

El principal componente dentro de la sección de subida satelital, es el transmisor de estación terrena. Un típico transmisor de la estación terrena consiste de un modulador de Frecuencia Intermedia (IF), un convertidor de microondas de IF a Radio Frecuencia (RF), un amplificador de alta potencia (HPA: Amplifier of High Power) y algún medio para limitar la banda del último espectro de salida (por ejemplo, un filtro pasa-bandas de salida).

Modelo de bajada.

Un receptor de estación terrena incluye un (BPF) de entrada, un amplificador de bajo ruido (LNA : Low Noise Amplifier) y un convertidor de RF a IF. Nuevamente, el BPF limita la potencia del ruido de entrada al LNA. El LNA es un dispositivo altamente sensible, con poco ruido. El convertidor de RF a IF es una combinación de filtro mezclador /pasa-bandas que convierte la señal de RF recibida a una frecuencia de IF.

2.1.4 Asignación de frecuencias.

Las frecuencias de la portadora, más comunes, usadas para las comunicaciones por satélite, son las bandas 6/4 y 14/12 GHz. El primer número es la frecuencia de subida (ascendente) (estación terrena a transponder) y el segundo número es la frecuencia de bajada (descendente) (transponder a estación terrena). La mayoría de los satélites domésticos utilizan la banda 6/4 GHz. Desafortunadamente, esta banda también se usa extensamente para los sistemas de microondas terrestres.

La mayor parte de los satélites de comunicaciones operan en el espectro de frecuencias de microondas. Las frecuencias para el enlace de subida están en el intervalo de 5.925 a 6.425 GHz. En cualquier estudio general de la banda C, se dice que el enlace de subida está en 6 GHz. El enlace de bajada esta en el intervalo de 3.7 a 4.2 GHz. No obstante, de nuevo, en cualquier análisis de la banda C, el enlace de bajada se considera normal, pues está en 4

GHz. . En la actualidad, la banda Ku recibe la mayor atención. Los enlaces de subida están en el intervalo de 14 a 14.5 GHz, mientras que los de bajada se hallan en 11.7 a 12.2 GHz. Se aprecia cómo la banda Ku se designa por 14/12 GHz.

2.1.5 Uso del espectro.

Se advierte que el ancho de banda entre los límites superior e inferior es 500 MHz. Esto significa un ancho de banda increíble, capaz de llevar un número enorme de señales. De hecho, 500 MHz cubren todo el espectro de radio tan bien conocido desde Muy Baja Frecuencia (VLF) hasta Frecuencias Muy Altas (VHF) y más allá. El ancho de banda de 500 MHz en general se divide en 12 canales de transmisión separados, cada uno de 36 MHz de ancho. Hay 4 MHz entre canales como bandas de guarda que reducen la interferencia entre canales adyacentes.

2.1.6 Codificación de canal.

La codificación de canal muestra nuevamente un principio general en el campo de la comunicación por satélite, consiste en poder aumentar la anchura de banda o la potencia para mejorar la calidad de la comunicación, o puede lograrse un intercambio entre anchura de banda y potencia conservando la misma calidad de la comunicación (el aumento de diámetro del reflector de una antena receptora representa un aumento de la potencia recibida).

En el caso de la codificación de canal está implícita una forma adicional de intercambio, que permite la reducción de errores recibidos al decodificar, a cambio de una mayor complejidad de procesamiento de las señales, además de la anchura de banda ya señalado, el cual es conveniente que tenga el valor más bajo posible. El resultado final de la aplicación de estas técnicas es favorable en los aspectos operativo y económico.

Existen dos clases de control de errores: la petición automática de repetición en caso de detectarse error o ARQ (Automatic Repeat reQuest) y la detección de errores sin canal de retorno o FEC (Forward Error Correction).

2.1.7 Servicio de datos sistema satelital.

Redes privadas de datos.

Para establecer redes privadas independientes se pueden emplear satélites nacionales, de cobertura regional o global. Las redes en configuración en estrella son las más comunes en las redes privadas de datos para comunicación punto a punto, en la cual la estación terrena esta conectada a un servidor o computadora central.

Para una red de pocas estaciones la solución más conveniente puede consistir en enlaces punto a punto desde cada estación remota a la estación maestra. Este enfoque resulta simple y de menor costo de inversión. La estación maestra puede estar en la oficina central del usuario, no requiriéndose de enlaces terrenales adicionales o conexión a otras redes, sin embargo debe considerarse el costo del uso de la capacidad satelital, ya que para esta solución se utilizan enlaces separados a tiempo completos para cada estación remota.

Para una red de gran número de estaciones remotas deben emplearse tecnologías de acceso múltiple que permitan una mayor eficiencia en el uso de capacidad satelital, correspondientes a tecnologías específicas adecuadas a la transmisión de datos.

La operación en forma de red privada es posible en una red cerrada dentro de una red pública por satélite, y en algunos casos puede ser la alternativa más conveniente desde el punto de vista económico. Cuando además se aplicase para la comunicación de datos en los dos sentidos, se requiere que la red permita la comunicación punto a multipunto para difusión de información a un gran número de terminales remotas.

Redes públicas de datos.

Las redes públicas para transmisión de datos por satélite ofrecen diversas alternativas, operando en red cerrada o en conexiones con las redes terrenales. Estas redes cuentan con una o varias estaciones de control de acceso y/o enrutamiento de tráfico, bajo las responsabilidades del proveedor del servicio, como elemento básico del servicio a los usuarios.

El uso de una estación maestra de servicio público compartida por diversos usuarios que les permita establecer redes cerradas. La oficina central de cada usuario debe conectarse por líneas físicas o por radio enlaces a la estación maestra, la cual proporciona servicio de enlace ascendente y descendente al satélite con procesamiento correspondiente de las señales completándose cada red cerrada con las estaciones remotas que requiera el usuario. En el caso más sencillo, la red opera por medio de enlaces independientes para cada estación remota, lo cual permite la ventaja de que cada usuario y aun cada enlace opere a la velocidad de transmisión de información que le resulte más conveniente, pero tiene inconveniencia en alto costo del uso de enlaces independientes a tiempo completo.

Otra opción puede consistir en una estación maestra de servicio público más compleja que permita la transmisión y recepción de los paquetes de datos, operando en configuración estrella. Esta solución permite a los usuarios obtener un menor costo del servicio, ya que puede pagarse por tiempo de utilización de cada estación remota. Sin embargo en este caso se tiene un inconveniente de limitación en las velocidades de transmisión de información y limitaciones de tráfico.

La alternativa que ofrece una diversidad de opciones más amplia a los usuarios en el uso de estaciones maestras de servicio público la constituyen los telepuertos. Los telepuertos se justifican en ciudades muy importantes con gran demanda de servicios por satélite.

Una aplicación de la transmisión de datos a baja velocidad con uso eficiente de la capacidad del satélite, es el de recolección periódica y automática de datos a muy bajo tráfico en una red de numerosas estaciones remotas para supervisión y telemetría.

Como ejemplo puede citarse una red meteorológica, la estación central transmite en secuencia a cada estación remota solicitudes de información, y cada estación remota envía lo que tiene almacenada en una memoria cuando es requerida, en muchos casos utilizando el mismo canal que las demás. Para esta aplicación los satélites proporcionan una solución, ya que combinan la cobertura total con el óptimo aprovechamiento de capacidad.

Distribución de datos.

La distribución de datos es un área de aplicaciones de señales en redes con conectividad de punto a multipunto ideal para los sistemas de satélites, especialmente para los geoestacionarios de cobertura nacional.

Velocidad de transmisión de datos.

Con Satmex 6 la transmisión de datos alcanzarán una alta velocidad y estará muy por encima de las actuales ofertas básicas del mercado. Se podrá contar con una transferencia cercana a los 2 Mbit/s de bajada, y 384 kbit/s de subida.

2.1.8 Satélites mexicanos.

En la actualidad, México tiene asignados tres segmentos espaciales, o posiciones orbitales, para el servicio nacional y de casi todo el continente, empleando para ello tres satélites con diferentes tipos de coberturas: Solidaridad II, Satmex 5 y Satmex 6. Como es conocido, la Red Edusat emplea actualmente dos satélites: Solidaridad II y Satmex 5.

Tabla 1. Satelites mexicanos

Satélite	Equipo	Transponder	Frecuencia de subida (GHz)	Frecuencia de bajada (GHz)
Solidaridad II	DVB	3N	6.025	3.800
Satmex 5	DVB	24C	6.405	4.180

Ubicación de los satélites mexicanos.

Los satélites mexicanos se encuentran ubicados sobre el arco satelital, ubicado a una latitud 0° donde está el Ecuador. El satélite Satmex 6 se encuentra ubicado en la posición orbital de 109.2° Oeste, el satélite Solidaridad II tiene una longitud de 113° Oeste, mientras que el satélite Satmex 5 se encuentra en 116.8° Oeste, con referencia al meridiano de Greenwich.

2.1.9 Estación maestra.

La estación de tierra se comunica con el satélite. Dicha estación puede estar en las instalaciones del usuario final o bien encontrarse en un sitio remoto con enlaces de intercomunicación basados en tierra, entre las estaciones terrena y el usuario final.

Una estación terrena consiste en una serie de equipos interconectados entre si.

El término estación terrena se utiliza indistintamente para todo equipo terminal que se comunica desde tierra con un satélite.

Subsistema de control de red y conmutación de paquetes donde se realiza la conversión de protocolos y la conmutación de paquetes, proporcionando un punto central para controlar el tráfico y dispositivos de red.

Subsistema de Frecuencia Intermedia (FI) que convierte señales digitales a señales de Frecuencia Intermedia moduladas, y viceversa, por medio de moduladores y demoduladores.

Subsistema de Radio Frecuencia (RF) convierte señales de Frecuencia Intermedia a señales de radiofrecuencia y de RF a FI.



Figura 7. Estación maestra

Subsistema de Antena.

La función de la antena es controlar la energía en determinada dirección asegurando la adaptación entre los equipos radioeléctricos y el medio de propagación de las ondas en el espacio libre.

La antena parabólica tiene la propiedad de reflejar las señales que llegan a ella y concentrarlas en un punto común llamado foco, así mismo, si las señales provienen del foco, las refleja y las concentra en un haz muy angosto de radiación.

Subsistema de recepción.

El enlace de bajada es un subsistema de recepción de la estación terrena. Consta de pre-amplificadores de muy bajo ruido que toman la pequeña señal recibida del satélite y la amplifican a un nivel adecuado para su proceso posterior.

El subsistema del receptor consta de un amplificador de bajo ruido, convertidores hacia abajo. El propósito del subsistema de recepción es amplificar la señal de enlace de bajada del satélite y trasladarla a una frecuencia intermedia adecuada.

Subsistema de transmisor.

Amplifica la señal y la envía a la antena. El subsistema de transmisión consta de dos partes básicas: convertidores hacia arriba y amplificadores de potencia. Los primeros trasladan las señales de banda base moduladas en dos portadoras hacia arriba a las frecuencias de microondas finales del enlace de subida.

Subsistema de potencia.

Emplean una fuente de potencia ininterrumpible Uninterruptible Power Supplies (UPS), la cual deriva su potencia principal de baterías. Un banco de baterías grande alimenta a los inversores de cd a ca.

2.1.10 Estación remota.

Las estación remota esta constituida por tres subsistemas:

Subsistema de antena.

Consta de una pequeña antena offset que se utiliza para recibir y enviar señales al satélite. Se utiliza un dispositivo especial de acoplamiento llamado duplexor para las señales de

microondas, para permitir el uso de una sola antena para múltiples transmisores y receptores. La antena es ajustable debe ser posible ajustar su azimut y elevación para que la antena quede alineada con el satélite por lo que se necesita un mástil donde montar dicha antena.

Subsistema de Radio Frecuencia (RF).

Se ocupa para recibir y transmitir, todas las señales. A su vez está compuesto por:
 El convertidor ascendente convierte las señales a transmitir, de banda L a banda Ku.
 La función del Amplificador de Potencia de Estado Sólido (SSPA) es amplificar las señales que serán transmitidas hacia el satélite. El sistema de RF está montado en un punto focal de la antena y adherido directamente a la bocina de alimentación.
 El convertidor de bajo ruido (LNC) amplifica las señales procedentes del alimentador de la antena y trasladarlas en frecuencia, de la frecuencia de banda Ku a la frecuencia de banda L.

Subsistema de Unidad de Procesamiento Digital (DPU).

La unidad de procesamiento digital es una estructura básica requerida en la estación remota para establecer comunicación bidireccional de datos y voz entre la estación maestra y el equipo de usuario, como dispositivo especializado para la comunicación por paquetes en canales satelitales, combinando funciones de generación y procesamiento de señales con función de control de red.

2.1.11 Características del sistema de comunicación satelital.

En la siguiente tabla se resaltan algunas de las características principales del sistema de comunicación.

Tabla 2. Ventajas y desventajas del sistema de comunicación satelital.

Sistema satelital.	
Ventajas del sistema de datos.	Desventajas del sistema de datos.
Comunicación bidireccional.	El punto más crítico de la red está en el satélite.
Localización permanente.	Vulnerable a condiciones climáticas.
Sistema de almacenamiento de información.	Estaciones terrenas que necesitan de infraestructura compleja.
Envío de mensajes multidestino.	Costo inconveniente por el uso de enlaces independientes de tiempo completo.
Canal de banda ancha.	
Cobertura global.	

2.2 SISTEMA CELULAR.

2.2.1 Historia de la telefonía celular.

AT&T introdujo el primer servicio telefónico móvil en los Estados Unidos el 17 de junio de 1946 en San Luis, Missouri. El sistema operaba con 6 canales en la banda de 150 MHz con un espacio entre canales de 60 kHz y una antena muy potente. Un año después, el servicio telefónico móvil se ofreció en más de 25 ciudades de los EE.UU.

En México, es hasta 1984 cuando Telcel obtiene la concesión para explotar la red de servicio radiotelefónico móvil en el área metropolitana de la Ciudad de México, bajo la denominación de "Radiomóvil Dipsa S.A. de C.V." operando en las bandas radiofónicas de 450-470 y 470-512 MHz. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes convocó la introducción de la telefonía celular en nuestro país en las nueve diferentes regiones en que fue dividido. Aquí nace Iusacell, convirtiéndose en la primera compañía de telefonía celular en ofrecer el servicio en la Ciudad de México y en ese mismo año surge la marca Telcel ofreciendo los servicios de telefonía celular en la ciudad de Tijuana B.C. A partir de 1990 Telcel y Iusacell expanden los servicios de telefonía celular en el Distrito Federal y su zona metropolitana y paulatinamente ofrecen el servicio a escala nacional.

2.2.2 Elementos del sistema de telefonía celular.

Arquitectura básica de la red celular.

La arquitectura de la red consiste en un sistema de comunicación punto-multipunto. El punto focal lo constituye la estación base. Esta emite hacia un vasto territorio, en el que los terminales móviles se desplazan.

El concepto básico de una red de telefonía celulares, por un lado la división del territorio cubierto por una red en conjunto de espacios llamados células y, por otro, el reparto de los canales de radio entre esas células.

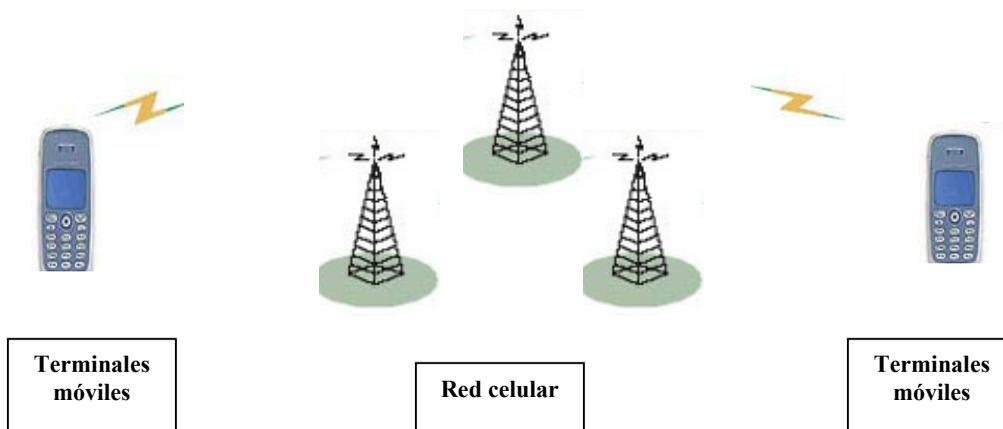


Figura 8. Sistema de telefonía celular

2.2.3 Células.

Una célula es un área determinada, pequeña, que tiene las ventajas de requerir transmisores poco potentes. En cada célula existe una estación base transmisora, con lo cual, se pueden tener múltiples canales para el uso de decenas de celulares de manera simultánea. Cuando un usuario pasa de una célula a otra deja la frecuencia que estaba utilizando, para el uso de otro celular, y toma la frecuencia libre de la célula a la que pasó.

La división en celdas permite concentrar mayor número de canales en las zonas de mayor demanda. Tomando una demanda equilibrada si tenemos N canales asignados y lo dividimos en K juegos, luego cada juego tendrá $S=N/K$ canales.

Con el fin de trabajar apropiadamente un sistema celular debe seguir dos condiciones:

- El nivel de potencia del transmisor dentro de una celda debe estar limitado con el fin de reducir la interferencia entre transmisores de celdas vecinas.
- Celdas vecinas no pueden compartir los mismos canales.

Como las distancias de transmisión no son muy grandes, los teléfonos móviles pueden transmitir con poca energía; por lo tanto, con pequeñas baterías que permiten un tamaño y peso reducido.

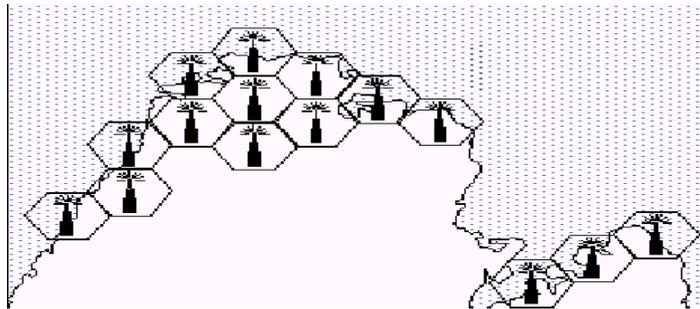


Figura 9. Células

Tipos de celdas:

La densidad de población en un país es muy variada, por lo tanto se hace necesario usar distintos tipos de celdas:

- *Macroceldas*: Son celdas grandes, para áreas con población dispersa.
- *Microceldas*: Estas celdas son usadas para áreas densamente pobladas. Dividiendo las zonas en pequeñas áreas, el número de canales disponibles aumenta y por lo tanto la capacidad de las celdas. El nivel de potencia de los transmisores usados en estas celdas es menor, reduciendo la posibilidad de interferencia entre celdas vecinas.
- *Celdas Selectivas*: No siempre es de utilidad definir celdas con una cobertura de 360 grados. En algunos casos, celdas con una forma particular de cobertura son necesarias.
- *Celdas Paraguas*: Un camino, tipo autopista, puede cruzar pequeñas celdas produciendo así un gran número de *handoffs* entre diferentes celdas vecinas. Cuando la velocidad del móvil es muy alta, el móvil es manejado por la celda paraguas. El móvil estará luego en la misma celda, reduciendo así la cantidad de *handoffs* realizados en la red. Las características de propagación del móvil ayudan a visualizar y detectar la elevada velocidad.

2.2.4 Transferencia de llamadas entre celdas-handoff.

Cuando se deteriora la calidad de transmisión durante una llamada en progreso, se realiza un cambio automático de estación base. La conmutación de una llamada en progreso de una estación base a otra se conoce como *handoff*. (Es de destacar que una vez que una llamada es establecida el canal de *set-up* no es usado nuevamente durante el período que dure la llamada, por lo tanto el *handoff* es implementado siempre en el canal de voz)

Básicamente el *handoff* es requerido en situaciones en las cuales la estación base recibe señales débiles desde la unidad móvil.

El handoff se presenta si el móvil llega al límite de la celda, en donde el nivel de señal cae por debajo de un límite aceptable, típicamente -100dBm en un ambiente con ruido limitado. Este procedimiento es esencial, ya que de no existir en cualquiera de las situaciones mencionadas anteriormente la comunicación se perdería, por lo que el usuario debería restablecerla manualmente.

2.2.5 Generaciones de la telefonía celular.

Primera Generación de Telefonía Celular.

El concepto celular añade una dimensión espacial al modelo “trunking” usado anteriormente en la telefonía móvil. Estas células son ligadas a través de un centro de conmutación central y una función de control.

Esta primera generación de telefonía móvil hizo su aparición en 1979, y se caracterizó por ser analógica y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces de voz era muy baja, baja velocidad [2400 bauds], la transferencia entre celdas era muy imprecisa, tenían baja capacidad [basadas en FDMA, “Frequency Division Multiple Access” y la seguridad no existía. La tecnología predominante de esta generación es AMPS “Advanced Mobile Phone System”.

Segunda generación de Telefonía Celular.

La segunda generación 2G arribó hasta 1990 y a diferencia de la primera se caracterizó por ser digital. El sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y son los sistemas de telefonía celular usados en la actualidad. Las tecnologías predominantes son:

- GSM Sistema Global para Comunicaciones Móviles. “Global System for Mobile Communications”,
- IS-136 conocido también como TIA/EIA-136 o ANSI-136. Éstos dos primeros basados en TDMA
- IS-95 basado en CDMA Código de división múltiple de acceso “Code Division Multiple Access” y
- PDC Comunicaciones Digitales Personales “Personal Digital Communications”

Los protocolos empleados en los sistemas 2G soportan velocidades de información más altas para voz pero limitados en comunicaciones de datos. La mayoría de los protocolos de segunda generación ofrecen diferentes niveles de encriptación.

Generación 2.5G.

La generación 2.5G ofrece características extendidas para ofrecer capacidades adicionales que los sistemas segunda generación tales como GPRS “General Packet Radio System”, HSCSD “High Speed Circuit Switched Data”, EDGE “Enhanced Data Rates for Global Evolution”, IS-136B, IS-95B, entre otros. La tecnología 2.5G es más rápida y más económica para actualizarse a los sistemas de tercera generación.

La generación 2.5 es el nombre que recibe la evolución de los sistemas de 2G, sin embargo, el cambio no es tan radical como el paso de 1G a 2G. La división entre 2G y 2.5G no está definida por completo, pero se basa en la cantidad y calidad de los servicios ofrecidos a los usuarios; en otras palabras, intentar incrementar la capacidad de transmisión. Las funcionalidades se clasifican en tres tipos: tele servicios, servicios portadores y servicios suplementarios. Pero el problema del sistema GSM, es la baja de transmisión de la interfaz área. El sistema básico de GSM sólo podía proveer una tasa de transmisión de datos de 9.6Kbps, posteriormente se especificó a una tasa de 14.4 Kbps. Cabe señalar que la mayoría de los fabricantes decidieron usar GPRS, que eleva las tasas de transmisión hasta 115 Kbps; consiste en un sistema por switcheo, por lo tanto, los recursos del sistema no son empleados continuamente, sólo cuando se transmite una señal.

Tercera Generación de Telefonía Celular.

Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan altas velocidades de información enfocados para aplicaciones mas allá de la voz tales como audio (MP3), video en movimiento, video conferencia y acceso rápido a Internet, sólo por nombrar algunos.

Los principales requerimientos para esta tecnología incluyen:

Calidad de voz comparable a la que ofrece una red telefónica pública (PSTN).

Velocidades de transmisión de datos de 144kb/s para usuarios en vehículos en movimiento viajando a una velocidad de 120km/h en ambientes exteriores.

Velocidades de transmisión de datos de 384kb/s para peatones, que se encuentren en un solo lugar o bien moviéndose sobre áreas pequeñas.

Soporte para operaciones de 2.048 Mb/s en oficinas, es decir en ambientes estacionarios de corto alcance o en interiores.

Soporte para ambos servicios de datos conmutación por paquetes y conmutación por circuitos.

Mayor eficiencia del espectro disponible.

Soporte para una gran variedad de equipo móvil.

Introducción flexible a los nuevos servicios y tecnologías.

2.2.6 Global System for Mobiles (GSM).

Global System for Mobile communications. (sistema global para comunicaciones móviles). Es un sistema estándar para comunicación utilizando teléfonos móviles que incorporan tecnología digital. El estándar fue diseñado con la posibilidad de que varios operadores pudieran compartir el espectro.

Dentro de una breve descripción de la organización interna de GSM podríamos identificar los siguientes subsistemas: la Estación Móvil, Mobile Station (MS) y el subsistema de la estación base, Base Station Subsystem (BSS). El BSS agrupa la maquinaria de infraestructura específicas a los aspectos celulares de GSM. El BSS está en contacto directo con las estaciones móviles a través de la interfaz de radio. Por lo tanto, incluye las máquinas encargadas de la transmisión y recepción de radio, y de su gestión. Por otro lado, el BSS está en contacto con los conmutadores del Subsistema de Red, Network Switching Subsystem (NSS). La misión del BSS se puede resumir en conectar la estación móvil y el NSS, y por lo tanto, conecta al usuario del móvil con otros usuarios. El BSS tiene que ser controlado, y por tanto debe estar en contacto con el Centro de Operaciones y Mantenimiento, Operation and Service Subsystem (OSS).

El NSS incluye las principales funciones de conmutación en GSM, así como las bases de datos necesarias para los datos de los abonados y para la gestión de la movilidad. La función principal del NSS es gestionar las comunicaciones entre los usuarios GSM y los usuarios de otras redes de telecomunicaciones.

El NSS contiene más elementos que los MSCs; Centro de Conmutación Móvil (MSC). El MSC proporciona conectividad entre la Red Telefónica de Conmutación Pública (PSTN) y las numerosas estaciones base, VLRs; Registro de Posiciones Visitado, asociado a uno o más MSCs, y encargado del almacenamiento temporal de los datos para aquellos abonados situados en el área de servicio y a información del abonado relativa al suministro de los servicios de telecomunicación está situada en el Registro de Posiciones Base, Home Location Register (HLR). Para establecer una llamada hacia un usuario GSM, la llamada es primero encaminada a un conmutador-gateway llamado GMSC, sin ningún conocimiento de dónde está el abonado. Los GMSCs están encargados de buscar la información sobre la posición y encaminar la llamada hacia el MSC a través del cual el usuario obtiene servicio en ese instante.

Además tendríamos el Centro de Operaciones y Mantenimiento, Operation and Service Subsystem (OSS). Las MS, BSS y la NSS forman la parte operacional del sistema, mientras que el OSS proporciona los medios para que el operador los controle.

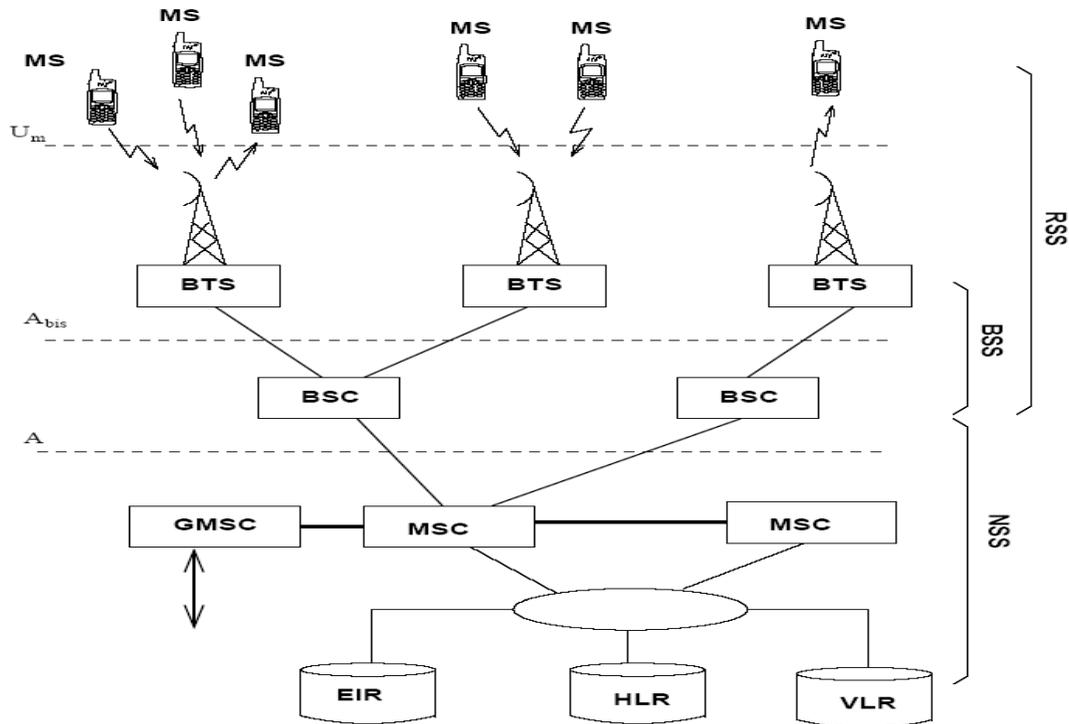


Figura 10. Arquitectura GSM

2.2.7 Sistema GPRS.

Las siglas GPRS corresponden a General Packet Radio Services, Servicio General de Paquetes por Radio. Es un sistema de telefonía móvil que está basado en la conmutación de paquetes sobre la red GSM que se usa actualmente (requiere algunas modificaciones). GPRS es una tecnología estandarizada por el ETSI (European Telecommunications Standard Institute) como parte de GSM Fase 2+ que permite la transmisión de datos a alta velocidad vía redes inalámbricas, permite acceso a Internet y correo electrónico.

GPRS es un estándar de servicios de datos que utiliza el método de Packet-Switched para GSM-TDMA. El sistema GPRS proporciona una solución básica para comunicación vía IP entre la estación móvil y el proveedor de servicios de internet ISP o una LAN. GPRS establece una conexión IP de punto final a punto final desde la terminal móvil hacia los servidores ISP.

Tipología del servicio.

El sistema GPRS pone a disposición de sus usuarios dos tipologías de servicio diferentes:

Punto a Punto (Point To Point, PTP)

Punto a Multipunto (Point To Multipoint, PTM)

Un servicio Point To Point es un servicio en el que el usuario envía uno o más paquetes a un único destinatario; en relación a las modalidades con las que la conexión punto a punto es gestionada, se pueden localizar dos clases de servicios punto a punto.

La utilización de GPRS permite a los usuarios enviar y recibir información a velocidades de hasta 115kbit/s, unas 10 veces más rápidas que las actuales. La implementación de GPRS proporcionará tremendos beneficios a los operadores GSM ya que lleva capacidades IP a la red GSM y permite la conexión a una amplia gama de redes de información públicas y privadas utilizando protocolos de información estándar como TCP/IP y una amplia gama de servicios de valor agregado.

2.2.8 Arquitectura de la red GSM/GPRS.

Todas las redes GSM se pueden dividir en cuatro partes fundamentales y bien diferenciadas:

Equipo terminal (TE).

El equipo terminal es la computadora terminal en la cual el usuario final trabaja. Este es el componente usado por el sistema GPRS para transmitir y recibir los paquetes de datos. El sistema GPRS proporciona conectividad IP entre el equipo terminal y un ISP o una LAN corporativa conectada al sistema GPRS. Desde el punto de vista del TE, se puede comparar la terminal móvil con un módem, ya que la terminal móvil conecta el TE hacia el sistema GPRS.

Terminal Móvil (MT).

La terminal móvil se comunica con un TE, y sobre la interfase de aire con una Radio Base (BTS: Base Transceiver System). La MT debe ser equipado con un software para que tenga la funcionalidad de GPRS cuando se use en conjunto con el sistema GPRS. La MT asocia un subscritor en el sistema GSM ó TDFMA. El MT establece una conexión hacia un Modulo de Acceso Nodo de Soporte y Servicio GPRS (SGSN: Service Gateway Support Node). La reelección de canal es proporcionada en la conexión de radio entre la MT y el SGSN. La conexión IP es estática desde el punto de vista del TE, esto es, el TE no sabe si esta en movimiento y mantiene la asignación de la dirección IP hasta que la MT se desconecta.

Estación Móvil (MS).

La combinación de un TE y un MT es un MS. El termino de MS se usa cuando se discuten las características generales de GPRS. En la actualidad podemos encontrar los dos componentes en un solo bloque.

Dependiendo de los MS's y de las capacidades de la red GPRS, los MS's pueden operar en tres modos diferentes:

- Clase A: este modo de operación permite a un MS tener una conexión Circuit-switched en el mismo tiempo en que se encuentra transfiriendo paquetes.
- Clase B: este modo de operación permite a un móvil ser registrado en ambos circuit-switched y GPRS pero esta MS no puede usar ambos servicios en el mismo tiempo. Sin embargo si el móvil se encuentra transmitiendo paquetes puede recibir un voice para tráfico de circuit-switched. Entonces la MS puede suspender la transferencia de paquetes mientras dura la conexión de circuit-switched y poco después reanuda la transferencia de paquetes.

- Clase C: este modo de operación permite a un MS ser registrado solo en un servicio en el tiempo. Una MS que solo soporta GPRS y no tráfico de circuit-switched siempre trabajará en modo de operación clase C.

Subsistema de Estación Base o Base Station Subsystem (BSS).

La BSS requiere un nuevo software y hardware para soportar GPRS. El nuevo hardware, el Packet Control Unit (PCU) necesita ser adherido en la BSS.

El controlador para radio base, Base Station Controller (BSC) puede iniciar, supervisar y desconectar llamadas de circuit-switched y packet-switched. Uno o varios BSC's son atendidos por un Conmutador Central de Servicios Móviles, Mobile Services Switching Center (MSC) y un número de BSC's son atendidos por un SGSN

La BTS selecciona el origen de las llamadas circuit-switched de la comunicación de paquetes de datos, entonces el BSC manda las llamadas circuit-switched hacia el MSC/VLR y las llamadas de datos GPRS hacia el SGSN.

VLR: Visitor Location Register, Registro Local para Visitante.

El Subsistema de Conmutación y Red o Network and Switching Subsystem (NSS).

Este sistema se encarga de administrar las comunicaciones que se realizan entre los diferentes usuarios de la red.

- **Conmutador central de servicios móviles o Mobile Services Switching Center MSC**

Varios MSC's se pueden conectar a un SGSN. El área de servicios del MSC se divide en un número de áreas de localización (LAs) para las redes de circuit-switched y dentro de un número de Routing Areas (RAs) para la red GPRS.

- **Módulo de Acceso Nodo de Soporte y Servicio GPRS ó SGSN: Service Gateway Support Node**

El SGSN es un componente primario en la red GSM usando GPRS, también es un nuevo elemento dentro de la red GSM. El SGSN direcciona paquetes IP entrantes y salientes, desde y hacia una MS que esta registrada dentro del área de servicio del SGSN. El SGSN proporciona ruteo de paquetes y transferencia hacia y desde el área de servicio del SGSN. El SGSN sirve a todos los subscriptores de GPRS que están físicamente localizados dentro del área de servicio geográfico del SGSN.

El SGSN también proporciona:

Autenticación.

Administración de sesión.

Administración de movilidad.

Administración de enlace lógico hacia el MS.

Conexión hacia HLR, MSC, BSC y GGSN.

Salida de facturación de datos.

- **Gateway GPRS Support Node (GGSN).**

El GGSN es un nuevo elemento incorporado a las redes GSM que es utilizado para GPRS, este elemento proporciona lo siguiente:

La interfaz hacia la red externa de paquetes IP. El GGSN actúa como un router para las direcciones IP de todos los suscriptores servidos por la red GPRS.

- **Base de datos de registro local ó Home Local Register (HLR).**

El HLR es la base de datos que almacena información del suscriptor. La información que se puede encontrar en el HLR incluye, por ejemplo; servicios suplementarios, parámetros de autenticación, los Access Point name (APNs) tales como ISP's y si una dirección IP estática se asigna al móvil.

El HLR incluye la ubicación del MS.

- **Registro local para visitante ó Visitor Location Register (VLR).**

El VLR contiene información acerca de todos los móviles que están actualmente localizados en el área de localización del MSC o en el área de ruteo del SGSN respectivamente. El VLR contienen información temporal del suscriptor necesaria para MSC o SGSN para proporcionar servicio a los suscriptores visitantes.

Cuando un móvil se encuentra de roaming dentro de una nueva área de localización de un MSC o dentro de una nueva área de ruteo de un SGSN, el VLR del MSC o del SGSN solicita y almacena datos del móvil desde el HLR.

Los Subsistemas de soporte y Operación o Operation and Support Subsystem (OSS):

Los OSS se conectan a diferentes NSS y BSC para controlar y monitorizar toda la red GSM.

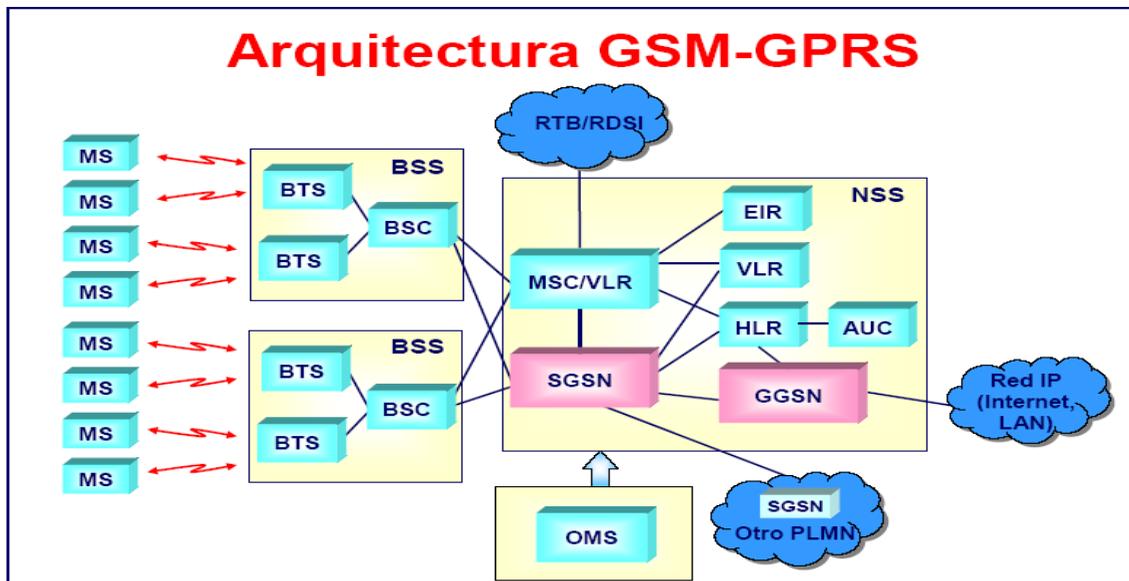


Figura 11. Arquitectura GPRS

2.2.9 Reutilización de frecuencias y división de células.

En los sistemas celulares, el área de cobertura de un operador es dividida en celdas. Una celda corresponde a una zona cubierta por un transmisor o una pequeña colección de

transmisores. El tamaño de la celda depende de la potencia del transmisor, banda de frecuencia utilizada, altura y posición de la torre de la antena, el tipo de antena, la topografía del área y la sensibilidad del radio receptor.

Un canal de radio consiste en un par de frecuencias, una en cada dirección de transmisión, que son usadas para una operación full-duplex. El concepto de re-uso de frecuencias (*frequency reuse*) se refiere al uso de las mismas frecuencias portadoras para cubrir distintas áreas separadas por una distancia suficientemente grande para evitar interferencia co-canal.

En lugar de cubrir un área desde un único sitio de transmisión con alta potencia y alta elevación, el proveedor de servicios puede subdividir el área en sub-áreas, zonas, células o celdas en donde cada transmisor es de menor potencia.

2.2.10 Frecuencias y Canales Lógicos.

GSM utiliza dos bandas de 25 MHz para transmitir. La banda de 890-915 MHz se usa para las transmisiones desde la estación maestra (MS) hasta el Transceptor de la Estación Base (BTS) ("uplink") y la banda de 935-960 MHz se usa para las transmisiones entre el BTS y la MS ("downlink"). GSM usa Dúplex por división en Frecuencia (FDD) y una combinación de Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA) y Acceso Múltiple por Saltos de Frecuencia (FHMA) para proporcionar a las estaciones base y a los usuarios un acceso múltiple. Las bandas de frecuencias superiores e inferiores se dividen en canales de 200 KHz llamados ARFCN ("Absolute Radio Frequency Channel Number" ó Números de Canales de Radio Frecuencia Absolutos). El ARFCN denota un par de canales "uplink" y "downlink" separados por 45 MHz y cada canal es compartido en el tiempo por hasta 8 usuarios usando TDMA.

La velocidad efectiva de transmisión de cada usuario es de 33.854 kbps (270.833 kbps/8 usuarios). Con el estándar GSM, los datos se envían actualmente a una velocidad máxima de 24.7 kbps. Cada slot de tiempo (TS) tiene un tamaño equivalente en un canal de radio de 156.25 bits, y una duración de 576.92 μ s.

El número de total de canales disponibles dentro de los 25 MHz de banda es de 125 (asumiendo que no hay ninguna banda de guarda). Dado que cada canal de radio está formado por 8 slots de tiempo, hacen un total de 1000 canales de tráfico en GSM. En implementaciones prácticas, se proporciona una banda de guarda de la parte más alta y más baja de espectro de GSM, y disponemos tan solo de 124 canales.

Los canales lógicos se pueden separar en dos categorías principalmente:

Los Canales de Control. Los TCHs llevan voz codificada digitalmente o datos y tienen funciones idénticas y formatos tanto para el "downlink" como para el "uplink". Los canales de control llevan comandos de señalización y control entre la estación base y la estación móvil.

Codificación del Canal.

La codificación del canal se basa en añadir redundancia a los datos generados por la codificación de la fuente de forma que se detecten e incluso se corrijan algunos errores introducidos por el canal.

2.2.11 Acceso a GPRS.

Ya existen en el mercado un buen número de móviles adaptados al sistema GPRS.

Los terminales GPRS presentan las siguientes características comunes:

- Capacidad Dual:

Los terminales GPRS están adaptados para aprovechar la cobertura existente GSM para la voz y en GPRS para la transmisión de datos.

- Velocidad de transferencia de 115 kbps.

- Los terminales GPRS utilizan varios canales simultáneos o slots.

- El número de canales depende de cada terminal, variando de 1 a 4 para la recepción de datos y de 1 a 2 para el envío.

- Tarjeta SIM:

La tarjeta SIM es la misma que para GSM. No es preciso cambiar de tarjeta para usar GPRS.

En teléfonos móviles estas terminales permitirán el uso de información escrita o gráfica de forma resumida. Además actuarán de módem inalámbrico cuando se conectan a un ordenador portátil o de sobremesa.

Terminales tipo Asistente Personal Digital, Personal Digital Assistant (PDA) con pantalla plana en color de mayor formato y gran capacidad gráfica.

GPRS permite utilizar desde un dispositivo móvil (Ordenador portátil, PDA o el propio móvil) los sistemas de correo electrónico de la empresa (Microsoft Mail, Outlook Express, Microsoft Exchange, Lotus Notes etc.).

Acceso a bases de datos y aplicaciones corporativas desde un dispositivo móvil.

Acceso GPRS a aplicaciones WAP para uso empresarial (a través del servicio WAP)

Ordenadores portátiles que utilicen para su conexión inalámbrica un teléfono móvil GPRS o una tarjeta PCMCIA con capacidad de comunicación móvil.

Enrutamiento de datos.

Uno de los principales requerimientos en una red GPRS es el enrutamiento de paquetes hacia/desde un usuario móvil. Este requerimiento puede ser dividido en dos áreas: El enrutamiento de paquetes de datos y el manejo de la movilidad.

Una estación móvil tiene tres estados en el sistema GPRS: activo, en espera (standby) y libre (idle), este modelo de tres estados es único en la red de paquetes, GSM utiliza un esquema de dos estados: Activo y libre.

En el estado activo los datos son transmitidos entre la estación móvil y la red GPRS

Procesos GPRS.

Tabla 3. Procesos básicos en las redes GPRS

Proceso	Descripción
Vinculación (attach)	Proceso por el cual la estación móvil se conecta a un SGSN en una red GPRS.
Autenticación	Proceso por el cual el SGSN autentifica el suscriptor móvil.
Activación PDP	Proceso por el cual se establece una sesión de usuario entre la estación móvil y la red destino.
Desvinculación (detach)	Proceso por el cual la estación móvil se desconecta del SGSN en una red GPRS.
Solicitud PDP iniciada por la red para una dirección IP estática	Proceso por el cual una llamada desde una red de paquetes alcanza una estación móvil usando una dirección IP estática.
Solicitud PDP iniciada por la red para una dirección IP dinámica.	Proceso por el cual una llamada desde una red de paquetes alcanza una estación móvil usando una dirección IP dinámica.

2.2.12 Interfaz de radio GPRS.

GPRS define una nueva interfaz basada en TDMA para proveer transmisión de paquetes sobre la interfaz de aire, estableciendo, de esta forma, nuevas maneras de usar los canales de radio GSM ya existentes. En GPRS se establecen procedimientos a través de los cuales múltiples usuarios pueden compartir simultáneamente los recursos de radio y las ranuras de tiempo. GPRS define una administración de recursos de radio completamente diferente a la de conmutación de circuitos que establecía GSM en donde se asignaban ranuras por tiempo indefinido. Por el contrario, GPRS asigna ranuras de tiempo al usuario sobre la base paquete a paquete.

GPRS retiene el esquema de modulación, la anchura del canal y la estructura de la trama usados en GSM. En el mundo digital, el nivel físico es el responsable por transportar los bits a través del radio canal usando algún esquema de modulación, en el caso de GPRS se utiliza GMSK (*Gaussian Minimum Shift Keying*), para soportar múltiples usuarios en un espectro limitado.

GPRS utiliza TDMA para proveer acceso múltiple. Para transportar datos desde el móvil a la red, GPRS, al igual que GSM, diferencian la información de señalización de la del

usuario a través de canales lógicos. Los canales de tráfico están divididos en dos categorías: De sesión de conmutación de circuitos, en la cual los usuarios son asignados a un canal durante la duración de la llamada; y de sesión de conmutación de paquetes, en la cual múltiples usuarios comparten un canal particular en ciertas ranuras de tiempo y frecuencias en TDMA. Sin embargo, únicamente un usuario puede ser asignado a una ranura de tiempo particular y a una frecuencia en un instante dado.

Administración de los recursos de radio en redes GSM/GPRS.

Métodos de asignación del canal: división completa (Complete Partitioning-CP), reparto completo (Complete Sharing-CS) y reparto parcial (Partial Sharing-PS). En el esquema de división completa el ancho de banda se divide en dos partes diferenciadas: los usuarios de voz utilizarán únicamente una parte y los usuarios de datos harán uso exclusivo de la otra. En el esquema de reparto completo todo el ancho de banda se comparte por los dos tipos de usuarios, y se asigna de forma dinámica, y en el esquema de reparto parcial, los usuarios de datos tienen parte del ancho de banda en exclusiva, pero también pueden hacer uso del ancho de banda libre de los usuarios de voz de ambos servicios.

2.2.13 Tercera generación 3G.

Introducción.

En diferentes partes del mundo existen diversos términos para referirse a la tecnología de tercera generación 3G.

En Europa 3G se ha convertido en UMTS (Universal Mobile Telecommunication System). En Japón y Estados Unidos los prestadores del servicio de telefonía comúnmente llaman a esta tecnología IMT-2000 (International Mobile Telephony 2000). Este nombre proviene del ITU (International Telecommunication Union). En Estados Unidos el CDMA 2000 es uno de las tecnologías celulares de tercera generación y representan la evolución del sistema IS-95.

En un principio UMTS heredo los elementos y las funciones principales del sistema GSM y los nuevos desarrollos tecnológicos se realizaron con respecto al acceso de radio y parte de la red. UMTS trae consigo avances de sistemas de acceso de banda ancha. Los accesos de radio de banda ancha son implementados con Wideband Code División Múltiple Access (WCDMA). WCDMA es una evolución de CDMA.

Los sistemas 3G fueron concebidos para prestar servicios de voz, datos de banda ancha (servicios multimedia), localización geográfica, y se caracterizan en su mayoría por usar CDMA como técnica de acceso al medio y técnicas de modulación y corrección de errores avanzadas, logrando de esta forma un uso más eficiente del espectro electromagnético.

Servicios.

UMTS proveerá servicios de voz y datos, en eso coincide con la red GSM/ GPRS, estos servicios serán provistos a diferentes tasas según el ámbito en el que se ofrezcan, en conexiones satelitales y servicios rurales en exteriores, la tasa será de 144 kbps; en servicios urbanos en exteriores, la tasa será de 384 kbps; mientras que en servicios de interiores o de exteriores de bajo rango de distancias se podrán alcanzar tasas de hasta 2Mbps, en esto difiere con la red GSM/ GPRS.

2.2.14 Arquitectura de la red 3G.

Arquitectura de la red estructural.

En la descripción que se realiza en la especificación UMTS Versión-99 se consideran elementos de red de tres categorías:

Elementos de la red núcleo de GSM: Entre ellos, el centro de conmutación de servicios móviles (MSC), los registros EIR, VLR y HLR y el centro de autenticación (AuC).

Elementos de la red GPRS: Entre ellos, el SGSN y el GGSN.

Finalmente, elementos específicos de UMTS: El equipo del usuario (User Equipment- UE) y la Red de Radio Acceso Terrestre UMTS (UMTS Terrestrial Radio Access Network- UTRAN).

En la Figura (13) se muestra el esquema general de la arquitectura UMTS, y al igual como ocurre con la red GSM, el sistema se compone de tres grandes bloques: La red troncal o núcleo (Core Network, CN), la red de acceso a radio (UMTS Terrestrial Radio Access Network UTRAN) y las terminales móviles (User Equipment, UE).

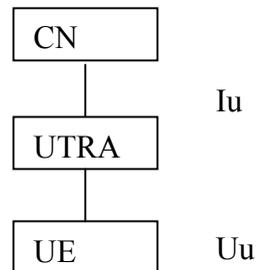


Figura 12. Arquitectura general de la red 3G

La red núcleo (core) de UMTS se encuentra basada en la topología de la red GSM/GPRS, provee funciones de conmutación, enrutamiento, transporte y bases de datos para el tráfico de la red, contiene elementos de conmutación de circuitos, tales como el MSC, el VLR y el GMSC, elementos de conmutación de paquetes, tales como el SGSN y el GGSN, y elementos que soportan ambos tipos de conmutación, tales como el EIR, el HLR y el AuC.

La terminal de red 3G es llamada UE y contiene dos elementos separados, equipo móvil Mobile equipment (ME) y el módulo de identidad del servicio UMTS, UMTS Service Identity Module (USIM).

El nuevo subsistema controla el ancho de banda del acceso de radio y tiene diferentes nombres, dependiendo del tipo de tecnología de radio usada. El término general es red de acceso de radio ó Radio Access Network (RAN). Si se utiliza el acceso de radio WCDMA el nombre es UTRAN o UTRA. El otro tipo de RAN incluido UMTS es GERAN.

El UTRAN es dividido dentro del subsistema de red de radio Radio Network Subsystems (RNS). Un RNS consta de un sistema de radios y sus correspondientes elementos de control. En UTRAN los elementos de radio son el nodo B, referido a las estaciones base BS y los elementos de control son el controlador de red de radio Radio Network Controller (RNC).

Los RNS están conectados el uno al otro sobre una interfaz de acceso de red-interna llamada Iur.

El Core Network (CN) cubre todos los elementos necesarios para la conmutación y el control de los subscribers. En UMTS parte de estos elementos son directamente integrados del sistema GSM y son modificados para aplicaciones de UMTS.

El término CN cubre la conmutación de circuitos CS y la conmutación de paquetes PS.

Entre el UE y el UTRAN la interfaz abierta es Uu, que en UMTS se observa físicamente con la tecnología WCDMA.

Los RNSs están separados por una interfaz Iur. Iur es una diferencia notable cuando se compara con el sistema GSM, contiene nuevas características para que el sistema utilice mecanismos de radio más eficientes. Cuando la interfaz Iur es implementada en la red, el UE puede unir a la red con varios RCNs y cada una de estas mantener cierto papel durante la conexión de radio.

La Red de Radio Acceso Terrestre UMTS-UTRAN considera la incorporación de dos nuevos elementos: El Controlador de Radio de la Red (*RNC-Radio Network Controller*) y el Nodo B. La UTRAN contiene múltiples Radio Network Systems (RNSs), y cada RNS es controlado por un RNC, el cual conecta uno o más nodos B, cada uno de los cuales puede proveer servicio a múltiples celdas. El RNC y el Nodo B en la red UMTS tienen funciones equivalentes a la función de la BSC y la BTS en las redes GSM/GPRS. Resulta entonces posible compartir la infraestructura civil (torres y demás) entre ambas arquitecturas, solo que en el caso de UMTS, para lograr la cobertura planeada se deben adicionar nuevos emplazamientos.

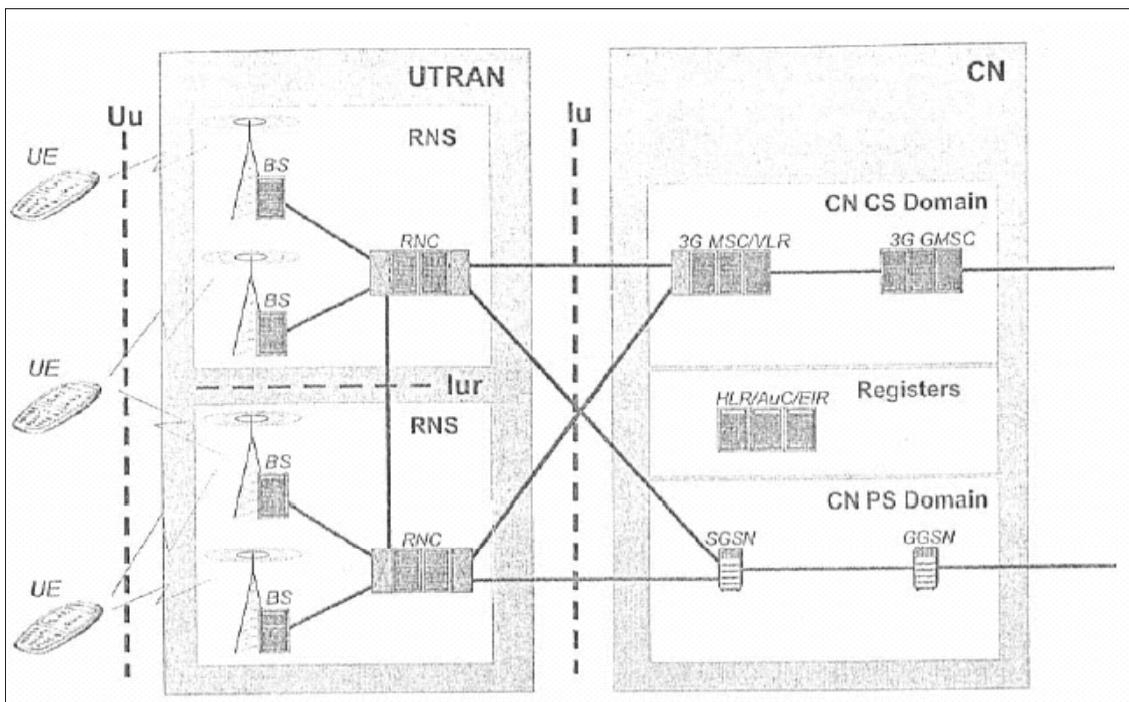


Figura 13. Arquitectura de red UMTS

Arquitectura de la administración de recursos.

Elementos principales de la arquitectura.

Communication Management (CM)

Mobility Management (MM)

Radio Resource Management (RRM)

CM se encarga de todas las funciones y procedimientos relacionados con la administración de la conectividad de los usuarios.

CM es dividido en sub-áreas tales como la dirección de llamada para las conexiones con conmutador de circuito, la administración de la sesión para los conexiones de conmutación de paquetes.

MM cubre todas las funciones y procedimientos necesarios para la movilidad y la seguridad.

RRM es una colección de algoritmos UTRAN usados para la administración de recursos de radio. El RRM es una parte integral de UTRAN.

Cada una de las tareas de administración están asociadas con un sistema de control:

Communication Control (COMC)

Mobility Control (MOBC)

Radio resource Control (RRC)

COMC tiene control sobre las llamadas y el control de la sesión de paquetes.

MOBC contienen un mecanismo el cual mantiene el control de la ejecución para las actualizaciones de la localización y la seguridad.

Los recursos de radio se manejan totalmente dentro de UTRAN y UE.

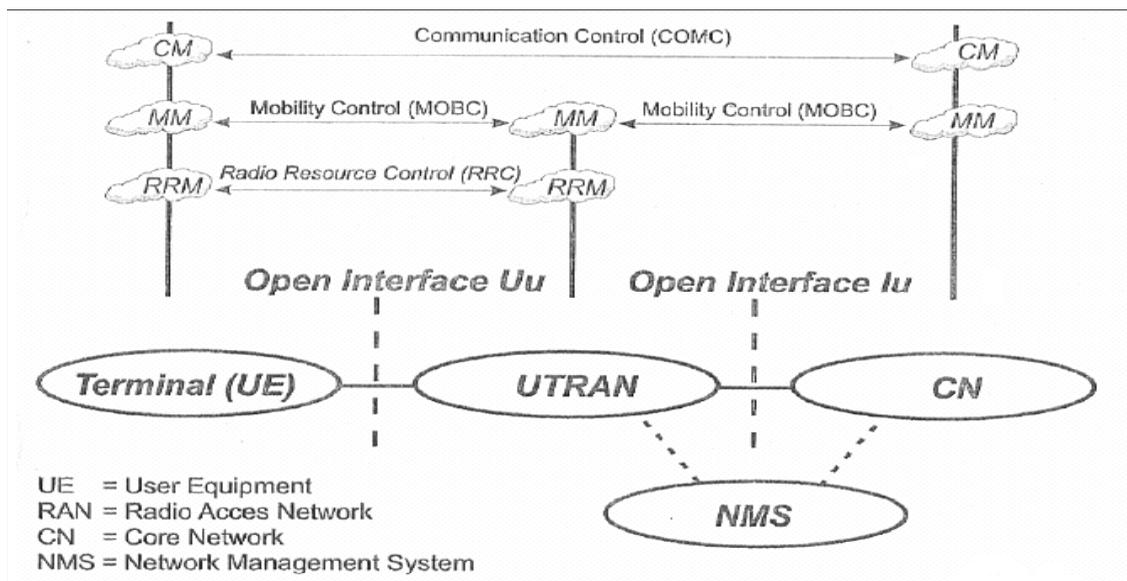


Figura 14. Arquitectura de red UMTS- administración de tareas.

Interfaces.

UMTS define nuevas interfaces estas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4. Interfases 3G

Interfaz		Situada entre
Uu		Equipo de Usuario (UE) y Nodo B
lu	lu-CS	Interface para Conmutación de Circuitos (RNC-MSC/VLR)
	lu-PS	Interface para Conmutación de Paquetes (RNC-SGSN)
lub		RNC a Nodo B
lur		RNC a RNC (No tiene equivalencia en GSM).

Controlador de la red de radio.

Este componente realiza funciones que son equivalentes a las efectuadas por el controlador de estaciones base (BSC) en redes GSM/GPRS. El controlador de la red de radio (RNC Radio Network Controller) provee control centralizado de los nodos B en su área de cobertura, maneja los intercambios de los protocolos en las diferentes interfaces de la UTRAN (lu, lur y lub) y se encarga de la multiplexación de la información proveniente de los dominios de paquetes y de circuitos desde las interfaces lu-PS y lu-CS para que pueda ser transmitida sobre las interfaces lu, lub y Uu hacia/desde el equipo de usuario (UE). El controlador de la red de radio se encarga entonces del manejo de los recursos de radio, utiliza la interfaz lur para permitir la comunicación con otros RNCs. Esta interfaz no tiene equivalencia en redes GSM/GPRS en donde el manejo de los recursos de radio se realiza en la red núcleo. Entre las funciones de la RNC se incluyen: el control de los recursos de radio, el control de la admisión, la asignación del canal, el control de handover, la segmentación y el reensamble, la señalización de broadcast y el control de potencia.

Nodo B.

Este componente es la unidad de transmisión/recepción que permite la comunicación entre las radio celdas, se encuentra físicamente localizado en el sitio donde existe una BTS GSM para reducir los costos de implementación. Se conecta con el equipo del usuario (UE) a través de la interfaz de radio Uu utilizando WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) y soportando los modos FDD y TDD simultáneamente.

La principal función del Nodo B es la conversión de unidades de datos en la interfaz de radio Uu. Esta función incluye la corrección de errores y la adaptación a la tasa de datos en la interfaz de radio, el monitoreo de la calidad, la potencia de la conexión y el cálculo de la tasa de errores.

Equipo de usuario UMTS.

Este componente integra el equipo móvil del suscriptor y el USIM/UMTS Subscriber Identity Module que tiene una funcionalidad similar a la del SIM en las redes GPRS/GSM. Deben ser equipos multi funcionales para permitir el acceso GSM/GPRS/UMTS.

Movilidad.

En el caso de UMTS, la movilidad se trata de dos formas diferentes: con conexión dedicada, que corre a cargo de la UTRAN y sin conexión dedicada, en donde la conexión se trata entre el equipo de usuario (UE) y la red núcleo (CN) sin tener en cuenta la capa de acceso mediante procedimientos de registro.

2.2.15 Arquitectura de protocolos de la interfaz de radio.

La interfaz de radio se encuentra compuesta por el nivel 1, que corresponde con el nivel físico; el nivel 2, que se encuentra a su vez compuesto por dos subniveles: el subnivel de acceso al medio (MAC-Medium Access Control) y el subnivel de control del enlace de radio (RLC-Radio Link Control), y nivel 3, que corresponde con el control de recursos de radio (RRC-Radio Resource Control). Se definen tres clases de canales: los canales lógicos, los canales de transporte y los canales físicos. Los canales lógicos expresan el tipo de información que se transfiere por la interfaz radio, pertenecen al nivel de enlace. Los canales de transporte expresan la forma como se transmite esa información y los canales físicos denotan los recursos utilizados: códigos de expansión, frecuencias portadoras e intervalos de tiempo.

Los canales físicos se pueden clasificar de acuerdo con varios criterios: según el sentido de la transmisión pueden ser ascendentes o descendentes; según la asignación a las estaciones móviles pueden ser comunes o dedicados; y según el tipo de información que intercambian pueden ser de datos o de control.

Son funciones del nivel físico: La codificación y decodificación con control de errores, la supervisión de los canales físicos, la multiplexación/demultiplexación de canales de transporte, la proyección (mapping) de los canales de transporte sobre los canales físicos, la modulación/demodulación de espectro ensanchado en banda ancha.

Son funciones del nivel de acceso al medio: La asignación de la correspondencia entre los canales lógicos y los de transporte, la selección de formatos de transporte según la tasa de transmisión, la gestión de prioridades de servicios, la gestión de prioridades entre terminales según el perfil de tráfico y la supervisión del volumen de tráfico a disposición del subnivel RRC.

Son funciones del subnivel RLC: La transferencia de información entre las subcapas RRC y MAC la corrección de errores, el ordenamiento de los de paquetes, la eliminación de duplicidades y el control del flujo de información.

Son funciones del subnivel RRM: el establecimiento, mantenimiento y liberación de conexiones RRC entre terminales móviles y la red de acceso radio, la gestión de portadoras radio: su asignación, re configuración y liberación de recursos, el control del grado de

calidad del servicio requerido, el control de admisión, la programación de envío de los paquetes (packet scheduling) y el control de congestión.

2.2.16 Enhanced Data rate for GSM Evolution (EDGE).

EDGE es un estándar 3G aprobado por la ITU, y está respaldado por el Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI), la Asociación de GSM (GSMA).

EDGE se puede desplegar en las bandas de frecuencia 800, 900, 1800 y 1900 MHz actuales y puede servir como la vía a la tecnología UMTS (WCDMA). EDGE complementa a UMTS y así ambas tecnologías coexistirán.

EDGE y UMTS comparten la misma red central IP (Protocolo de Internet) y el Proyecto Conjunto de Tercera Generación (3GPP) las apoya. EDGE prosperará en el espectro existente y como un complemento a los despliegues de UMTS ya que al igual que ésta, EDGE es una solución que Inter operará con los despliegues de 3G de EDGE.

EDGE proporciona los medios más económicos para proporcionar servicios de 3G dentro del espectro actual. EDGE es una tecnología de radio con red móvil que permite que las redes actuales de GSM ofrezcan servicios de 3G dentro de las frecuencias existentes. Como resultado evolutivo de GSM/GPRS, EDGE es una mejora a las redes GPRS y GSM. GPRS es una tecnología portadora de datos que EDGE refuerza con una mejora de la interfaz de radio, y proporciona velocidades de datos tres veces mayores que las de GPRS. Añadir EDGE a la red de GPRS significa aprovechar en toda su extensión las redes de GSM.

EDGE puede aumentar el rendimiento de la capacidad y producción de datos típicamente al triple de GPRS, proporcionando así un servicio de 3G espectralmente eficiente. En particular, EDGE permitirá que se exploren todas las ventajas de GSM/GPRS, con el establecimiento de una rápida conexión, mayor amplitud de banda y velocidades en la transmisión de datos medios de 80-130 Kbps y tan rápidas como 473 kbps.

2.2.17 Características del sistema de comunicación celular.

En la siguiente tabla se resaltan algunas de las características principales del sistema de comunicación.

Tabla 5. Ventajas y desventajas del sistema de comunicación celular.

Sistema de comunicación celular.	
Ventajas del sistema de datos.	Desventajas del sistema de datos.
Red de comunicación robusta.	Cobertura limitada en algunos puntos de la republica mexicana.
Autenticación de usuarios.	Se cuenta solo con sistema GPRS.
Cuenta con protocolos de comunicación, encriptación y compresión.	
Comunicación bidireccional.	
Sistema de almacenamiento de datos.	
Conexión con redes externas.	
Migración a nuevas tecnologías.	
Velocidad de transmisión considerablemente buena, 115 kbps.	
Tarifación por volumen de datos transmitidos.	
Variedad de equipos terminales.	
Equipos con capacidad de conexión GSM/GPRS	

2.3 SISTEMA DE COMUNICACIÓN POR RADIOENLACE.

2.3.1 Sistema de radiocomunicación..

Un enlace de radiocomunicaciones móviles es, por definición, cualquier enlace de comunicación entre dos terminales, de las cuales una o ambas pueden estar en movimiento o detenidas en lugares no del todo especificados. En la mayoría de los casos, una de estas terminales puede estar fija, tal como una estación base.

Los sistemas de radio móvil pueden clasificarse en:

Radiófonos, sistemas de despacho, sistemas de radio búsqueda, sistemas de radio móvil por paquetes y radio teléfonos.

Los radiófonos son radios que permiten comunicación en ambos sentidos, estos canales por lo general, no permiten tener privacidad en la comunicación.

Los sistemas de despacho utilizan un solo canal de comunicación común. Cualquier suscriptor puede escuchar el mensaje del despachador; sin embargo los suscriptores no pueden hablar entre sí.

Sistemas de radio búsqueda.

En los sistemas de radio búsqueda los usuarios portan receptores personales. Cada receptor reacciona solamente a señales dirigidas hacia él por un operador.

Los sistemas de radio móvil por paquetes utilizan técnicas de acceso múltiple, las cuales permiten a varios dispositivos transmitir en el mismo canal de radio sin interferir con otros transmisores, estos sistemas tienen como principales ventajas sobre los sistemas tradicionales de transmisión por paquetes que no son dependientes de las topologías fijas, son fáciles de establecer y pueden operar sin la atención de un operador. Estas características permiten a terminales móviles conectarse a una gran diversidad de dispositivos de cómputo.

Los sistemas de radiomensajería pueden en principio clasificarse en dos categorías: sistemas públicos y sistemas privados. Los sistemas públicos proporcionan a los usuarios cobertura radioeléctrica desde transmisores repartidos geográficamente por una ciudad, región o país. Los sistemas privados, están diseñados para proporcionar cobertura en un determinado recinto.

2.3.2 Arquitectura del sistema de radiocomunicación.

Transmisores.

Los transmisores reciben la señal de la unidad de control, extraen la orden de disparo y modulan convenientemente a una portadora de radiofrecuencia.

Receptores.

Una de las mayores limitaciones de los receptores es el ruido eléctrico generado dentro de ellos mismos.

Las funciones fundamentales de un receptor son:

- Recibir la señal radioeléctrica a través de la antena, amplificarla y demodularla..
- Sincronizar las tramas recibidas.
- Interpretar los datos.
- Memorizar los mensajes.
- Mostrar los mensajes en la pantalla.
- Controlar el estado de carga de la batería y emitir la alarma correspondiente.

2.3.3 Radio enlaces.

Tipos de enlaces.

Los sistemas de comunicación normalmente son punto a punto o multipunto. Los radio módems cuando son utilizados para aplicaciones punto a punto, normalmente operan en modo Full-Duplex.



Figura 15. Enlace Punto a Punto

En aplicaciones punto a multipunto se tiene un módem central de comunicación con sus diversos módems remotos.

En la siguiente figura se muestra un enlace multipunto.

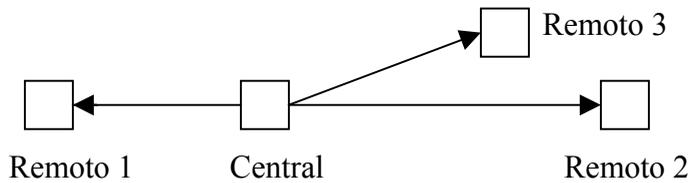


Figura 16. Enlace Multipunto

El módem central transmite simultáneamente a todos los módems remotos y el módem remoto responde a la transmisión del módem central.

Los módems reciben y transmiten normalmente desde una interfaz RS-232 hacia otra interfaz RS-232. Los radio módems aceptan transmisiones sincronías de datos a 1200, 2400, 9600 y 19200 bps y transmisiones asincrónicas a 1200, 2400 y 4800 bps.

Los radio módems en este sistema multipunto trabajan en la banda de frecuencia de 952/928 y 959/928 MHz y en los sistemas punto a punto en la banda de frecuencia 956/953 y 941/932 MHz..

En un sistema punto – multipunto el módem central controla la red.

Repetidores.

Dos radio módems son utilizados como repetidores cuando no es posible tener una línea de vista adecuada o cuando la distancia entre estaciones es demasiado extensa.

Bandas de frecuencia.

El sistema de comunicaciones por medio de una línea de vista (fig 18). Ofrecen un sistema seguro de transmisión de señal. La señal radiada es transmitida y la distancia a la que puede ser recibida depende de la frecuencia a la que el sistema este operando.

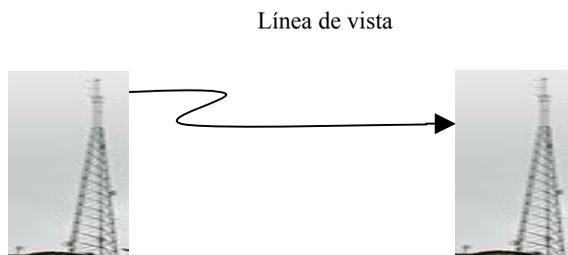


Figura 17.

Las señales de radio pueden ser afectadas por muchas causas como son:
Clima, objetos que interfieren en la ruta de transmisión, etc.

La banda de frecuencia UHF (450 a 512 MHz). Esta banda es casi completamente libre de cualquier tipo de interferencia ambiental.

La banda de frecuencia a 950 (920 a 960MHz). Es totalmente libre a las interferencias debido a otros canales, el ruido producido por el hombre es mínimo al igual que en la banda UHF aunque el ruido interno del equipo es ligeramente alto.

2.3.4 Transmisión de datos.

En primer lugar hay que considerar el canal de radio a emplear, es decir la frecuencia a la cual se van a transmitir los datos. Existe una banda de frecuencias que se emplea para la transmisión de datos a través de sistemas de radio. Esta banda comprende el intervalo de los 400 a los 500 MHz ya que tiene bajo nivel de ruido y dentro de la cual un gran número de países tienen reservada una banda para el uso exclusivo de aplicaciones de telemetría.

En segundo lugar la utilización de técnicas de frecuencia les permite la transmisión de datos a velocidades altas (desde 4800 bauds hasta 9600 bauds) para el ancho de canal de 12.5 kHz.

Actualmente existen las siguientes posibilidades para transmitir datos mediante sistemas móviles:

Sistema de radiomensajería.

Estos sistemas pueden considerarse como sistemas móviles para transmisión de datos, en tanto que permiten el envío de un mensaje hacia una terminal móvil, comportándose como un sistema que opera en modo paquete. Sin embargo, su carácter unidireccional descarta que pueda ser utilizado para cualquier tipo de aplicación transaccional.

Sistemas solo datos.

Estos sistemas incorporan una interfaz radio eléctrica y unos protocolos diseñados para el tráfico de paquetes de datos. Normalmente estos sistemas constituyen una plataforma de transporte de paquetes entre usuarios móviles y puntos de acceso de usuarios fijos.

2.3.5 Arquitectura de los sistemas exclusivos para datos.

La función del sistema móvil es permitir la comunicación de datos entre un conjunto de terminales fijos y móviles a través de su infraestructura. La infraestructura de un sistema móvil de datos se compone fundamentalmente de tres subsistemas (figura19).

El subsistema de control y conmutación.

El subsistema de exploración.

El subsistema de radio.

El subsistema de control y conmutación esta constituido por un conjunto de centros de control y conmutación unidos entre si.

La conexión entre los centros de control y conmutación se realizan en algunos sistemas mediante enlaces dedicados, mientras otras utilizan para esa conexión las redes publicas de transmisión de datos en modo paquete.

El sistema de exploración integra el centro de gestión, que esta conectado a todos los centros de conmutación y el centro de facturación.

El subsistema radio esta formado por un conjunto de estaciones base que proporciona la cobertura radioeléctrica del sistema.

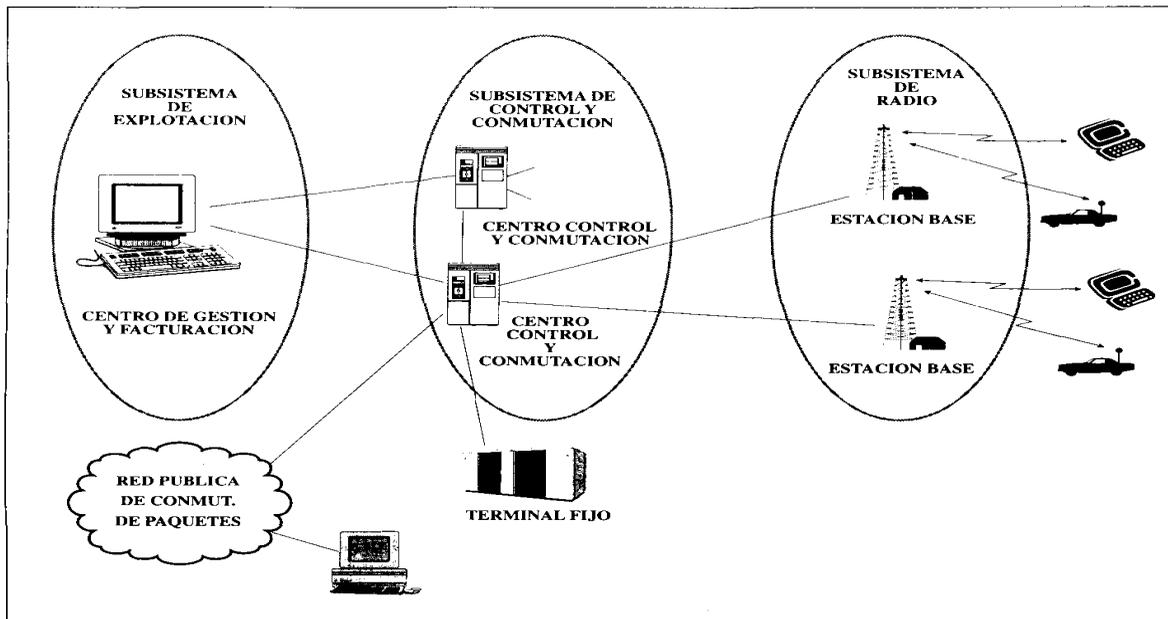


Figura 18. Arquitectura

Elementos del sistema.

Centros de control y conmutación. Son los encargados del encaminamiento de los mensajes a los distintos puntos terminales de la red.

Centro de gestión de red.

Es el sistema utilizado por el operador del sistema para realizar las funciones de configuración, supervisión, control y gestión de la red, este centro contiene normalmente toda la información particular relativa de los usuarios.

Estaciones base.

Están constituidas por una interfaz de línea para su conexión al centro de control y conmutación del que dependen, una parte de control, un grupo de transeptores y un conjunto de elementos de radio frecuencia (combinadores, multiacopladores, antenas, etc.)

Estas estaciones base constituyen los puntos de enlace del sistema con los terminales móviles, realizando por lo tanto la conversión del protocolo utilizado en el radio al protocolo de línea usado en su conexión con el centro de control y conmutación.

Equipos móviles.

Los equipos móviles se constituyen por dos partes que están claramente diferenciadas. El terminal de datos, y el radio módem.

Los terminales compuestos, que son aquellos constituidos por un terminal de datos, y un radio módem separado. En este caso, el terminal de datos se conecta al radio módem utilizando la interfaz móvil definida en el sistema.

Los terminales integrados, que son aquellos que contienen el mismo equipo al terminal de datos y el radio MODEM. En este caso la interfaz móvil no es accesible externamente.

2.3.6 Tipos de sistemas móviles exclusivos para datos.

Al igual que en las redes fijas, la transferencia de datos en un sistema móvil puede realizarse mediante dos técnicas:

Transmisión en modo circuito.

Transmisión en modo paquete.

Los sistemas que utilizan la transmisión en modo circuito las interfases de acceso tendrán especificados sólo los niveles físico y de control de enlace.

Los sistemas que utilizan la transmisión en modo paquete utilizan los recursos de transmisión exclusivamente cuando se envían los datos, estando estos estructurados como paquetes de información de la misma forma que en las redes convencionales de paquetes.

Los sistemas móviles de datos en modo paquete pueden pertenecer a dos categorías:

Sistema sin conexión, donde cada paquete se encamina independientemente hacia el destinatario.

Sistema con conexión, donde se prepara el sistema al inicio del envío de una serie de paquetes.

2.3.7 Asignación de frecuencias.

Frecuencias de Uso Libre.

Por otra parte, se aprobó un tercer acuerdo sobre Bandas de Frecuencia para Uso Libre publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de agosto de 1998, mismo que contempla la canalización de las frecuencias comprendidas en el segmento 462.55625 a 467.71875 MHz., asignándose para su operación 14 canales de 12.5 kHz de ancho de banda y un alcance máximo de 2 kms.

Acceso Inalámbrico Fijo o Móvil.

Es un servicio de enlace radioeléctrico bidireccional entre una red pública de telecomunicaciones y el usuario final para la transmisión de signos, señales, escritos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza.

1850 a 1990 MHz. (30 MHz)

1850 a 1990 MHz. (10 MHz)

3.4 a 3.7 GHz.

440 a 450 y 485 a 495 MHz

Radiocomunicación Móvil Terrestre.

Servicios de radiolocalización móvil de personas y vehículos, tele medición, telecontrol, monitoreo de alarmas y radiocomunicación especializada de flotillas, con excepción de telefonía.

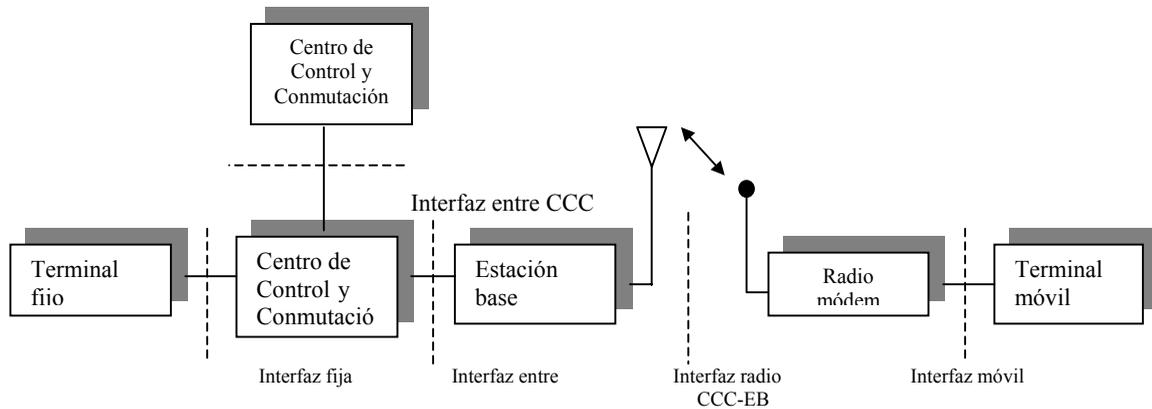


Figura 19. interfaces.

2.3.8 Interfaces.

Interfaz de radio.

Hace posible el intercambio de paquetes de datos entre las terminales móviles y los órganos de control del sistema, desde donde son transmitidos (o recibidos) hacia (o desde) los usuarios fijos. Esta interfaz debe asegurar la siguiente funcionalidad.

Gestión y control de la conexión “extremo a extremo” en sus dos modos, data grama y/o llamada virtual.

Corrección y control de los errores producidos en el trayecto radio.

Control de flujo de transmisión.

Facilidades de diagnósticos.

Esta interfaz debe tener además las siguientes propiedades:

Posibilitar una operación multicanal en zonas de alto tráfico.

Asegurar una alta eficiencia en la utilización del espectro.

Asegurar una tasa muy baja de paquetes erróneos y perdidos.

Asegurar un mínimo retardo en la transmisión de los paquetes.

Tener capacidad para detectar terminales no alcanzables y poder almacenar y retransmitir posteriormente los mensajes destinados hacia estos terminales.

2.3.9 Módems.

Un módem es un dispositivo que permite la transmisión y recepción de información binaria a través de un medio analógico para poder realizar este proceso, es necesario convertir la señal digital en analógica, y viceversa, y esa es la función del módem.

Cualquier tipo de módem (Modulador/DeModulador) se encarga de convertir un flujo de datos digitales banda base en una señal analógica apropiada para ser transmitida sobre el

medio, y viceversa. La principal diferencia entre un radio módem y un módem de cable se refiere a la aplicación a la que se destina. De este modo, los módems de cable están preparados para conectarse a redes de cable como pueda ser la red telefónica conmutada o una red híbrida de fibra óptica y coaxial . Por su parte, los radio módems están destinados a aplicaciones en las cuales sea necesario transmitir la señal vía radio, como por ejemplo interconexión de ordenadores a través de LAN o MAN inalámbricas, sistemas: Sistema de Distribución Multipunto de Multicanales (MMDS) o Local Multipoint Distribution Service (LMDS).

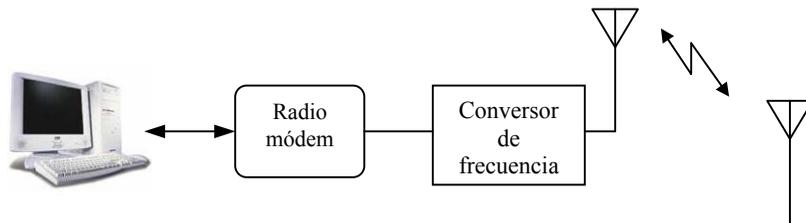


Figura 20. Acceso a través de radio módem.

Así pues, los radio módems deben estar preparados para transmitir sobre un entorno más hostil que el cable, a menudo sujeto a desvanecimientos, propagación multicamino (multipath) o interferencias. Esto obliga a emplear mecanismos de modulación distintos a los empleados en los módems de cable. Para la transmisión, los radio módems disponibles comercialmente suelen utilizar las bandas ISM de 900 MHz (902-928 MHz), 2,4 GHz (2400-2483,5 MHz) y 5,8 GHz (5725-5850 MHz).

2.3.10 Características del sistema de comunicación de radio frecuencia.

En la siguiente tabla se resaltan algunas de las características principales del sistema de comunicación.

Tabla 6. Ventajas y desventajas del sistema de comunicación celular.

Sistema de comunicación por radiofrecuencia.	
Ventajas del sistema de datos.	Desventajas del sistema de datos.
Sencilla implementación de la red de comunicación.	Velocidad de transmisión baja.
Bandas de frecuencia de uso libre.	El sistema no cuenta con gestión de red.
Fácil configuración de equipo de comunicación.	Cobertura limitada al diseño de la red.
Variedad de equipos terminales.	No cuenta con sistema de almacenamiento de datos.
	Pérdida de información.

3 CAPÍTULO III Protocolos de comunicación.

Se le llama protocolo de comunicación al conjunto de reglas que controlan la secuencia de mensajes que ocurren durante una comunicación entre entidades que forman una red. En este contexto, las entidades de las cuales se habla son programas de computadora o automatismos de otro tipo, tales y como dispositivos electrónicos capaces de interactuar en una red.

Los protocolos establecen aspectos tales como:

Las secuencias posibles de mensajes que pueden arribar durante el proceso de la comunicación.

La sintaxis de los mensajes intercambiados.

Estrategias para corregir los casos de error.

Estrategias para asegurar la seguridad (autenticación, encriptación).

Los protocolos que son implementados en sistemas de comunicación que tienen un amplio impacto suelen convertirse en estándares, debido a que la comunicación es un factor fundamental en numerosos sistemas.

3.1 PROTOCOLOS DE ENLACE DE COMUNICACIONES.

Conjunto de especificaciones técnicas que definen las condiciones físicas y los procedimientos lógicos que deben cumplirse para lograr la transferencia de datos de extremo a extremo de una red de comunicaciones.

Este conjunto de reglas que constituye un protocolo está destinado especialmente a normalizar las interfases entre el equipo Terminal de datos y la red a la cual éste se encuentra conectado.

Objetivos más importantes que cumplen los protocolos:

Utilizar con la mayor eficiencia posible el canal de comunicaciones.

Asegurar la secuencia correcta e integridad de los datos.

Permitir la operación de instalaciones punto a punto y multipunto.

Ser independiente del modo de operación del canal de comunicaciones y de las características de transmisión.

Presentar condiciones de transparencia, ante cualquier secuencia de bits que se transmitan por el canal.

Principales acciones que llevan acabo los protocolos:

Control de flujo de datos hacia la estación receptora.

Control de la actividad en el canal de comunicaciones para identificar la siguiente estación que realizará una intervención.

Garantizar que los bloques de datos lleguen a su destino libre de errores.

Encaminar los datos hacia la estación destino.

Informar a las estaciones involucradas en la transmisión de datos del estado operativo de cada una de ellas, de manera que las mismas sepan cuáles están activas y cuáles no.

Encaminar los datos hacia la estación de destino con independencia de los nodos intermedios que deba atravesar (encaminamiento, Routing).

3.1.1 Clasificación de los protocolos en base al concepto de arquitectura de comunicaciones.

Los protocolos se pueden clasificar en:

Estructurados

No estructurados

Protocolos estructurados.

Los protocolos estructurados están confeccionados para realizar las distintas funciones, que en las arquitecturas de comunicaciones cumplen los diferentes niveles o capas, en las que se encuentran estratificadas dichas arquitecturas.

Las arquitecturas de comunicaciones modernas están generalmente relacionadas con el modelo de referencia OSI (Open System Interconnection).

Protocolos no estructurados.

Estos protocolos se confeccionan y optimizan según las necesidades específicas de los usuarios y el tipo de aplicación que éstos requerirán.

Los protocolos no estructurados están generalmente basados en disciplinas de líneas, que consisten en el ordenamiento de las etapas o fases que conforman el establecimiento de una comunicación de datos; es decir, la conexión, la transferencia de la información, el control de errores y la desconexión.

3.1.2 Modelo de referencia OSI.

OSI (Open Systems Interconnection) o Interconexión de Sistemas Abiertos, es un conjunto de normas que describen los formatos y protocolos para la interconexión de los sistemas. Los objetivos que persigue este modelo son, entre otros, la interoperatividad, la independencia del tipo de instalación o de red y la existencia de extremos abiertos. Se definen unas interfaces de programación y una interfaz de usuario amigable que oculta la complejidad de los servicios de aplicación de OSI. A continuación se explican los términos que definen el modelo de referencia OSI.

Interoperabilidad en cuanto a permitir y hacer posible el trabajo interactivo entre las máquinas. Independencia de la instalación para que el modelo pueda ser implementado sobre cualquier arquitectura. Que los extremos sean abiertos permite la comunicación entre máquinas que puedan trabajar con software diverso, tal como ocurre con los distintos sistemas operativos. La interconectividad define las reglas que posibilitan la interconexión física y la transmisión de datos entre ordenadores diferentes.

Los conceptos y términos básicos que tenemos que tener bien claros para entender el modelo, son los siguientes: Nivel, servicio, interfaz, punto de acceso al servicio, protocolo y unidad de datos del protocolo.

Se define como nivel cada una de las capas o estratos de la arquitectura funcional.

Los servicios son el conjunto, de resultados ofrecidos por un determinado nivel N al nivel inmediatamente superior, como resultado de la actividad funcional del citado nivel.

Las primitivas de servicios permiten invocar a un nivel superior los servicios proporcionados por un nivel inferior. Del mismo modo, el nivel inferior también emplea primitivas de servicio para comunicar a las entidades del nivel superior el resultado de la invocación.

En un Servicio Orientado a Conexión se establece, en primer lugar, una conexión con la entidad remota, por decirlo así se establece un circuito seguidamente se procede al intercambio de información y por último se produce la liberación de la conexión.

Una interfaz permite definir las operaciones y primitivas de servicio que ofrece una capa inferior a la que está por encima de ella.

El punto de acceso al servicio o, SAP (Service Access Point), representa el lugar de la interfaz por donde las entidades de un nivel genérico N acceden a los servicios prestados por el nivel inferior N-1.

Un protocolo es un conjunto de normas que definen y regulan la comunicación entre entidades del mismo nivel N. En una red, un protocolo es un conjunto formal de reglas y convenciones desarrollado por organismos reguladores internacionales que determinan cómo intercambian datos los distintos aparatos y dispositivos de la red.

La Unidad de Datos de Protocolo o simplemente PDU (Protocol Data Unit), es la unidad que permite implementar las tareas de un protocolo, es decir, determina la estructura y los datos que maneja. A su vez, una PDU está compuesta por dos partes: la unidad de datos de servicio (SDU), y la unidad de información de control, (IC).

Arquitectura básica del OSI.

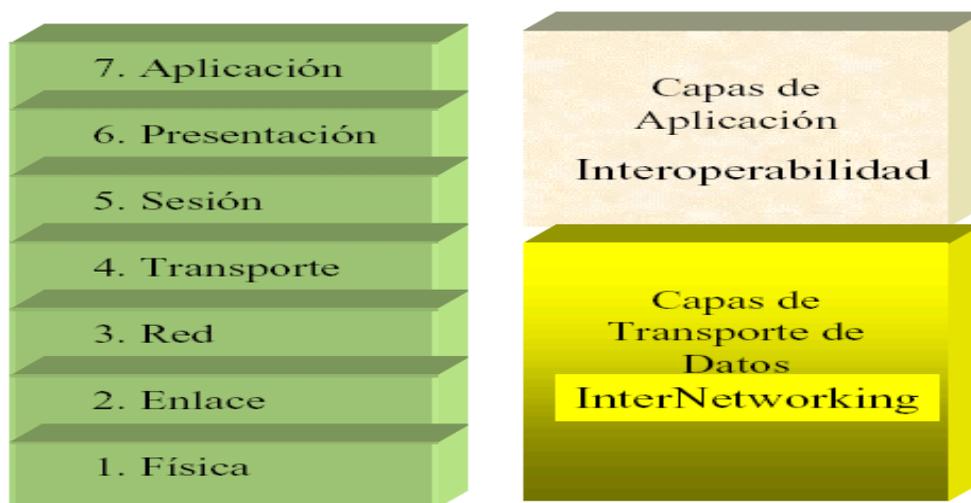


Figura 21. Arquitectura del modelo OSI

Nivel físico.

En esta capa se proporcionan los vínculos necesarios para la conexión al medio de enlace. Las funciones son:

- Conexión física al medio de transmisión.
- Definición de las características mecánicas, eléctricas, funcionales y de procedimiento.
- Identificación del enlace de datos y notificación de condiciones de falla.

Nivel de enlace de datos.

La tarea principal de este nivel es tomar un medio de transmisión en bruto y transformarlo en una línea que parezca libre de errores de transmisión, no detectables por la capa superior. El nivel de enlace de datos transforma la transmisión de bits del nivel físico en tramas de datos. Estas tramas también pueden incluir un checksum, o bits de detección y corrección de errores.

El objetivo de este nivel es proporcionar un “enlace lógico” entre dos máquinas.

Nivel de red.

Este nivel se ocupa de controlar el funcionamiento de la subred. Una consideración clave de diseño es determinar cómo se encaminan o enrutan los paquetes de la fuente hasta llegar al destino.

Nivel de transporte.

La función básica de este nivel es aceptar los datos que recibe de la capa superior (de sesión), dividirlos en unidades más pequeñas si es necesario, y pasarlas a la capa de red, asegurando que todos los paquetes lleguen correctamente al otro extremo de la comunicación. Además, todo esto debe hacerse de manera eficiente y de forma que se aísle a las capas superiores de los cambios o adelantos en la tecnología del hardware de los distintos equipos.

Nivel de sesión.

Este nivel incorpora herramientas de control estandarizadas para coordinar las comunicaciones. La capa de sesión tiene por objeto principal organizar y controlar la relación de comunicación o diálogo entre los dos extremos de la conexión.

Nivel de presentación.

Asegura que el contenido y formato de la información sean idénticos al ser recibidos por la otra entidad de presentación, adaptándolos al sistema local de almacenamiento. Puesto que los datos pueden representarse de forma distinta en cada máquina, es necesario establecer un formato de representación intermedio común a todas las máquinas de la red.

Nivel de aplicación.

La función principal de la capa de aplicación es permitir la interacción con el usuario final, proporcionando una interfaz de usuario formada por una amplia variedad de servicios y aplicaciones de red. Algunas de las aplicaciones más comunes que constituyen esta capa son las siguientes:

- Transferencia de ficheros
- Correo electrónico
- Ejecución remota de trabajos
- Servicio de Terminal virtual
- Acceso a bases de datos
- Servicio de directorio

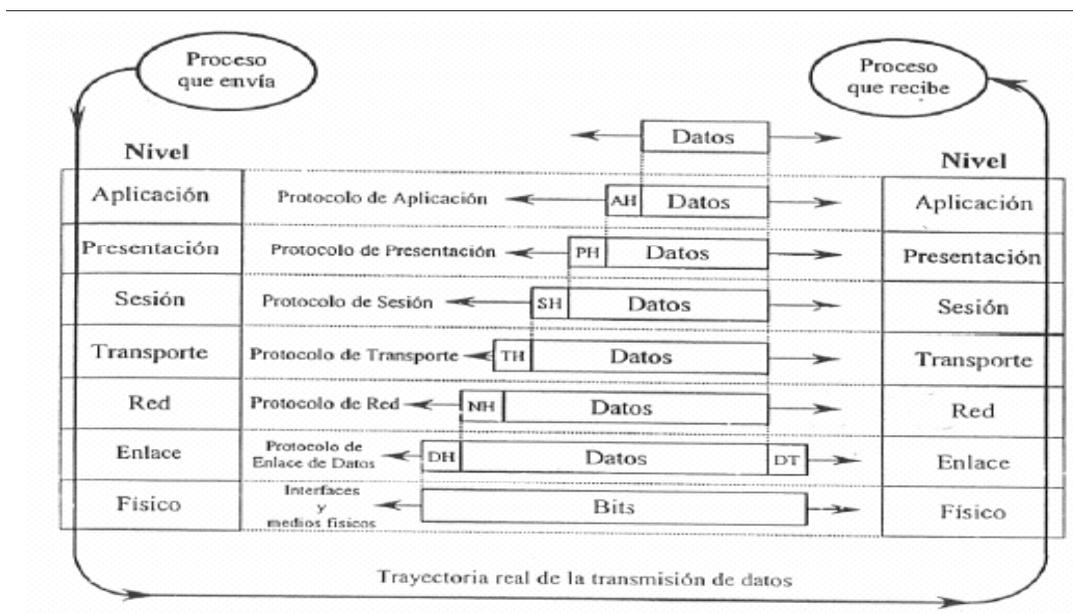


Figura 22. Niveles del modelo OSI

El modo en el que cada nivel tiene que realizar sus funciones, se basa en añadir (en el caso del emisor) e interpretar y eliminar (en el caso del receptor), una cabecera de control, que es interpretada por el mismo nivel de la otra máquina. Después de añadir esta cabecera de control, el nivel hace fluir la información hacia el siguiente nivel y así sucesivamente.

3.1.3 El modelo de referencia TCP/IP.

Introducción.

Las siglas TCP/IP significan Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo de Internet. El IP representa el esquema mediante el cual dos dispositivos (ambos con direcciones IP) se comunican entre sí. TCP gestiona el flujo de paquetes IP, y garantiza que los paquetes lleguen correctamente a su destino, libres de errores.

IP (Internet Protocol) o Protocolo de Internet, es un protocolo de red (capa 3 del modelo de referencia OSI). Es el protocolo estándar para enviar una unidad de datos básica (un datagrama IP) a través de una interconexión de redes.

Capas del modelo de referencia.

Las capas del modelo de referencia TCP/IP son cuatro: La capa de Internet (también llamada de Interred), la de transporte, la de aplicación y la capa de host a red. En la siguiente figura observamos los niveles de este modelo.



Figura 23. Modelo de referencia TCP/IP

La capa de Internet es el eje que mantiene unida toda la arquitectura. Su misión es permitir que los nodos inyecten paquetes en cualquier red y los transporten de forma independiente a su destino.

La capa de transporte **TCP** (Transmission Control Protocol) se diseñó para permitir que las entidades pares en los nodos de origen y destino llevaran a cabo la comunicación. Al igual que en la capa de transporte del modelo OSI, los protocolos se definieron extremo a extremo. TCP es un protocolo confiable orientado a la conexión que fragmenta la corriente entrante de bytes de su nivel superior (aplicación) en mensajes discretos, y pasa cada uno de ellos a la capa de red. También se encarga del control de flujo, es decir, controla que ningún transmisor rápido sature a un receptor lento, en definitiva, que el flujo de información sea el adecuado entre emisor y receptor.

3.2 PROTOCOLOS E INTERFACES GSM y GPRS.

3.2.1 Interfaces y Protocolos GSM/GPRS.

El plano de transmisión es el encargado de proveer la transmisión de los datos del usuario y su señalización para el control de flujo, detección de errores y la corrección de los mismos. La Figura 25 ilustra la pila de protocolos GPRS y el flujo de extremo a extremo de un mensaje desde el MS (Mobile Station) hasta el GGSN (Gateway GPRS Support Node). Nodo pasarela de soporte GPRS. Pasarela GPRS hacia las redes externas de paquetes. El protocolo entre el SGSN (Serving GPRS Support Node). Nodo servidor de soporte GPRS y el GGSN a través de la interfaz Gn es GTP (GPRS Tunneling Protocol).

El nivel de enlace de datos ha sido subdividido en dos subniveles: El LLC (Logical Link Control) Control de enlace lógico y el Control del enlace de radio y control de acceso al medio (RLC/MAC Radio Link Control/Medium Access Control). El subnivel LLC proporciona un enlace lógico altamente fiable entre el móvil y su SGSN asignado.

El principal propósito del nivel de control de enlace de radio o RLC (Radio Link Control) consiste en establecer un enlace fiable entre la MS y el subsistema BSS (Base Station Subsystem) Subsistema de estación base, lo cual incluye la segmentación y reensamblado de unidades de datos de protocolo LLC en bloques de datos RLC y ARQ de palabras de código no correctas.

El sub nivel RLC/MAC se encarga de proporcionar servicios de transferencia de información sobre la capa física de interfaz de radio GPRS, de definir los procedimientos de acceso múltiple sobre el medio de transmisión que consistirá en varios canales físicos, de la transmisión de bloques de datos a través del interfaz aéreo y es responsable por el protocolo de corrección de errores BEC-Backward Error Correction que consiste en la retransmisión selectiva de bloques con errores no corregibles ARQ.

La capa física, entre el móvil y la Estación base para comunicaciones celulares (BTS: Base Transceiver Station) se divide en dos subcapas: la subcapa de enlace físico (PL-Physical Link subLayer) y la subcapa física de radiofrecuencia (RFL-Physical RF SubLayer). La subcapa de enlace físico (PLL-Physical Link subLayer) proporciona los servicios necesarios para permitir la transmisión de información sobre un canal físico entre el móvil y la BSS. Estas funciones incluyen el montaje de las unidades de datos, la codificación de los datos y la detección y corrección de errores. La capa física de radiofrecuencia (RFL-Physical RF SubLayer) se encarga de realizar la modulación y la demodulación de las ondas físicas.

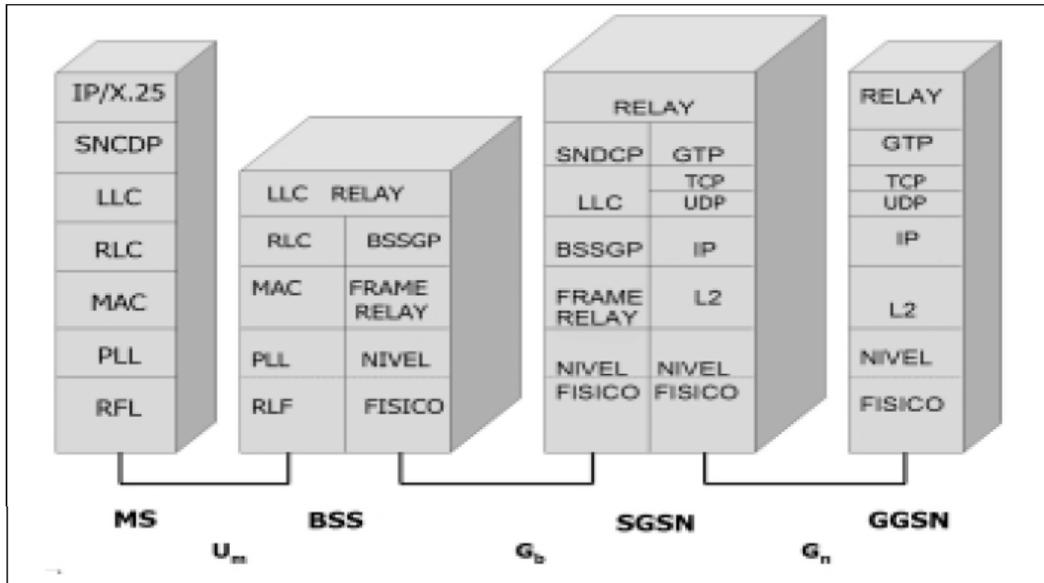


Figura 24. Pila de protocolos

GTP Tunnel es una conexión virtual entre dos GSNs (generalmente entre SGSN y GGSN). Un GTP Tunnel puede contener varias conexiones de datos multiplexadas del usuario (varias MTs puede compartir el mismo tunnel de GTP sin ningún conocimiento de uno). GTP Tunnel utiliza una trayectoria de datos del paquete en la red de espina dorsal de GPRS, que es una trayectoria de TCP/IP o de UDP/IP.

GTP maneja el flujo de los datos del paquete del usuario y de la información que señala entre el SGSN y el GGSN en una red de GPRS. GTP se define en los interfaces de Gn y del Gp de una red de GPRS.

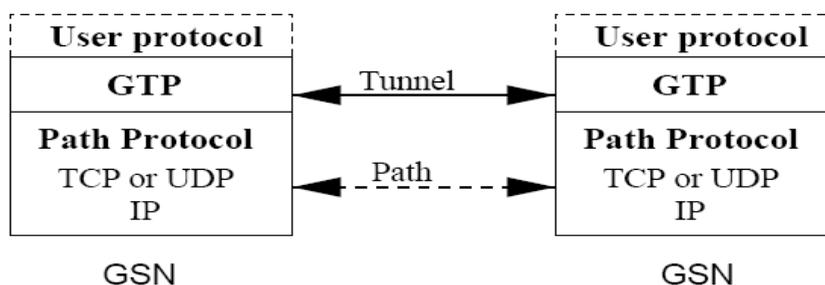


Figura 25. Modelo del protocolo GTP

SNDCP (Subnetwork Dependent Convergence Protocol)

El **protocolo SNDCP** (Subnetwork Dependent Convergence Protocol) se utiliza para transferir paquetes entre el nodo SGSN y la estación móvil MS. Su funcionalidad incluye:

- Multiplexación de varias conexiones del nivel de red en una conexión lógica virtual del nivel LLC subyacente.

- Compresión y descompresión de los datos de usuario e información de cabecera redundante.

Plano de señalización.

La arquitectura de protocolos del plano de señalización comprende los protocolos para controlar y soportar las funciones del plano de transmisión, control de caminos de encaminamiento y asignación y desasignación de recursos. Entre la MS y el SGSN, el protocolo GMM/SM (GPRS Mobility Management and Session Management) soporta la movilidad y la gestión de la sesión cuando realiza funciones como conectarse/desconectarse de GPRS, funciones de seguridad, activación del contexto PDP y actualización de áreas de encaminamiento.

3.3 PROTOCOLOS DEL SISTEMA SATELITAL

3.3.1 Protocolos de acceso al satélite.

Las técnicas de acceso múltiple hacen posible que distintas estaciones terrenas transmisoras utilicen un mismo transpondedor, permitiendo su mejor aprovechamiento. El mismo concepto puede extenderse a comunicaciones inter-satelitales.

Una diferencia entre los conceptos de multiplexaje y acceso múltiple consiste en que el acceso múltiple se realiza siempre en radiofrecuencia, mientras que el multiplexaje se realiza en banda base, además el multiplexaje se produce completamente ya sea en las estaciones terrenas o en redes terrenales enlazadas a una estación terrena, mientras que en el acceso múltiple, originados por los enlaces desde distintas estaciones terrenas, participan los satélites.

En un sistema de acceso múltiple, se optimiza el uso de capacidad de un satélite y del ancho de banda asignado. Por medio de estos métodos, cualquier estación terrena puede comunicarse con cada una de las otras estaciones que se encuentran en el sistema, utilizando un transpondedor de satélite común.

Una ventaja de la comunicación vía satélite sobre otros medios de transmisión, es la habilidad de enlazar todas las estaciones terrenas al mismo tiempo (comunicación multipunto).

De manera similar, el acceso múltiple hace posible que diversas estaciones, envíen señales simultáneamente al mismo satélite. Para lograrlo, se utilizan diversas técnicas de acceso múltiple como lo son:

- Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA)
- Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA).
- Acceso Múltiple por División de Código (CDMA).

En FDMA (Frequency Division Multiple Access), el ancho de banda del canal se divide en bandas de frecuencia más pequeñas. Las estaciones terrenas transmiten una o varias

portadoras, cada una con diferente frecuencia. A cada portadora a transmitir, se le asigna una subdivisión de frecuencia junto con una pequeña banda de guarda.

El número de interfases de protocolo o lógicas, si bien sujetas a estandarización, es prácticamente incalculable en el mercado actual. Las redes VSAT utilizadas en la actualidad pueden soportar literalmente muchos protocolos de comunicación de datos, ya sea a través de aplicaciones de paso de marco transparente o de “túnel de protocolo” más eficiente.

Los protocolos pueden dividirse en muchas categorías:

Circuitos de caída múltiple (multidrop) punto a punto de configuración fija. El protocolo de acceso random RA/TDMA requiere de un complicado proceso de retransmisión de información en caso de colisión de tramas en el satélite. En este caso el acceso al receptor confirma la correcta detección de la trama (ACK). De existir una colisión no se confirma la recepción y se obliga a la retransmisión. Se disponen de dos variantes: El Stotted-Aloha contiene paquetes de datos constantes, y acceso aleatorio con pulsos de sincronismo de las estaciones broadcast. El protocolo Reservation-Aloha dispone de acceso en un tiempo predeterminado para reservar un intervalo en la próxima trama.

Se hace una clasificación adicional del acceso múltiple, superpuesta y por lo tanto coexistente con los métodos de acceso anteriores, por la forma en la cual las estaciones se les asigna en el tiempo la capacidad de un transpondedor:

- Acceso Múltiple con asignación Previa o permanente (PAMA), por el cual cada canal de cada estación tiene asignada permanentemente una parte de la capacidad en frecuencia del transpondedor en la forma de acceso FDMA, ó, una posición determinada de ráfaga en la forma de acceso TDMA.
- Acceso Múltiple con Asignación por Demanda (DAMA), en que las estaciones no tienen asignada en forma permanente una frecuencia o una ráfaga de una portadora de frecuencia fija, sino que en el momento en que requieren establecer una comunicación se les asigna una que no esté ocupada, la cual es reasignada a otras estaciones cuando concluye dicha comunicación.
- Acceso Múltiple Aleatorio (RMA), por el cual en el momento en que una estación requiere comunicarse utiliza un intervalo de tiempo de transmisión cualquiera en una portadora, que puede ser el mismo intervalo utilizado en esa ocasión por otra estación terrena.

Protocolo de corrección de errores

La ARQ emplea un código de detección de errores que debe complementarse con un canal de retorno para solicitar la repetición de los bloques que se reciben con error.

Corrección de errores del tipo FEC permite corregir en el lugar de destino una proporción determinada de errores sin necesidad de retransmisión, y es ampliamente utilizado en redes satelitales. Se basa en el código de bloque y códigos de desarrollo continuo o convolucionales, que obligan a agregar bits de control a los de información antes de la modulación. En la estación receptora, después de la demodulación, se utiliza la estructura o la información adicional proporcionada por los bits de control para corregir ciertas configuraciones de error.

3.4 PROTOCOLOS DEL SISTEMA DE RADIO.

MPT1327.

El protocolo sólo define la señalización sobre el interfaz aire, e impone unas restricciones mínimas sobre el diseño final del sistema. Este protocolo permite realizar las siguientes funciones:

Llamadas de voz.

Llamadas de datos, para la transmisión de señalización no pre-definida.

Introducción en una llamada en curso.

Mensajes de estado.

Mensajes cortos.

El protocolo utiliza señalización a 1200 bps, con modulación de subportadora en FFSK (Fast Frequency Shift Keying). Está diseñado para trabajar con unidades de radio a dos frecuencias semi-dúplex y un centro de control que trabaja en dúplex.

El protocolo está diseñado para ser utilizado por sistemas que ponen en cola aquellas llamadas que no puedan establecerse de forma inmediata. El protocolo tiene también una facilidad de registro para ayudar a la implementación de sistemas y redes multiemplazamiento: una unidad puede informar a la unidad de control de su posición cuando transita entre diferentes emplazamientos o sistemas.

Recomendaciones V.32, V.32 bis, V.32 terbo, V.33, V.34 y V.90

Estas son familias de módems normalizados para ser utilizados en líneas dedicadas y conmutadas. El V.32 opera a 9600 bps nominal. El protocolo V.32 bis para 14400 bps En estos módems se utiliza dos técnicas de modulación: modulación 16-QAM

La velocidad de modulación es de 2400 baudios con una frecuencia de portadora de 1800 ± 1 Hz.

Las técnicas de control de error más utilizadas son los Protocolos MNP-4 (Microcom Networking Protocol) y el Protocolo UIT-T V.42. En la Recomendación V.42 se describe un sistema principal de control de error denominado LAPM (Link Access Procedure for Modems) el cual incluye al MNP-4 como un sistema alternativo. Esto quiere decir que un módem con control de error V.42 puede establecer entonces una conexión con control de error con un módem que soporta MNP-4 solamente. Las técnicas de compresión de datos, las más utilizadas son los

Protocolos UIT-T V.42 bis y el Protocolo MNP-5. Un módem no puede soportar compresión de datos sin utilizar un protocolo de control de error, aunque es posible tener un módem que soporta solamente control de error pero no compresión de datos. Un módem con MNP-5 requiere control de error MNP-4, y un módem con V.42 bis requiere control de error V.42.

Protocolos de detección de errores.

La detección de errores es mediante el método de control de paridad, se basa en añadir a la secuencia de bits información transmitidos otros bits de control adicionales.

En cualquiera de los métodos que usan este sistema, la paridad puede ser par o impar.

Corrección de errores.

Existen dos protocolos fundamentales para la corrección de errores:

Corrección hacia atrás.

Corrección hacia delante.

Corrección hacia atrás.

Este sistema implica la retransmisión de los datos tantas veces como sea necesario, hasta que sean recibidos libres de errores.

Corrección hacia delante.

Esta técnica, denominada Forward Error Correction (FEC), se basa en uso de códigos auto correctores, que se diseñan sobre la base de sistemas de codificación redundante y corrigen errores detectados en la misma estación que recibe el bloque de datos.

Compresión de datos

Esta tarea se realiza siguiendo principalmente la recomendación V.42bis que se basa en un procedimiento conocido como de Lempel/ZIV.

3.5 COMPRESIÓN DE DATOS.

Técnicas lógicas o físicas que permiten reducir el tamaño de un conjunto de datos sin alterar el significado de la información que contiene.

Los sistemas de compresión de datos al utilizar códigos sofisticados o métodos lógicos de compresión, permiten reducir el volumen de datos y, por consiguiente disminuyen las necesidades de almacenamiento en discos y se abaratan las transmisiones. Así se logra transferir mayor cantidad de información en tiempos substancialmente menores sin necesidad de aumentar el ancho de banda de los canales de comunicación.

La compresión de datos mejora la velocidad de transmisión.

La compresión de datos permite aumentar la velocidad real de transferencia de datos manteniendo constante tanto la velocidad de modulación como la velocidad de transmisión.

Compresión lógica.

La compresión lógica se basa en un proceso de análisis de la información con vista a obtener la misma información usando la menor cantidad posible de caracteres.

Compresión física.

La compresión física es de un conjunto de datos contenidos en una base de datos, se basa generalmente en resultados tecnológicos extraídos de estudios basados en la teoría de la codificación.

En un proceso de transmisión de datos, la compresión física puede ser vista como la acción de reducir la cantidad de bits de datos antes de que estos entren al sistema que los transmitirá. Estas técnicas se basan en que los distintos caracteres empleados en un conjunto de datos a transmitir tienen diferentes frecuencias de aparición.

4 CAPÍTULO IV sistema de red para la estación pluviométrica.

4.1.1 Definición de Redes.

Una red es un arreglo o configuración de nodos, conectados mediante canales de comunicación.

4.1.2 Definiciones: Redes informáticas.

Son redes en las que:

- ♦ Cada nodo es una estación que envía y/o recibe datos (ordenadores o dispositivos), es decir, los nodos son elementos de hardware.
- ♦ Los canales de comunicación son los medios que transportan datos, de un dispositivo emisor a otro receptor.
- ♦ Se requiere software especializado para manejar la comunicación de datos

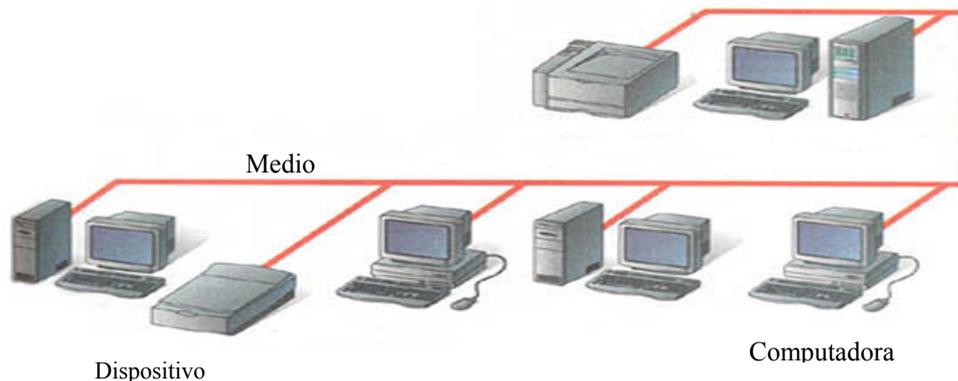


Figura 26.

Esquema de una red informática

Funciones.

Establecer, conducir y finalizar la comunicación de datos entre dos o más nodos.

Beneficios.

Acceso simultáneo a programas e información.

Equipos periféricos compartidos (impresoras, escáner, etc.) Comunicación personal más eficiente (correo electrónico, foros, etc.)

Procesos de respaldo más efectivos.

4.1.3 Medios o canales de comunicación.

Un canal puede ser un medio físico (cable) o un medio inalámbrico (frecuencia de radio específica).

La selección de un canal depende de:

- ♦ Condiciones de la instalación.
- ♦ Volumen de bits transportados por unidad de tiempo.
- ♦ Distancia que pueden recorrer los datos sin sufrir atenuación.
- ♦ Costos.

4.1.4 Protocolo de comunicación.

Es un conjunto de reglas, normas y procedimientos que garantizan la integridad y correcta secuencia de los datos transmitidos.

Asegura que todos los nodos de una red informática, emiten y reciben datos organizados en la misma forma.

Funciones del protocolo de comunicación.

- ♦ Establecer que un nodo está listo para comunicarse.
- ♦ Verificar y recuperar errores.
- ♦ Numerar los mensajes, para comprobar que llegan en la secuencia correcta.
- ♦ Controlar el destino de los mensajes.
- ♦ Decidir qué elemento emitir y cuál recibir.

4.1.5 Dispositivos de comunicación.

Equipos electrónicos especialmente diseñados para posibilitar, facilitar o mejorar la conexión a redes informáticas. Estos son algunos equipos utilizados:

Módems, Hub, Switch, Router.

4.1.6 Clasificación de las redes informáticas.

Las redes informáticas se clasifican de acuerdo a diversos criterios.

Algunos de ellos son:

Extensión geográfica.

Topología.

Relaciones lógicas.

Redes LAN (Local Area Network).

Redes informáticas cuyos nodos están físicamente ubicados dentro de extensiones geográficas pequeñas.

Pueden utilizar medios físicos o inalámbricos.

Suelen incluir dispositivos de comunicación tales como: HUB, Switch y Routers.

Redes WAN (Wide Area Network).

Redes informáticas cuyos nodos están físicamente ubicados dentro de extensiones geográficas grandes.

Pueden utilizar medios físicos o inalámbricos.

Pueden estar formadas por redes LAN interconectadas a través de dispositivos tales como: MODEM, Router y Bridge.

Otras redes.

Redes MAN: Metropolitan Area Network, para redes ubicadas en extensiones que abarcan una ciudad.

Redes HAN: Home Area Network, para redes que abarcan los equipos existentes en una casa.

Redes PAN: Personal Area Network, para redes que abarcan los equipos de una persona.

4.1.7 Clasificación de las redes informáticas: Según su topología.

Redes con topología de bus.

Esta topología permite que todas las estaciones reciban la información que se transmite, una estación transmite y todas las restantes escuchan. Consiste en un cable con un terminador en cada extremo del que se cuelgan todos los elementos de una red. Todos los nodos de la red están unidos a este cable: el cual recibe el nombre de "Backbone Cable". Tanto Ethernet como Local Talk pueden utilizar esta topología.

El bus es pasivo, no se produce regeneración de las señales en cada nodo. Los nodos en una red de "bus" transmiten la información y esperan que ésta no vaya a chocar con otra información transmitida por otro de los nodos. Si esto ocurre, cada nodo espera una pequeña cantidad de tiempo al azar, después intenta retransmitir la información.

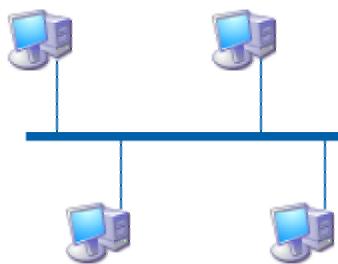


Figura 27. Topología Bus

Redes con topología de anillo.

Las estaciones están unidas unas con otras formando un círculo por medio de un cable común. Las señales circulan en un solo sentido alrededor del círculo, regenerándose en cada nodo. Con esta metodología, cada nodo examina la información que es enviada a través del anillo. Si la información no está dirigida al nodo que la examina, la pasa al

siguiente en el anillo. La desventaja del anillo es que si se rompe una conexión, se cae la red completa.

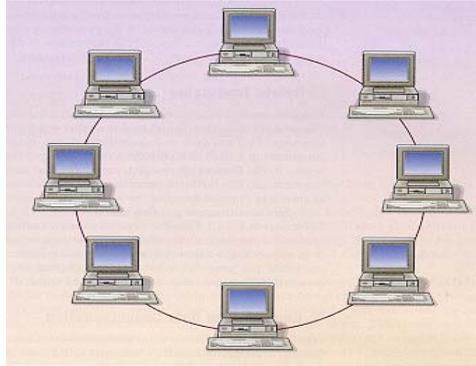


Figura 28. Topología de anillo

Redes con topología en estrella.

Los datos en estas redes fluyen del emisor hasta el concentrador, este realiza todas las funciones de la red, además actúa como amplificador de los datos.

La red se une en un único punto, normalmente con un panel de control centralizado, como un concentrador de cableado. Los bloques de información son dirigidos a través del panel de control central hacia sus destinos. Este esquema tiene una ventaja al tener un panel de control que monitorea el tráfico y evita las colisiones y una conexión interrumpida no afecta al resto de la red.

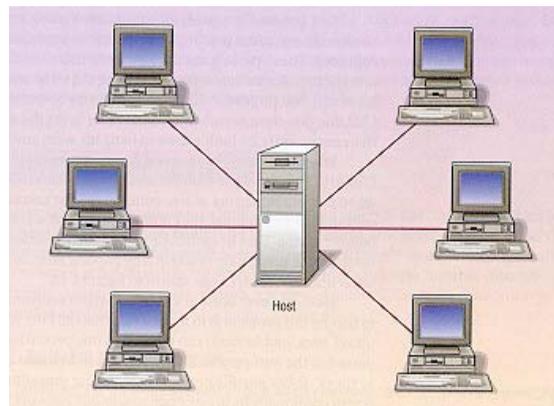


Figura 29. Topología en estrella

Redes híbridas.

El bus lineal, la estrella y el anillo se combinan algunas veces para formar combinaciones de redes híbridas.

Anillo en Estrella: Esta topología se utiliza con el fin de facilitar la administración de la red. Físicamente, la red es una estrella centralizada en un concentrador, mientras que a nivel lógico, la red es un anillo.

"Bus" en Estrella: El fin es igual a la topología anterior. En este caso la red es un "bus" que se cablea físicamente como una estrella por medio de concentradores.

Estrella Jerárquica: Esta estructura de cableado se utiliza en la mayor parte de las redes locales actuales, por medio de concentradores dispuestos en cascada par formar una red jerárquica.

4.1.8 Clasificación de las redes informáticas: Según las relaciones lógicas entre sus nodos.

Redes Cliente-Servidor.

Está conformada por un ordenador central o servidor y un conjunto de ordenadores cliente. Una parte de cada aplicación está en el servidor (software server) y la otra parte está en cada ordenador cliente (software client o workstation).

La distribución del trabajo de procesar y almacenar, sigue una lógica jerárquica.

Arquitectura cliente servidor.

Con respecto a la definición de arquitectura cliente/servidor se encuentran las siguientes definiciones:

Cualquier combinación de sistemas que pueden colaborar entre si para dar a los usuarios toda la información que ellos necesiten sin que tengan que saber donde esta ubicada.

Es una arquitectura de procesamientos cooperativo donde uno de los componentes pide servicios a otro.

“Es un modelo para construir sistemas de información, que se sustenta en la idea de repartir el tratamiento de la información y los datos por todo el sistema informático, permitiendo mejorar el rendimiento del sistema global de información”

La arquitectura cliente-servidor permite al usuario en una máquina, llamado el cliente, requerir algún tipo de servicio de una máquina a la que está unida, llamado el servidor, mediante una red como una LAN (Red de Área Local) o una WAN (Red de Área Mundial). Estos servicios pueden ser peticiones de datos de una base de datos, de información contenida en archivos pudiendo aprovechar la infraestructura existente de una red LAN o una WAN por lo que la arquitectura cliente-servidor es la mejor opción.

Que es un servidor.

Es cualquier recurso de cómputo dedicado a responder a los requerimientos del cliente. Los servidores pueden estar conectados a los clientes a través de redes LANs o WANs, para proveer de múltiples servicios a los clientes y ciudadanos tales como impresión, acceso a bases de datos, fax, procesamiento de imágenes, etc.

4.1.9 Características del modelo cliente/servidor.

En el modelo CLIENTE/SERVIDOR podemos encontrar las siguientes características:

1. El Cliente y el Servidor pueden actuar como una sola entidad y también pueden actuar como entidades separadas, realizando actividades o tareas independientes.
2. Las funciones de Cliente y Servidor pueden estar en plataformas separadas, o en la misma plataforma.



Figura 30. Modelo cliente/servidor

3. Un servidor da servicio a múltiples clientes en forma concurrente.
4. Cada plataforma puede ser escalable independientemente. Los cambios realizados en las plataformas de los Clientes o de los Servidores, ya sean por actualización o por reemplazo tecnológico, se realizan de una manera transparente para el usuario final.
5. La interrelación entre el hardware y el software están basados en una infraestructura poderosa, de tal forma que el acceso a los recursos de la red no muestra la complejidad de los diferentes tipos de formatos de datos y de los protocolos.
6. Un sistema de servidores realiza múltiples funciones al mismo tiempo que presenta una imagen de un solo sistema a las estaciones Clientes. Esto se logra combinando los recursos de cómputo que se encuentran físicamente separados en un solo sistema lógico, proporcionando de esta manera el servicio más efectivo para el usuario final. También es importante hacer notar que las funciones Cliente/Servidor pueden ser dinámicas. Ejemplo, un servidor puede convertirse en cliente cuando realiza la solicitud de servicios a otras plataformas dentro de la red. Su capacidad para permitir integrar los equipos ya existentes en una organización, dentro de una arquitectura informática descentralizada y heterogénea.
7. Además se constituye como el nexo de unión más adecuado para reconciliar los sistemas de información basados en mainframes o minicomputadores, con aquellos otros sustentados en entornos informáticos pequeños y estaciones de trabajo.
8. Designa un modelo de construcción de sistemas informáticos de carácter distribuido. Su representación típica es un centro de trabajo (PC), en donde el usuario dispone de sus propias aplicaciones de oficina y sus propias bases de datos, sin dependencia directa del sistema central de información de la organización, al tiempo que puede acceder a los recursos de este host central y otros sistemas de la organización ponen a su servicio. En conclusión, Cliente/Servidor puede incluir múltiples plataformas, bases de datos, redes y sistemas operativos. Estos pueden ser de distintos proveedores, en arquitecturas propietarias y no propietarias y funcionando todos al mismo tiempo. Por lo tanto, su implantación involucra diferentes tipos de estándares: APPC, TCP/IP, OSI, NFS, DRDA corriendo sobre DOS, OS/2, Windows o PC UNIX, en TokenRing, Ethernet, FDDI o medio coaxial, sólo por mencionar algunas de las posibilidades.

Funciones generales de un servidor.

Los servidores en una red cliente-servidor son los procesos que proporcionan información recursos y servicios a los clientes de la red. Además de proporcionar este tipo de recursos, un servidor puede dar acceso a otras redes, actuando como un servidor de comunicaciones que conecta a otros servidores o mainframes o minicomputadoras que actúan como hosts de la red.

5 CAPÍTULO V Normas Oficiales Mexicanas aplicables a comunicaciones y sistemas de protección eléctricos.

A continuación se da una breve explicación de las normas oficiales mexicanas de telecomunicaciones y del sistema eléctrico.

Las normas de telecomunicación sirven para mantener un estandar que rige a los sistemas de comunicaciones.

En estas normas se definen parámetros de comunicación y de seguridad con que deben contar dichos sistemas.

Los estandares de comunicación son para determinar parámetros como la potencia máxima de transmisión, elementos de recepción/transmisión que deben de tener las estaciones remotas móviles y fijas, así como, las estaciones centrales. Asignación de canales de comunicación. También se consideran la compatibilidad de equipos de comunicación con los sistemas de comunicación.

Los parámetros de seguridad y protección son para garantizar la seguridad de los seres humanos, ya que los sistemas de comunicación son generadores de contaminación. También las normas definen sistemas de protección contra descargas eléctricas provenientes de fenómenos naturales, así como, de los mismos equipos de comunicación.

Dentro de las normas de sistemas eléctricos se encuentran las de sistemas de aparta rayos y sistema de tierras, estos dos puntos son muy importantes e indispensables en el diseño e implementación de lugares de trabajo, ya que nos sirven para protegernos contra descargas eléctricas y prevención de siniestros.

5.1 JUSTIFICACIÓN DE NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

5.1.1 Subcomité de redes de telecomunicaciones.

NOM-111-SCT1-1999, Telecomunicaciones-Interfaz-Parte de transferencia de mensaje del sistema de señalización por canal común.

Objetivo: Especificar la arquitectura del sistema de señalización número 7, describiendo sus diversos elementos funcionales, el control de flujo y criterios generales de compatibilidad normalizados internacionalmente.

Justificación: Las normas oficiales mexicanas deben ser revisadas cada cinco años a partir de su fecha de entrada en vigor o cada cinco años a partir de la entrada en vigor del decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Federal sobre

Metrología y Normalización publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 1997.

NOM-151-SCT1-1999, Telecomunicaciones-Interfaz a redes públicas para equipos terminales.

Objetivo: Establecer las condiciones mecánicas, eléctricas y acústicas, mínimas que debe cumplir todo aquel equipo terminal que se conecte o interconecte a través de un acceso alámbrico a una Red Pública de Telecomunicaciones.

5.1.2 Subcomité de radiocomunicación y servicios satelitales.

Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-125-SCT1-2001, Compatibilidad electromagnética-Interferencia electromagnética-Límites y métodos de medición de las características de las perturbaciones radioeléctricas producidas por equipos de tecnologías de la información.

Telecomunicaciones-Radiocomunicación-Sistemas de radiocomunicación que emplean la técnica de espectro disperso- Equipos de radiocomunicación por salto de frecuencia y por modulación digital a operar en las Bandas de 902-928 MHz, 2400-2483,5 MHz y 5725-5850 MHz.

Objetivo: Establecer las especificaciones mínimas para los equipos de radiocomunicación por espectro disperso (Salto de Frecuencia y Modulación Digital) en las bandas de frecuencias a que se circunscribe esta NOM, previéndose que cuando operen (sujetos a las disposiciones que para su operación emita la SCT a través de la COFETEL) no causen interferencias perjudiciales a otros equipos de operación autorizada, ni a las redes y servicios de telecomunicaciones de servicios autorizados; y que asimismo al operar los equipos no inhiban la existencia y coexistencia del mayor número posible de sistemas de radiocomunicación por espectro disperso. También tiene por objeto contribuir al cuidado del interés de los consumidores de estos equipos.

Telecomunicaciones-Radiocomunicación-Equipos de tecnología GSM para el servicio de comunicación personal en la banda de 1900 MHz.

Objetivo: Establecer las especificaciones que deben cumplir los equipos que vayan a usar el espectro radioeléctrico en la banda de 1900 MHz para el servicio de comunicaciones personales en redes GSM, para asegurar un efectivo, eficiente y confiable acceso a la vía general de comunicación, para de esta forma contribuir tanto a elevar la calidad en la prestación del servicio como a proteger el interés de los consumidores de los equipos.

Justificación: Se requiere tomar medidas normativas en diferentes aspectos del acceso y uso del espectro radioeléctrico para contribuir a la reducción de las quejas de los usuarios por insuficiente calidad en la prestación del servicio de comunicaciones personales (servicio

similar al de radiotelefonía con tecnología celular, pero en bandas de frecuencias diferentes), considerando la evolución tecnológica y la variedad de las redes y equipos.

Telecomunicaciones-Radiocomunicación-Equipos para los servicios de comunicación personal de banda angosta.

Objetivo: establecer las especificaciones mínimas para los equipos de radiocomunicación que se utilizan para los servicios de comunicación personal de banda angosta para asegurar un efectivo, eficiente y confiable acceso a la vía general de comunicación, para de esta forma contribuir tanto a elevar la calidad en la prestación de los servicios como a proteger el interés de los consumidores de los equipos.

Justificación: México, como país miembro de CITELEC de la OEA apoyó la recomendación CCP.III/REC.18 (V-96) de la CITELEC, de la OEA, relativa a la implementación de sistemas personales de comunicaciones de banda angosta y la consecución de esta NOM es un avance en la adopción de dicha resolución; asimismo, México es signante del “Protocolo relativo al uso de las bandas de 901-902 MHz, 930-931 MHz y 940-941 MHz para los servicios de comunicaciones personales, a lo largo de la frontera común México-Estados Unidos de América”, firmado en Washington D.C., el 16 de mayo de 1995 y esta NOM contribuye al mejor cumplimiento de dicho protocolo.

Telecomunicaciones Radiocomunicación-Telefonía celular y servicios de comunicación personal (PCS)-Instalación y operación de radio-bases.

Objetivo: Establecer las características y especificaciones que deben observarse en la instalación y operación de las radio-bases utilizadas en la prestación de servicios de radiocomunicación con tecnología celular y PCS.

Justificación: En virtud de que existe una preocupación manifiesta sobre la posibilidad de que la radiación electromagnética producida en la prestación de servicios de telefonía celular y PCS puedan causar algún tipo de daño en la salud del ser humano en particular y en los seres vivos en general así como alguna interferencia o perturbación en el funcionamiento de otros sistemas de comunicación, se considera de suma importancia el establecimiento de las características y especificaciones técnicas y operativas para la instalación y operación de radio bases empleadas en la prestación de los servicios antes citados a fin de prevenir eventuales afectaciones a las personas y seres vivos expuestos a este tipo de radiaciones.

Telecomunicaciones-Seguridad-Puesta a tierra en sistemas de telecomunicaciones.

Objetivo: Asegurar la limitación a los valores prescritos de la diafonía y de los ruidos inducidos en los circuitos de telecomunicaciones, así como el empleo de la tierra como trayecto de retorno para uno de los conductores de un circuito de telecomunicación para evitar que las instalaciones de telecomunicaciones puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas.

5.1.3 Instalaciones eléctricas.

Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-1999, Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciónes de seguridad e higiene.

Objetivo: Revisar las disposiciones de la norma vigente a fin de, en su caso, actualizar las condiciones de seguridad en los centros de trabajo relacionados con la electricidad estática, para prevenir los riesgos para los trabajadores e instalaciones, rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo donde se almacenen, manejen o transporten sustancias inflamables o explosivas y que por la naturaleza de sus procesos empleen materiales, sustancias o equipos capaces de almacenar o generar cargas eléctricas estáticas, o que estén ubicados en una zona donde puedan recibir descargas eléctricas atmosféricas.

Justificación: Revisar integralmente el contenido de la Norma vigente para adecuarla principalmente en lo que se refiere a los elementos que sirven para la determinación de los tipos de pararrayos a emplear, y para las mediciones de la resistencia de la red de tierras

5.2 Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-155/1-SCT1. Telecomunicaciones-Radiocomunicaciones. Equipo con tecnología GSM para sistemas de comunicación personales en la banda de 1900 MHz.

Los canales lógicos se pueden separar en dos categorías principalmente: los canales de tráfico (TCH) y los canales de control. Los canales TCH llevan voz codificada digitalmente o datos y tienen funciones idénticas y formatos tanto para el enlace estación base a equipo terminal como para el enlace equipo terminal a estación base. Los canales de control llevan comandos de señalización y control entre la estación base y el equipo terminal.

En lo que se refiere a la estructura básica del GSM el sistema se organiza como una red de células radioeléctricas continuas que proporcionan cobertura completa al área de servicio. Cada célula pertenece a una estación base (EB) que opera en un conjunto de canales de radio diferentes a los usados en las células adyacentes y que se encuentran distribuidas según un plan celular.

La información contenida en esta norma es congruente con los requisitos solicitados por las administraciones nacionales de nuestros principales socios comerciales tal como la Comisión Federal de Comunicaciones (*Federal Communications Commission - FCC*) de los Estados Unidos de America, así como por el Ministerio de Industria de Canadá (*Industry Canada*) en el área concerniente al uso y explotación del radio espectro.

Es importante señalar que en los aspectos relacionados con la tecnología de radiocomunicaciones, tanto para la estación base como para el equipo terminal, ambos organismos hacen referencia a los estándares creados por el *European Telecommunications Standards Institute (ETSI)*.

La presente NOM persigue los siguientes objetivos:

Proteger y garantizar el acceso a las vías generales de comunicación, procurando el uso efectivo y seguro del espectro radioeléctrico de acuerdo al Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) para los Sistemas de Comunicación Personal (PCS).

Proteger los intereses de los consumidores al garantizar que los equipos que se comercialicen en México sean compatibles con la infraestructura de telecomunicaciones existente en el país, en especial, los equipos de Sistemas de Comunicación Personal (PCS) con tecnología digital GSM, operando en la banda de frecuencia que circunscribe esta NOM en los 1900 MHz

Esta NOM es aplicable a todos aquellos equipos de Sistemas de Comunicación Personal (PCS) móviles o fijos con tecnología GSM que operen en las bandas de frecuencia de 1 850 a 1 910 MHz y de 1 930 a 1 990 MHz.

Especificaciones.

Bandas de frecuencia y arreglo de canales.

Las bandas de frecuencia para el sistema PCS1900 están dadas en la tabla 8 (véase tabla 8). El espacio entre portadoras debe ser de 200 kHz.

Tabla 7. Bandas de frecuencia para los enlaces estación base a equipo terminal y equipo terminal a estación base.

	Transmisión: enlace base - terminal	Recepción: enlace terminal - base
PCS 1900	1930 MHz a 1990 MHz	1850 a 1910 MHz

Transmisión.

Valores máximos de potencia de salida del equipo terminal

La potencia máxima de salida del ET y el mínimo nivel de control de potencia, considerando su clase de potencia, deben cumplir con lo especificado en la tabla 10 (véase tabla 10)

Tabla 8. Clases de potencia del equipo terminal.

Clase de potencia del equipo terminal	Máxima potencia de salida	Tolerancia máxima de potencia de salida
1	1 W (+30 dBm)	± 2 dB Normal $\pm 2,5$ dB Extremo
2	0,25 W (+ 24 dBm)	± 2 dB Normal $\pm 2,5$ dB Extremo
3	2 W (+33 dBm)	± 2 dB Normal $\pm 2,5$ dB Extremo

Nota: El nivel mínimo de control de potencia para las clases de potencia 1-3 del ET es de 15 (véase tabla 4), con un nivel de potencia nominal de 0 dBm.

dBm: Decibeles referidos a 1 mW

El ET, incluyendo su ganancia de antena, no debe de exceder un máximo de PIRE; Potencia isotrópica radiada efectiva (Effective Isotropic Radiated Power) de 2 W (+33 dBm) para servicios PCS de banda ancha. La clase 3 de potencia está restringida a unidades montadas en vehículos.

Valores máximos de potencia de salida de la estación base.

La potencia máxima de salida del transmisor de la estación base, con modulación GMSK, medido en la entrada del combinador de transmisión. La máxima potencia radiada por la EB, incluyendo el sistema de antenas, no debe exceder un máximo de 1640 W de PIRE, equivalente a 1000 W de PRE.

La tolerancia de la máxima potencia de salida de la EB, no debe ser mayor que ± 2 dB bajo condiciones normales y $\pm 2,5$ dB bajo condiciones extremas.

Tabla 9. Clases de potencia para estación base normal.

Clase de potencia del transmisor receptor	Potencia máxima de salida (W)	Potencia máxima de salida (dBm)
1	$20 \leq P_o < 40$	$43,0 \leq P_o < 46,0$
2	$10 \leq P_o < 20$	$40,0 \leq P_o < 43,0$
3	$5 \leq P_o < 10$	$37,0 \leq P_o < 40,0$
4	$2 \leq P_o < 5$	$34,0 \leq P_o < 37,0$

La potencia máxima de salida por portadora para una estación base micro, medida en el conector de la antena, después de todas las etapas de combinación de acuerdo a su clase.

Tabla 10. Clases de potencia para estación base micro

Clases de potencia del transmisor-receptor	Potencia máxima de salida (W)	Potencia máxima de salida (dBm)
M1	$0,5 < P_o \leq 1,6$	$27 < P_o \leq 32$ dBm
M2	$0,16 < P_o \leq 0,5$	$22 < P_o \leq 27$ dBm
M3	$0,05 < P_o \leq 0,16$	$17 < P_o \leq 22$ dBm

La tolerancia de la máxima potencia de salida de la EB debe ser ± 2 dB bajo condiciones normales y ± 2.5 dB bajo condiciones extremas. Su determinación permite que la potencia de salida sea reducida de su máximo nivel en al menos seis pasos de 2 dB con una exactitud de ± 1 dB para permitir un ajuste fino de cobertura por parte del operador de la red.

5.3 Norma oficial Mexicana NOM-022-STPS-1999, Electricidad Estática en los centros de Trabajo Condiciones de seguridad e Higiene.

Objetivo

Establecer las condiciones de seguridad en los centros de trabajo para prevenir los riesgos por electricidad estática.

Campo de aplicación

La presente Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo donde se almacenen, manejen o transporten sustancias inflamables o explosivas y que por la naturaleza de sus procesos empleen materiales, sustancias o equipos capaces de almacenar o generar cargas eléctricas estáticas o que estén ubicados en una zona donde puedan recibir descargas eléctricas atmosféricas.

Selección de pararrayos

Queda prohibido utilizar pararrayos que funcionen a base de materiales radiactivos.

Los factores que se deben considerar para la determinación de la obligación de instalar pararrayos y, en su caso, el tipo de pararrayos a utilizar para drenar a tierra la descarga eléctrica atmosférica, son:

- a) el nivel isocerámico de la región;
- b) la altura del edificio en relación con las elevaciones adyacentes;
- c) las características y resistividad del terreno;
- f) el ángulo de protección del pararrayos;
- g) la altura de instalación del pararrayos y el sistema para drenar a tierra las corrientes generadas por la descarga eléctrica atmosférica.

Resistencia de la red de tierras.

Instrumentos.

- a) megger de tierras; para medir la resistencia de la red de tierras;
- b) óhmetro; para medir únicamente la continuidad de las conexiones a tierra.

Procedimiento de medición.

- a) se debe utilizar el método de caída de tensión que consiste en hacer circular una corriente entre dos electrodos fijos, uno auxiliar y el otro de prueba, midiendo la caída de tensión entre otro electrodo auxiliar y un electrodo bajo medición; el segundo electrodo auxiliar se desplaza y conforme esto ocurre se van tomando las lecturas y graficando éstas hasta obtener una gráfica similar a la que se ilustra en la parte inferior de la figura, la parte superior de esa figura es un esquema de la ubicación física de los electrodos;
- b) el valor de la resistencia de la red de tierras es el que se obtiene en la intersección del eje de resistencia con la parte paralela de la gráfica al eje de las distancias;
- c) si la curva no presenta un tramo paralelo quiere decir que la distancia entre los electrodos no es suficiente, por lo que se debe alejar la red de tierras;
- d) los valores de la resistencia que se obtengan en esta prueba deben estar comprendidos entre 0 y 25 ohms, y para sistemas de pararrayos, la resistencia de la red de tierras debe tener un valor no mayor a 10 ohms.

6 **CAPÍTULO VI Requerimientos de infraestructura.**

6.1 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN.

Con la información de los sistemas de comunicación descritos en los capítulos anteriores se hace un análisis comparativo entre los sistemas propuestos, para ver cual de los sistemas ofrece mayores ventajas sobre el sistema de comunicación que opera actualmente.

Tabla 11. Tabla comparativa de parámetros de comunicación de los sistemas de comunicación.

Parámetro	Sistema de radio	Sistema satelital	Sistema celular
Métodos de acceso.		FDMA TDMA FDMA	TDMA, CDMA
Modulación.	FSK	Phase-shift keying (PSK) y Quadrature Amplitude Modulation (QAM)	Gaussian Minimum Shift Keying (GMSK)
Canales de comunicación.	Un canal de comunicación.	Doce canales de comunicación.	125 canales de comunicación.
Ancho de banda.	Canales de 12.5 KHz.	36 MHz por canal.	200KHz por canal.
Asignación de frecuencias.	Frecuencias de uso libre: 462.55 a 467.71 MHz. Frecuencias para telemetría: 440 a 450 MHz. Acceso inalámbrico fijo o móvil: 440 a 450 y 485 a 495 MHz.	Banda C: 6 GHz de subida y 4 GHz de bajada. Banda Ku: 14 GHz de subida y 12 GHz de bajada.	Transmisión: enlace base – terminal: 1930 MHz a 1990 MHz Recepción: enlace terminal – base: 1850 a 1910 MHz.
Velocidad de transmisión.	1200 a 9600 bps	Transferencia cercana a los 2 Mbps de bajada y 384 kbps de subida.	Velocidad GPRS: desde los 24.7 kbps hasta 115 kbps. Velocidad 3G: 384 kbps.
Potencia máxima de equipo terminal.	10 Watts.	1 < Watts < 5	0.25 < Watts < 2
Acceso múltiple.	No.	Si.	Si.

Tabla 12. Tabla comparativa de servicios que ofrecen los sistemas de comunicación.

	Sistema de radio	Sistema satelital	Sistema celular
Cobertura.	No tiene cobertura fija.	Cobertura en toda la República Mexicana.	Difícil cobertura en lugares lejanos.
Servicios adicionales.	Solo voz y datos.	Voz, datos, audio y video.	Voz, datos, audio y video.
Conexiones con redes externas.	No.	Conexión IP.	Conexión IP.

Tabla 13. Tabla comparativa de protocolos empleados en los sistemas de comunicación.

Protocolo	Sistema de radio	Sistema satelital	Sistema celular
Protocolo de comunicación.	Reporte espontáneo	TCP/IP	TCP/IP
Protocolo de corrección de errores.	Protocolos programados por el operador del sistema.	Protocolos pertenecientes a la red satelital.	Protocolos pertenecientes a la red celular (GSM, GPRS 3G).
Gestión de red.	Solo queda registrado el evento que encuentre libre el canal, no registra hora ni fecha del evento.	Cuenta con base de datos donde queda almacenada la información que esta en espera de ser recibida por la estación concentradora.	Autentica y controla la movilidad de los usuarios. Cuenta con base de datos donde queda almacenada la información que esta en espera de ser recibida por la estación concentradora.

Tabla 14. Tabla comparativa de costos para los sistemas de comunicación.

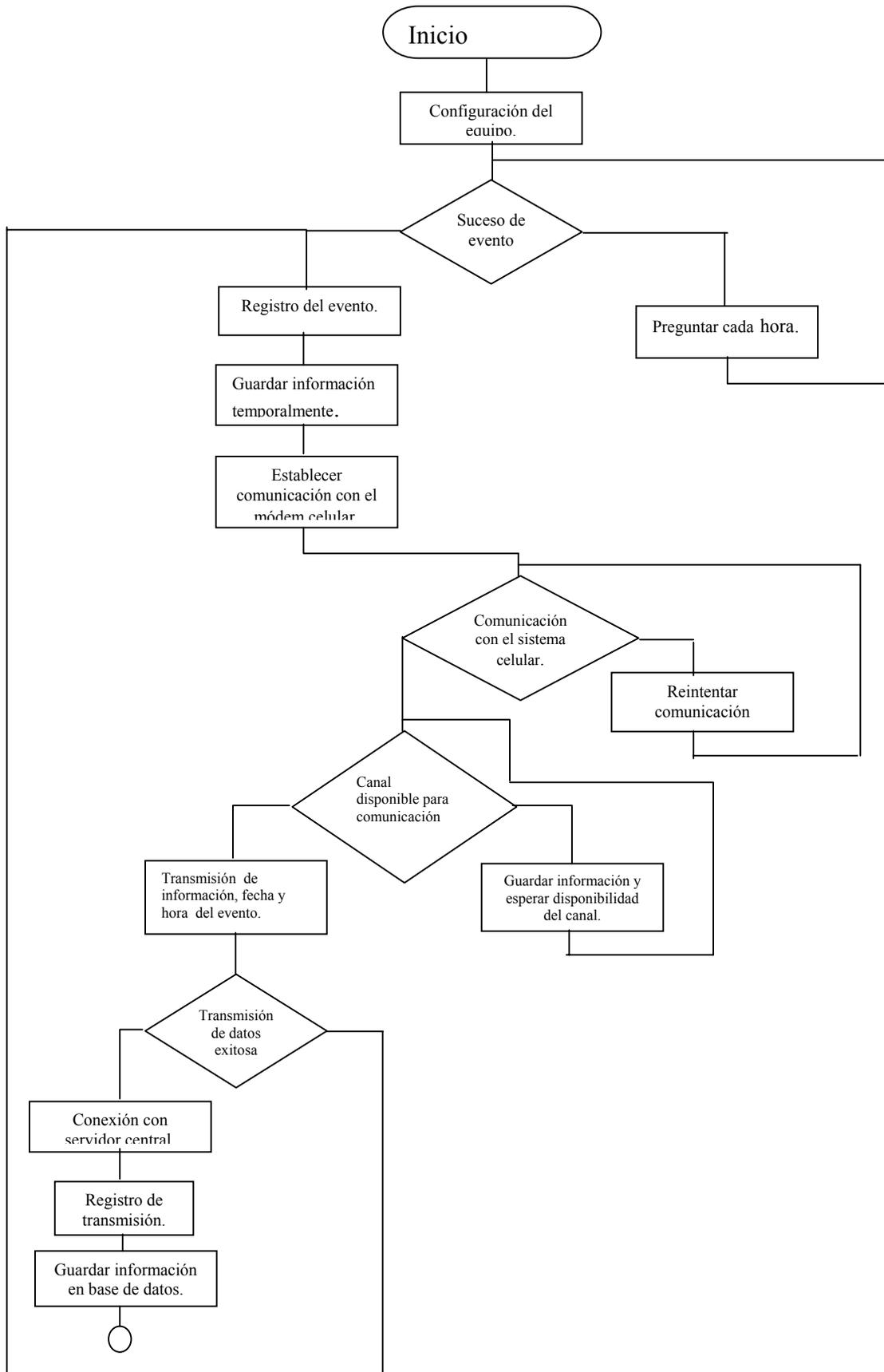
Costos	Sistema de radio	Sistema satelital	Sistema celular
Servicio de transmisión de información.	Bajo costo.	Alto costo.	Mediano costo.
Equipo de comunicación.	Mediano costo.	Alto costo.	Mediano costo.
Infraestructura.	Mediano costo.	Mediano costo.	Bajo costo.
Mantenimiento y actualización del equipo.	Mediano costo.	Mediano costo.	Bajo costo.

6.2 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE DATOS UTILIZANDO TECNOLOGÍA DE TELEFONÍA CELULAR PARA LAS ESTACIONES REMOTAS.

En el presente capítulo se presenta el diseño del sistema de transmisión de datos que conforma la red de estaciones pluviométricas. A través de este sistema se establecerá comunicación con el servidor encargado de concentrar toda la información que aporten las distintas estaciones remotas. Usando la tecnología celular y los dispositivos disponibles en el mercado que sirvan para el transporte de la información.

A continuación se presenta el diagrama de flujo que describe lógicamente el funcionamiento general del sistema de comunicación de las estaciones remotas.

Diagrama de flujo del sistema de comunicación de las estaciones remotas.



6.2.1 Propuesta de la arquitectura básica del sistema de comunicación de datos.

Los elementos principales del sistema son:

Estaciones remotas.

Red de telefonía celular.

Estación central o servidor donde se almacenara la información recabada.

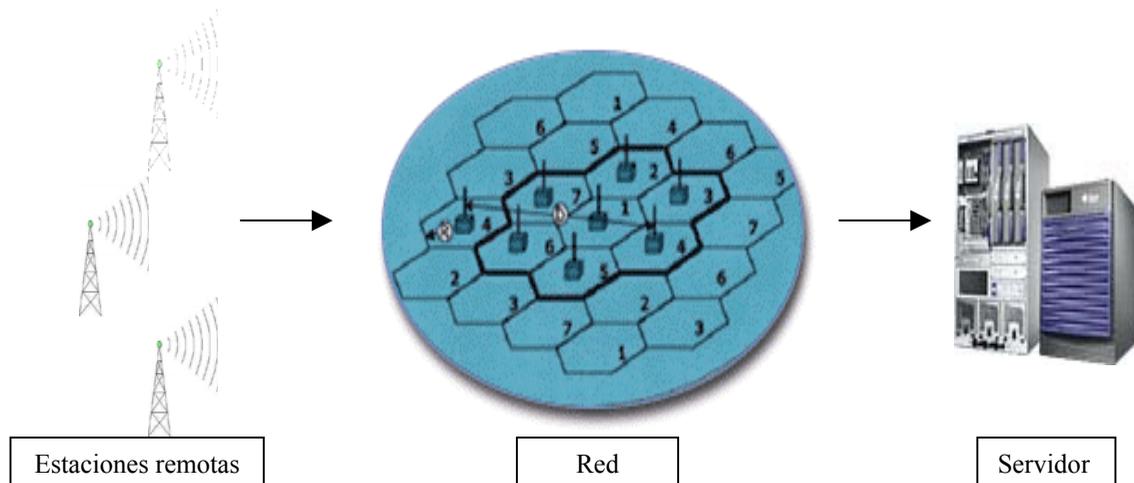


Figura 31. Arquitectura del sistema de comunicación.

Estación remota.

En la siguiente figura se presentan los dispositivos que integran el sistema de estaciones pluviométricas remotas.

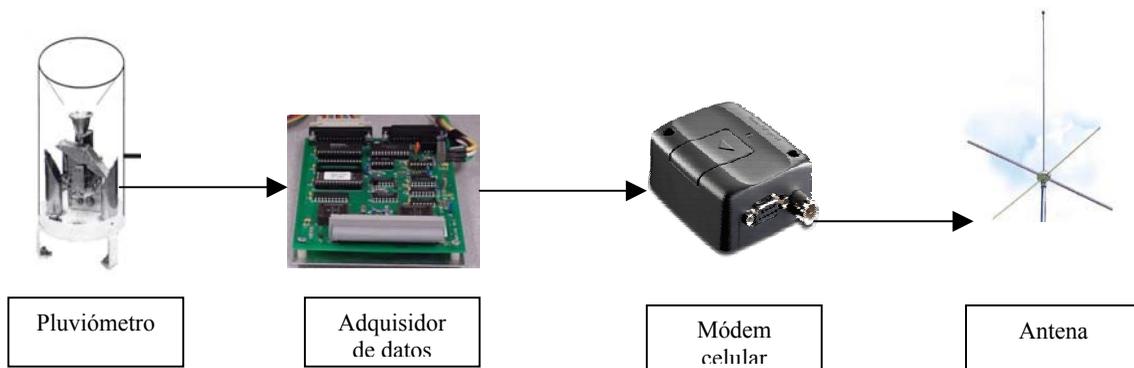


Figura 32. Dispositivos que conforman la estación remota.

Sistema de adquisición de datos pluviométricos.

Las estaciones remotas son las encargadas de recopilar datos de los eventos meteorológicos estos datos son recabados y procesados por un equipo recolector de datos llamado pluviómetro que mide la cantidad de precipitación en forma directa.

Este dispositivo funciona mecánicamente, al registrar un nivel previamente calibrado manda un pulso a un dispositivo adquirente de datos. Cuenta con una interfaz RS-232 para poder comunicarse con otros dispositivos, en este caso particular con la tarjeta adquirente de datos. La tarjeta es un dispositivo, es un diseño propio del Instituto de Ingeniería.

El adquirente de datos es el encargado del registro electrónico de precipitación pluvial y también interpreta la información obtenida. Este dispositivo cuenta con un procesador un reloj y una memoria para almacenar información. El dispositivo tiene comunicación con el equipo encargado de la transmisión de información, esta comunicación es a través de una interfaz RS-232. Se pueden diferenciar equipos de comunicación tales como PDA, teléfonos celulares y módem celulares.

El dispositivo está configurado para el registro eventual de acontecimientos, es decir, está configurado para enviar información al sistema de comunicación en periodos de tiempo definidos o cuando existan eventos de precipitación y alcanzan un nivel de precipitación establecido 2.54 mm.

Nota:

Un milímetro de lluvia recolectado en un pluviómetro equivale a un litro por metro cuadrado.

El dispositivo que procesa los datos es alimentado con una línea eléctrica de 127 V CA y se utiliza un sistema de respaldo en caso de que la corriente eléctrica se interrumpa por cualquier motivo. El sistema de respaldo cuenta con un banco de baterías y un panel solar para suministrar energía de CD.

Sistema de comunicación.

El sistema de comunicación de la estación remota está compuesto por un módulo transmisor este módulo es un módem celular de la familia GSM GM28/GM29 el cual cuenta con las siguientes características.

El terminal de GM28/GM29 GSM/GPRS es una unidad de gran alcance, compacta y autónoma diseñada para usarse en sistemas GSM/GPRS. Con interfaces estándares del conector y un lector de tarjetas integral de SIM.

Cuenta con el protocolo TCP/IP con el cual se puede crear una red que contenga a todas las estaciones remotas del sistema de monitoreo.

Cuenta con un sistema dual de dos bandas GSM/GPRS de frecuencia:

GM28 850/1900 MHz.

GM29 900/1800 MHz.

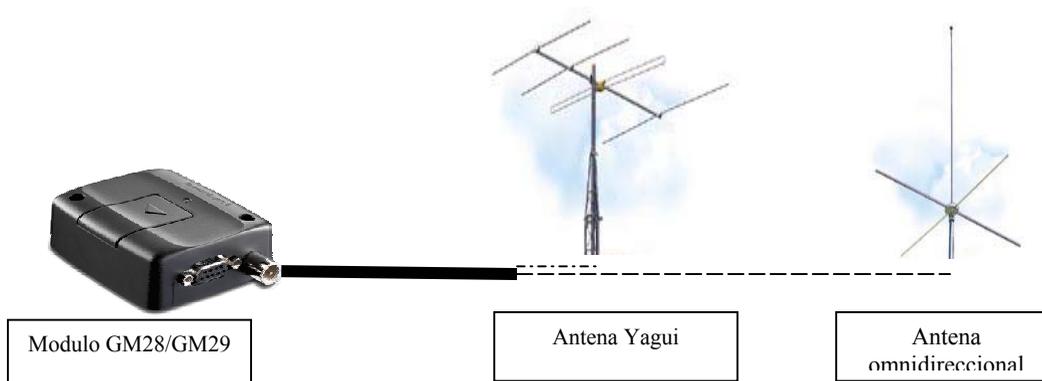
El dispositivo trabaja en una clase B GPRS. Un terminal de Clase B puede registrarse tanto en redes GSM como en GPRS simultáneamente pero sólo puede tener una llamada activa: puede tener sólo una llamada de voz o una conexión de datos en un momento dado. Cuando una llamada de voz termina, la conexión de datos puede volver a iniciarse.

El dispositivo se alimenta con una fuente de 5-32 V CD.

Cuenta con una interfaz RS-232 para comunicación con otro equipo, una antena de 50 Ω de impedancia.

El sistema de comunicación debe contar con una antena para transmitir la información a la radio base (BTS) más cercana. Además de la antena con que cuenta el módem celular es necesario poner una antena adicional en caso de que no exista cobertura de la red, esto porque las estaciones remotas se encuentran en lugares muy alejados, se utiliza una antena

direccionales de tipo Yagui si la intensidad de la señal es baja, esta antena ayuda a incrementar la ganancia de transmisión/recepción de las señales debido al diseño de este tipo de antenas.



Red de telefonía celular.

Una red de radiotelefonía celular es, por un lado, la división del territorio cubierto por una red en un conjunto de espacio llamado células y, por otro, el reparto de los canales de radio entre estas células.

En cada una de estas células hay una estación base que se encarga de interconectar la red móvil.

La red de telefonía celular esta basada en el sistema GSM. GSM es la plataforma para el desarrollo de nuevas tecnologías de comunicación móvil, como lo ha sido GPRS y EDGE (3G).

Estas dos últimas tecnologías adicionan nuevos recursos tecnológicos a la red existente para incrementar la calidad y el número de servicios de voz y de datos. Estos nuevos servicios ofrecen mayor velocidad de transmisión, ancho de banda y permitiendo acceso a Internet como a redes externas del sistema. Se establecen conexiones IP de punto final a punto final desde la terminal móvil hacia los servidores ISP (Proveedor de servicio de Internet).

La red celular se encarga de la gestión de red. Dentro de esta gestión de red se realizan procesos de gestión de la seguridad, gestión administrativa gestión evolutiva y mantenimiento de la red.

La red cuenta con una base de datos donde quedan registrados todos los abonados que pertenecen al sistema, también se administra y controla la movilidad de los abonados que se desplazan por la red celular. Se autentican a los usuarios para poder hacer uso de los recursos de la red, se tiene el control de los canales de comunicación para establecer comunicación punto a punto dentro de las zonas de cobertura.

El acceso a la red es por medio de terminales con capacidad dual, están adaptados para aprovechar la cobertura existente.

Servidor concentrador de información.

El servidor concentrador de la información es el encargado de almacenar y concentrar toda la información proveniente de las estaciones remotas, debe ser un equipo con gran capacidad de memoria para almacenar la información que envían las estaciones remotas.

La interconexión del servidor con las estaciones remotas se hace a través de la red de telefonía celular, aprovechando que se establecen conexiones IP con redes externas a la red.

La interconexión de la red celular se puede hacer a través de un router que comunique la red celular con una red externa donde estará el servidor que recabara toda la información de las estaciones remotas.

Se puede tomar a consideración la creación de subconcentradores de información, es decir, segmentar toda el área metropolitana de la ciudad de México en 4 zonas, estas zonas cuentan a su vez con un equipo concentrador que recopila toda la información que esta contenida en dicha ubicación. El servidor principal es el encargado de almacenar la información de que contiene los equipos que actúan como subconcentradores. Con esta topología se hace más eficiente la red evitando así las colisiones de información y la generación excesiva de tráfico. Por otra parte la administración y control del monitoreo de las estaciones no se vuelve tan compleja permitiendo hacer el análisis zona por zona, es una medida que permite detectar y corregir problemas con mayor facilidad.

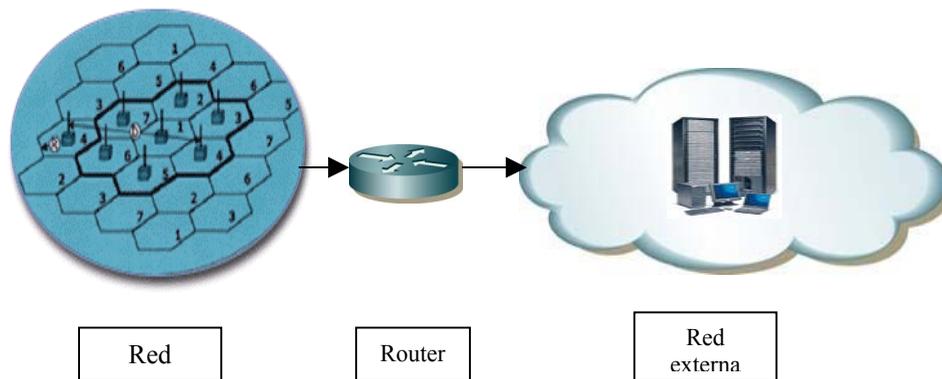


Figura 33. Diseño del sistema concentrador de datos.

6.2.2 Costos de equipos y servicio de transmisión de datos.

Sistema de comunicación.

En este apartado se realiza un estudio económico de los sistemas de comunicación de telefonía celular que brindan el servicio de transmisión de datos dentro de la república mexicana, específicamente en el área metropolitana de la ciudad de México, esto con la finalidad de satisfacer las necesidades de transmisión de la información del sistema de monitoreo.

Servicio de transmisión de datos con el proveedor Telcel.

A continuación se enlistan algunas cotizaciones para los servicios de transmisión de datos.

- Paquetes de Datos GPRS complementarios para Planes de Voz GSM

Paquete de Datos	Renta Mensual	kb Incluidos	Precio por kb Adicional
GPRS1 MB	\$100.00	1,024	\$0.10
GPRS5 MB	\$200.00	5,120	\$0.05
GPRS10 MB	\$300.00	10,240	\$0.04
GPRS50 MB	\$500.00	51,200	\$0.02
Blackberry Corporativo *	\$449.00	Ilimitado	N/A

Para la contratación de cualquier paquete de datos GPRS, será necesario que el cliente haya contratado cualquier plan tarifario GSM de Voz.

Planes Libres que No incluyen equipo.

Aplicables a Mercado Corporativo y Mercado Masivo.

Mercado Corporativo.- Personas Morales (Empresas).

Mercado Masivo.- Personas Fisicas (Clientes o Público en General).

Nota:

El costo de los paquetes no incluyen IVA.

- Paquetería para servicios celular de datos

	Unitario	1MB	3MB	5MB
Renta Mensual Datos	-	\$100.00	\$180.00	\$200.00
kB incluidos	-	1,000	3,000	5,000
Costo por kB en cobertura 3G	\$0.11	\$0.100	\$0.060	\$0.040
Costo por UTD cobertura 2G	\$0.50	\$0.40	\$0.38	\$0.35

Nota:

Estos paquetes no incluyen equipo.

Los precios no incluyen IVA.

- Plan de grupo

Plan	kByte incluidos	Renta Mensual Datos	Precio por kB Adicional	Renta Mensual por Línea
Grupo 100 MB	100,000	\$1,500	\$0.10	\$55
Grupo 1000 MB	1,000,000	\$10,000	\$0.10	
Grupo 5000 MB	5,000,000	\$30,000	\$0.10	

Renta Mensual Datos: kilobytes incluidos de acuerdo al plan contratado

La cantidad de transmisión de datos puede ser medida en:

Kilo Bytes (kB)

Tiempo de Transmisión de Datos (2G) = \$2.00 por minuto

Plan para un grupo de líneas

Renta Mensual por línea: aplica por cada línea activada.

No incluye equipos

Se pueden activar equipos propios.

Nota: Los precios no incluyen IVA.

En el mercado de las telecomunicaciones existen diversos dispositivos para transmisión de datos, así como diversos fabricantes es por eso que al elegir un dispositivo se debe tener en cuenta aspectos técnicos para que sean compatibles con los equipos que almacenan y hacen posible la comunicación de la información y que cuenten con los parámetros de transmisión que cumplan con las necesidades del servicio. El costo suele ser importante en la toma de decisiones para comprar o no un equipo, hoy en día el mercado de las comunicaciones ofrece gran variedad de dispositivos para este tipo de aplicación.

Módem celular para GSM/GPRS.

Terminal GSM GM28/GM29

El terminal de GM28/GM29 GSM/GPRS es una unidad de gran alcance, compacta y autónoma diseñada para que los integradores del sistema prueben rápidamente los conceptos del uso y del producto basados en la tecnología GSM/GPRS. Se caracteriza porque puede registrarse tanto en redes GSM como en GPRS simultáneamente. Cuenta con el protocolo IP que permite la conexión con redes externas. El equipo opera en la banda de los 1850-1990 MHz conocida como PCS (Personal Communications Services)

El dispositivo tiene interfaces estándares RS-232 y un lector de tarjetas integral de SIM el GM28/GM29 ofrece una solución lista y rentable de la comunicación de GSM para la integración en una gama de los usos del negocio, comerciales e industriales requiriendo la modificación mínima a la plataforma existente del hardware y del software a la cual se está integrando.

El costo de este dispositivo es de aproximadamente \$2500 a \$3500 M.N.

Servicio de transmisión de datos con el proveedor Iusacell.

A continuación se enlistan algunas cotizaciones para los servicios de transmisión de datos.

- Plan de Datos por línea

El cliente cuenta con una cantidad de kbytes mensuales asignados a una línea celular, una vez alcanzado

este monto, cada kbyte adicional tendrá un costo extra.

	1 MB	3 MB	5 MB	10 MB
Renta mensual de datos	\$ 65.00	\$ 189.00	\$ 225.00	\$ 259.00
kB incluidos	1,000	3,000	5,000	10,000
Costo por kB en cobertura 3G	\$ 0.110	\$ 0.100	\$ 0.060	\$ 0.060
Tiempo de transmisión de datos (2G)	\$ 0.50	\$ 0.40	\$ 0.38	\$ 0.35

Nota:

Estos paquetes no incluyen equipo.

Los precios no incluyen IVA.

Este servicio se ofrece en cobertura 1xRTT de Iusacell

- Plan de datos por grupo.

	100 MB	1000 MB	5000 MB
Renta mensual de datos	\$ 1,500.00	\$ 10,000.00	\$ 30,000.00
kB incluidos	100,000	1,000,000	5,000,000
Costo por kB en cobertura 3G	\$ 0.100	\$ 0.100	\$ 0.100
Tiempo de transmisión de datos (2G)	\$ 0.180	\$ 0.155	\$ 0.150

Nota:

Estos paquetes no incluyen equipo.

No hay limite a la cantidad de líneas que incluye este paquete.

Los precios no incluyen IVA.

Este servicio se ofrece en cobertura 1xRTT de Iusacell.

Renta mensual por línea \$ 55.00

Módem celular i-Port, EM III-Dual

El modem celular *i-port AnyDATA* ofrece comunicaciones sin hilos confiables en un dispositivo completo y compacto. El sistema del equipo esta diseñado para aplicaciones inalámbricas de voz y datos para tareas específicas como telemetría alcanzando velocidades de transmisión de hasta 153 kbps.

El sistema esta basado en tecnología CDMA 2000 1xRTT : CDMA 2000 compatible con la red de Iusacell, opera en la banda de los 1850-1990 MHz conocida como PCS (Personal Communications Services), y cuenta con protocolo IP que permite conexiones con otras redes, permite la conexión serial a través de una interfaz serial RS-232.

6.2.3 Infraestructura de estación terrena.

Sistema de suministro de energía.

El suministro de energía constará en primera instancia de una Unidad de Energía Ininterrumpible (UPS) este equipo también protegerá los dispositivos de los sobre voltajes y en caso de interrupción de energía de la red de distribución eléctrica.

Actualmente existen en el mercado una amplia gama de UPS, esto facilita la elección del equipo que pueda satisfacer las necesidades de respaldo de energía eléctrica para los equipos de comunicación.

Sistema de protección contra descargas atmosféricas y sistema de tierras.

Para proteger la estación remota es indispensable contar con un sistema de protección contra descargas eléctricas o estáticas. Este sistema protegerá los equipos contra descargas eléctricas producidas por las condiciones climáticas y/o a causa de sobre voltaje proveniente del sistema de distribución de energía eléctrica.

En este caso el sistema de protección se realizará bajo la Norma Oficial mexicana NOM-022-STPS-1999, Electricidad estática en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad e higiene.

Infraestructura civil.

La infraestructura de la estación remota esta basada en un soporte (metálico o plástico) o gabinete en donde estarán contenidos los dispositivos de comunicación, así como el dispositivo UPS, para protegerlo de las condiciones climáticas (lluvia, sol, humedad) que puedan deteriorar físicamente el equipo y por consecuencia su funcionamiento. Un mástil y un soporte o base para fijar la antena que transmita la información hacia la red de comunicación de datos.

Accesorios eléctricos para la alimentación de los equipos.

Una malla ciclónica de acero inoxidable que resguarde la estación remota contra robo, destrozos o manipulación indebida del equipo por parte de individuos ajenos al manejo del equipo de comunicación de la estación.

CONCLUSIONES.

A continuación se mencionan los aspectos más significativos que permitieron la elección del sistema de comunicación celular.

En la presente tesis se realizó una descripción de los sistemas de comunicación a través de radio frecuencia, satelital y celular. El análisis se desarrolló en base a la capacidad tecnológica con que cuentan cada uno de estos sistemas de comunicación.

El sistema de comunicación celular ofrece múltiples servicios de transmisión de información, envío de voz, datos y multimedia. Actualmente los sistemas celulares cuentan con tecnologías complejas y sofisticadas permitiendo la escalabilidad y migración entre generaciones de sistemas celulares. La migración entre sistemas de segunda generación celular, concretamente GSM a la generación 2.5G en sistemas GPRS. Y de la migración de la generación 2.5G hacia la tercera generación celular UMTS.

GPRS aumenta la velocidad de transmisión hasta 144 kbps comparada con el sistema anterior (radios analógicos) que es de tan solo 300 bps, ofreciendo servicio de aplicaciones multimedia para transmisión de imágenes. También proporciona una solución básica para comunicación vía IP estableciendo comunicación punto a punto ó comunicación punto multipunto.

La conexión IP permite implementar una red privada de monitoreo de todas las estaciones remotas hacia uno o más equipos concentradores de información.

La red cuenta con topología redundante garantizando la transmisión y recepción de la información. Cuenta con protocolos de comunicación, encriptación y de corrección de errores que hacen de este un sistema confiable.

El sistema esta diseñado para que los eventos pluviométricos queden registrados con fecha, hora y nombre o número de estación remota que registra los niveles de lluvia. La confiabilidad de la transmisión de la información es muy grande ya que el sistema cuenta con teoría de colas (línea de espera) para efectuar la retransmisión de la información y no perder los datos obtenidos en la estación pluviométrica.

El sistema indican si la entrega de información se realizo de manera exitosa, o si el contenido de la información presento errores o interrupciones. Si se presentan errores el sistema vuelve a reenviar los paquetes hasta que los datos sean los correctos y estén completos. El receptor como el transmisor están en constante comunicación para avisar y confirmar la entrega correcta de la información.

Actualmente gran parte del servicio de comunicación celular en México esta basada en la plataforma GSM la cual es escalable hacia nuevas tecnologías. Este cambio no implica la adición de infraestructura por parte del usuario, simplemente la contratación del servicio y

la adquisición del dispositivo que sea compatible con la nueva tecnología. La compañía que ofrece el servicio es la que realiza la acción de agregar nuevos recursos tecnológicos para la innovación de la red y pone a disposición dispositivos que permitan la interacción de los mismos con la red para poder hacer uso de todos sus recursos.

La infraestructura de las estaciones remotas no necesita de elementos muy complejos para su operación. En lugares donde la cobertura del servicio celular es buena simplemente se instala el sistema recolector y adquisidor de datos pluviométricos, el módem celular, el sistema de pararrayos y de tierras, suministro de energía eléctrica.

El equipo utilizado es un dispositivo diseñado para operar en estaciones donde no es necesario tener una computadora para conectar dicho módem.

El módem celular GM28/GM29 es un equipo dedicado a tareas de telemetría. Cuenta con una unidad de gran alcance, compacta y autónoma diseñada para usarse en sistemas GSM/GPRS, puede registrarse tanto en redes GSM como en GPRS simultáneamente, utiliza el protocolo IP para interconexión entre estaciones creando así nuestra propia red de monitoreo.

Si la intensidad de la señal del módem celular es baja o no existe señal debido a que algunas zonas no tienen cobertura celular, se implementará un sistema de comunicación alternativo que permita el enlace con la red. Se considera una antena direccional tipo Yagui que aumente la ganancia y este dirigida hacia la radio base más cercana de la red celular.

La transmisión con equipo celular se realiza a baja potencia, de 0.5 a 2 Watts ya que este dispositivo establece la conexión con la radio base más cercana, ahorrando potencia de transmisión, y no como en el caso de un radio analógico que transmite a altas potencias porque establece comunicación punto a punto entre sitios lejanos.

Hoy en día los servicios que ofrecen las compañías de telefonía celular son diversos y orientados a aplicaciones específicas, tal es el caso de servicios de telemetría. En el mercado mexicano de comunicaciones existen particularmente dos compañías que ofrecen el servicio, por un lado Telcel el mayor proveedor de servicios de comunicación celular y por el otro Iusacell. Telcel cuenta con mayor cobertura en el territorio nacional y con servicio dedicado a transmisión de datos. El plan del servicio de Telcel es muy atractivo, ya que el costo de este es bajo, y la tarificación de la información es por cantidad de bits enviados y no por tiempo de utilización del canal.

Telcel ofrece el servicio de transmisión de datos a través del paquete de Datos GPRS que tienen un costo desde los \$100.00 MN de renta mensual con 1,024 kb incluidos, hasta los \$500.00 MN de renta mensual con 51,200 kb incluidos. El costo adicional por cada kb es de \$0.10 MN.

El aspecto económico es un punto muy importante para la toma de decisiones, es una pauta que nos marca que sistema de comunicación nos conviene más para nuestra aplicación.

En algunos sistemas la inversión inicial es un poco elevada, sin embargo, en un mediano plazo dicha inversión refleja la rentabilidad del servicio que ofrece el sistema celular.

Los equipos de comunicación y la implantación de la estación remota no representan grandes inversiones.

Los costos de instalación y de mantenimiento se reducen porque los equipos no son complejos y no requieren de gran infraestructura civil, en gran parte de las estaciones remotas no es necesario instalar torres con antenas para establecer comunicación con las radio bases de la red celular.

APENDICES.

Apéndice A

MODEM celular para transmisión de datos GM28

GM28 Terminal



Self-contained and flexible GSM/GPRS Modem: Land-line performance in Wireless Communication

- Dual Band GSM 850/1900 MHz
- Data, Fax, SMS and Voice
- HSCSD (2+1), up to 19.2 kbps
- Wide and useful range of I/Os
- Tricodec (HR/FR/EFR)
- MS Class B, GPRS Class 8 & P Channels
- Integrated TCP/IP stack
- FCC/PTCRB Approved
- Easy and cost-effective application development
- -30°C to +75°C operation

The GM28 is a powerful, compact and self-contained GSM/GPRS modem operating in the 850/1900 MHz bands for the North and Latin American Markets. This modem allows integrators and developers to quickly test application and product concepts based on or using GSM and/or GPRS communication. With standard connector interfaces and an integral SIM card reader the GM28 offers a ready and cost effective GSM communications solution for integration into a range of M2M applications including vending, POS, residential security, monitoring systems and fleet and asset tracking - requiring little modification to the existing hardware and software platform to which it is being integrated.

The GM28 is also a natural fit for integrators and application service providers to evolve to GPRS from legacy non-universal wireless data communication standards like CDPD and Mobitex, with minimal re-design burden. Use it as a solid alternative to a second land-based phone line for dial-up backup communication, e.g. for POS terminals. When communicating data through GPRS, the GM28 will provide the customer application a data rate comparable to that of high-speed dial-up modems. In addition, with its high data rate the GM28 is an ideal alternative to dial-up backup lines for broadband and dedicated data lines.

As with all Sony Ericsson products, the GM28 is backed by solid integration and development support, and ISO-9001 world-class quality.

GM28 Terminal

Product Features

- Dual Band GSM 850/1900 MHz Terminal
- Compliant with 3GPP GSM Phase 2+ NAPRD.03 standards (Small MS)
- Output power
 - Class 5 (0.8W) @ 850 MHz)
 - Class 1 (1W) @ 1900 MHz)
- Supply voltage
 - 5-32 VDC
- Standard RS232 9-way serial connection
- Overall dimensions (excluding connectors):
 - 77 x 67 x 26mm
- Operating Temperature:
 - -30°C to +75°C
- Weight: < 130g

Interfaces

- Data: RS232 9-way (V.28)
 - Remote control by AT commands
 - Serial baud rate from 1200 to 460,800 bits/s
- Power: 5-32 VDC
 - RJ11 connector
- Audio: 4-wire handset interface
 - RJ9 connector
- Antenna: 50
 - FME male connector
- SIM card reader: 3V/5V SIM interface with SIM detection

Data Features

- CSD asynchronous - non transparent up to 9.6 kbps
- HSCSD (2+1), up to 19.2 kbps
- MS Class B, GPRS Class 8, up to 85.6 kbps*
 - P Channel support
 - Coding schemes CS1-CS4
- GSM 07.10 Multiplexing Protocol

Short Messages Service (SMS) Features

- Text and PDU
- Point to point (MT/MO)
- Cell Broadcast
- Concatenation – up to 6 SMS

Fax Features

- Fax Group 3, Class 1 & 2

Voice Features†

- Telephony
- Emergency calls
- Full Rate, Enhanced Full Rate and Half Rate (FR/EFR/HR)
- Dual Tone Multi Frequency function (DTMF)
- Supports AMR

TCP/IP

- Intrinsic TCP/IP protocol stack

GSM Supplementary Services

- Call forwarding
- Call hold, waiting and multiparty
- Calling/called number identification
- Advice of charge
- USSD
- Alternate line service
- Customer service profile
- Preferred networks
- Operator selection
- Network registration
- Call barring
- Call transfer

Other Features

- ME + SIM phone book management – read/write/find, call screening, groups
- SIM Application Toolkit Class 2
- Real Time Clock
- Software upgradeable
- Audio control
- Fixed dialling number
- UCS2 16 bit data supported
- Commercially available accessories

* Requires network support

† US Carriers may require compliance with AMR or EOTD standards.

Módem celular i-Port, AnyData.



Experience the most powerful single integrated solution for real-time CDMA wireless data access



EM II -800/1800

EM III-DUAL (External CDMA modem)

So you don't want to build your own wireless communications system?

Then consider the i-PORT solution. It is a complete turnkey wireless CDMA communications system. Just add power, antenna, and a data cable and begin sending wireless commands. i-PORT will quickly and easily add value to your application without the development time.

EM II-800 : CDMA Cellular

EM II-1800 : Korea PCS

EM III-Dual : CDMA Cellular / US PCS

Features :

- Standard RS-232C interface or stand-alone
- DATA transmission up to 153Kbps
- Remote control by AT commands
- Optimized for easy OEM applications
- Support Circuit Data/Fax
- Follow up CDMA phone technologies (Voice/SMS)
- Small size :
4.76 " (121mm)L x 2.24 " (57mm)W x 0.94 " (24mm)H
- Built in TCP/IP/UDP stack
- Support voice using earjack
- 2-way SMS
- Enhanced variable rate codec (EVRC)
- Quick Net Connect for Fast Internet connection
- Telemetry-specific features

Applications :

- Inventory/sales quote for outside sales people
- Reading and routing electric power/gas/water distribution
- Real time data acquisition using wireless internet
- Traffic light control
- Outdoor lighting control
- Industrial robot control
- Wireless parking meter control
- Location positioning of mobile objects
- Wireless remote alarm
- Security monitoring system
- Wireless telemetry system
- Remote environmental monitoring



■ H/W Specification :

Electrical

- Full TIA/EIA/IS-98A Compliance
- Operating voltage : DC 6.0V ~ 12V
- Max. Output power : 0.2W ~ 0.3W
- Current consumption : 18mA (Sleep state), up to 1A (Traffic)
- Receive frequency : 869.04 ~ 893.97 MHz (EM / EM II-800)
1841.25 ~ 1868.75 MHz (EM / EM II-1800)
1931.25 ~ 1988.75 MHz (EM II-1900)
- Transmit frequency : 824.04 ~ 848.97 MHz (EM / EM II-800)
1751.25 ~ 1778.75 MHz (EM / EM II-1800)
1851.25 ~ 1908.75 MHz (EM II-1900)

Mechanical

- Dimension : 4.76 " (121mm)L x 2.24 " (57mm)W x 0.94 " (24mm)H
- Weight : about 3.95 oz (112g)
- Antenna connector : SMA type
- Mounting : 4 Holes
- Modem interface : RS-232C (9 pin connector)
- CDMA Idle / Traffic indicator
- Received SMS indicator
- Power ON indicator

Environmental

- Operating Temperature : -22° ~ 140 °F (-30° ~ 60 °C)
- Storage Temperature : -40° ~ 212 °F (-40° ~ 100 °C)
- Humidity(Operating) : 0% ~ 90% noncondensing, 95 °F (35 °C)

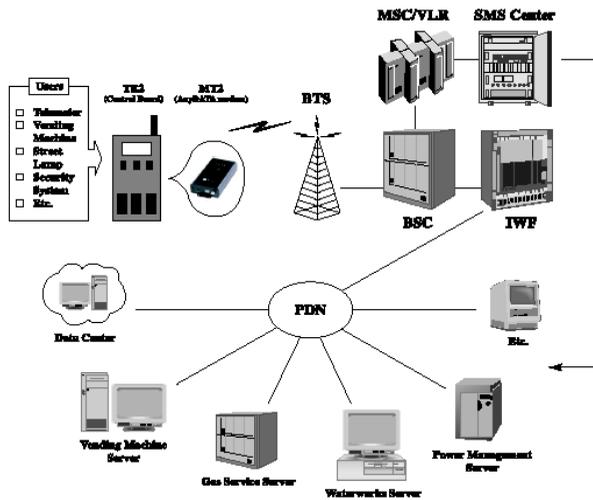
■ S/W Specification :

- CDMA 2000 1xRTT : CDMA 2000 protocol between Mobile & Base Station
- IS-95A/B : CDMA Protocol between Mobile & Base Station
- IS-637 : Short Message Service
- IS-707-A.4 : Async data service, G3 Fax service
- IS-707-A.5 : Packet Data Service
- Built-in TCP/IP : AnyDATA proprietary software
- J-STD-008 : PCS protocol between Mobile & Base Station

■ Certification :

- FCC (1M25F9W)
FCC ID : P4M - DTSS-800 (for EM II-800)
P4M - DTSS-1900 (for EM II-1900)

■ Telemetric Architecture



INDEX

- TE2 - Data Terminal
- MT2 - Mobile Station
- BTS - Base Transceiver System
- BSC - Base Station Controller
- MSC - Mobile Station Controller
- VLR - Visitor Location Register
- HLR - Home Location Register
- IWF - Inter-Working Function
- PDN - Packet Data Network

Apéndice B

ANTENA YAGUI



1850 - 1990 MHz

ANT1920Y12-WR YAGI ANTENNA - 12.2 dBd / 14.3 dBi



FEATURES AND DESCRIPTION:

The Telewave ANT1920Y12-WR is a rugged, wide-band, high-gain Yagi antenna, designed for point-to-point and point-to-multipoint applications in any environment. The antenna uses twelve solid brass elements, and produces 12.2 dBd forward gain with exceptional front-to-back performance. Construction and design are optimized to prevent RF intermodulation and damage from lightning impulse energy. Each antenna is completely protected with Telewave's exclusive Txylan™ coating, which protects the antenna from corrosive gases, UV radiation, salt spray, acid rain and wind-blown abrasives. The feed line is sealed within the antenna boom, and an RF-transparent radome protects the driven element from corrosion or icing.

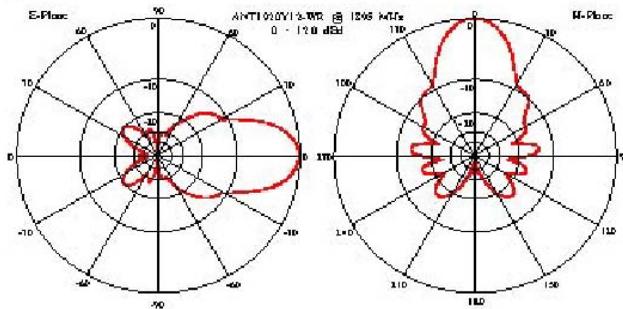
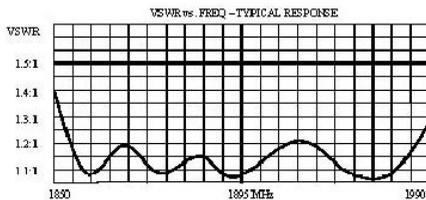
MOUNTING: The ANT1920Y12-WR is provided with a standard clamp set that allows the installer to configure the antenna for vertical or horizontal polarization. The universal mount option allows mounting to angled supports, and variable polarization. The standard clamp sets will attach to a support mast with a diameter of 0.5" to 1.5", and the universal mount can be attached to a supporting structure from 1" to 3.5".

ELECTRICAL SPECIFICATIONS:

Frequency Range	1850-1990 MHz
Bandwidth	140 MHz
Power Rating (typ.)	500 Watts
Gain (typ.)	12.2 dBd
Front-to-Back Ratio (min)	22 dB
VSWR (max)	1.5:1
Impedance	50 Ohms
Vertical Beamwidth	30°
Horizontal Beamwidth	35°
Pattern	Directional
Polarization	Vertical or Horizontal
Lightning protection	DC-ground
Termination	N-F connector 7-16 DIN-F optional

MECHANICAL SPECIFICATIONS:

Dimensions	23" L x 3.25" W
Antenna Weight	1.5 lb.
Shipping Weight	5 lb. (UPS shippable)
Max. Rated Wind Velocity	200 MPH
with 0.5" radial ice	165 MPH
Max. Exposed Area	0.2 sq. ft.
(flat plate equivalent)	
Lateral Thrust at 100 MPH	8 lb.
(40 p/sf flat plate equivalent)	



Apéndice C

Sistema de protección contra descargas atmosféricas.

Pararrayos

El sistema de protección contra descargas atmosférica se debe implementar cuando se consideran los análisis de riesgos que a continuación se describe. A partir de los resultados del análisis se tomará en consideración si es recomendable la instalación del sistema.

Análisis de riesgo.

El análisis de riesgo se valorara de acuerdo NFPA 780 edición 2000.

Primero se calculara la frecuencia de golpes de rayo a la estructura:

$$N_d = N_g \times A_e \times C_1$$

N_g , [rayos a tierra por kilómetro cuadrado por año]

C_1 , de acuerdo a NFPA 780,

apéndice H

El valor de C_1 es tomado del mapa de isodensidad de rayos a tierra hecho por el Instituto de Investigaciones Eléctricas 1983-1993

El área equivalente de colección se calcula de acuerdo con la siguiente formula

$$A_e = LW + 6H \times L + W + 9\pi H^2$$

donde:

H : es la altura máxima de la estructura en este caso la antena
W : es la medida del ancho de las instalaciones

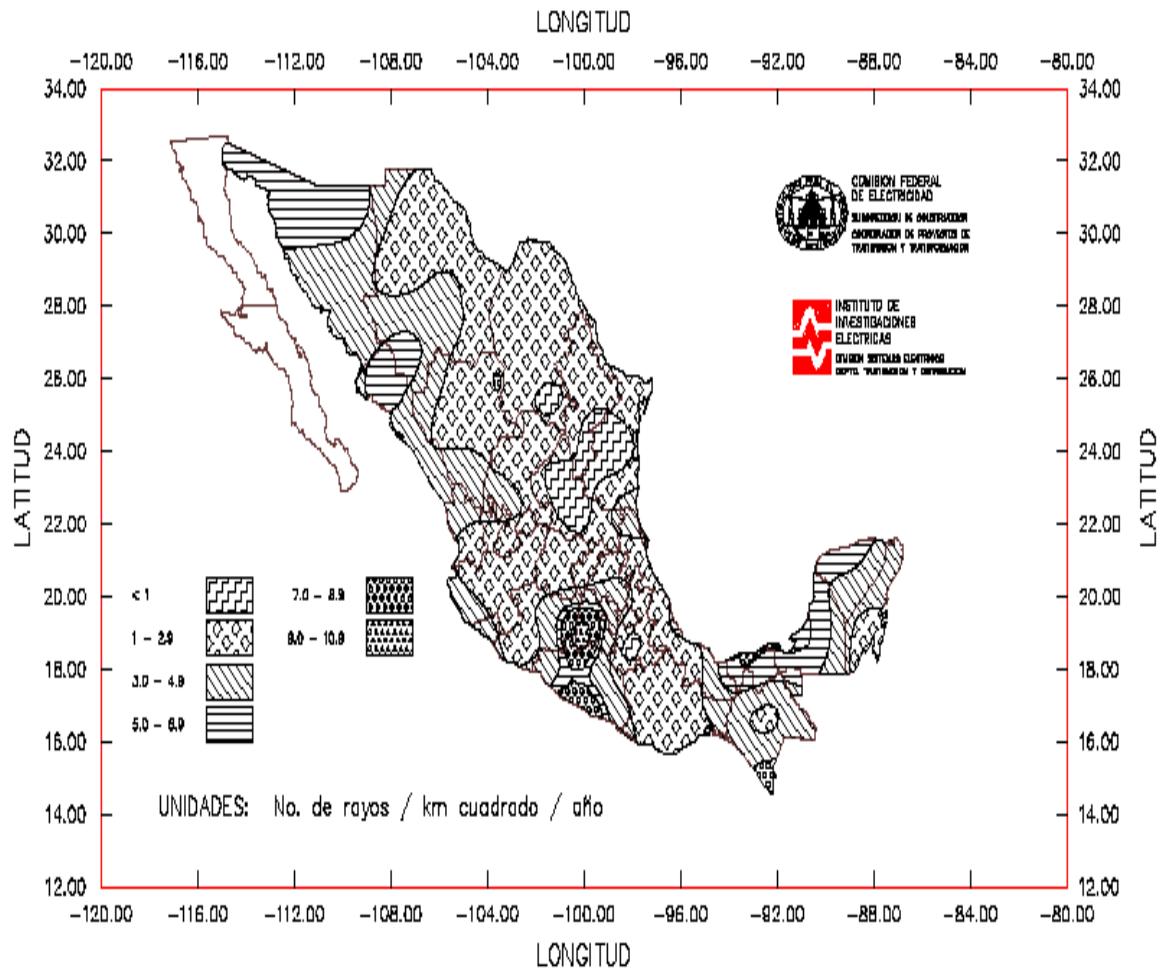
L : es la medida del largo de la instalaciones

Calculando la frecuencia de rayos aceptada a la estructura.

$$N_c = \frac{1.5 \times 10^{-3}}{C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5}$$

Se realiza una comparación entre N_d y N_c , si N_d es mayor que N_c , esto indica que se tiene que instalar un sistema contra tormentas atmosféricas

MAPA DE ISODENSIDAD DE RAYOS A TIERRA 1983 - 1993



Cotización de elementos y dispositivos que conforman el sistema de pararrayos.

Nota:

La cotización son costos unitarios, no incluyen IVA, tampoco incluye cotización de mano de obra.

Descripción.	Partida	Costo unitario (Pesos M.N.)
Punta Dipolo Corona.	1 Pza.	\$ 1,625.00
Mástil de aluminio para fijar Punta Dipolo.	1 Pza.	\$ 437.50
Kit de abrazaderas para unir cables, mástil y punta dipolo.	1	\$ 625.00
Cable desnudo 2/0 hasta una distancia de 100 metros.		\$ 4,500.00
Varilla de 5/8 x 3 metros	1 Pza.	\$ 187.50

BIBLIOGRAFÍA.

- Sistemas Electrónicos de Comunicaciones.
Louis E. Frenzel.
Editorial Alfaomega.

- Telecomunicaciones Móviles.
Eugenio Rey.
Editorial Alfaomega, España 1993.

- Fundamentos de Telemática.
Jorge Lázaro Laporta.
Marcel Miralles Aguinaga.
Editorial Alfaomega, España 2004.

- La red GSM.
Joachim Tisal.
Editorial Paraninfo, España 1999.

- Teleinformática para Ingenieros en Sistemas de Información, volumen 2.
Antonio Ricardo Castro Lechtaler.
Rubén Jorge Fusario.
Editorial Reverté S.A, España 1999.

- Comunicación por Satélite.
Carlos Rosado Rodríguez.
IPN, México 2003.

- UMTS Networks. Architecture, Mobility and Services
Heikki Kaaranen (Aqua Records)
Ari Ahtiainen (Nokia Research Center)
Lauri Laitinen (Nokia Research Center)
Valtteri Niemi (Nokia Research Center)

Direcciones electrónicas.

- <http://www.gsmworld.com/technology/gprs>
- <http://www.wmlclub.com/articulos/fundamentosgsm.htm>
- <http://www ldc.usb.ve/~poc/RedesII/>

Glosario

2G

Segunda generación de comunicaciones móviles.

3G

Tercera generación de comunicaciones móviles.

1xRTT

One Time Radio Transmission Technology. Variante del estándar de comunicaciones móviles celulares cdma2000.

AMPS

Advanced Mobile Phone System. Sistema de comunicaciones móviles analógicas desarrollado por la TIA.

BSC

Base Station Controller. Controlador de estaciones base.

BSS

Base Station Subsystem. Subsistema de estación base. En la arquitectura ETSI GSM se denomina BSS al conjunto formado por el controlador de estaciones base (BSC) y todas las estaciones base (BTS) que dependen de él.

BTS

Base Transceiver Station. Estación base para comunicaciones celulares.

CDMA

Code Division Multiple Access, Acceso múltiple mediante división de código

CSMA/CA

Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance. Técnica de acceso múltiple al medio (radio, cable)

DSSS

Direct Sequence Spread Spectrum. Técnica de espectro ensanchado con expansión del código mediante secuencia directa.

ETSI

European Telecommunication Standards Institute. Instituto Europeo de Estandarización de Telecomunicaciones.

FACH

Forward Access Channel. Canal de acceso directo. En UMTS, es un canal asociado al RACH para el envío en el canal descendente de la señalización y de pequeñas cantidades de tráfico del usuario.

FCC

Federal Communications Commission. Comisión Federal de Comunicaciones de EE.UU.

FDD

Frequency Division Duplex. Técnica de duplexado por división en frecuencia. Es la empleada en el estándar WCDMA FD-CDMA.

GGSN

Gateway GPRS Support Node. Nodo pasarela de soporte GPRS. Pasarela GPRS hacia las redes externas de paquetes.

GMSC

Gateway MSC. MSC pasarela. Central de conmutación móvil (MSC) empleada como pasarela con otras redes de telefonía

GPRS

Global Packet Radio Service, Servicio de radio de paquetes globales

GSM

Global System for Mobile communications, Sistema global para comunicaciones móviles

GTP

GPRS Tunneling Protocol. Protocolo de tunelado GPRS. Protocolo usado internamente en la red GPRS para el encapsulado y conmutación de la información de usuario hasta las pasarelas con otras redes.

HLR

Home Location Register. Registro de posiciones base. Base de datos de información de usuarios y perfiles en una red móvil.

HSCSD

High Speed CSD. Mecanismo de transmisión de datos mediante conmutación de circuitos a alta velocidad. Variante del estándar GSM para llamadas de datos utilizando simultáneamente varios intervalos de tiempo por trama para aumentar la tasa binaria.

HSS

Home Subscriber Server. Servidor de abonado base. Base de datos de información de usuario en UMTS.

IN

Intelligent Network. Red inteligente.

IP
Internet Protocol, Protocolo de Internet

ISP
Proveedor de Servicios de Internet

ISDN
Integrated Services Data Network. Red digital de servicios integrados (RDSI).

ITU-T
International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector.
Sector de estandarización de telecomunicaciones de la ITU.

LLC
Logical Link Control. Control de enlace lógico. Capa del modelo lógico de protocolos donde se engloban todos los mecanismos de gestión de un enlace lógico entre un nodo de una red y la propia red.

MS
Mobile Station. Estación móvil.

MSC
Mobile Switching Center. Central de conmutación móvil.

MT
Mobile Termination. Terminación móvil.

MTCH
MBMS point-to-multipoint Traffic Channel. Canal lógico de tráfico necesario en UMTS Release 6 para la introducción de servicios MBMS.

OSI
Open Systems Interconnection. Marco conceptual definido por ISO para estructurar en siete capas las funciones de los protocolos de interconexión de redes.

PCS
Personal Communication Services. Servicios de comunicaciones personales.

PDA
Personal Digital Assistant. Asistente personal digital.

PDCP

Packet Data Convergence Protocol. Protocolo utilizado en las redes móviles de paquetes (GPRS, UMTS) para la adaptación de los datos de usuario a las características de la interfaz radio.

PPP

Point to Point Protocol.

PSTN

Public Switched Telephone Network. Red telefónica pública conmutada.

RACH

Random Access Channel. En las redes móviles, el canal de acceso aleatorio para el enlace ascendente utilizado por el terminal para solicitar acceso a la red. Está asociado generalmente a un canal FACH.

RLC

Radio Link Control. Capa de control del enlace radio. Junto con la capa MAC (Medium Access Control) constituye la capa 2 (nivel de enlace) según la terminología OSI.

RNC

Radio Network Controller. Controlador de red radio. Nodo de la red de acceso UMTS encargado de controlar las estaciones base (Nodos B).

SIM

Subscriber Identity Module. Módulo de identificación de usuario.

TDMA

Time Division Multiple Access. Acceso múltiple por división en el tiempo.

UE

User Equipment. Equipo de usuario

U-GGSN

UMTS Gateway GPRS Support Node. Nodo GGSN en una red UMTS.

UIT

Unión Internacional de Telecomunicaciones. Acrónimo en castellano de la ITU

UMTS

Universal Mobile Telecommunications System. Sistema de telecomunicaciones móviles universales. Término utilizado en el marco europeo para las comunicaciones móviles de tercera generación.

UTRAN

UMTS Terrestrial Radio Access Network. Red de acceso radio terrestre UMTS.

VLR

Visitor Location Register. Nodo encargado del registro de los usuarios visitantes en una red GSM.