

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIOS ARAGON

**INGENIERIA MECANICA ELECTRICA
AREA: ELECTRICA-ELECTRONICA**



“DIPLOMADO INTEGRAL DE TELECOMUNICACIONES”

**PRESENTA:
ELIOT EDUARDO RENTERIA ORTEGA**

NUMERO DE CUENTA: 09927093-3

**DIRECTOR:
ING. JOSÉ LUIS PÉREZ BÁEZ.**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 mi Padre por haberme apoyado durante toda mi carrera para poder tener un mejor desarrollo académico y personal, que siempre confió en mí.

A mi Familia por brindarme su apoyo y cariño.

De forma especial le agradezco al Ing. José Luis Pérez Báez por haberme enseñado los fundamentos de las comunicaciones durante la carrera y por haber aceptado ser mi asesor y apoyarme con todo mi proceso de titulación.

A los miembros de mi jurado: M. en I. Fidel Gutiérrez Flores, Ing. Narciso Acevedo Hernández, Ing. Martín Meléndez Álvarez, Ing. Prócoro Pablo Luna Escorza por sus comentarios y sugerencias al presente trabajo.

A la UNAM que me brindo una muy buena educación desde el CCH hasta mi Diplomado, por ser la máxima casa de estudios de México y hacerme sentir con mucho orgullo ser Puma de corazón.

Y a mi Madre por haberme siempre cuidado desde el día de mi existencia, gracias por inculcarme buenos valores y hacer de mí una mejor persona, siempre contaras conmigo, Te amo.

“No hay método más poderoso para introducir conocimiento en la mente que presentarlo de cuantas maneras diferentes se pueda.”

James Clerk Maxwell

INDICE

OBJETIVO.....	1
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1.	
REGULACION, ESTANDARIZACION Y MERCADOS DE TELECOMUNICACIONES.....	2
1.1 Importancia de la Regulación.....	2
1.2 Los Organismos Internacionales de Regulación.....	4
1.3 Los Mercados y los Procesos de Negocios en Materia de Telecomunicaciones y Servicios de Información	7
CAPITULO 2.	
MEDIOS DE TRANSMISION ALAMBRICOS.....	8
2.1 Normatividad.....	8
2.2 Cables Telefónicos.....	8
2.3 Cables de Datos.....	10
2.4 Diseño (Cableado estructurado).....	13
2.4.1 Cableado Horizontal.....	14
2.4.2 Cableado Vertical (Backbone).....	16
2.4.3 Data Centers.....	18
2.5 Sistemas de Tierra.....	21
2.6 Planta externa e instalación.....	23
CAPITULO 3.	
REDES DE DATOS, INTERCONEXION DE REDES Y PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO.....	25
3.1 Red de Datos.....	25
3.2 Modelo de Referencia OSI.....	27
3.3 Protocolos de Red.....	29
3.4 Direccionamiento Físico.....	31
3.4.1 Direccionamiento IP.....	32
3.4.2 Subredes (Subnneting).....	34
3.4.3 Switching.....	35
3.4.4 VLAN.....	36
3.5 Ruteadores y Clasificación de los Protocolos de Ruteo.....	37
3.5.1 Protocolos de Ruteo vs Ruteables.....	38
CAPITULO 4.	
REDES DE TELEFONIA INTELIGENTES.....	42
4.1 Elementos de la Red Telefónica.....	42
4.2 Centrales de Conmutación.....	43
4.2.1 Línea de Abonado Digital DSL.....	45
4.2.2 Tipos de Centrales.....	45
4.3 Señalización.....	46
4.4 Sistema de Señalización 7 (SS7).....	48
4.4.1 Arquitectura de la Red Inteligente Avanzada AIN.....	49
4.4.2 Administración de Red y Enlaces.....	51
4.4.3 Administración de Rutas.....	53
4.5 Red Digital de Servicios Integrados ISDN.....	54
4.5.1 Interfaces de Acceso a ISDN.....	55
4.5.2 Interconexión con Protocolo Q.931.....	56

CAPITULO 5.	
TELEFONIA CELULAR Y SISTEMAS DE COMUNICACION PERSONAL.....	58
5.1 Modelo de un Sistema de Telefonía Celular.....	58
5.2 Sistemas Inalámbricos de Primera Generación.....	62
5.3 Sistemas Inalámbricos de Segunda Generación.....	64
5.3.1 GSM.....	65
5.4 Sistema 3G.....	69
CAPITULO 6.	
VOZ SOBRE IP (VoIP).....	71
6.1 Introducción.....	71
6.2 Estándares para Voz sobre IP.....	72
6.3 Protocolo SIP (Session Initiated Protocol).....	79
6.4 Protocolo MGCP.....	75
6.5 Protocolo Megaco (Media Gateway Control Protocol)/H.248.....	75
6.6 Estándares de Compresión.....	78
CAPITULO 7.	
SISTEMAS DE COMUNICACIÓN SATELITAL Y MICROONDAS.....	79
7.1 El Segmento Espacial.....	79
7.2 El Segmento Terrestre.....	82
7.2.1 Antenas Parabólicas.....	83
7.3 Microondas.....	84
7.4 Ingeniería del Sistema.....	87
CAPITULO 8.	
REDES INALAMBRICAS.....	89
8.1 Arquitectura.....	89
8.2 Clasificación.....	90
8.3 Wireless Area Local Network (Red de Area Local Inalámbrica).....	91
8.3.1 Access Points.....	92
8.3.2 Topologías.....	94
8.3.3 Seguridad en Redes Inalámbricas.....	95
8.4 WPAN Redes Inalámbricas de Área Personal.....	96
8.5 WMAN Redes Inalámbricas de Área Metropolitana.....	96
CAPITULO 9.	
SEGURIDAD EN REDES.....	99
9.1 Conceptos.....	99
9.2 SSL (Secure Sockets Layer).....	99
9.3 Firewall.....	100
9.4 SNMP (Simple Network Management Protocol).....	101
CAPITULO 10.	
PROYECTOS Y NEGOCIOS EN TELECOMUNICACIONES.....	103
10.1 Evaluación Económica de Casos de Negocios (Business Case).....	103
10.2 Diseño, Implementacion y Entrega de un Proyecto.....	104
10.3 Gestion de Proyectos de Telecomunicaciones.....	106

CONCLUSIONES.....	108
GLOSARIO.....	109
BIBLIOGRAFIA.....	110



OBJETIVO

Proporcionar los conocimientos teóricos sobre Telecomunicaciones que den al alumno un marco sólido de conocimiento en el área, y así preparar recursos humanos altamente capacitados en tecnologías relevantes de las Telecomunicaciones que les permitan mejorar sus habilidades en la toma de decisiones que involucren planeación, diseño, mantenimiento y operación de redes de comunicación.

INTRODUCCIÓN

La especie humana es de carácter social, pues necesita de la comunicación, de otra manera viviríamos aislados. Las primeras manifestaciones en la comunicación de la especie humana fueron la voz, las señales de humo, los dibujos pictóricos y posteriormente la escritura, la cual permitió el desarrollo de las culturas. Con el desarrollo de las civilizaciones y de las lenguas escritas surge también la necesidad de comunicarse a distancia, con el fin de facilitar el comercio entre las diferentes naciones e imperios.

Las Telecomunicaciones son la transmisión a distancia de información mediante procedimientos electromagnéticos, con la finalidad de comunicar. El desarrollo de los actuales sistemas de telecomunicaciones tienen su base en los primeros inventos y en la evolución de estos que proporciona hoy en día los servicios de la tecnología de punta.

La industria de las Telecomunicaciones representa uno de los pilares más importantes que soportan el desarrollo económico, cultural, y educativo de los países. Los avances tecnológicos en las Telecomunicaciones y la Informática han revolucionado la forma en que la información es procesada y enviada, se han creado supercarreteras de información y redes computacionales mundiales que han eliminado las fronteras de tiempo y distancia para la transmisión de datos, en los cuales gracias a la convergencia de las comunicaciones y la computación ya no existen diferencias fundamentales en la comunicación de datos, voz, y video, lo que ha generado una era de globalización de servicios a través de un mismo dispositivo, como una computadora personal.

Los proveedores de servicios y productos de Telecomunicaciones se enfrentan a una agresiva competencia en donde, para ser competitivos, los recursos humanos que comercializan sus productos requieren demostrar un sólido conocimiento en las tecnologías y soluciones que pueden ofrecer. Las empresas requieren generar recursos humanos multidisciplinarios que permitan soportar sus áreas de especialización como finanzas, legales o de mercadotecnia con la de Telecomunicaciones, lo que les permitirá saber de qué forma la información de la empresa está siendo procesada y transmitida, cómo hacer más eficiente la infraestructura que soporta sus redes, y que implicaciones pudiera tener el uso de las telecomunicaciones en un marco legal de regulación.

En los últimos años, México ha experimentado un acelerado crecimiento en sus Telecomunicaciones y una renovación de tecnologías gracias al mercado de competencia regulado que hoy vive el país, lo que ha generado una creciente necesidad de conocimiento.



CAPITULO 1. REGULACIÓN, ESTANDARIZACIÓN Y MERCADOS DE TELECOMUNICACIONES

Objetivo

En las Telecomunicaciones se emplean diferentes equipos y sistemas para formar un sistema de comunicación y cumplir con el objetivo de comunicar información a grandes distancias, para lograr éste objetivo, los equipos y sistemas deberán de cumplir con ciertas especificaciones técnicas y funcionales que están determinadas por un modelo, el cual debe a su vez ser reconocido como un estándar tanto nacional como internacional, de lo contrario, el objetivo de la comunicación no podrá lograrse, de ahí la importancia de la regulación y la normatividad en las telecomunicaciones.

Introducción

Por su naturaleza las telecomunicaciones han llegado a ser inminentemente una actividad internacional, a la que México ha tenido que integrarse para poder brindar a su población la oportunidad de acceder a los servicios de telecomunicaciones que mejor se adecuan a sus necesidades.

En todo el mundo uno de los elementos centrales para impulsar el sector ha sido su reforma. La reforma del sector ha ocurrido en casi todos los país del mundo; sus principales ejes son las privatizaciones de los operadores, la apertura a la competencia de casi todos los mercados y la creación de autoridades reguladoras para impulsar el crecimiento armónico del sector.

1.1 Importancia de la Regulación

En la última década, el sector de las Telecomunicaciones en la mayoría de los países del mundo, ha sufrido una profunda transformación: La introducción de la competencia y el progreso tecnológico trajeron como consecuencia, la innovación en la oferta de servicios, menores precios y mejoras en la calidad.

El Estado ha dejado de participar como operador encomendando esta actividad al sector privado. El Estado ha conservado la tarea de definir las políticas y regular los servicios de telecomunicaciones.

A. El organismo regulador no debe ser ajeno a las leyes o políticas gubernamentales. Por el contrario, por su conocimiento cercano del sector, es deseable que participe en la generación e implementación de las políticas públicas.

B. Su independencia también se refiere a la capacidad para desempeñarse en forma ajena a los intereses específicos de los operadores y de las presiones políticas.

C. Implica la capacidad de la institución para tomar decisiones de índole regulatorio objetivas, sin la interferencia interesada de otros agentes.

D. Implica la capacidad de la institución para allegarse y mantener el capital humano necesario para su tarea.

E. Evitar la “captura del regulador” por intereses de la industria o de la política, sus decisiones deben ser neutrales, objetivas y transparentes.

F. Generar credibilidad de la industria y de los consumidores en la actuación del regulador.

G. Obtener una regulación predecible utilizando procesos abiertos, transparentes y contestatarios con las partes interesadas.

H. Contar con amplias facultades coercitivas y para dirimir controversias y obtener información suficiente y completa de los operadores.

Decisiones del regulador:

- Proceso de otorgamiento de concesiones o licencias
- Emisión de regulación, planes fundamentales y normalización.
- Política tarifaria, principalmente techos y pisos al operador dominante.
- Condiciones para promover sana competencia en los mercados.



- Política de interconexión de redes.
- Administración, asignación, canalización y monitoreo del espectro radioeléctrico.
- Homologación de equipos.
- Calidad del servicio.
- Asuntos Internacionales
- Protección al consumidor.

La Regulación en México se da mediante la creación de un órgano independiente con capacidad y habilidad técnica para emitir regulaciones, congruentes con el marco previsto en la política de telecomunicaciones.

Principales Instrumentos:

- El marco jurídico (leyes, reglamentos, etc.)
- El marco regulatorio (reglas, resoluciones, acuerdos, etc.)
- Trámites y procedimientos de los asuntos que atiende la COFETEL

Se definió un nuevo un nuevo marco jurídico, consistente con los avances tecnológicos de la década, la Ley Federal de Telecomunicaciones 1995.

- Se actualiza la definición de red pública de telecomunicaciones.
- Se abren todos los sectores a la competencia.
- Se eliminan las barreras artificiales para la entrada a los mercados.
- Se elimina la discrecionalidad en la asignación de espectro radioeléctrico.
- Se establecen principios de interconexión y competencia.
- Se prevé la regulación adicional a operadores con poder sustancial en los mercados relevantes.
- Se permite la explotación de señales de satélites extranjeros en territorio nacional bajo principios de reciprocidad.
- Se emite regulación específica para los servicios de telecomunicaciones.

La SCT, a través de COFETEL han emitido diversas regulaciones, entre las más importantes se encuentran:

- Reglas de Larga Distancia (junio 1996).
- Planes Técnicos Fundamentales de Señalización y Numeración (junio 1996).
- Reglas de Larga Distancia Internacional (diciembre 1996).
- Reglas del Servicio Local (octubre 1997).
- Reglas de Telefonía Pública (diciembre 1996).
- Reglamento de Comunicación Vía Satélite (agosto 1997).
- Reglamento del Servicio de Televisión y Audio Restringidos (2000).
- Reglamento para la comercialización de servicios de telecomunicaciones de larga distancia y larga distancia internacional. Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Diario Oficial 12 agosto de 2005.

Cuadro 2: Cronograma de Cambios en el Marco General de Regulación

1990	91	1992	93	94	1995	96	1997	98	99	00	01	02	03	2004	05	06	07	08	
Privatización de Telmex		TLCAN			Ley Federal de Telecomunicacion		Acuerdo OMC-GATS							Resoluciones del Panel	¿ Todos los servicios, todos los concesionarios?				
															¿ Todos los servicios, cualquier proveedor?				



Una empresa de Telecomunicaciones en México debe de contar con los siguientes requisitos:

1. Empresa Mexicana (Establecida en México y con Leyes Mexicanas)
2. No tener más del 49% de inversión extranjera
3. Obtener una concesión para poder brindar servicios públicos de telecomunicaciones (COFETEL)
4. Tener concesión del uso del Espectro Radioeléctrico

1.2 Los Organismos Internacionales de Regulación

Se entiende por organismos o foros de regulación aquellos en los que los países trabajan para lograr la coordinación y armonización técnico-legal, (conceptos, definiciones, normas y reglamentación) necesaria para la adecuada prestación de los servicios de telecomunicaciones.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo intergubernamental especializado de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para las telecomunicaciones. Fue creada en 1865 como la Unión Internacional Telegráfica, pasando a ser una agencia especializada de la ONU el 15 de octubre de 1947. Actualmente cuenta con 189 miembros y tiene su sede en Ginebra, Suiza.

Objetivos programáticos:

- Elaborar reglamentos de telecomunicaciones con miras a garantizar el interfuncionamiento y la interconectividad mundial de las redes de telecomunicaciones.
- Garantizar una utilización racional y eficaz del espectro de frecuencias radioeléctricas y de la órbita de los satélites geoestacionarios.
- Facilitar la cooperación internacional y el desarrollo económico y social de todos los pueblos mediante servicios de telecomunicaciones eficaces;
- Promover la función de las telecomunicaciones y la prestación de asistencia técnica y de asesoramiento político sobre el desarrollo y la expansión de los servicios de telecomunicaciones en los países en desarrollo.

Objetivos y Prioridades:

- Reforzar la base multilateral de las telecomunicaciones internacionales.
- Desarrollar el acceso a los servicios básicos de telecomunicación e información y promover la conectividad a nivel mundial a la infraestructura mundial de la información, así como la sociedad mundial de la información.
- Coordinar la actuación internacional para gestionar los recursos escasos de telecomunicaciones.
- Alentar y habilitar a los Estados Miembros de los países en desarrollo, a obtener los beneficios de los cambios técnicos, financieros y reglamentarios.

La UIT se compone de tres sectores: Radiocomunicaciones (UIT-R), Normalización (UIT-T) y Desarrollo (UIT-D).

Conferencia de Plenipotenciarios

Es la autoridad máxima de la UIT y esta compuesta por delegaciones que representan a todos los Estados miembros. En esta Conferencia se adoptan y definen las políticas de organización, se determina la estructura, las actividades y dirección que debe tomar dicho organismo. Esta Conferencia se celebra cada cuatro años.

El Consejo

El Consejo se reúne anualmente y actúa como el cuerpo gobernante de la UIT. Actualmente forman parte del Consejo 46 Estados miembros electos por la Conferencia de Plenipotenciarios bajo un esquema en el que deben ser representadas las cinco regiones que comprenden el sistema de las UN: América, Oeste de Europa, Este de Europa, África, Asia y Australia.



La principal función del Consejo es considerar, durante el intervalo de la Conferencia de Plenipotenciarios, los temas de política de telecomunicaciones que aseguren las actividades de la UIT, con el fin de dar una respuesta rápida y oportuna a los cambios que se presentan en el desarrollo de las telecomunicaciones.

El Consejo prepara un reporte de política y planeación estratégica sobre la UIT y toma todas las medidas para facilitar la puesta en práctica de las directrices de la Constitución de la UIT. México es miembro del Consejo ininterrumpidamente desde el año 1952.

Conferencias

Conferencias Mundiales sobre Telecomunicaciones Internacionales. Evento realizado a solicitud de la Conferencia de Plenipotenciarios en donde se autoriza para revisar la regulación de telecomunicaciones internacionales.

Las conferencias de los tres sectores, Radiocomunicaciones, Normalización y Desarrollo se realizan periódicamente.

Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones

La Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones es una de las actividades más importantes de la UIT, ahí los países acuerdan el futuro uso del espectro radioeléctrico y las orbitas satelitales y, actualiza el Reglamento de Radiocomunicaciones (Cuadro Internacional de Atribución de Frecuencias).

Se celebra cada dos o tres años. El alcance general de la agenda se establece de cuatro a seis años por adelantado. El sector de radiocomunicaciones cuenta con una Asamblea responsable de programar el trabajo para el Sector de Radiocomunicaciones (UIT-R).

Asamblea Mundial de Estandarización

Estas Asambleas aprueban el programa de trabajo de la UIT-T, determinando las prioridades de los trabajos referentes a estándares técnicos. Esta Asamblea se celebra cada cuatro años.

México participa en los trabajos de esta Asamblea, pero no de manera activa sino reactiva. Se alienta a los países en desarrollo como México (por el mercado que representan) a participar en las actividades técnicas de este sector.

Conferencias Mundiales de Desarrollo de Telecomunicaciones

Se fijan los objetivos y las estrategias para el desarrollo mundial y regional de telecomunicaciones, dando prioridad a la extensión, la modernización de redes, la asignación de los recursos para elevar la penetración y el acceso de las telecomunicaciones en los países más pobres del mundo.

La Conferencia se convoca cada cuatro años con el propósito de revisar el progreso en el desarrollo de las telecomunicaciones en los países en vías de desarrollo. Esta Conferencia da las directrices a la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones y establece grupos de estudio.

Actividades del Sector de Radiocomunicaciones

- Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones
- Asamblea de Radiocomunicaciones
- Junta del Reglamento de Radiocomunicaciones
- Grupo Asesor de Radiocomunicaciones
- Servicios Espaciales
- Servicios Terrenales
- Comisiones de Estudio
- Publicaciones
- Seminarios y reuniones de información
- Cooperación con otros sectores



Misión del Sector de Radiocomunicaciones

“Garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los que utilizan la órbita de los satélites geoestacionarios u otras órbitas, y realizar estudios sobre radiocomunicaciones”.

Al formar parte del Convenio de la UIT los estados se obligan a cumplir con lo que ahí se acuerde. Considerando la Ley sobre la Celebración de Tratados, en México este Convenio tiene rango jurídico de Ley.

Uno de los aspectos más importantes para la actuación de un país en este organismo son los Instrumentos legales, los cuales para el caso de la UIT se describen de la siguiente manera:

- Regulaciones Administrativas
- Regulaciones de Telecomunicaciones Internacionales
- Regulaciones de Radiocomunicaciones.

Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL)

Entidad de la Organización de los Estados Americanos (OEA), encargada del facilitar y promover el desarrollo de las telecomunicaciones en la región. La OEA/CITEL agrupa a 34 Estados miembros y más de 200 miembros asociados.

La CITEL tiene autonomía para realizar sus funciones de acuerdo con la Carta de la OEA, su Estatuto y los mandatos de la Asamblea General.

México es miembro de la OEA desde 1948, e influyó directamente en la creación de CITEL en 1959 a través de la llamada Red Interamericana de Telecomunicaciones, con el fin de adelantar estudios regionales antes de llegar las Conferencias de la UIT.

En 1963 el Consejo de la OEA aprobó el establecimiento de la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL). La importancia de participar en CITEL radica en la oportunidad de encontrarse con países con niveles de desarrollo económico e intereses similares y, concertar a nivel regional posiciones comunes ante la UIT.

Estructura

La estructura de CITEL es sencilla al ser una organización muy especializada de ámbito regional. El principal órgano de decisión es el Comité Ejecutivo Permanente (COM/CITEL) cuenta con la participación de 11 países miembros electos en Asamblea. Última reunión agosto 2002.

El Comité de Coordinación lo forman el Presidente y Vicepresidente del COM/CITEL y los Presidentes de las tres áreas o Comités Consultivos Permanentes (CCP). Este se encarga de revisar y proponer al COM/CITEL, la actualización continua de los Reglamentos, Mandatos y Programas de Trabajo.

Comité Consultivo Permanente I: Normalización de Telecomunicaciones

Órgano técnico asesor en los siguientes temas: coordinación de normas, planificación, financiamiento, construcción, operación, mantenimiento, asistencia técnica, procesos de certificación de equipos, principios tarifarios y demás asuntos relacionados con el uso, implementación y la explotación de los servicios públicos de telecomunicaciones en los Estados miembros.

Comité Consultivo Permanente II Radiodifusión

Órgano técnico asesor de los siguientes temas: coordinación de normas, planificación, operación y asistencia técnica referidos al Servicio de Radiodifusión en sus diversas modalidades.

Comité Consultivo Permanente III: Radiocomunicaciones

Es el órgano técnico asesor de los siguientes temas: coordinación de normas, planificación, aprovechamiento y uso eficiente del espectro radioeléctrico y órbitas satelitales, así como los aspectos relacionados con la operación de los servicios de radiocomunicaciones en los Estados Miembros.



1.3 Los Mercados y los Procesos de Negocios en Materia de Telecomunicaciones y Servicios de Información

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, TICs están jugando un importante papel en la economía mundial. Estas tecnologías tienen un impacto muy favorable cuando se combinan con factores complementarios como inversiones en habilidades, cambio organizacional, innovación y creación de nuevas firmas.

Se distinguen tres efectos de las TICs en la productividad y el crecimiento:

1. Como bienes de capital, las inversiones en TICs contribuyen a la capitalización general de la economía y por tanto de la productividad laboral.
2. El rápido progreso tecnológico en la producción de bienes y servicios relacionados con las TICs, contribuye a un mayor crecimiento de la productividad multifactorial.
3. El mayor uso de las TICs puede ayudar a que las empresas incrementen su eficiencia. Ello se verifica especialmente en el sector servicios (financieros, servicios de distribución y de negocios).

Las empresas utilizan las TICs para racionalizar y disminuir sus costos en las fases desaceleración del ciclo económico y para expandir sus operaciones hacia fuera y desarrollar nuevos mercados durante las fases de crecimiento.

El desempeño y evolución del uso de las TICs depende de factores como: nivel de ingreso, educación, edades, género y políticas públicas enfocadas, desde el lado de la oferta, a mejorar la conectividad a través de competencia para reducir precios, mejorar calidad y expandir la oferta, y apoyar y mejorar contenidos. Desde el lado de la demanda, fortalecer la educación y la distribución de estas tecnologías.

El Mercado Mexicano

El mercado mexicano de telecomunicaciones, definido según la LFT ha registrado crecimientos de alrededor de 22.5% en los últimos años. Los principales factores que propiciaron este crecimiento son:

- La recuperación macroeconómica de la economía mexicana y de EUA.
 - Disminución de las tarifas cobradas.
 - La reestructuración de los planes de negocio hacia la transmisión de datos, mercados no atendidos y ampliando su presencia en nuevas ciudades del país.
 - La conclusión de la reestructuración financiera con acreedores.
- Por mercados y/o servicios los que más crecieron fueron:
- TV por microondas 56.1%
 - Telefonía celular 43.6% por tráfico, llegando a 35 millones de usuarios (24%)
 - Tráfico de LDI entrante 26.7%

Esto hace al mercado mexicano uno de los más atractivos en el mundo. Si se aplica una postura abierta, cualquiera podría ofrecer servicios *Triple Play*, perjudicando a los operadores establecidos. En cambio si la regulación cierra los mercados a los operadores actuales, en algún momento la tecnología ofrecería al usuario la manera de acceder a servicios de telefonía a menores costos.

CAPITULO 2. MEDIOS DE TRANSMISIÓN ALÁMBRICOS

Objetivo

Conocer los conceptos básicos, parámetros, tipos, técnicas de instalación, configuración y normas aplicables a los diferentes medios de transmisión alámbricos empleados en las tecnologías de las telecomunicaciones.

2.1 Normatividad

• Objetivo Estándares

El objetivo de los estándares es establecer los criterios mínimos de desempeño que deberán tener los productos y sistemas y que sirvan de referencia y comparación como criterios de calidad.

Normas nacionales relacionadas con sistemas de transporte de información

- NMX -I -NYCE -248-2005
 - Norma Nacional de Cableado Estructurado
 - Publicado en Marzo de 2005
- NOM-SEDE-001-2005
 - Instalaciones eléctricas y cableado en general
 - Equivalente al NEC

Normas de seguridad relacionadas con sistemas de transporte de información

- NFPA 70 (NEC 2005)
- NFPA 75
- NFPA 76, Fire Protection of Telecommunications Facilities, 2005.
- ANSI/TIA/EIA 569A, Anexo A
- ANSI/NECA/BICSI 568- -2001 Cap 2001 Capítulo 5
- NOM-001-2002 México

2.2 Cables Telefónicos

Es uno de los muchos medios de transmisión en telecomunicaciones. La unidad básica es el par telefónico, el cual esta constituido por un par de hilos de cobre aislados en plástico o papel (Llamados A y B), coloreados para facilitar su identificación.

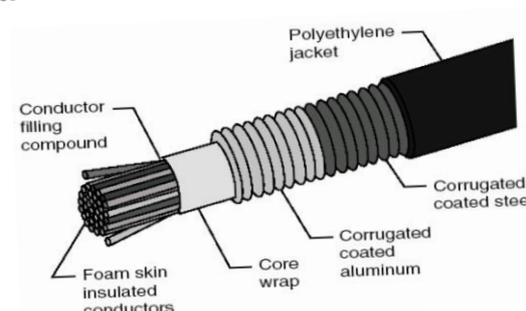
Un cable puede contener desde 10 hasta 2400 pares, en una variedad de calibres (0.4 mm a 0.9 mm) que dependen de los requerimientos del sistema. Los cables telefónicos se aplican principalmente para transmisión de voz y datos. La selección de los cables se hace principalmente basándose en los parámetros de resistencia, calibre y construcción.

- La longitud de un enlace de cable depende varios factores:
 - Resistencia del cable
 - La capacitancia
 - Los limites de señalización del equipo transmisor

Cables tipo ASP (Fig. A)

- Calibres, 19, 22, 24 y 26 AWG
- Aislante de espuma expandida
- Compuesto de relleno antihumedad

Fig. A



- Cinta dieléctrica no higroscópica
- Armadura de acero corrugada
- Cubierta exterior de Polietileno
- Capacidades de 25 hasta 2800 pares
- Aplicaciones redes subterráneas y directamente enterradas

Cable Aéreo Autosoportado (Fig. B)

- Conductores aislados de colores
- Calibres de 19 a 26 AWG
- Soporte mensajero de acero típicamente de 6 mm de diámetro
- Armadura de aluminio
- Cinta no higroscópica como protección térmica
- Cubierta eterna de polietileno de alta densidad que cubre cable y mensajero

Impedimentos de transmisión:

- Atenuación
- Distorsión
- Interferencia
- Ruido en el bucle del suscriptor:
 - Diafonía
- Ininteligible
- Inteligible
- Ruido del circuito
- Ruido impulsivo

Compatibilidad electromagnética (EMI):

- No es un fenómeno nuevo
- Existe desde el origen de las corrientes de bajo voltaje
- Se debe a la sensibilidad creciente de los componentes electrónicos
- Introducción de la electrónica digital
- Multiplicación de las redes

- Elementos de la EMI

- 1) Origen: Fuente o generador de las interferencias
- 2) Medios de propagación: Camino de acoplamiento de las interferencias
- 3) Receptor: Elemento afectado por la interferencia

- Métodos de eliminación de la EMI

- 1) Eliminación en la fuente de origen
- 2) Insensibilización del elemento receptor
- 3) Disminución de la energía a través del canal de acoplamiento

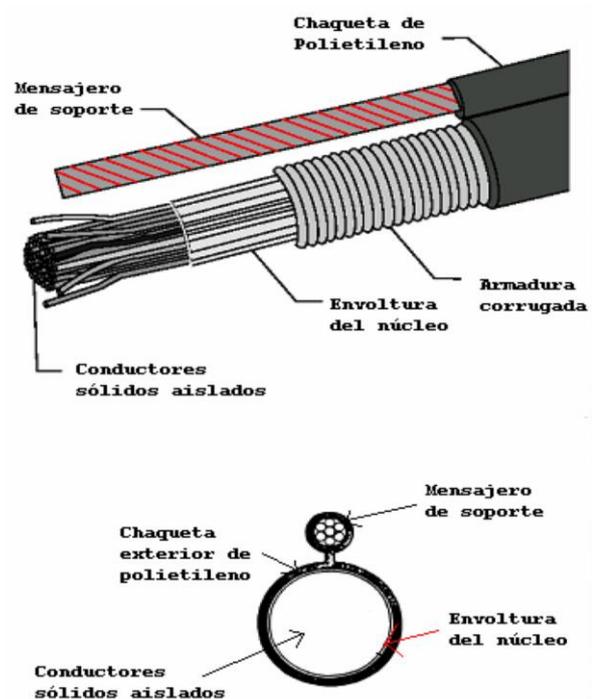


Fig. B

2.3 Cables de Datos (Fig. C)

Cable UTP

- Compatibilidad electromagnética moderada
- Excelente desempeño a la mayoría de las necesidades
- Mayor flexibilidad y menor diámetro
- Ideal para aplicaciones de media y alta velocidad (Hasta 1000Base-T)
- Para aplicaciones como:
 - Cableado de oficinas
 - Redes LAN
 - Servicios de telefonía



Cable FTP (Fig. D)

- Brinda una mayor compatibilidad electromagnética
- Ideal en ambientes con severas interferencias (EMI)
- La mejor solución actual para reducción de Alien Crosstalk
- La mejor alternativa para redes pensadas a futuro (10GBase-T)
- Ideal para ambientes tales como:
 - Hospitales
 - Industria
 - Estaciones de radio y TV
 - Instalaciones Militares
 - Aeropuertos
 - Cercanía de cables eléctricos



Diferencia entre categoría y clase

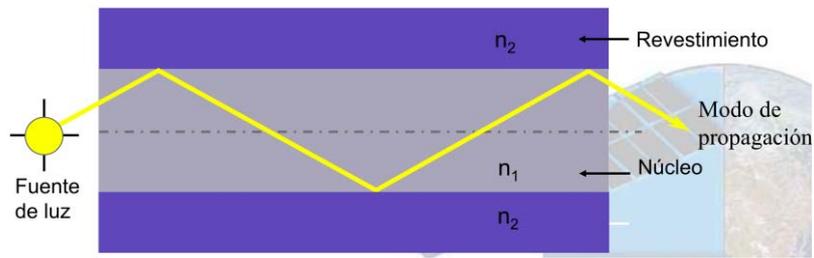
- Categorías (3, 4, 5)
 - Características de componentes tomados separadamente (cables, conectores).
 - Pruebas de laboratorio realizadas con un analizador de red, por el fabricante y certificadas por un laboratorio independiente(LCIE, UL,...).
- Clases (A, B, C, D)
 - Características de la transmisión del enlace (cable instalado y rematado con los conectores).
 - Pruebas hechas en sitio con un analizador móvil, por el instalador u otro proveedor, durante la aceptación de un precableado.

Fibra Óptica

Podemos considerarla como una guía de onda dieléctrica, es decir es un tubo de vidrio macizo muy pequeño, en dos capas, integrada por un núcleo y un revestimiento.

El principio de operación se basa en los fenómenos de reflexión y refracción de la luz.

El efecto del índice de refracción en la fibra óptica:



El índice de Refracción indica la relación de la velocidad de la luz en el vacío.

Características y ventajas de la fibra óptica:

- No conductiva
- No RFI/EMI
- No se requiere lazos de tierra
- Muy ligera
- Ocupa poco espacio
- Mayor capacidad de datos

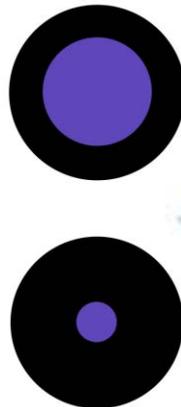
Clasificación de las fibras ópticas

Multimodo

Índice graduado

Mono Modo

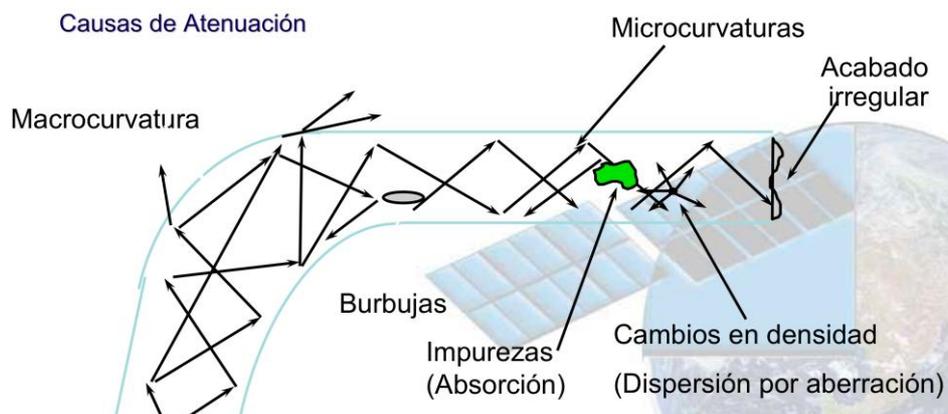
Índice escalón



Revestimiento	Núcleo
125 μm	50 μm
125 μm	62.5 μm
125 μm	100 μm
125 μm	9 μm

Atenuación

Es el decremento de la potencia de una señal óptica desde la entrada hasta la salida.



Tipos Básicos de Cable (Comparación)

- Cables de Tubo Holgado (Loose Tube).
- Cable de Tubo Apretado (Tight Buffer)



Clasificación de los cables según el estándar y propiedades de la cubierta:

Estándar	Prueba	Siglas	Significado	Aplicación	Propiedades
Cobre					
NFPA 70 (NEC)					
NOM-SEDE-001	UL 1581	CM	Communications	Cableado horizontal sin presencia de sistema de aire acondicionado.	Bajo retardo al fuego sin control de humos
	UL 1666	CMR	Communications Riser	Cableado horizontal o vertical sin presencia de sistemas de aire acondicionado	Retardo al fuego medio, sin control de humos
	NFPA 262-1985	CMP	Communications Plenum	Cableado horizontal o vertical con o sin presencia de sistema aire acondicionado	Retardo al fuego alto, sin control de humos
Fibra Óptica					
	UL 1581	OFN	Optical Fiber Non Conductive	Cableado horizontal sin presencia de sistema de aire acondicionado.	Bajo retardo al fuego sin control de humos
		OFNR	Optical Fiber Non Conductive Riser	Cableado horizontal o vertical sin presencia de sistemas de aire acondicionado	Retardo al fuego medio, sin control de humos
	NFPA 262-1985	OFNP	Optical Fiber Non Conductive Plenum	Cableado horizontal o vertical con o sin presencia de sistema aire acondicionado	Retardo al fuego alto, sin control de humos
Cobre y Fibra Óptica					
CENELEC	HD 602 HD 606 HD 624	PVC	Polivinil Chloride	Horizontal o Vertical sin presencia de sistema de aire acondicionado.	Retardo al fuego medio, sin control de humos
IEC332-I y		LS0H	Low Smoke Zero Halogen	Horizontal o Vertical, con o sin presencia de sistemas de aire acondicionado	Retardo al fuego medio, con baja emisión de humos y sin halógenos

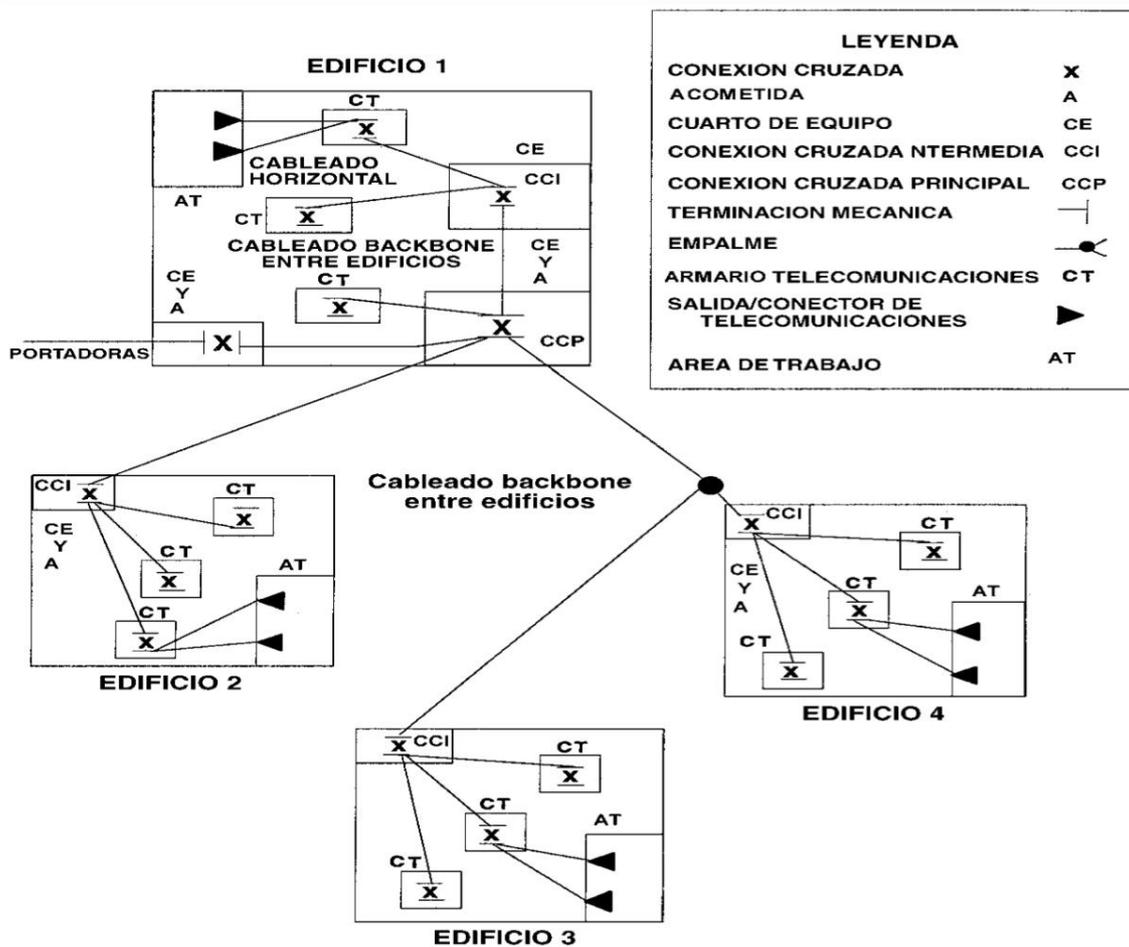
2.4 Diseño (Cableado estructurado)

Es una infraestructura de medios físicos para proporcionar comunicaciones en una área limitada, integrada por elementos pasivos que cumplen con ciertas características, como ser transparente a las aplicaciones, un tiempo de vida útil largo, flexible, que soporte cambios y crecimiento a futuro. Así mismo deberá cumplir que ciertos estándares o normalización, local o internacional.

Los elementos que conforman el sistema de cableado de acuerdo a el estándar 568 B, son los siguientes:

- Cableado horizontal
- Cableado vertical (Backbone)
- Área de trabajo
- Closet de telecomunicaciones
- Cuarto de equipos
- Acometida de servicios
- Fire Barrier
- Administración

Configuración General del Cableado Estructurado



2.4.1 Cableado Horizontal

Es la parte del sistema de cableado de telecomunicaciones, que se extiende desde la salida de telecomunicaciones, al distribuidor horizontal. (Fig.1)

- El cableado horizontal debe tener topología de estrella
- No debe tener mas de un punto de transición
- No debe haber empalmes en el cableado horizontal de cobre.
- La distancia horizontal máxima es de 90 metros
- Debe haber por lo menos dos salidas de telecomunicaciones en el área de trabajo.

• Los cables reconocidos para horizontal:

UTP ó FTP (ScTP) 100 ohms

F.O. de 62.5/125 o 50/125 MULTIMODO

Cada cable reconocido tiene características que lo hacen útil en diferentes situaciones. Un simple tipo de cable puede no satisfacer todas las necesidades, que el usuario requiera.

Los cables ScTP está reconocido, pero no es recomendado ya para nuevas instalaciones.

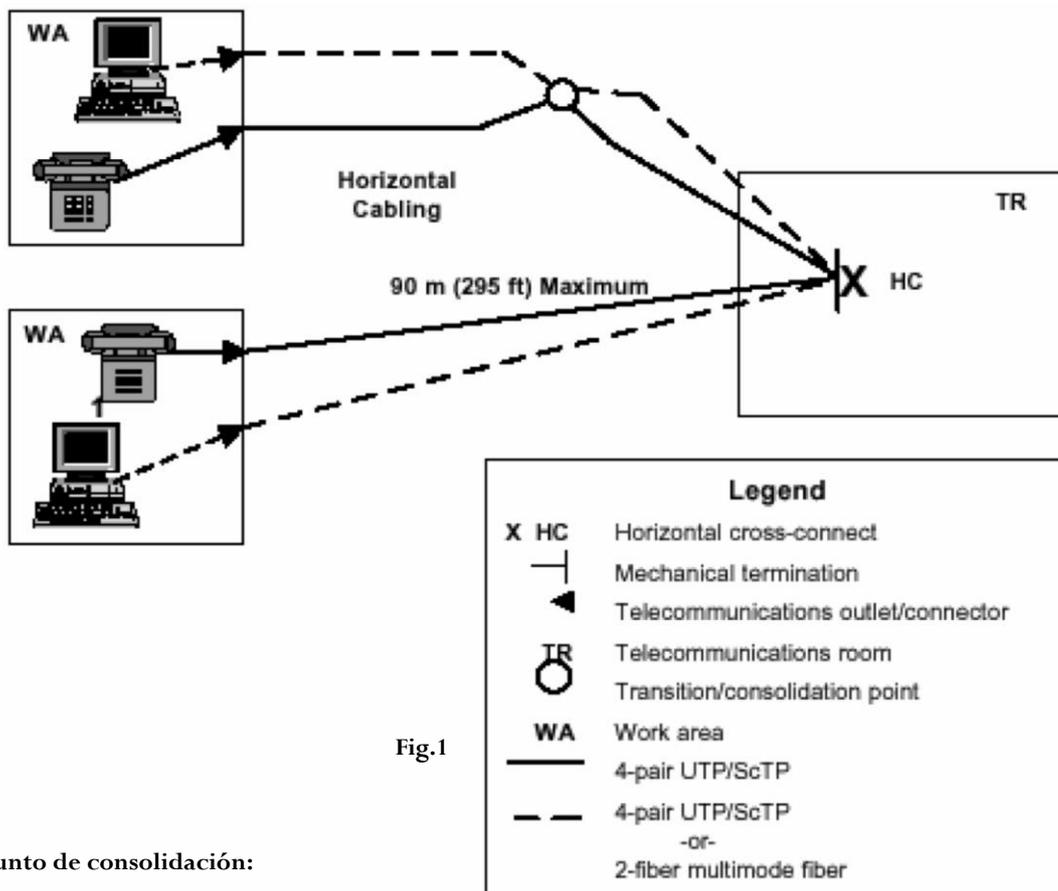


Fig.1

Punto de consolidación:

- No se permiten conexiones cruzadas.
- Sólo podrá haber un Consolidation Point (CP) en una corrida horizontal.
- La corrida terminará en una salida de servicios.
- La conexión del CP a la salida de datos será con cable sólido.
- Un CP alimentará no más de 12 servicios.
- La mínima distancia del HC será 15 metros.

Separación de fuentes de inducción ANSI/NECA/BICSI-568-2006

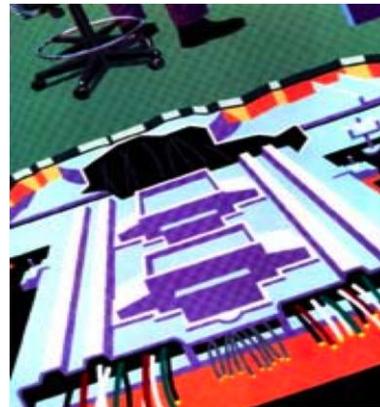
Condición	Distancia de separación mínima
Cables eléctricos sin protección o equipo eléctrico cercano a trayectorias abiertas de cableado de datos	610 mm (24 in)
Cables eléctricos sin protección o equipo eléctrico cercano a trayectorias de cableado de datos en tuberías o ductos aterrizados	305 mm (12 in)
Cableado eléctrico dentro de tuberías conduit aterrizadas o blindaje similar cercano a trayectorias de cableado de datos en tuberías o ductos aterrizados	152 mm (6 in)
Motores eléctricos o transformadores u otros equipos de alta interferencia	1194 mm (47 in)

Las trayectorias que utiliza el sistema horizontal se les conoce como sistemas de distribución y son los siguientes :

- Ducto bajo el piso (Fig. A)
- Piso Celular (Metálico y de concreto)
- Piso Falso
- Techo (Zona y rejilla)

Elementos para llevar el cableado:

- Conducto (Conduit)
 - Bandejas de cable y escalerilla
 - Canaletas
- (Fig. A)



Área de trabajo

Los componentes del área de trabajo se extienden del conector de la salida de telecomunicaciones, hasta el equipo de la estación de trabajo.

- Cordón de parcheo de 3 m.
- Área mínima 10m²
- El área de trabajo normalmente no es permanente, así es que debe estar perfectamente planeado para que los cambios sean rápidos y sencillos.
- Se deben considerar los requerimientos de la ADA (Americans with Disabilities Act)

Cuarto de Telecomunicaciones

Proporcionan un punto de conexión entre el Backbone y el cableado horizontal. Todo edificio debe ser atendido por al menos un closet de telecomunicaciones (Fig. B) ó cuarto de equipos por piso. No existe un número máximo de closets que puedan ser instalados dentro de un edificio.

Los tipos de servicios de cableado que pueden ser alojados en los closets de telecomunicaciones, incluyen:

- Connect Horizontal (HC)
- Main Cross-connect (MC)
- Intermediate Cross-connect (IC)



Fig. B

- Acometida de Servicios
- Tamaño recomendado: altura 2.6m, 3.0 x 2.4 de área para áreas de servicio < 500 m²
- Piso Antiestático
- Alimentación
- Tuberías
- Plafones
- Fire Barrier

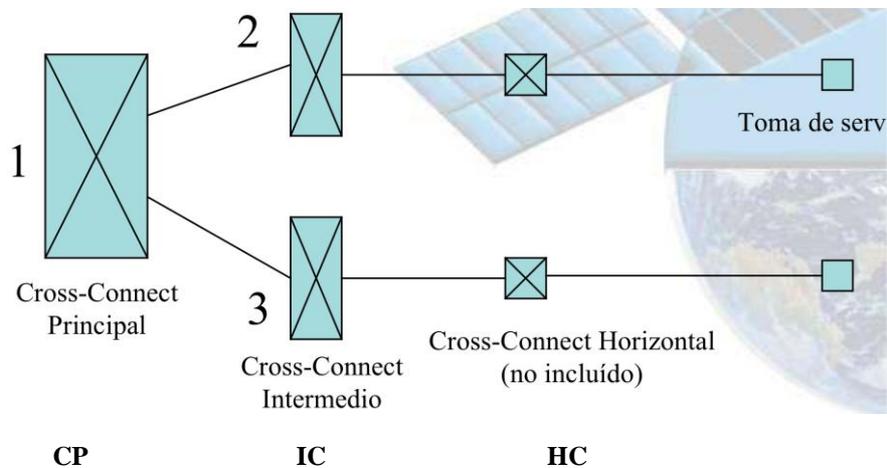
2.4.2 BackBone (Cableado Vertical)

El backbone (también llamado “Riser”), es la parte de sistema de cableado estructurado que proporciona interconexión entre cuartos de equipos, closets de telecomunicaciones y los servicios de la acometida de telecomunicaciones.

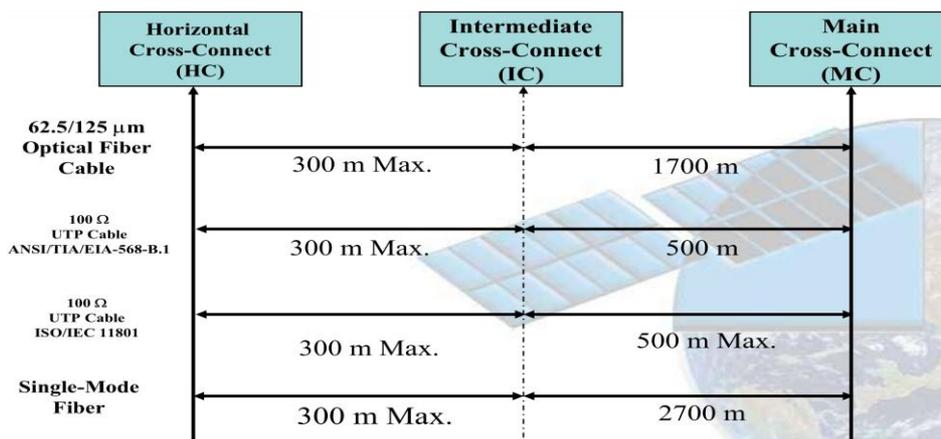
Normalmente proporciona:

- Conexión intra-edificio entre los diferentes pisos.
- Conexión entre edificios en medios tipo “ campus”.
- Deberá tener una topología de estrella jerárquica , tanto dentro del edificio como los enlaces entre edificios.
- La topología de conexión no podrá tener mas de dos niveles de cross-conexión.

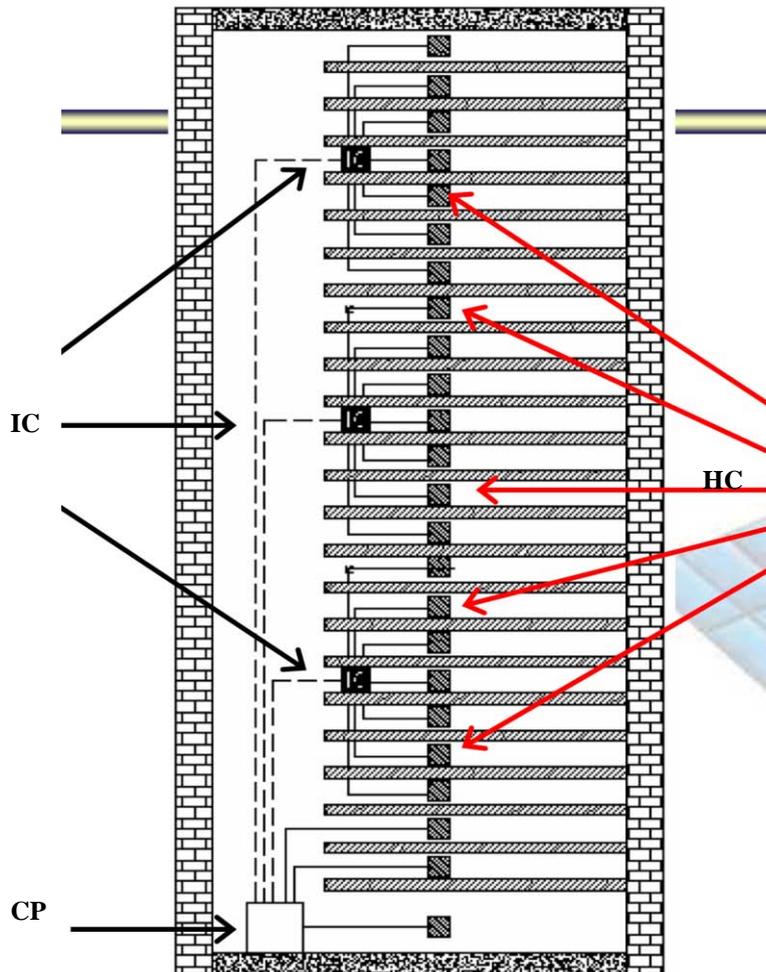
La conexión entre cualquier par de closets de telecomunicaciones no deberá pasar por mas de tres cross-conexiones (no se incluye la cross-conexión entre el backbone y el cableado horizontal en el closet de telecomunicaciones).



Longitudes de cable para backbone:



Backbone de interiores tipo estrella jerárquica



Los cables reconocidos para la vertical son:

UTP 100 ohms

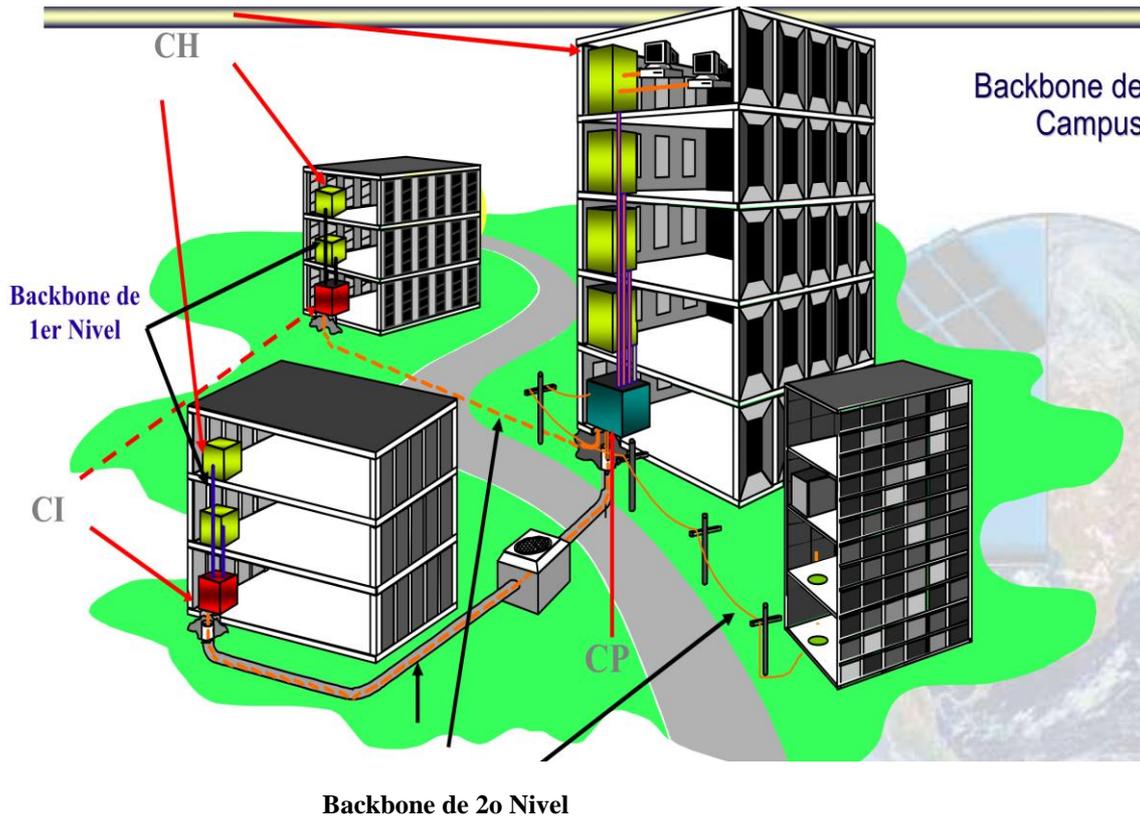
F.O.de 62.5/125 MULTIMODO

F.O. MONOMODO

- Cada cable reconocido tiene características que lo hacen útil en diferentes situaciones.
- Es por esto, que se debe usar más de un medio en el cableado de backbone.

Backbone de exteriores (Campus)

- Complejo, unidad, planta, plantel.
 - Varios edificios conectados mutuamente a través de una red común de telecomunicaciones.
 - Universidades, complejos industriales, corporativos, etc.
- Aeropuertos, complejos de oficinas
– Hospitales
– Instalaciones militares



2.4.3 Data Centers

Un edificio o porción del edificio que tiene como principal función la de alojar un cuarto de computo y sus áreas de soporte, brindando un servicio público o privado de resguardo de información bajo un esquema de alta seguridad.

Elementos clave a considerar para un proyecto de Data Center (Fig.C)

- Ubicación física y consideraciones arquitectónicas
- Dimensiones físicas y lo relacionado a las capacidades de los espacios
- Sistemas eléctricos e iluminación
- Infraestructura de puesta a tierra
- Detección de fuego y humo, alarmas y supresión de incendios
- Calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC)
- Cableado de Telecomunicaciones
- Alojamiento del cableado
- Gabinetes y bastidores de equipos
- Problemática de administración del proyecto
- Jerarquías del cableado estructurado para Data Centers
- Niveles de protección y redundancia (Tiering)
- Seguridad del Data Center

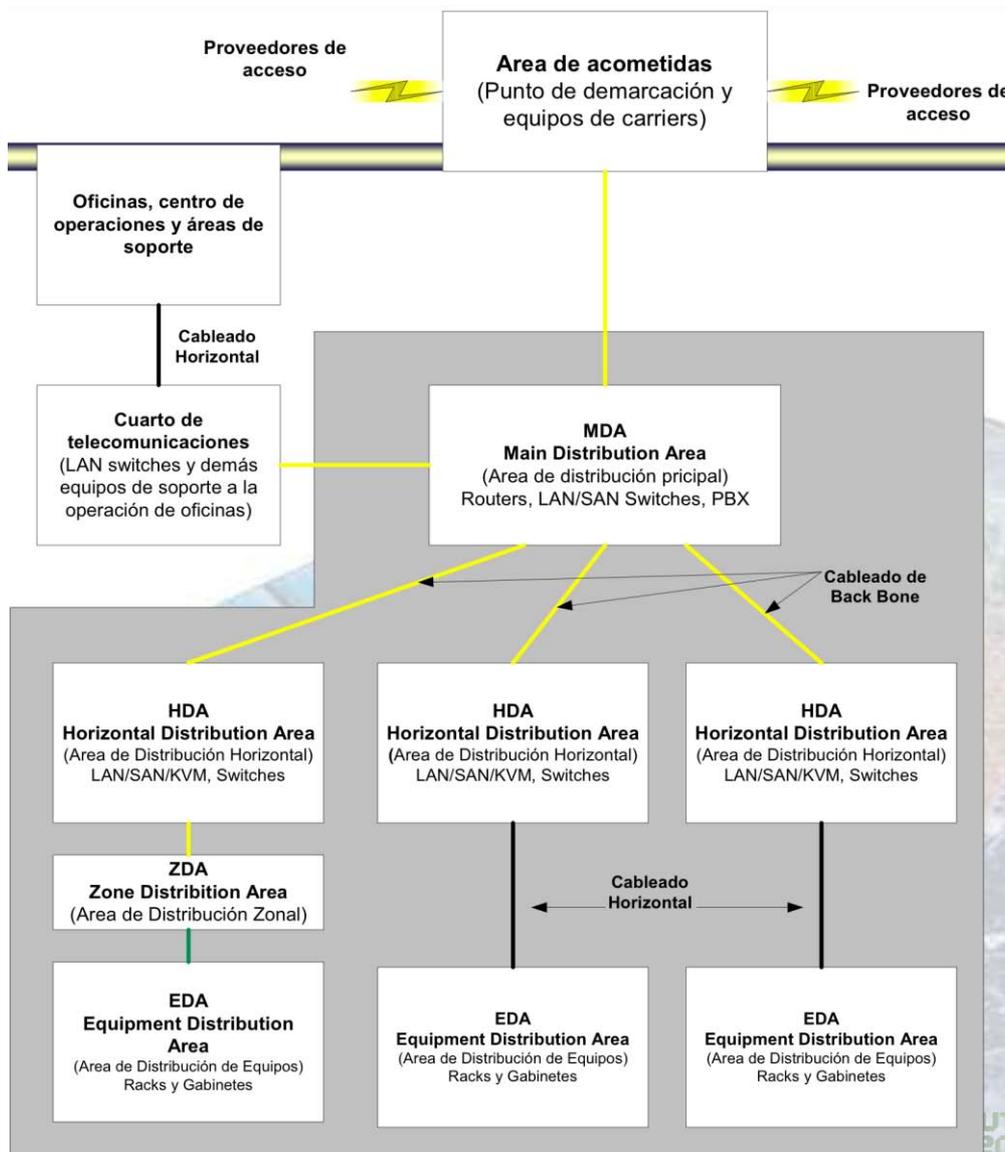


• Cuarto de computo: Es la porción de un Data Center que tiene como principal función la de alojar el equipo de procesamiento de datos.

Cableado para Data Centers:

- UTP Cat6/Clase E mínimo, se recomienda mayor capacidad
- Cableado blindado FTP/SFTP
- Fibra Multimodo 50/125 850 nm OM3 optimizada para Láser
- Fibra Monomodo
- Cableado coaxial
- Desempeño de fuego del cableado
- Selección de paneles de parcheo

Topología Básica





Niveles de Confiabilidad

• N-Requerimiento básico (N = Need)

Requerimientos básicos del sistema, sin redundancia.

• N+1 Redundancia

La redundancia N+1 proporciona una unidad adicional, módulo, ruta, o sistema adicional al mínimo requerido para satisfacer las necesidades básicas. La falla o mantenimiento de cualquier unidad individual, módulo o ruta no interrumpe la operación.

• N+2 Redundancias

La redundancia N+2 proporciona dos unidades adicionales, módulos, rutas o sistemas adicional al mínimo requerido para satisfacer las necesidades básicas. La falla o mantenimiento de cualquier unidad individual, módulo o ruta no interrumpe la operación.

• 2N Redundancias

La redundancia 2N proporciona dos unidades completas, módulos, rutas o sistemas para cada uno de los requerimientos básicos del sistema. La falla o mantenimiento de una unidad entera, módulo o ruta no interrumpe la operación.

• 2(N+1) Redundancias de red

La redundancia 2(N+1) proporciona dos unidades N+1 completas, módulos, rutas o sistemas. En el caso de algún evento de falla o mantenimiento de una unidad, módulo, ruta o sistema, alguna redundancia será provista y la operación nunca será interrumpida.

Niveles de operación (Tiers)

• 1 Básico (Tier1) N

- 99.671% (28 horas)
- Interrupción por actividades
- Planeadas y no planeadas

• 2 Componentes redundantes (Tier2) N+1

- 99.741% (22 horas)
- Menos susceptible a la interrupción
- Mantenimiento o fallas en infraestructura inhabilitan el servicio

• 3 Operación constante (Tier3) 2N

- 99.982 % (1 hora, 34 minutos)
- Planeación de actividades sin afectar el servicio
- Transferencia de cargas, interrupciones aisladas, para nivel 4

• 4 Tolerante a fallas (Tier4) 2(N+1)

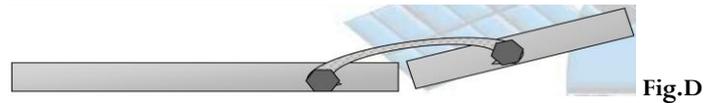
- 99.995 % (26 minutos)
- El peor escenario planeado

2.5 Sistemas de Tierra

NEC Artículo 100: Es una conexión conductora intencional o accidental entre un circuito eléctrico o equipo con la tierra, o algún cuerpo conductor que cumpla la misma función. (Fig. D)

Bonding (Entrelazado)

NEC Artículo 100 y 250-90: Es la permanente conexión de partes metálicas para formar una ruta eléctrica que nos asegurará la conducción de corrientes indeseables.

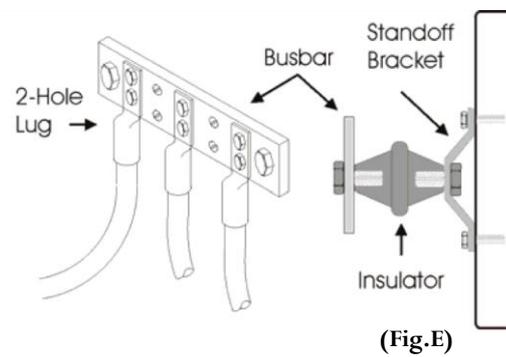


Bonding en un sistema de cableado de un edificio que aterriza o protege lo siguiente:

- Circuitos eléctricos
- Partes metálicas conductoras:
 - Tubos conduits y canaletas
 - Racks
 - Charolas
 - Equipo eléctrico

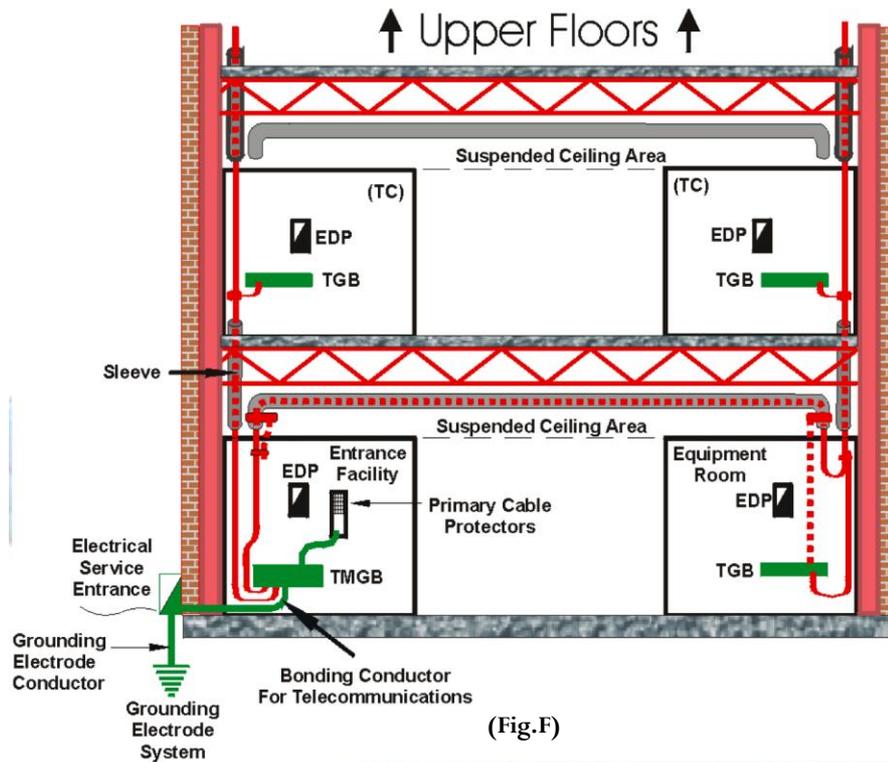
Barra de aterrizaje Busbar (TGB)

- TGB sirve (Fig.E):
 - Usualmente uno por edificio
 - Idealmente localizado en el área de la entrada
 - Montado arriba del panel principal
 - Aislado de su soporte (2 in, 50 mm)
 - Unido a todas las canalizaciones metálicas



Bonding del Backbone de Telecomunicaciones (TBB)

- Un TBB es un conductor que:
 - Interconecta a todos los TGBs al TMGB (Fig.F)
 - Reduce o iguala diferencias de potencial
 - No debe tener empalme
 - Esta aislado para proteger el conductor
 - 607 Permite usar conductores sin aislante
 - En conductores de alto calibre no se disponen con Plenum

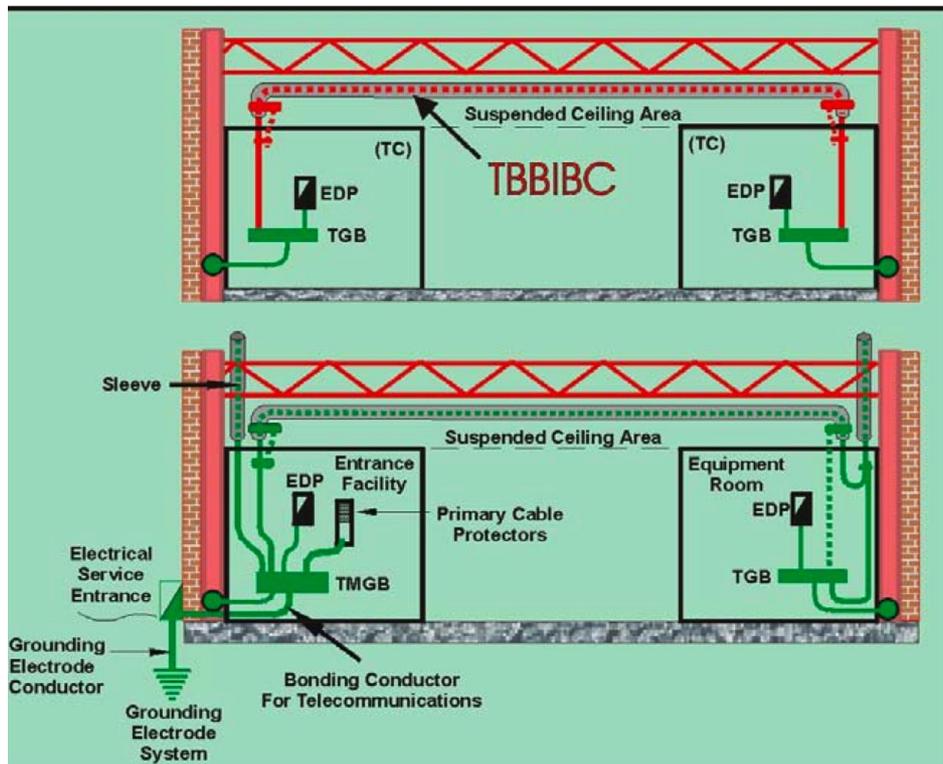


Telecommunications Bonding Backbone Interconnecting Bonding Conductor TBBIBC (Conductor de Interconexión al Backbone)

Iguala diferencias de potencial entre closets.

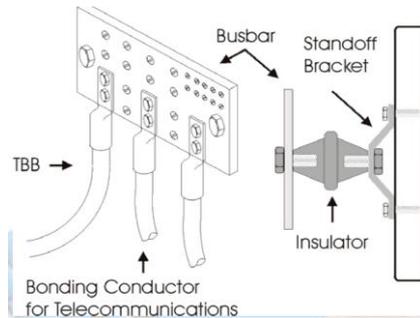
– TBBIBCs son requeridos en edificios de muchos pisos donde:

- 2 o más TBBs verticales son instalados cada 3er piso



Barra de tierra principal para Telecomunicaciones (TMGB)

- Sirve como una extensión dedicada al sistema de aterrizaje del edificio para la infraestructura de las telecomunicaciones
- Todo el aterrizaje necesario para el sistema de telecomunicaciones se origina del TMGB (Fig. G)
- Usualmente uno por edificio
- Idealmente localizado en el área de la entrada
- Montado arriba del panel principal
- Aislado de su soporte(2 in, 50 mm)
- Unido a todas las canalizaciones metálicas

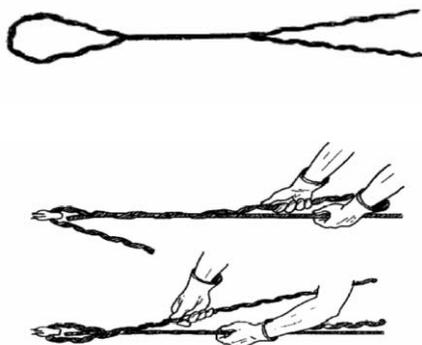


(Fig. G)

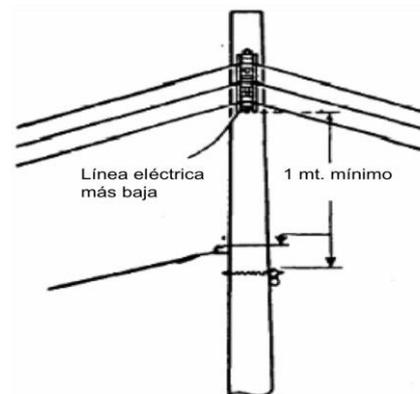
2.6 Planta Externa e Instalación

- Existen tres métodos básicos para la distribución de cableado dentro de un campus:
 - Aéreo
 - Sembrado
 - Ductos, vías y túneles.
- Construcción de vías PVC:
 - Se debe considerar dimensiones y características de los ductos
 - Protección adicional a los ductos
 - Subdivisión de vías
- Sembrado:
 - Tipo de terreno, protección adicional, marcadores de cable.
 - Equipos de localización de cables.

Instalación de Cable Aéreo



Preparación de los remates



Fijación al poste y separación mínima de servicios eléctricos

Separaciones:

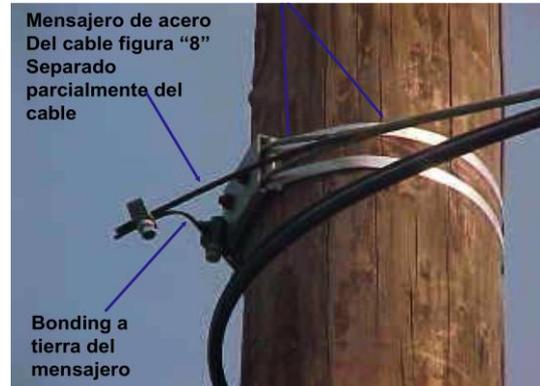
- Cables eléctricos en el poste 1 mt. abajo
- Cables eléctricos a medio claro 30 cm. abajo
- Cables eléctricos rematados en pared 10cm. Horizontalmente 30cm. Verticalmente

Alturas (considerando una separación de postes de 107 m (350 ft):

- Calles y avenidas 5.5 m (18 ft)
- Callejones 4.6 m (15 ft)
- Banquetas y calles peatonales 2.4 m (8 ft)
- Vías de FFCC 8.2 m (27 ft)
- Caminos rurales 4.3 m (14 ft)

Bonding a tierra de un cable mensajero

Remate preformado sujetando el mensajero



Si el cableado aéreo compartirá vía con sistemas eléctricos:

- Se debe aterrizar el cable donde inicia y termina el tramo compartido
- Se debe aterrizar donde haya algún elemento de la línea eléctrica (p.ej Transformadores)
- Si la sección será mayor a 800 mts. (0.5 mi) de longitud, se aterrizará cada 400 mts. (0.25 mi).
- Si la amplitud del mensajero es pobre la tierra será cada 200 mts. (0.125 mi) .

Sembrado:

- Cables enterrados directamente
- Métodos de sembrado
- Preferentemente se deben usar cables armados
- Análisis del tipo de terreno, protección adicional, marcadores de cable.
- Equipos de localización de cables
- Selección de la ruta
- Profundidades adecuadas
- Métodos de excavado
- Zanjado
- Zanjado a mano
- Retro excavadora
- Zanjadora automática
- Arado
- Arado vibrador (vibratory plow)
- Arado de ruptura (rip plow)
- Taladro direccional
- Taladro con jack
- Taladro direccional
- Misil Retroexcavadora







CAPITULO 3. REDES DE DATOS, INTERCONEXIÓN DE REDES Y PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO

Objetivo

Conocer los elementos y conceptos básicos de una red de datos. Así como comprender el funcionamiento del Modelo OSI aplicado a una red y conocer los diferentes protocolos de enrutamiento para implementar una infraestructura de redes.

3.1 Red de Datos

Es un conjunto de computadoras y/o equipos de cómputo conectados por enlaces de un medio físico ó inalámbrico, que comparten recursos físicos y lógicos.

Las redes se componen de los siguientes elementos: Host, Dispositivo de interconexión, Protocolos, Medios transmisión.

Host

Cualquier elemento que se conecte a la red; como una estación de trabajo, un servidor, impresora, etc.

Dispositivos de Interconexión

Son utilizados para conectar host o interconectar redes.

Protocolos

Conjunto de reglas para establecer la comunicación.

Medios transmisión

Son los canales de comunicación a través de los cuales se transmiten los datos.

Redes según el área geográfica

- PAN (Personal Area Network) Redes de área personal (metro cuadrado; < 1 m.)
- LAN (Local Area Network) Redes de área local (cuarto, edificio, campus; < 1 Km.)
- MAN (Metropolitan Area Network) Redes de área metropolitana (ciudad; < 10 km.)
- WAN (Wide Area Network) Redes de área amplia (país, continente, el mundo)

• Componentes de una Red LAN:

- Computadoras
- Tarjetas de interfaz de red
- Dispositivos periféricos
- Medios de transmisión
- Dispositivos de interconexión: Hub, Repetidores, Bridges, Switches, Ruteadores

Redes según propietario

- **Red Pública:** El propietario alquila los servicios de la red. Un ejemplo de red pública es la FR de Telmex
- **Red Privada:** El propietario la utiliza para su uso propio. Un ejemplo es la red local de una empresa (Intranet).
- **Red Privada Virtual VPN (Virtual Private Network):** Una VPN es una red privada que se construye dentro de una infraestructura de red pública. El usuario puede conectarse remotamente a la red local a través de Internet por medio un túnel seguro.

Es la forma más económica de establecer una conexión punto-a-punto entre usuarios remotos y la red local.

Es un servicio que ofrece conectividad segura y confiable en una infraestructura de red pública compartida.

• Topologías de red

La topología de una red es la forma geométrica o patrón de interconexión entre nodos, dentro de la estructura de red. Existen dos tipos básicos de topologías: Topología Física y Topología lógica

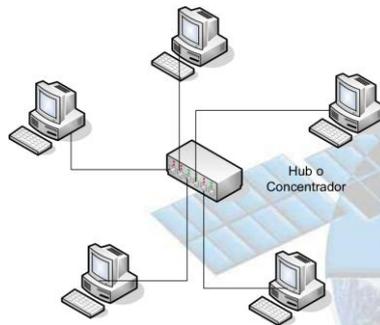
Objetivo: buscar la forma más económica y eficaz de conectar los dispositivos para facilitar la funcionalidad del sistema, evitar tiempos de espera y hacer eficiente el control y la administración de la red.

Topología Física

Es determinada por la forma en la que los elementos o nodos de la red están Interconectados entre sí.

- Bus, Estrella, Anillo, Malla y jerárquica

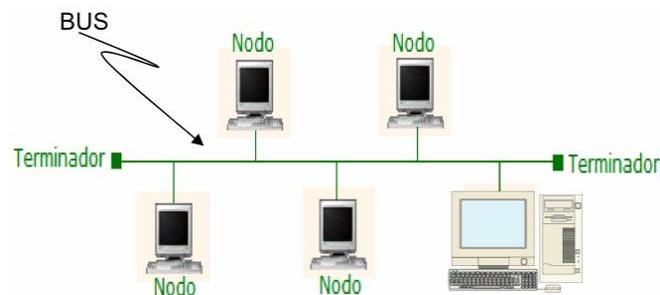
Topología en Estrella: Red de comunicaciones en la que las estaciones están conectadas a un dispositivo.



Topología en Bus: Todas las máquinas están conectadas a un cable central llamado bus.

-Ventaja: Si un equipo falla, la red continúa operando.

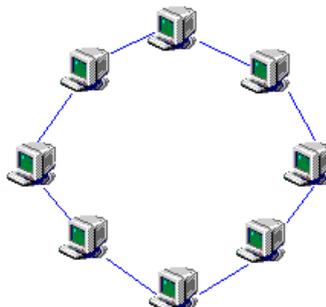
-Desventaja: Si el bus se daña la red deja de funcionar.



Topología en Anillo: Conjunto de enlaces punto a punto que forman un círculo.

-Ventaja: No hay colisiones.

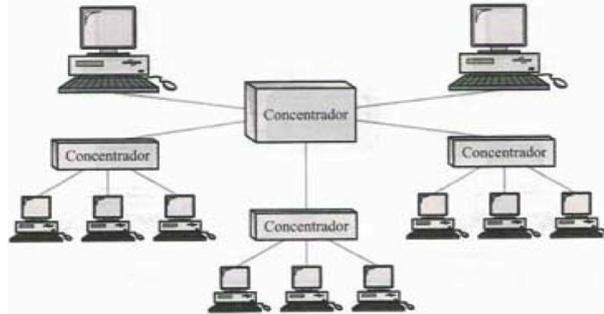
-Desventaja: Si un enlace o un equipo falla la red no funciona.



Topología en árbol: Se trata de una topología de estrella extendida o también conocida como estrella de estrellas.

-Ventaja: Si un nodo o enlace deja de funcionar la red solamente se segmenta y continúa operando; además incorpora mayor número de nodos y la distancia de la red.

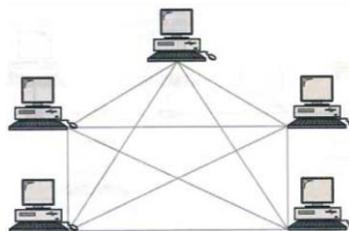
-Desventaja: Mal diseñada, los datos recorren grandes caminos antes de alcanzar su destino.



Topología en malla: Cada dispositivo se conecta con un enlace punto a punto y dedicado con cada uno de los dispositivos que conforman la red.

-Ventaja: Cada enlace dedicado conduce el tráfico entre los dos dispositivos que conecta, por lo que si un enlace falla no inhabilita al resto de la red.

-Desventaja: Su instalación implica un gran número de cables, mayor costo y el uso de hardware especial para la conexión.



Topología lógica

Es la forma en que los nodos acceden al medio de comunicación, y ésta la determina el protocolo de comunicación, que define bajo qué reglas viaja la información dentro de la red. Bus y Anillo.

3.2 Modelo de Referencia OSI

Para conseguir la interoperabilidad entre diferentes tecnologías fue necesario el establecimiento de organismos centrales que dirigieran el proceso de estandarización a nivel mundial para interfaces y protocolos de comunicación.

Algunos de los organismos de estandarización más reconocidos:

- International Organization for Standardization (ISO)
- American National Standards Institute (ANSI)
- Electronic Industries Association (EIA)
- Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)
- International Telecommunication Union Telecommunication 1
- Standardization Sector (ITU-T, antes CCITT)
- Internet Activities Board (IAB)

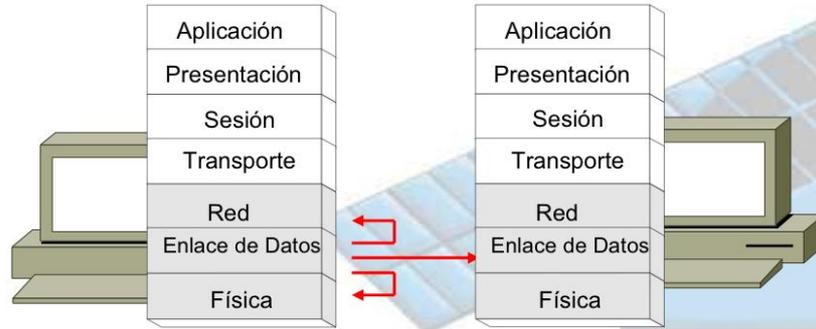
Es un modelo que organiza las funciones de las redes en 7 categorías llamadas “capas”, cada una realiza funciones particulares y delimitadas.

Es un modelo conceptual que auxilia a los vendedores a fabricar redes para que puedan trabajar en conjunto con las de otros vendedores.



Describe la manera como la información en una computadora es transferida a una aplicación residente en otro equipo.

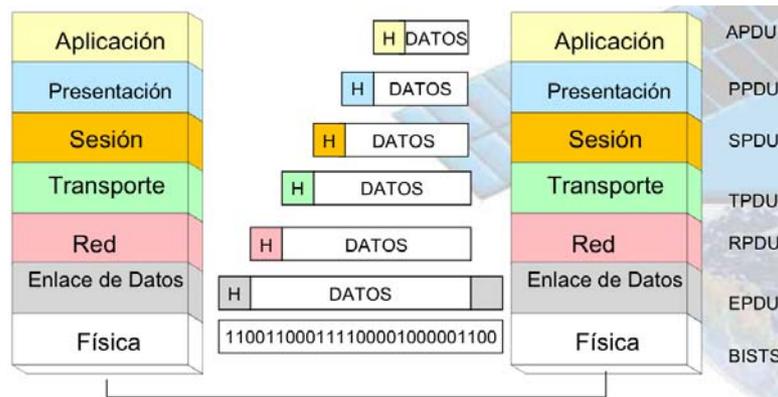
La comunicación que se presenta en una capa del modelo generalmente se da con otras tres : la capa inmediata superior, la capa inmediata inferior y la capa análoga (o peer)



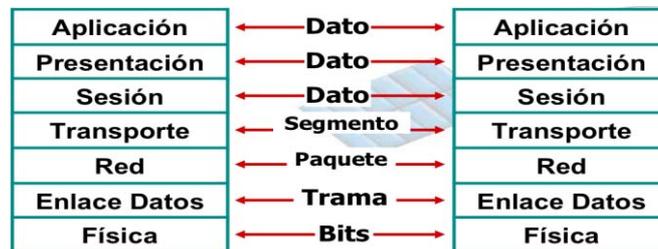
La comunicación entre capas de un mismo sistema se da en términos de los servicios que ofrece una capa a la capa inmediata superior, y de los servicios que obtendrá de la capa inmediata inferior.

Cada capa contiene su propio PDU (Protocol Data Unit). Los PDU's son usados para las conversaciones peer-to-peer.

Un PDU agrupa información según la capa, se compone de los datos de usuario mas el encabezado.



Los peers se comunican utilizando la PDU (Protocolo Data Unit) de su correspondiente capa.



Funciones de las Capas del Modelo OSI

Física

- Sincronización
- Medios de Transmisión
- Codificación
- Conectores
- Topología física



Enlace de Datos

- Direccionamiento físico
- Subcapa LLC: identificar el protocolo de capas superiores (IP,IPX)
- Subcapa MAC(Media Access Control): Acceso al medio depende de la tecnología de red
- Detección de errores
- Control de flujo

Red

- Seleccionar la mejor ruta para llegar a un destino
- Es independiente de la tecnología de red.
- Define el direccionamiento lógico.
- Identifica entidades en base a direcciones de red.

Transporte

- Segmentar información de capas superiores.
- Transportar segmentos de un host a otro.
- Recuperación de errores (confiabilidad).

Sesión:

- Responsable de iniciar, mantener y terminar la comunicación entre aplicaciones; después de que la capa de transporte ha establecido su sesión.
- Ofrece servicios a la capa de presentación.
- Se determina el modo de transmisión. Half-Duplex o Full-Duplex.
- Los “sockets” funcionan en esta capa.

Presentación

- Mantener la interpretación de la información, a través de la red
- Tiene varias formas de representar la información (compresión, formato, cifrado)
- Usa el estándar ASN-1 para representar, codificar y transmitir estructuras de datos. (traductor)

Aplicación

- Generación y transferencia de la información.
- Proporciona servicios de red a las aplicaciones de usuario.
- Abarca aplicaciones de http, FTP, DNS, correo electrónico, etc.

3.3 Protocolos de Red

Las pilas de protocolos son colecciones de protocolos que permiten la comunicación entre 2 hosts, a través de la red. Un protocolo es un conjunto de reglas y convenciones que definen cómo los dispositivos de una red se comunican entre sí. Los protocolos determinan el formato, la sincronización, la secuenciación y el control de errores en la comunicación de datos y a su vez definen:

- Cómo se construye la red física.
- Cómo los dispositivos se conectan a la red.
- Cómo se formatean los datos para su transmisión.
- Cómo se envían los datos.
- Cómo se manejan los errores.

• Modelo TCP/IP

Es el estándar histórico y técnico de Internet. TCP/IP se desarrolló como un estándar abierto Fue desarrollado por el Departamento de Defensa de EE.UU. Para obtener una red de comunicación que pueda seguir funcionando ante cualquier catástrofe, incluso ante una guerra nuclear.

La pila de protocolos TCP/IP esta compuesta de 4 capas: Acceso a la Red, Internet, Transporte y Aplicación. (Fig. A)

La capa de Acceso a Red incluye las capas Física y Enlace de datos del Modelo OSI.

La capa de Aplicación incluye las capas Aplicación, Presentación y Sesión del Modelo OSI.

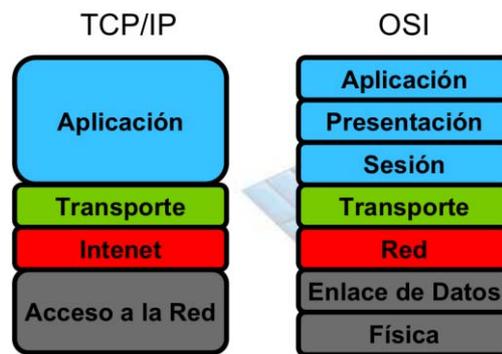


Fig. A

• La capa de aplicación

–Maneja protocolos de alto nivel, es decir proporcionan servicios que trabajan directamente con las aplicaciones de usuario

–Maneja aspectos de representación, codificación y control de diálogo

–Una vez que los datos de la aplicación son codificados correctamente en un protocolo estándar de esta capa, se pasan a la siguiente capa (Transporte)

Algunos protocolos comunes de la capa de aplicación:

• Protocolos para transferencia de archivos:

FTP (File Transfer Protocol), TFTP (Trivial File Transfer Protocol), NFS (Network File System)

• Protocolo para correo electrónico:

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)

• Protocolo para conexión remota:

Telnet. Emulación de terminal, Secure Shell, Rlogin. Login remoto

• Administración de red:

SNMP(Simple Network Management Protocol)

• Gestión de nombres:

DNS (Domain Name System)

• Capa de Transporte

Existen dos protocolos en esta capa: TCP (Transmission Control Protocol) y UDP (User Datagram Protocol)

–Proporciona servicios de transporte desde el host origen hacia el host destino

–Forma una conexión lógica entre los puntos extremos de la red



• Capa de Internet

- El objetivo de la capa de Internet es seleccionar la mejor ruta para enviar paquetes por la red.
- El protocolo principal que funciona en esta capa es el Protocolo de Internet (IP).
- La capa de Internet corresponde a la capa de Red de OSI

Protocolos que trabajan en la capa de Internet:

- IP Internet Protocol
- ICMP Internet Control Message Protocol
- ARP Address Resolution Protocol
- RARP Reverse Address Resolution Protocol

• Capa de acceso a la red

Ofrece la capacidad de acceder a cualquier red física, es decir, brinda los recursos que se deben implementar para transmitir datos a través de la red.

Por lo tanto, la capa de acceso a la red contiene especificaciones relacionadas con la transmisión de datos por una red física, cuando es una red de área local (Red en anillo, Ethernet), conectada mediante línea telefónica u otro tipo de conexión a una red. Trata los siguientes conceptos:

- Enrutamiento de datos por la conexión;
- Coordinación de la transmisión de datos (sincronización);
- Encapsulamiento de los paquetes IP en tramas.
- Detección de errores a su llegada.
- Traducción de las direcciones IP a las direcciones físicas de la red.

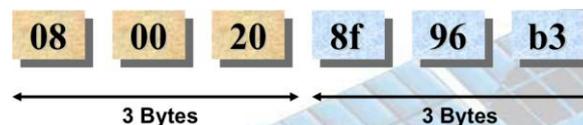
3.4 Direccionamiento Físico

Una dirección física es un identificador único a nivel de hardware que viene integrado en cada interface de red (NIC).

- Las direcciones físicas, no se pueden alterar.
- Los estándares de red más comunes hacen uso de direcciones físicas de 6 bytes a las cuales llamamos direcciones MAC (establecidas por la IEEE). Su representación es en forma Hexadecimal; ej.:

08:00:20:8f:96:b3

Formato de una dirección MAC:



- Los 3 primeros Bytes los asigna IEEE al Fabricante (Identifican al fabricante)
- Los 3 últimos Bytes los asigna el fabricante arbitrariamente

Las direcciones físicas solo sirven para intercomunicar equipos interconectados en una red local; ya que su nomenclatura solo hace referencia a interfaces de red.

Las direcciones lógicas, a diferencia de las físicas no se encuentran configuradas en el hardware; se configuran por software.



3.4.1 Direccionamiento IP

Una dirección IP es un identificador único para cada uno de los hosts que trabajan con TCP/IP.

Una dirección IP proporciona información de un host y de la red a la cual pertenece. Todo sistema conectado a un sistema de tipo Internet posee un identificador único llamado dirección IP para poder comunicarse.

Tiene una longitud de 32 bits y se representa en notación de cuatro números decimales separados por puntos (cada byte se convierte a decimal):

$$10000100.11111000.11001100.00000110 = 132.248.204.6$$

Una dirección IP se divide en 2 partes: NETid y HOSTid = 32 bits

Las direcciones IP se dividen en 5 clases: A, B, C, D y E.

Cada clase se identifica por el número de bits destinados para el NETid.

En cada clase se tiene un número diferente de redes y hosts por red de acuerdo al tamaño del NETid y del HOSTid respectivamente (a excepción de las clases D y E).

$$11111111 11111111 11111111 00000000 = 255. 255. 255. 0$$

Los "1" identifican la parte del NETid y los "0" identifican la parte del HOSTid

CLASE A

NETid= 8 bits

HOSTid= 24 bits

Rango	Decimal	Máscara Natural
	0.0.0.0 - 127.255.255.255	255.0.0.0

Ejemplo: 1100010.00000101.00000001.00000001 =
98.5.1.1

CLASE B

NETid= 16 bits

HOSTid= 16 bits

Rango	Decimal	Máscara
	128.0.0.0 - 191.255.255.255	255.255.0.0

Ejemplo: 10000100.11111000.11001100.00110001 =
132.248.204.49

CLASE C

NETid= 24 bits

HOSTid= 8 bits

Rango	Decimal	Máscara
	192.0.0.0 - 223.255.255.255	255.255.255.0

Ejemplo: 11000000.11001000.11000111. 11001000 =
192.100.199.100

Mascara de Red

Identifica a que red pertenece el host. Identificador de 32 bits para separar el NETid del HOSTid.

11111111 11111111 11111111 00000000

255. 255. 255. 0

Los "1" identifican la parte del NETid

Los "0" identifican la parte del HOSTid

Para las clases A, B y C el NETid ya está definido. Por lo tanto, las máscaras de red son:

CLASE "A" → **255.0.0.0**
11111111.00000000.00000000.00000000

CLASE "B" → **255.255.0.0**
11111111.11111111.00000000.00000000

CLASE "C" → **255.255.255.0**
11111111.11111111.11111111.00000000

Estas máscaras se conocen como: máscaras naturales.

Dirección Clase	Mascara Natural	Decimal
A	255.0.0.0	/8
B	255.255.0.0	/16
C	255.255.255.0	/24

Todo host que requiera interactuar con otros en TCP/IP debe tener configurado forzosamente una dirección IP y su correspondiente máscara de red.

Una máscara de red asociada a una dirección IP se puede representar de dos maneras, ej.:

115.6.90.3 → **255.255.0.0** → **115.6.90.3 /16**

26.13.7.9 → **255.0.0.0** → **26.13.7.9 /8**

198.67.92.100 → **255.255.255.0** → **198.67.92.100 /24**

3.4.2 Subredes (Subnetting)

Al crear subredes se reduce el dominio de broadcast y de colisiones. Demasiado tráfico si 500 hosts están tratando de descubrir sus direcciones MAC.

La creación de subredes (subneteo) permite segmentar la LAN en varios dominios de broadcast, mejorando así el rendimiento de la red.

Clase	Intervalo decimal del 1er octeto	Bits de orden superior del 1er octeto	ID de Red / Host (N=Red, H=Host)	Máscara de subred por defecto	Cantidad de redes	Hosts por red (direcciones utilizables)
A	1 - 126	0	N.H.H.H	255.0.0.0	126 ($2^7 - 2$)	16.777.214 ($2^{24} - 2$)
B	128 - 191	1 0	N.N.H.H	255.255.0.0	16.382 ($2^{14} - 2$)	65.534 ($2^{16} - 2$)
C	192 - 223	1 1 0	N.N.N.H	255.255.255.0	2.097.150 ($2^{21} - 2$)	254 ($2^8 - 2$)



Al hacer subredes, las redes clase A, B ó C no son utilizadas con sus máscaras naturales.

Para hacer el subneteo, debemos pedir prestados del host-id en la dirección IP.

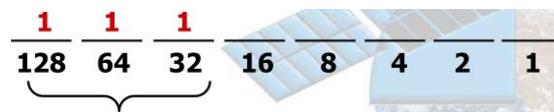
- Primero, debemos determinar cuantas subredes necesitamos y cuantos host por subred.
- Hacemos esto mediante potencias de 2

—Por ejemplo, se necesitan 8 subredes de una red clase C

$$2^3 = 8 \text{ subredes}$$

—Cuántos host tengo por subred?

- Es una clase C ; $2^5 = 32 - 2 = 30$ hosts
- Se restan 2 porque una dirección es la de subred y la otra es la de broadcast.
- Determinamos la máscara de subred agregando el valor decimal de los bits que tomamos prestados.
- En el ejemplo anterior de la clase C, se tomaron 3 bits.



Sumamos el valor decimal de esos bits y tenemos 224

Ahora nuestra máscara de subred es 255.255.255.224

Las máscaras de red se clasifican de acuerdo al tipo de red a la que se aplica.

Dirección Clase	Mascara Natural	Decimal	Mínimo Prestado	Máximo Prestado
A	255.0.0.0	/8	1	22
B	255. 255.0.0	/16	1	14
C	255. 255. 255.0	/24	1	6

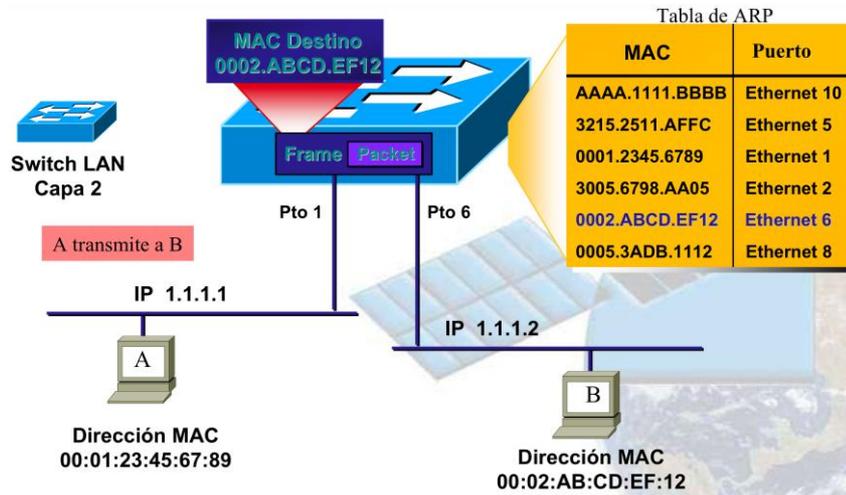
3.4.3 Switching

Podemos definir como el proceso de transferir tramas de una interface a otra.

Switch: Se puede definir como un dispositivo de red que recibe tramas o celdas por un puerto y los reenvía por otro de sus puertos.

- Provee ancho de banda dedicado en cada uno de sus puertos, es decir, los dispositivos conectados a él obtienen acceso inmediato a TODO el ancho de banda. Trabaja en la capa 2 y algunos en la capa 3 del modelo OSI.
- Segmenta el tráfico de colisiones (en otras palabras: elimina las colisiones)
- Aprende y genera una tabla direcciones MAC de los dispositivos que “ve” por cada uno de sus puertos.
- Todos los switches para su funcionamiento efectúan tres operaciones básicas:
 - Aprenden las direcciones de capa 2 (learning)
 - Filtran el tráfico (filtering)
 - Reenvían (forwarding)
- Busca la dirección leída, dentro de su tabla de direcciones (que consiste en una lista de direcciones contra puerto por donde ve dicha cada dirección) y si no la encuentra la agrega, de esta manera el switch **aprende** la dirección de todos los dispositivos que se encuentran en la red local.
- Si encuentra la dirección en su tabla pero se da cuenta de que la dirección destino la ve por el mismo puerto por el que llegó, desecha el paquete, es decir, lo **filtra**.

- Después de revisar la dirección destino el switch lee la dirección origen para determinar por qué puerto va a **reenviar** ese paquete.
- Si la dirección destino está en la tabla, reenvía el paquete por el puerto correspondiente.
- Si la dirección destino no está en la tabla, el switch reenvía el paquete por todos los puertos excepto por el que lo recibió.



3.4.4 VLAN (Virtual LAN)

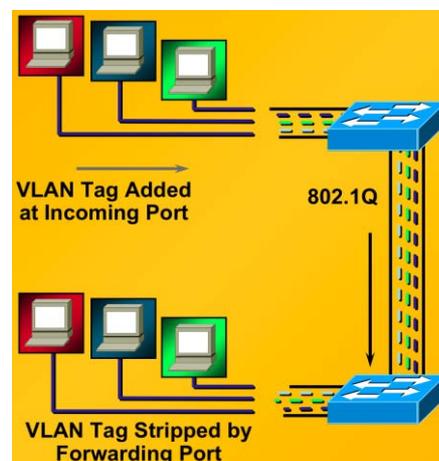
Un grupo flexible de estaciones que se comunican entre si como si estuvieran en la misma LAN física sin importar su localización. Es un dominio de broadcast.

Tipos de VLAN 's

- Basadas en Puertos: Cada Interface Física del switch está configurada como miembro de una VLAN.
- Basadas en direcciones MAC: En el switch o por medio de una base de datos, cada MAC se registra como miembro de una VLAN específica. Relación UNO a UNO
- Basadas por Protocolo: Se identifica a que protocolo de capa 3 pertenece y se le asocia a un VLAN.
- 802.1 es un estándar de la IEEE que establece el método para etiquetado de los frames de ethernet dentro de una VLAN. Proporcionan seguridad.
- 802.1Q fue desarrollado para poder segmentar redes demasiado extensas, permitiendo seccionarlas en segmentos pequeños, así evitar grupos de broadcast demasiado extensos.

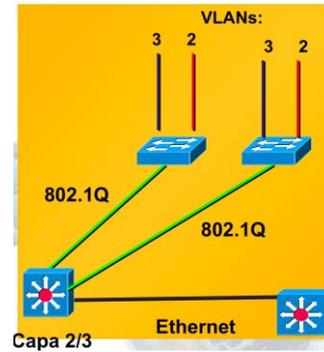
Beneficios:

- Prevención de tormentas de broadcast
- Simplificación de la admón.
- Adiciones/movimientos/cambios
- Grupos de trabajo distribuidos
- Escalabilidad
- Control de acceso
- Eliminar los cuellos de botella en los ruteadores



Ruteo entre VLAN's

- Para que exista comunicación entre VLAN's diferentes (VlanID) es necesario contar con equipos de capa 3.



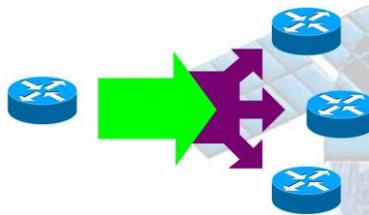
3.5 Ruteadores y Clasificación de los Protocolos de Ruteo

Son conmutadores de paquetes que operan en el nivel (capa) 3 del modelo OSI y tienen la función de interconectar redes LAN y WAN, proporcionando control de tráfico y filtrado de funciones.

- Es una computadora de propósito particular: el direccionamiento de información.

Ruteo: Es el movimiento de información a través de redes interconectadas, determinando la mejor ruta.

Protocolo de Ruteo: Define el conjunto de reglas utilizadas por un router cuando se comunica con los routers vecinos. Esta comunicación sirve para actualizar y mantener las tablas de ruteo.



Rutas Estáticas

- No es un algoritmo automatizado.
- Es un mapeo establecido manualmente por el administrador.
- Es recomendable para:

- Redes pequeñas.
- Redes estables.
- Redes con tráfico predecible.

Ventajas:

- Permite, por razones de seguridad, ocultar parte de una internetwork; es decir, podemos decidir que se desea revelar acerca de redes restringidas.
- Para los casos en los que se necesita acceder a una red por un solo camino el empleo de una ruta estática evita el gasto del enrutamiento dinámico.
- No necesita mucho procesamiento.

Rutas Dinámicas

- Lo llevan a cabo los ruteadores.
- Se ajustan en tiempo real a las circunstancias cambiantes de la red.
- Si hay cambios en la red, entonces:

- Recalculan rutas.
- Actualizan tablas de ruteo.
- Envían esta información a sus vecinos.

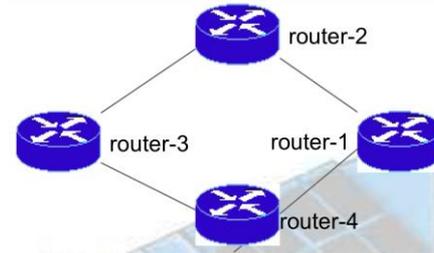
Ventajas:

- En casos de fallas en las rutas preferidas ofrece rutas opcionales que convierte en preferentes mientras no se repare la falla.
- Se puede compartir la carga indicando una preferencia por ciertas rutas (balanceo).

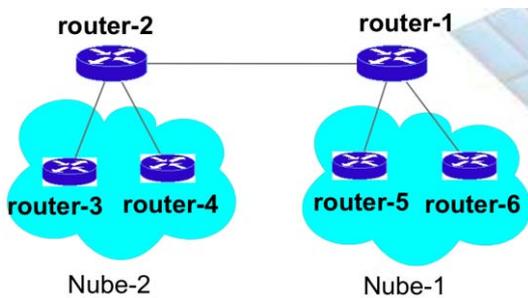
Ruteo Plano

Todos los enrutadores son "peers" de otros.

Utilizado en ambiente intradominio



Ruteo Jerárquico



Ciertos enrutadores forman un grupo llamado backbone, a este súper grupo se conectan grupos y subgrupos.

Estos grupos pueden llamarse dominios, sistemas autónomos o áreas.

Utilizado en ambiente Interdominio.

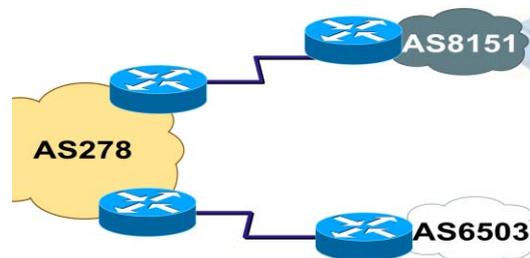
Intradominio

- Solamente permiten la comunicación entre equipos que pertenecen a un mismo Sistema Autónomo.



Interdominio

- Sí permiten la comunicación entre equipos que pertenecen a diferente S.A.



3.5.1 Protocolos de Ruteo vs Ruteables

Los protocolos ruteables es cualquier protocolo que proporciona la suficiente información en su dirección de la capa de red para permitir el correcto envío de los paquetes de un host a otro.

- Los protocolos de ruteo utilizan un protocolo ruteable en la selección de la mejor ruta .
- Es el lenguaje en el que se comunican los ruteadores para mantener y actualizar sus tablas. Por ej, :
RIP, OSPF, BGP.

Routing Information Protocol (RIP)

RIP es un protocolo estándar adecuado para redes homogéneas relativamente pequeñas. Si existen varias rutas hasta un destino, RIP elige la ruta con el menor número de saltos. Sin embargo, debido a que el número de saltos es la única métrica de enrutamiento que RIP utiliza, no siempre elige el camino más rápido hacia el destino.

- Intradominio.
- Distance-Vector.
- Distribución por broadcast
- Actualización cada 30 segundos
- Métrica: Hop-count =15 saltos.
- Distancia administrativa= 100

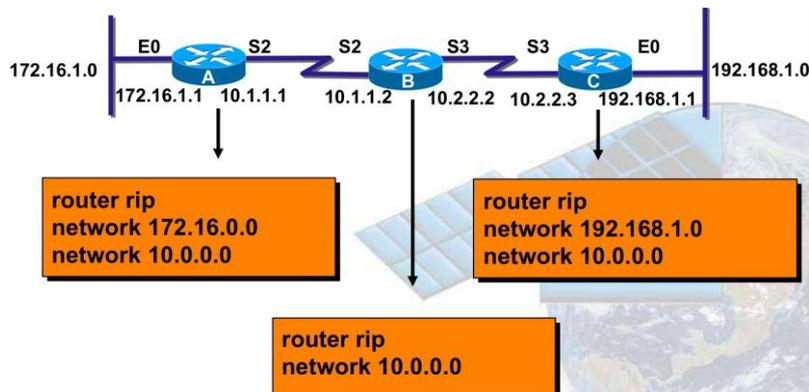
Configuración:

- Inicio del proceso de configuración:

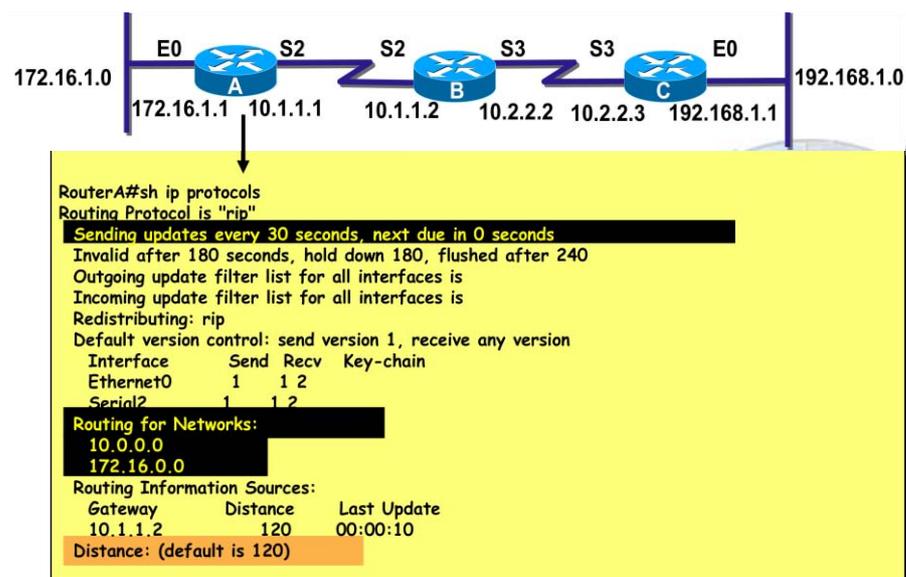
```
Router(config)#router rip
```

- Anuncio de la Red dentro de RIP:

```
Router(config-router)#network network-number
```



Verificación del Funcionamiento:



Le damos un Show IP Route:

```

RouterA#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B -
BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate
default
       U - per-user static route, o - ODR
       T - traffic engineered route

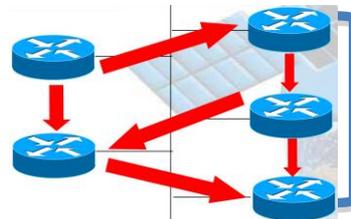
Gateway of last resort is not set

      172.16.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C       172.16.1.0 is directly connected, Ethernet0
      10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
R       10.2.2.0 [120/1] via 10.1.1.2, 00:00:07, Serial2
C       10.1.1.0 is directly connected, Serial2
R       192.168.1.0/24 [120/2] via 10.1.1.2, 00:00:07, Serial2
  
```

Protocolo OSPF (Open Shortest Path First)

Este protocolo de enrutamiento se utiliza para anunciar redes o subredes dentro de un sistema autónomo a través de LSA's (Link State Advertisement).

- Desarrollado para solventar problemas RIP
- Topologías jerárquicas: utiliza áreas
- Contiene el flujo de tráfico hacia dentro del área
- Autenticación
- Utiliza Ruteo Link-State:
 - Descubrimiento de vecinos
 - Calcula las rutas usando el algoritmo SPF (Shortest Path First)
- En caso de falla en la red:
 - Nuevos LSA's son enviados
 - Todos los routers re calculan en sus bases de datos



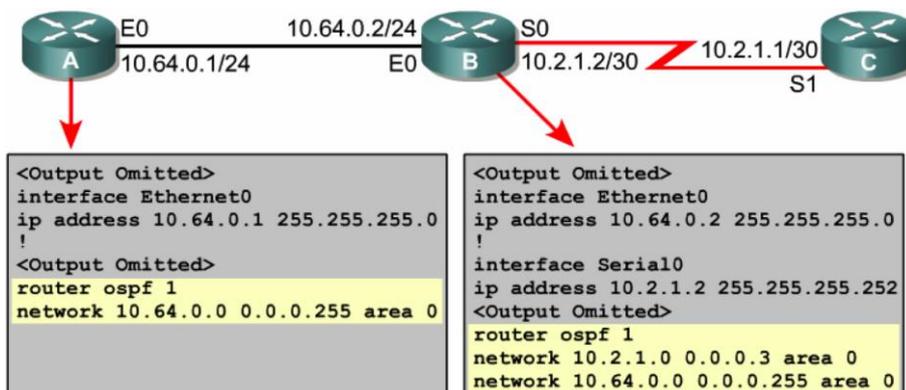
Configuración:

• Inicio: OSPF PP donde PP = #Proceso que estará corriendo el router.

```
Router(config)#router ospf #proceso
```

• Anuncio de la Red dentro de OSPF, Wildcard mask; es el complemento y x.x.x.x el área a la que pertenece esa red

```
Router(config-router)#network network-number Wildcard mask x.x.x.x
```



Protocolo BGP (Border Gateway Protocol)

Este protocolo de enrutamiento se utiliza para intercambiar tablas de ruteo entre proveedores de servicio (ISP) o aquellas organizaciones que tienen una o más salidas hacia Internet con dos diferentes ISP's. Este protocolo intercambia solamente anuncios de bloques completos de redes, lo que disminuye la cantidad de anuncios que pueden llegar a conocerse en Internet y por lo tanto el tamaño de la tabla de ruteo disminuye.

Proporciona un ruteo interdominio libre de loops entre sistemas autónomos (AS).

Se Clasifican en dos tipos BGP internos y BGP externos:

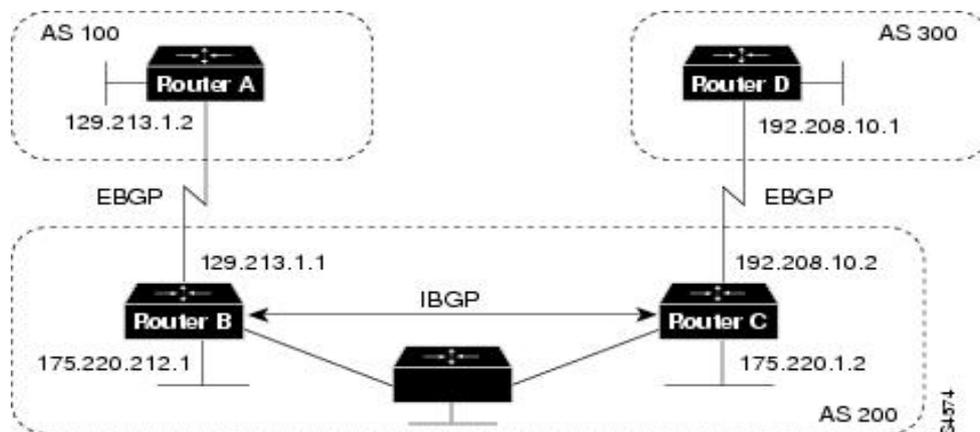
IBGP

Routers que pertenecen al mismo AS, intercambiando actualizaciones BGP entre si.

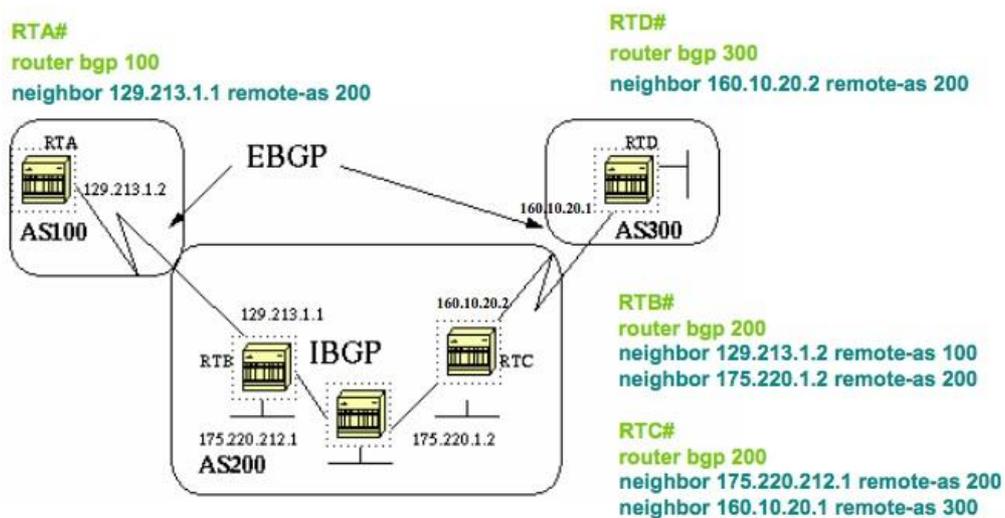
- Proveen de medios mas eficientes para controlar el intercambio de información dentro de las AS.
- Presentan consistencia de los AS hacia los vecinos externos.

EBGP

Routers que pertenecen a distinto AS, también intercambiando actualizaciones BGP entre si.



Configuración:



CAPITULO 4. REDES DE TELEFONÍA INTELIGENTES

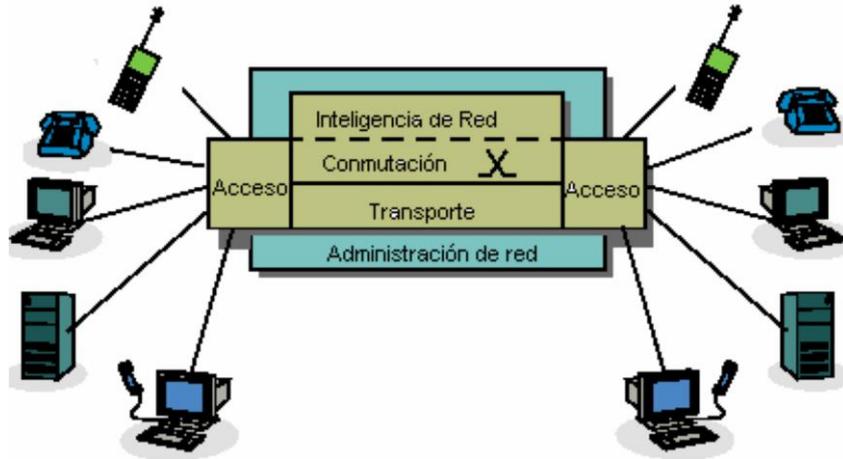
Objetivo

Conocer los elementos y el funcionamiento de una red de telefonía, así como conocer y comprender el funcionamiento de una red inteligente de voz y su aplicación a las redes actuales de telefonía.

- El Teléfono: es un dispositivo que nos sirve para transmitir y recibir sonidos a distancia.

4.1 Elementos de la Red Telefónica

Modelo de Red



Los elementos que lo forman son:

- Equipos terminales
- Accesos
- Equipo de conmutación
- Equipo de transmisión
- Sistema de Administración de Red
- Inteligencia de la Red

Equipos Terminales: Son todos los equipos que permiten originar o terminar una llamada, sea de voz o de datos. Se incluyen entre otros, teléfonos, fijos y celulares, computadoras, equipo de video, etc.

Accesos: Son los medios físicos a través de los cuales se conectan los equipos terminales a la red. Por ejemplo, cable de cobre, microondas, fibra óptica, etc.

Equipo de Transmisión: Son los equipos y medios que conectan a los diferentes nodos de una red. Por ejemplo, equipos de transmisión de fibra óptica, radios de microondas, satélites, etc.

Equipo de Conmutación: Son los equipos que se encargan de dirigir las llamadas dentro de la red, a fin de que alcancen su destino final.

Administración de Red: Equipos dedicados a la operación, mantenimiento y supervisión del funcionamiento de la red. Se incluyen tareas como adición de usuarios, estadísticas, alarmas, etc.

Inteligencia de Red: Sistemas dedicados a proporcionar servicios avanzados a los usuarios. Por ejemplo, números 800, números portátiles, etc.

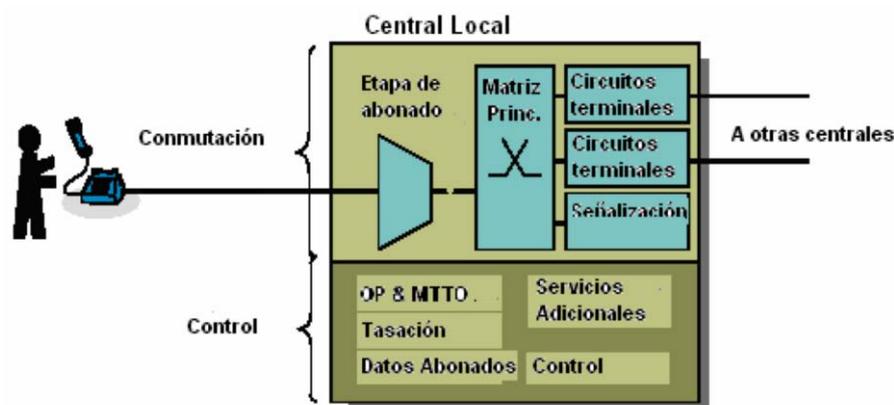
4.2 Centrales de Conmutación

Una central de conmutación es el equipo que nos permite:

- Conectar entre sí a los abonados de la central.
- Conectar a los abonados de la central a los equipos de la misma central que proporcionan algún servicio (mensajes, hora , etc.)
- Conectar a los abonados de la central con los abonados de otra central.
- Llevar un registro de todas las conexiones (llamadas) a fin de poder efectuar la tasación y cobro de cada una de ellas.

La parte de conmutación de las centrales actuales contiene dos puntos de conmutación:

- Matriz Principal de Conmutación (Group Switch). Se encarga de efectuar la conmutación de todas las llamadas entrantes la central.
- Conmutador de Etapa de Abonado o Concentrador. A través de él se conecta equipo a la central, además de concentrar el tráfico que se dirigirá hacia la matriz principal.



Toda las centrales contienen las siguientes etapas básicas:

- Una matriz principal para funciones de conmutación.
- Grupo de troncales (ETC Exchange Terminal Circuit) que sirven como interfaz hacia la red de transporte.
- Funciones de señalización para comunicación con otras centrales o equipo de abonados.
- Funciones de operación y mantenimiento.
- Funciones de control.

El equipo de señalización para el sistema de señalización por canal asociado está conectado a la matriz principal en el time slot que será usado por la llamada. Las terminales de señalización para el sistema SS7 están conectadas semipermanentemente al time slot dedicado a señalización.

La máquina de anuncios ejecuta anuncios grabados y son usados en caso de conexiones fallidas a servicios de abonado.

El equipo de servicios facilita las conexiones servicios tales como llamadas en espera, tripartitas, etc.

Los equipos de prueba y medición son para uso del personal de operación.

Capacidad de Transporte

Las centrales telefónicas se conectan usando señales estructuradas E1, compuestas a su vez por 30 canales de información (2048 Kbs).

Dados los altos niveles de tráfico entre centrales, es necesario multiplexar los E1 a jerarquías superiores, esto es, transmitir la información en anchos de banda mas grandes. Por su gran capacidad y confiabilidad, el medio mas usado para transmitir estas jerarquías, es la fibra óptica.



La capacidad de transporte se clasifica de acuerdo a las siguientes tres tablas, de dependiendo del ancho de banda o velocidad y de la norma usada.

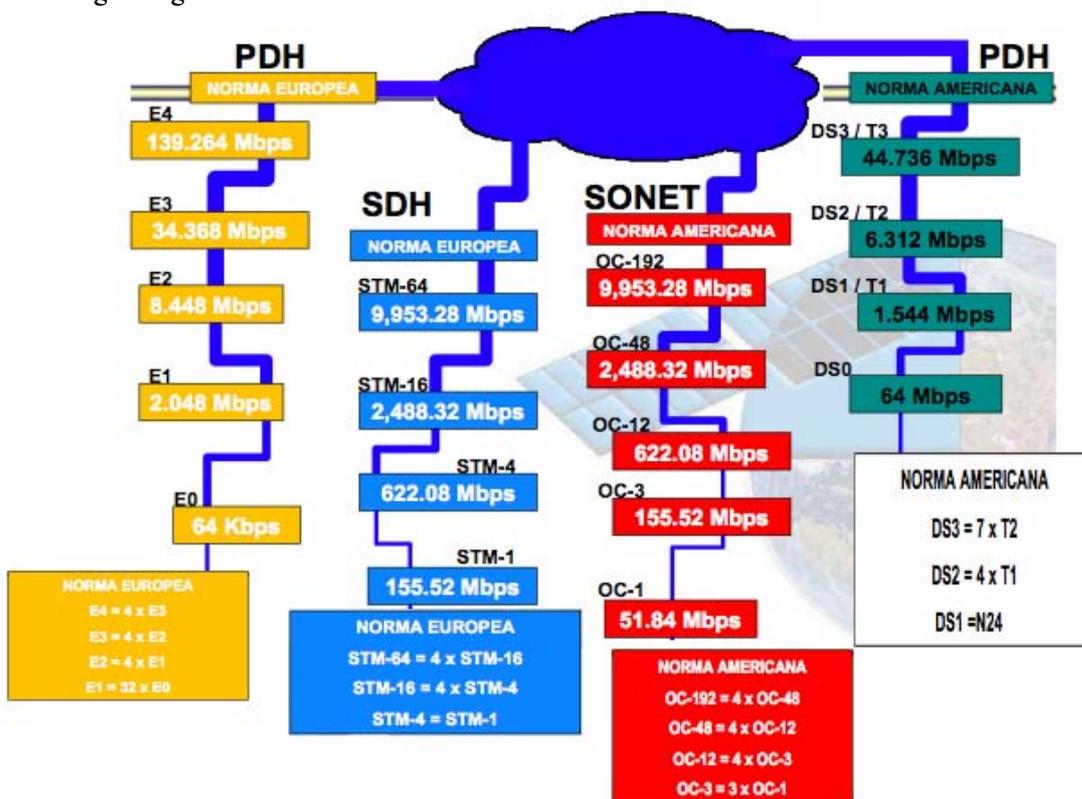
Jerarquía	Norma Americana			Norma Europea		
	Denominación	No. de canales de voz	Ancho de Banda	Denominación	No. de canales de voz	Ancho de Banda
PDH	DS0	1	64 Kbs	DS0	1	64 Kbs
	T1	24	1544 Kbs	E1	30	2048 Kbs
	T2	96	6312 Kbs	E2	120	8448 Kbs
	T3	672	44 736 Kbs	E3	480	34 368 Kbs

Jerarquía	Norma Americana		
	Denominación	No. de canales de voz	Ancho de Banda
SONET	OC-1	640	51 840 Mbs
	OC-3	1920	155.520 Mbs
	OC-24	5120	1244.16 Gbs
	OC-192	122 880	9953.28 Gbs

Jerarquía	Norma Europea		
	Denominación	No. de canales de voz	Ancho de Banda
SDH	STM-1	1920	155.52 Mbs
	STM-4	7680	622.08 Mbs
	STM-16	30720	2 488.32 Mbs
	STM-64	122 880	9 953.28 Mbs

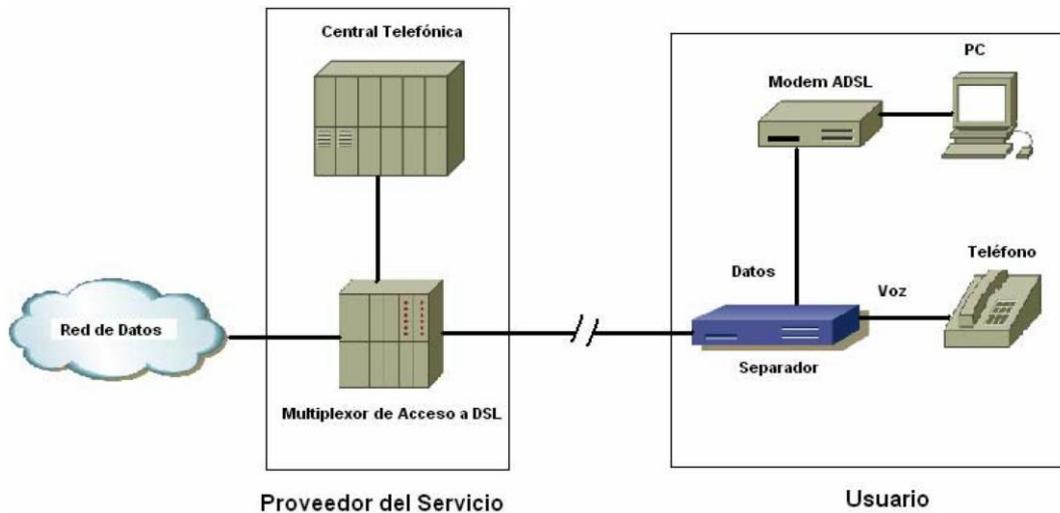
Jerarquías para Transmisión de Señales Digitales

- PDH.-Plesiochronous Digital Hierachy
- SDH.-Synchronous Digital Hierarchy
- SONET.-Synchronous Optical Network
- OC.-Optical Carrier
- STM.-Synchronous Transport Module
- DS.-Digital Signal



4.2.1 Línea Digital de Abonado DSL

Las líneas digitales de abonado (DSL : Digital Subscriber Line) son las tecnologías que permiten usar un ancho de banda grande sobre el par de cobre que llega a los abonados. Estas conexiones no requieren el uso de ninguna etapa de amplificación ni repetidor. Son totalmente compatibles con la infraestructura actual.



DSL requiere el uso de equipos terminales tipo MODEM en el lado de usuario y de la central. En la central, este equipo, conocido como Multiplexor de Acceso a DSL, permite sobreponer la información de datos a la señal de voz. En el lado del usuario, el separador o splitter separa la señal de voz de la de datos, pasando esta última al modem ADSL y de ahí a la aplicación de datos.

DSL emplea dos tipos de configuraciones:

- Simétrica. Cuando el ancho de banda de bajada es el mismo que el de subida.
- Asimétrica. Cuando el ancho de bajada es diferente al de subida. Usualmente el ancho de banda de bajada es mayor al de subida.

TIPO	VELOCIDAD DE SUBIDA	VELOCIDAD DE BAJADA	DISTANCIA MAXIMA A CENTRAL KM	NO. DE PARES
ADSL-1	16 Kbps	1.544 Mbps	5.5	1
ADSL-2	256 Kbps	3 Mbps	3.6	1
ADSL-3	640 Kbps	8 Mbps	2.4	1
IDSL	144 Kbps	144 Kbps	5.5	1
HDSL	2.048 Mbps	2.048 Mbps	4.2	2
HDSL-2	1.544 Mbps	1.544 Mbps	3.6	1
S-HDSL	768 Kbps	768 Kbps	4.2	1
SDSL	2.048 Mbps	2.048 Mbps	4.2	1
A-VDSL	2.3 Mbps	13 a 52 Mbps	0.3 a 1	1
S-VDSL	26 Mbps	26 Mbps	0.3 a 1	1

Las líneas DSL básicas son similares a un canal BRI de ISDN. Emplea dos canales de 64 Kbps para información y un canal de señalización de 16 Kbps. Voz y datos son transmitidos simultáneamente.

4.2.2 Tipos de Centrales

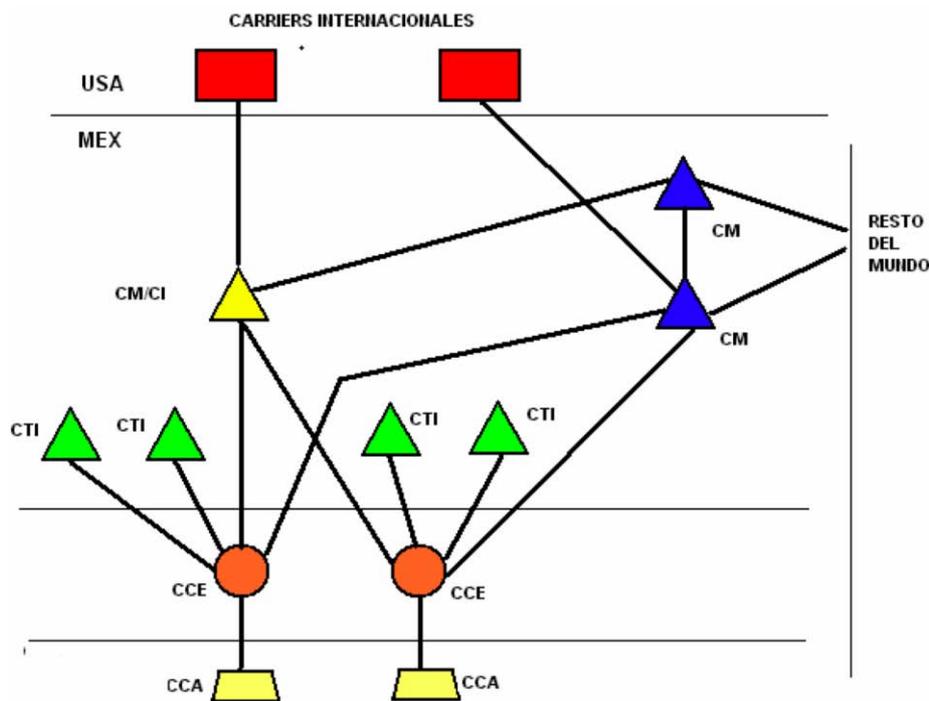
Las centrales se clasifican de acuerdo a su posición o jerarquía dentro de la red. (Fig. B)

Dentro de esta clasificación, se dividen también en centrales con abonados y centrales tándem, las cuales no tienen abonados.

La jerarquía de centrales en México es la siguiente, comenzando por el nivel mas alto:

- **Centro de Tránsito Mundial CM:** Central de LD que maneja tráfico de tránsito mundial, esto es, comunicación con países distintos a USA, Canadá y el Caribe.
- **Centro de Tránsito Internacional CI:** Central de LD que maneja tráfico con USA, Canadá y el Caribe.
- **Centro de Tránsito Interurbano CTI:** Central que puede tener función nacional o internacional, maneja el tráfico originado en la Zona Autónoma de Conmutación ZAC. Las ZAC son áreas de servicio telefónico bien definidas que en poblaciones pequeñas o medianas corresponden al área urbana y en poblaciones grandes puede haber una o mas de estas áreas.
- **Centro de Tránsito Urbano CTU/CTZ:** Central que maneja el tráfico de tránsito urbano, originado y terminado en centrales con capacidad de enrutamiento CCE dentro de la red urbana. La central tándem de ZAC se encarga de manejar el tráfico de tránsito dentro de la ZAC
- **Centro con Capacidad de Enrutamiento CCE:** Central con capacidad de enrutamiento que maneja tráfico originado y terminado en centrales con conexión de abonados.
- **Centro de Conexión de Abonados CCA:** Central que da acceso a las líneas de abonado y que solo tienen conexión con una central CCE.

Fig. B



4.3 Señalización

Es el protocolo que se usa para establecer o terminar una conexión entre equipos de comunicaciones.

- Existen dos niveles de señalización:

- Señalización de abonado: Se da entre el abonado y la central a la que esta conectado.
- Señalización entre centrales: Se da entre las centrales involucradas en la llamada. Dentro de este nivel se tienen dos protocolos tipos de señalización,

a) Señalización por canal común CCS: En este tipo de protocolo la señalización se transmite por un circuito dedicado únicamente a este fin.

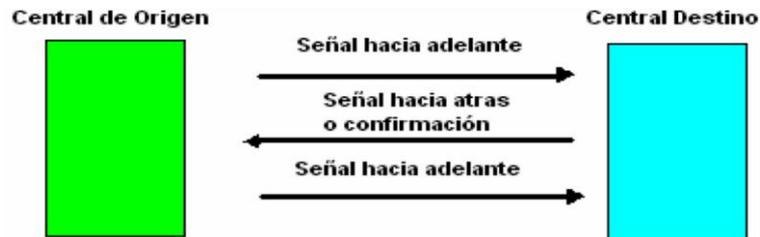
b) Señalización por canal asociado CAS: En este tipo de señalización, la información de señalización es transmitida junto con la información de voz.

El protocolo de señalización CAS mas usado actualmente es conocido como R2.

Señalización R2

El sistema R2 trabaja bajo la filosofía de canal asociado y de secuencia obligada.

Principio de secuencia obligada: El lado que origina tiene que recibir del lado opuesto una confirmación de recepción de la señal que envió para poder enviar la siguiente.



Señales hacia adelante: se emiten por el lado saliente de la Central hacia el lado entrante de Central siguiente, con la cual está interconectada.

Señales hacia atrás: se emiten desde el lado entrante de la Central hacia el lado saliente de la Central precedente con la cual está interconectada.

Señalización de Línea

El sistema digital R2, utiliza el canal 16 para la señalización de línea, dicho canal de 8 bits se subdivide a la vez en dos canales de señalización de 4 bits cada uno, a través de los cuales se puede señalar dos canales de voz respectivamente, por tanto cada canal de voz dispone de cuatro bits (a, b, c, d). La señalización R2 utiliza solamente los bits a y b por cada canal de señalización en cada sentido de transmisión.

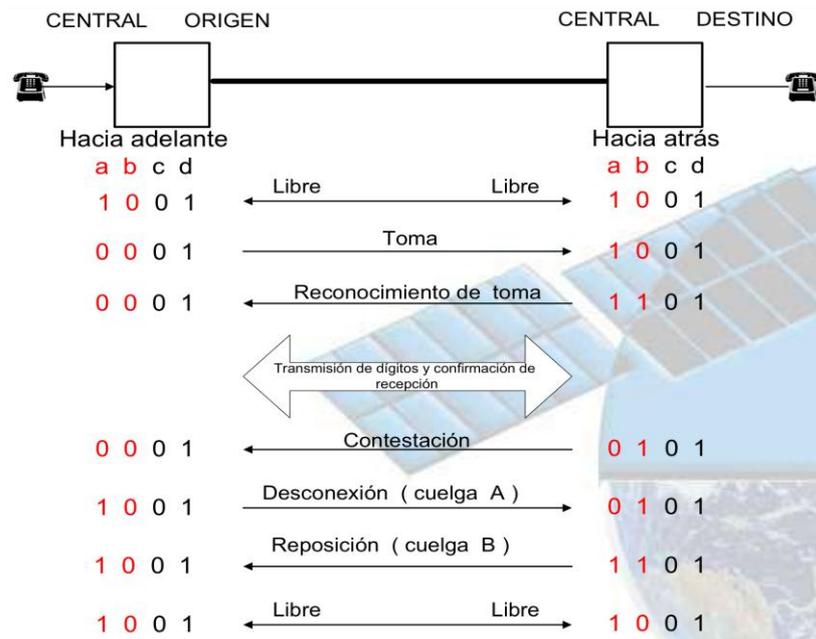
Estas señales de línea se transmiten sección a sección, es decir se establecen medios físicos o circuitos por donde viaja la información de la llamada, pero el establecimiento del circuito se da primero y de manera secuencial a través de todas las secciones que conforman la ruta.

No.	Señal	Código de Señalización			
		Hacia adelante		Hacia atrás	
		a _r	b _r	a _b	b _b
1	Libre	1	0	1	0
2	Toma	0	0	1	0
3	Reconocimiento de toma	0	0	1	1
4	Contestación	0	0	0	1
5	Reposición (Clear Back)	0	0	1	1
6a	Desconexión despues de 3, 5 (Clear forward)	1.0		1	1
6b		1	0	0	1
7	Retorno a libre (release guard)	1	0	1	0
8	Bloqueo	1	0	1	1
9	Desbloqueo	1	0	1	0

En la dirección hacia adelante se establece $b_f = 0$.

Los bits c y d en ambas direcciones se fijan en los estados "0" y "1" respectivamente .

Los cambios de estado se realizan mediante cambios binarios de 1's y 0's. El tiempo de reconocimiento entre un cambio de estado es de 20 ms +10 ms. El reconocimiento de una toma de circuito en un enlace terrestre debe ocurrir en un tiempo de 100 a 200 ms y en caso de satélite de 1 a 2 seg.



4.4 Sistema de Señalización 7 (SS7)

El SS7 es una plataforma que proporciona un sistema de señalización por canal común que permite la transferencia de información entre elementos de una red de telecomunicaciones.

• Arquitectura Básica de SS7

Puntos de Señalización (SP)

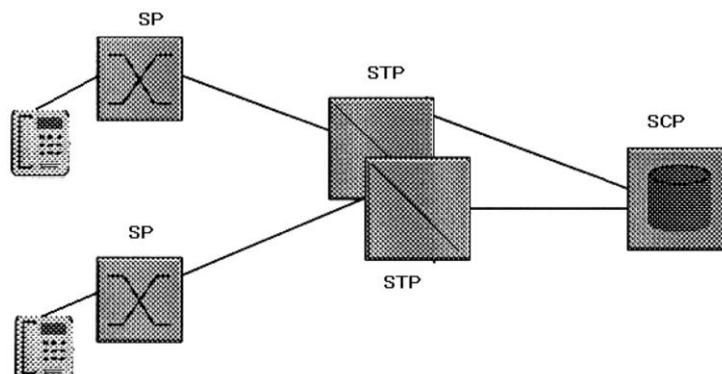
Central telefónica que realiza las funciones de conmutación y acceso a la red inteligente. Puede además incluir las funciones de STP y SCP.

Punto de Transferencia de Señalización (STP)

Se encarga de conmutar y enrutar los mensajes de señalización a su destino.

Punto de Control de Servicio SCP

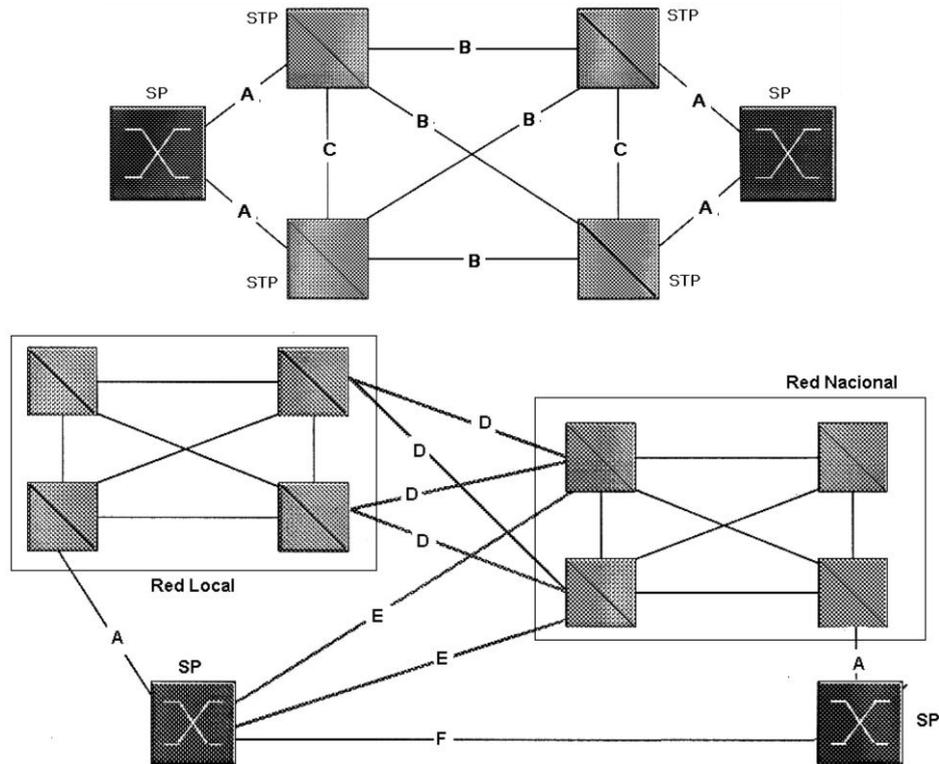
El SCP (Service Control Point) efectúa las funciones de control para los servicios de la red. Por ejemplo, bases de datos de acceso remoto.



Enlaces

En SS7 los enlaces entre SP's y STP's se clasifican de acuerdo a su tipo:

- Tipo A. Enlaces de acceso a la red. Entre SP's y STP's.
- Tipo B. Enlaces entre pares casados de STP's para formar un arreglo Quad (4 STP's).
- Tipo C. Enlaces entre STP's que forman un par casado (2 STP's).
- Tipo E. Enlaces entre un SP a un par casado de STP's remoto.
- Tipo D. Enlaces entre arreglos Quad de diferente jerarquía
- Tipo F. Enlaces entre SP's.



Aplicaciones

El SS7 soporta aplicaciones tales como:

- Transmisión de voz y datos en redes públicas.
- Transmisión de voz y datos en redes móviles.
- Transmisión de voz y datos en redes inteligentes.
- Operación y mantenimiento de redes de comunicaciones.

4.4.1 Arquitectura de la Red Inteligente Avanzada AIN

• Elementos de la AIN

Punto de Servicio de Conmutación SSP

El SSP (Service Switching Point) efectúa funciones de conmutación y control de llamadas originantes o terminantes. Por ejemplo, una central pública de conmutación.

Punto de Control de Servicio SCP

El SCP (Service Control Point) efectúa las funciones de control para los servicios de la red inteligente. Por ejemplo, bases de datos de acceso remoto.

Punto de Transferencia de Señalización STP

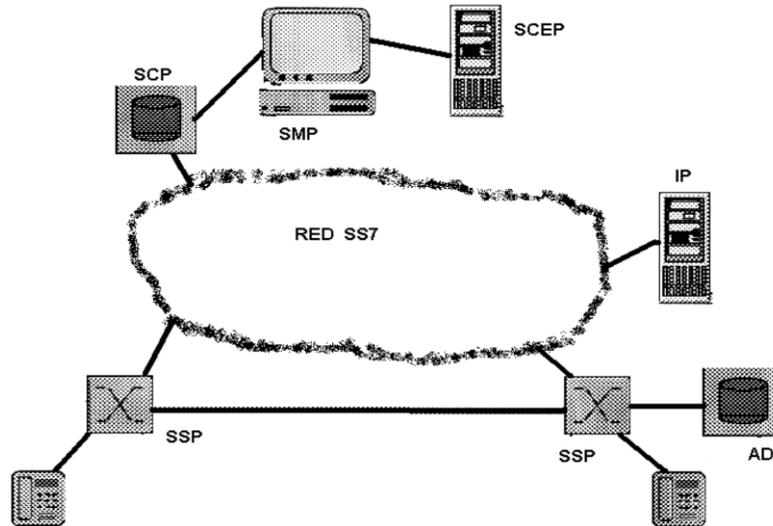
El STP tiene como función conmutar y enrutar los mensajes de señalización hacia su destino.

Periféricos Inteligentes IP

Los IP's son equipos con funciones específicas para ser usadas o accedidas por los usuarios de la red inteligente. Estos equipos pueden ser parte de un SS. Por ejemplo, elaboración de mensajes, reconocimiento de voz, etc.

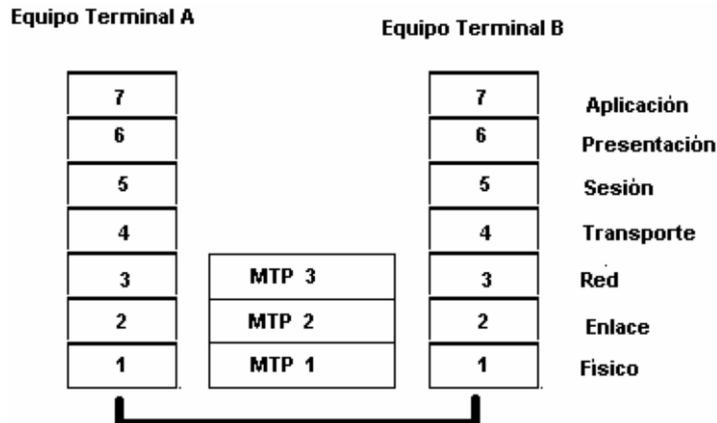
Nodo de Servicio SN

El SN (Service Node) efectúa funciones de un IP y un SCP a la vez. Por ejemplo, los sistemas de tasación de llamadas.



Parte de Transferencia de Mensaje MTP

La MTP (Message Transfer Part) efectúa las funciones de transferencia de información a través de la red de señalización.



MTP Nivel 1

En este nivel se definen todas las características físicas y eléctricas de los enlaces de señalización. El enlace de señalización es una trayectoria de transmisión bidireccional de dos canales de datos operando en direcciones opuestas y a la misma velocidad.

La velocidad estándar para el canal de señalización de acuerdo a la norma Q.702 es 64 kbps (norma Europea). La norma americana establece una velocidad de 56 kbps.

En México se usa la norma Europea, empleando el sistema E1 a 2048 kbps como enlace digital entre centrales. El canal de señalización se define en el Time Slot 16.

MTP Nivel 2

En este nivel se llevan a cabo las funciones que aseguran la confiabilidad de la transmisión de los mensajes de señalización.

Algunas de estas funciones son:

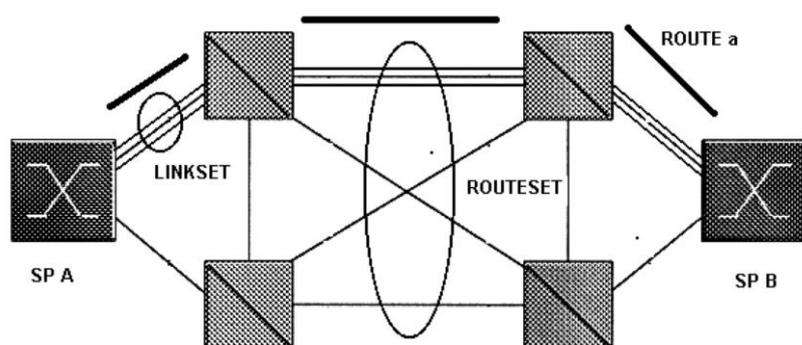
- Detección y corrección de errores.
- Delimitación de la unidad de señalización SU.
- Estado del enlace.

MTP Nivel 3

Este nivel se encarga del enrutamiento de los mensajes y la administración de la red de señalización. Efectúa funciones de discriminación, distribución y ruteo de los mensajes de señalización, así como de administración de tráfico, enlaces y rutas.

4.4.2 Administración de Red y Enlaces

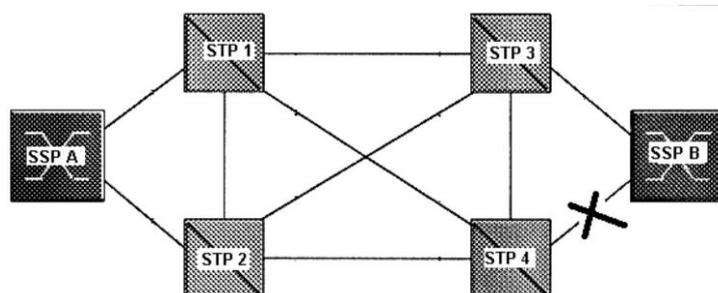
La administración del tráfico de mensajes de señalización se basa en procedimientos que permiten que en casos de interrupción de servicio en enlaces o SP's, el servicio pueda continuar, empleando otros enlaces o SP's, hasta en tanto se restauran las condiciones normales de operación.



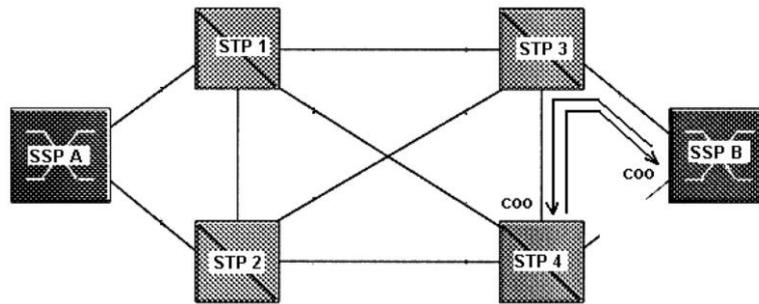
LINKSET : Conjunto de enlaces (links) que unen dos SP's.
ROUTESET : Conjunto de rutas.
ROUTE : Trayectoria definida entre dos SP's.

En caso de falla de un enlace, un procedimiento típico de solución se describirá a continuación.

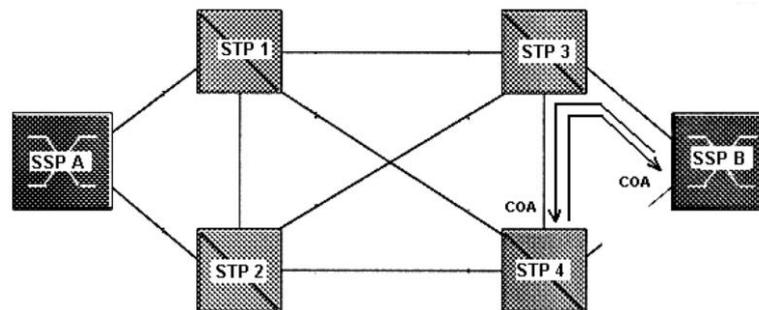
1) Falla del enlace entre SSP B y STP 4.



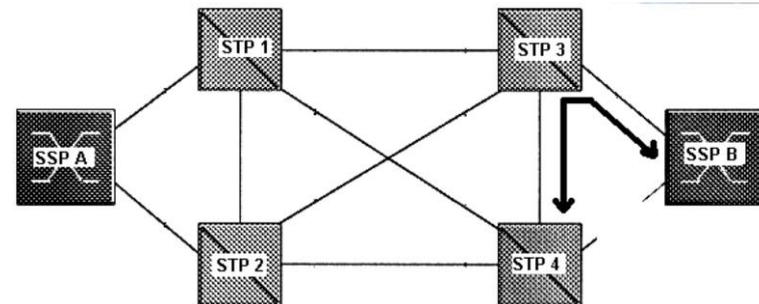
2) Envío de mensajes ChangeOver COO.



3) Envío de mensajes Changeover Acknowledge COA.



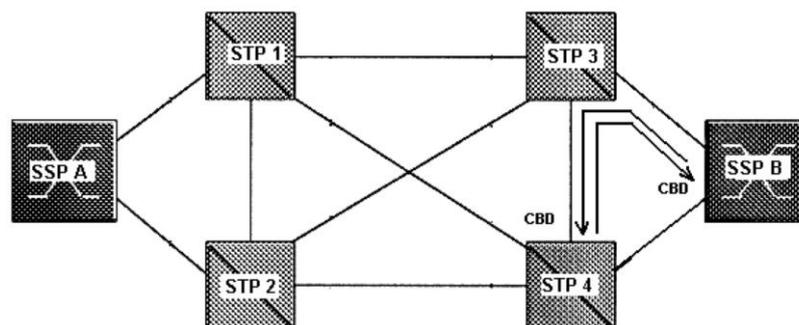
4) Se restablece la comunicación entre STP 4 y SSP B, usando una ruta diferente.



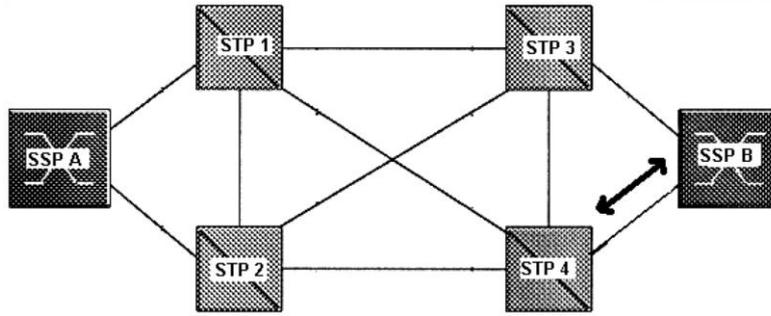
5) Se soluciona la falla y se restablece el enlace entre el STP 4 y SSP B.

Para que el enlace quede restaurado es necesario que después de reconectarse se ejecute el procedimiento de alineación inicial IAP. Si el resultado es exitoso, se hacen las pruebas de enlace. Si estas son correctas, se declara restablecido el enlace.

Se envían los mensajes Change Back Declaration CBD.



6) Se restablece la comunicación entre STP 4 y SSP B por la ruta original.

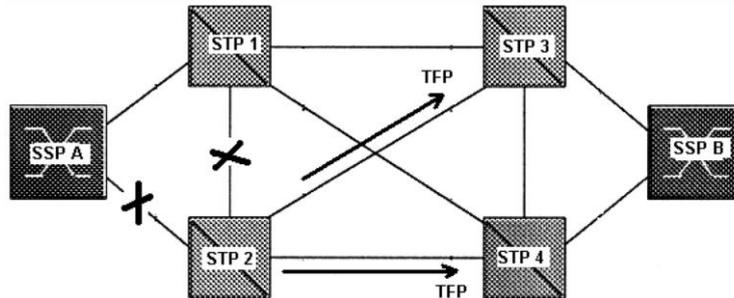


4.4.3 Administración de Rutas

Una falla de enlace afecta a todas las rutas que usan dicho enlace. Para evitar que esas rutas intenten usar el enlace, generalmente se emplean los procedimientos de control de Transferencia.

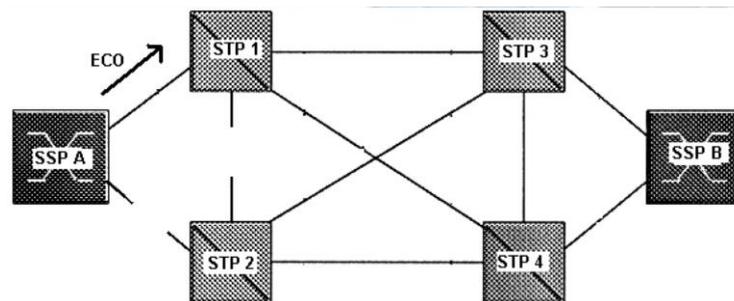
1) Procedimiento de Transferencia Prohibida.

Cuando fallan los enlaces entre SSP A-STP 2 y STP 1- STP 2, el STP 2 debe indicar a los STP's con los que está conectado, que él ya no puede procesar tráfico hacia SSP A y STP 1. En este caso, envía el mensaje de Transferencia Prohibida TFP a STP 3 y STP4.



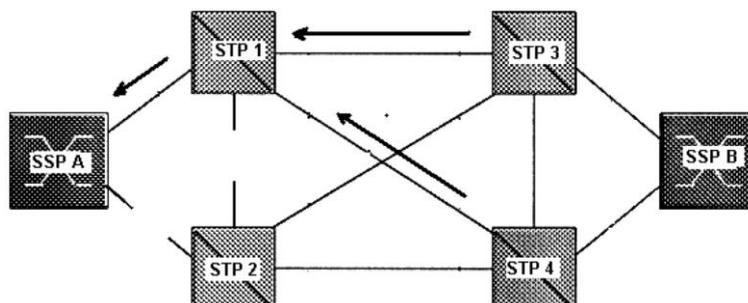
2) Envío de Mensaje de Emergency Changeover ECO.

El SSP A comienza un procedimiento de Emergency Changeover a fin de cambiar el tráfico de SSP A-STP 2 hacia SSP A-STP 1.



3) Enrutamiento Forzado.

Los STP 3 y STP 4 efectúan un procedimiento de cambio de enrutamiento, desviando el tráfico que pasaba por STP 2 con destino a SSP A, hacia STP 1 y de ahí a SSP A .



4.5 Red Digital de Servicios Integrados RDSI (Integrated Services Digital Network ISDN)

La ISDN es una red de comunicaciones 100% digital.

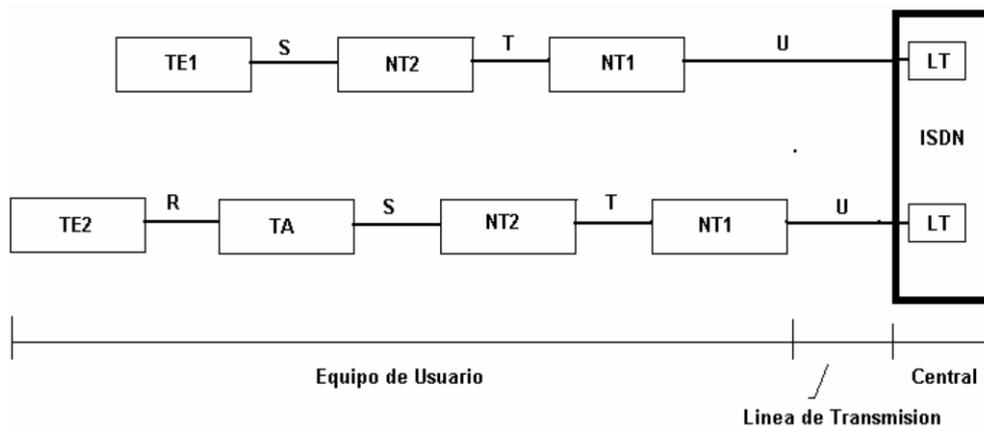
Para que una red sea considerada ISDN, debe cumplir con los siguientes puntos:

- Centrales digitales que usen SS7. Deben tener implementada la parte de usuario ISDN (ISUP, ISDN User Part).
- Equipos de acceso digitalizados. Los equipos de abonado deberán ser capaces de comunicarse usando el protocolo ISDN (Q.931).
- Medios de transmisión digitales.

Configuración de Referencia para acceso a ISDN

El equipo de usuario ISDN puede ser clasificado en uno de los siguientes grupos funcionales:

- Equipo Terminal 1 (TE1).
- Equipo Terminal 2 (TE2).
- Adaptador Terminal (TA).
- Terminador de Red 1 (NT1).
- Terminador de Red 2 (NT2).



Donde los puntos R, S, T y U son puntos de referencia, cuya función es separar las etapas funcionales.

LT es el equipo terminal de línea, ubicado en la central a la que se conecta el equipo de usuario.

Hay que notar que funciones específicas dentro de un grupo funcional, pueden ser desempeñadas con uno o mas equipos. De la misma forma, varios grupos funcionales pueden estar incluidos en un solo equipo.

Etapas Funcionales de Acceso

- TE1. Termination Equipment1: Son equipos que van desde una terminal telefónica de voz, una computadora personal, hasta computadoras mas complejas.
- TE2. Termination Equipment2: Equipos que no tienen la capacidad para conectarse directamente a ISDN.
- TA. Terminal Adapter: Equipo que proporciona la capacidad (HW y SW) para conectar un TE2 a ISDN.
- NT1. NetworkTermination1: Este grupo funciona como un adaptador entre los equipos terminales y la línea digital de usuario. Se encarga de las funciones de mantenimiento de línea, multiplexaje, temporización y alimentación, principalmente.
- NT2. NetworkTermination2: La función de este grupo es efectuar la conmutación y el procesamiento de la información de señalización, así como tareas de mantenimiento y conexión física.



4.5.1 Interfaces de Acceso a ISDN

Un canal es una sección del ancho de banda de una interfaz de comunicación.

Los canales de usuario pueden ser de tres tipos :

- Señalización o tipo D.
- Comunicación tipo B.
- Comunicación tipo H.

Canal tipo D (Data)

Su función es transportar información de señalización usada para conexión de circuitos a través de la ISDN.

Aunque la información de señalización tiene la prioridad mas alta, es posible enviar paquetes de información de datos cuando no hay tráfico de señalización.

El canal D puede operar a dos velocidades :

- 16 kb/s. Se usa en accesos BRI.
- 64 kb/s. Se usa en accesos PRI.

Canal tipo B (Bearer)

Su función es transportar información o datos en forma transparente (clear channel) y bidireccional entre dos puntos de la red.

El canal B opera a 64 kb/s (norma europea)

Canal tipo H (Higher rate)

Su función es transportar información a velocidades mas altas que los canales B.

Se usa en aplicaciones de video, audio de alta fidelidad, etc. Hay tres tipos de canales H:

- H0 : 384 kb/s
- H11 : 1536 kb/s
- H12 : 1920 kb/s

• Interfaz de Acceso Básico BRI

La interfaz BRI (Basic Rate Interface) o BRA (Basic Rate Access) se usa en aplicaciones de bajo tráfico, tales como acceso a casas habitación o negocios pequeños.

Un acceso BRI solo puede tener alguna de las tres siguientes configuraciones :

- D. Solo un canal de señalización.
- B+D. Un canal de señalización y un canal de comunicación.
- 2B+D. Un canal de señalización y dos de comunicación.

• Interfaz de Acceso Primario PRI

La interfaz PRI (Primary Rate Interface) o PRA (Primary Rate Access) se usa en aplicaciones de alto tráfico, tales como los PBX de empresas grandes.

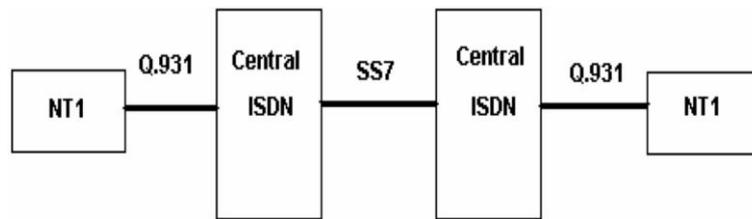
Un acceso PRI solo puede tener una de las dos siguientes configuraciones :

- 30B+D. Un canal de señalización y 30 canales de comunicación.
- 31B. 31 canales de comunicación.

El canal de señalización de un enlace PRI puede estar localizado en otro enlace PRI. Esto es, un solo canal de señalización puede manejar varios enlaces PRI.

4.5.2 Interconexión con Protocolo Q.931

El establecimiento de una conexión ISDN entre usuarios, implica el uso de dos protocolos, Q.931 para la parte Usuario-Red y SS7 para la parte de Red.



A través del proceso de establecimiento de una llamada, veremos como opera el protocolo Q.931

i) Establecimiento de llamada.

El establecimiento de la llamada se inicia cuando la terminal llamante manda un mensaje de SETUP hacia la red. Este mensaje puede contener toda la información necesaria para el establecimiento de la llamada (este método se conoce como “en bloc sending”). La red manda un mensaje CALL PROC para confirmar que la información está completa y que el procedimiento de conmutación ha iniciado. El mensaje indica también a la terminal el canal B a usar.

Cuando la línea del abonado llamado ha sido identificada, la red envía un mensaje SETUP hacia el abonado B. Si hay una terminal libre compatible con el tipo de llamada, ésta envía un mensaje de respuesta. Si la llamada es una llamada telefónica, el teléfono libre genera un timbrado y manda un mensaje ALERT hacia la red.

La terminal llamante, en este caso un teléfono, es informada acerca del timbrado con un mensaje ALERT. Esta indicación de timbrado hacia el abonado llamante puede darse con un tono de llamada y/o un mensaje de texto en pantalla.

Cuando el abonado B levanta el auricular, un mensaje CONNECT es enviado desde el teléfono hacia la red. Este mensaje se envía también a la terminal llamante, donde el tono de llamada se detiene. Si se había enviado un mensaje de texto, éste es sustituido por otro, por ejemplo, “Connect”. Los mensajes de conexión son reconocidos con mensajes CONNECT ACKNOWLEDGE y entonces la llamada es establecida en uno de los canales B. Toda la información de señalización se ha enviado por el canal D.

En el caso de que la terminal llamada tenga la función de respuesta automática, una computadora por ejemplo, no se envía mensaje ALERT. En este caso la respuesta será el mensaje CONNECT. (Fig. C)

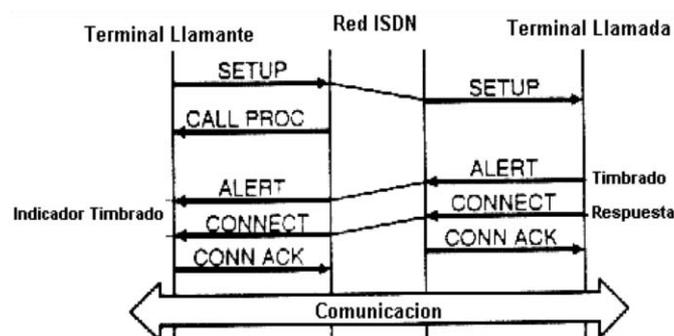
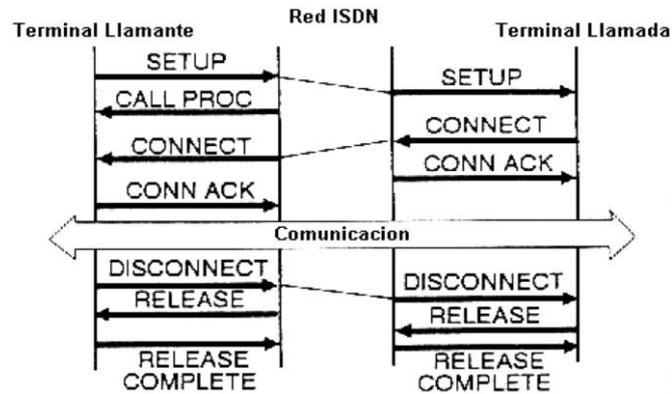


Fig. C

ii) Desconexión de Llamada: La desconexión de la llamada puede ser iniciada por cualquiera de los extremos. Esto ocurre al colgar el auricular en este caso. Al colgar se envía un mensaje DISCONNECT. La respuesta es el mensaje RELEASE, el cual a su vez es contestado con el mensaje RELEASE COMPLETE. La llamada es entonces desconectada y el canal B queda liberado y disponible para otra llamada.

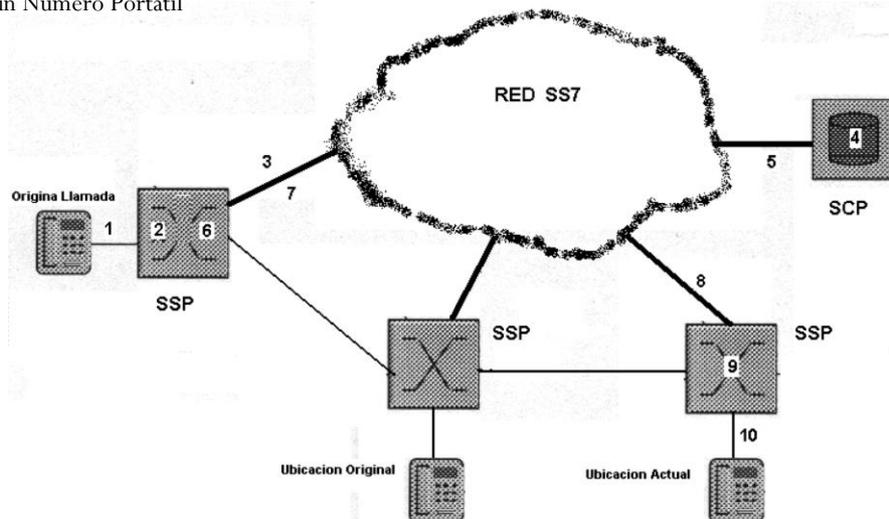


Portabilidad de Número Local LNP

Se define como la capacidad de que un usuario mantenga su número telefónico aún cuando ocurra alguno de los siguientes eventos :

- Cambio de ubicación dentro del área local de servicio.
- Cambio de ubicación entre áreas locales.
- Cambio de compañía operadora.

Llamada a un Número Portátil



1. El usuario inicia la llamada marcando el número portátil.
2. La llamada llega al SSP correspondiente al usuario originante, donde se recibe la información y se concluye que se tiene que solicitar información adicional para continuar el procesamiento de la llamada.
3. Se direcciona llamada al SCP.
4. En el SCP se consultan las bases de datos que indicarán el número físico correspondiente a la nueva ubicación (a través de INAP Intelligent Network Application Part).
5. Se regresa el control de la llamada al SSP con la información obtenida.
6. Con la nueva dirección, el SSP continua procesando la llamada a partir del PIC analiza información. Enruta ahora la llamada hacia el nuevo destino.
7. Se inicia el proceso normal de establecimiento de llamada.
8. El control de la llamada es cedido al SSP que corresponde al usuario llamado.
9. Se envía la llamada al usuario llamado.





CAPITULO 5. TELEFONÍA CELULAR Y SISTEMAS DE COMUNICACIÓN PERSONAL

Objetivo

Actualmente una de las aplicaciones mas importantes de los sistemas de comunicación inalámbricos lo constituye la Telefonía Celular y los Sistemas de Comunicación Personal, los cuales se deben principalmente a la necesidad de movilidad. Por tal razón es importante conocer y comprender los elementos y conceptos que integran estas tecnologías.

5.1 Modelo de un Sistema de Telefonía Celular

El paradigma celular se gesta a principios de los años ochenta, como un esfuerzo para proveer servicios telefónicos inalámbricos a usuarios en las ciudades. Con él se pretendía hacer el uso más óptimo posible de un recurso cada vez más escaso: el espectro radioeléctrico. Así, para un ancho de banda siempre limitado, y un número siempre creciente de usuarios, un sistema de telefonía celular intenta ser eficiente al:

- Maximizar el reuso de frecuencias asignadas
- Minimizar la interferencia entre estaciones
- Maximizar el número de usuarios atendidos

En esencia, lo que hace rentable a un sistema de telefonía celular, son las economías de escala que se obtienen, al hacer disponible, para un número suficientemente grande de usuarios, un recurso común, que en este caso es el recurso electromagnético, por medio del cual se proveen una serie de servicios de telecomunicaciones, para transmitir voz, y eventualmente otros medios, como pueden ser datos, Internet, video, etc.

Funcionalidades básicas

- Control de acceso. Es deseable que solo los suscriptores del servicio tengan acceso a él. Para asegurarse de que usuarios no autorizados no puedan usar el servicio, deberán implementarse una serie de mecanismos de autenticación y autorización.
- Registro. El usuario autorizado podrá registrar el momento en el que accede al sistema para utilizar sus servicios, y el momento en el que lo deja de hacer.
- Tarificación. El sistema deberá ser capaz de cuantificar el uso del servicio para cada usuario, y se implementará un mecanismo para poder enviar un cobro por el mismo, con un desglose adecuado.
- Búsqueda (paging). El sistema deberá ser capaz de localizar al usuario móvil dentro de toda la red, para hacer entrega de algún tipo de servicio, o para monitorear su posición, entre otras posibles razones. Por ejemplo, en el caso de una llamada entrante, para poder realizar la conexión y entrega de dicha llamada, de forma adecuada.
- Llamada interna. Para conectar a dos suscriptores de la misma red, existe siempre un procedimiento, que por lo general es propietario de cada implementador.
- Llamada entrante. Cuando un usuario externo a la red celular (por ejemplo, un usuario residencial fijo), desea llamar a un usuario de la red celular, la red deberá ser capaz de buscar (paging) al usuario móvil, y llevar a cabo el procedimiento de conexión de la llamada.
- Llamada saliente. Similarmente, cuando un usuario móvil dentro de la infraestructura celular desea hacer una llamada a un usuario externo, deberá haber un procedimiento para conectar este tipo de llamadas.
- Llamada entre mercados diferentes. Para poder hacer llamadas entre dos redes celulares diferentes, que utilizan la misma o diferente tecnología, inclusive, existen también procedimientos de paso de llamadas, que implican un acuerdo en cuanto al cobro del servicio, puesto que los sistemas de conteo de uso tarificación podrán ser diferentes.

Funcionalidades extendidas

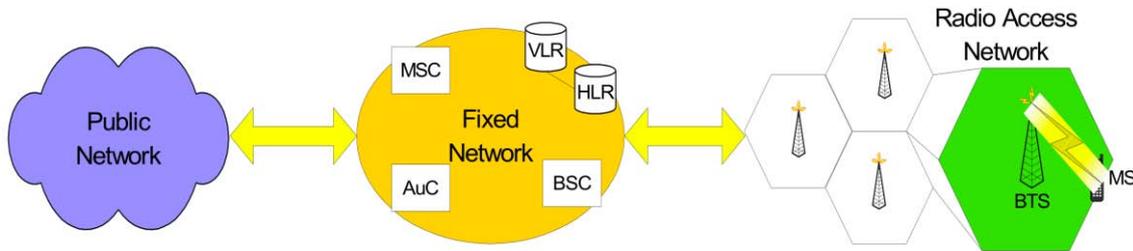
Son valores agregados al servicio básico, esto es, que proveen al sistema de diferenciadores que lo harán más atractivo al gusto de los usuarios, y que proveerán servicios adicionales. Entre las funcionalidades extendidas de uso más común están:

- Mensajes cortos. Envío de textos cortos entre usuarios.

- Transporte de datos. Esto es, utilización del canal para transportar texto, imágenes o vídeo en formato digital. El acceso a Internet o a redes privadas es el ejemplo más común.

- Multimedia. Los mensajes multimedia (MMS), es otro tipo de servicio que hace uso de la capacidad de transportar múltiples medios: texto, audio, imágenes.

- Servicios de emergencia. El ejemplo típico es el servicio 911, cuyo uso es incluso obligatorio en algunos países. Otro ejemplo sería el servicio de asistencia en carreteras, entre otros.



PSTN. En primer lugar existe, fuera del sistema, la red telefónica pública conmutada o Public Switched Telephone Network, con la cual se desea intercambiar tráfico (entrante y saliente).

RAN. Por otro lado, una infraestructura de acceso inalámbrico denominada Red de Acceso por Radio, o RAN (Radio Access Network), la cual hace posible la conectividad utilizando alguna tecnología de acceso múltiple inalámbrico (FDMA, TDMA, CDMA, u otra). Estas tecnologías de acceso, junto con los protocolos que las regulan, reciben el nombre genérico de interfaz aérea (air interface).

Células. Con el objeto de maximizar el reuso de frecuencias; y al mismo tiempo incrementar el número total de suscriptores por unidad de área, los sistemas celulares extienden su área de cobertura por medio de radiobases, las cuales están calculadas para cubrir cierta cantidad de terreno con cierto número de canales (capacidad de llamadas simultáneas). Las radiobases quedan dispuestas de forma semi-ordenada sobre el terreno en un patrón geométrico, de manera que se cubra la mayor área posible, permitiendo que un usuario móvil pueda desplazarse dentro de dicha área de cobertura, sin dejar de acceder al servicio. El término celular surgió de la similitud en forma que tiene un patrón de cobertura, en forma de hexágonos contiguos, asemejándose al patrón que sigue el tejido de los seres vivos.

Red Fija. La infraestructura que hace posible la conmutación de llamadas, el correcto enrutamiento de las mismas, el apropiado registro de uso, facturación, entre otras actividades inteligentes de la red, se denomina Red Fija, o FN (Fixed Network).

- **MSC**, Mobile Switching Center. Este elemento equivaldría a un switch clase 5 en la jerarquía de switches telefónicos convencionales. En otras palabras, es una central de conmutación de circuitos telefónicos. Su función es conectar y enrutar llamadas internas, llamadas entrantes y llamadas salientes.

- **HLR**, Home Location Register. Es una base de datos donde se almacena toda información relacionada con los usuarios, como es su número telefónico, números de serie electrónicos de los aparatos telefónicos, perfil de usuario, servicios a que tiene acceso, etc. En esta base de datos se registran usuarios que están adscritos como locales en una infraestructura.

- **VLR**, Visitor Location Register. Esta es una base de datos dinámica, que registra a todo aquellos usuarios que se encuentran visitando el sistema, es decir, que están adscritos en otro sistema, pero que tiene derecho a utilizar los servicios del sistema local, debido a la facilidad de roaming.

- **AuC**, Authentication Center. Es un programa que valida la entrada de los usuarios al sistema, consultando las bases de datos HLR y VLR, y verificando que tengan derecho al uso del sistema y sus servicios. Deberá tener una interfaz hacia el sistema de contabilidad de uso y facturación (no mostrada), de manera que el usuario pueda recibir cobro por uso del servicio.

- **BSC**, Base Station Controller. Este elemento de red aparece hasta la segunda generación de redes celulares (GSM), y su función es tomar control de algunas funciones que originalmente pertenecían al MSC, como son: realizar búsqueda (paging) de usuarios por zona, coordinar el handoff entre una célula y otra, y conmutar llamadas localmente. Todas estas funciones se verán a detalle en páginas siguientes.

Principios de diseño de células

Existe una razón importante para que el diseño de una red de acceso inalámbrico se constituya principalmente por hexágonos. El hexágono resulta ser la figura geométrica, bidimensional, con la cual es posible armar un patrón regular, sin dejar espacios sin cubrir, y que tiene una propiedad esencial: la distancia del centro de la figura a cualquier punto de su perímetro es la más corta posible, comparada con las otras alternativas (cuadrados, triángulos, rectángulos).

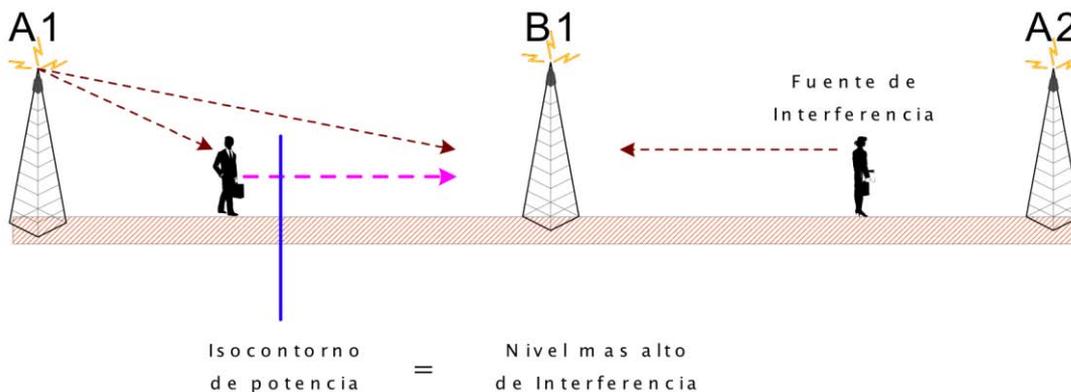
En general, los criterios usados al elegir la ubicación de radiobases en una porción de terreno, se encaminan a:

- Aumentar el área de cobertura, haciendo posible atender a más usuarios
- Maximizar el reúso de frecuencias, economizando así el uso del espectro
- Maximizar la densidad de tráfico (usuarios atendidos simultáneamente)
- Minimizar interferencias, aumentando así la calidad del servicio
- Reducir la potencia de transmisión, maximizando así la duración de la batería

Salto de célula (handoff / handover)

Es el evento de un móvil en el cual se desplaza dentro del área de cobertura de un proveedor de servicio, manteniendo una llamada activa; y a medida que se desplaza de una célula a otra, se hace necesario que el sistema celular coordine la provisión del servicio entre diferentes células, de modo que el usuario pueda seguir recibiendo el servicio de forma transparente e ininterrumpida. La operación en la que el sistema coordina esta asignación de servicio de una célula a otra, a medida que el usuario se mueve en la frontera entre una célula y otra, recibe el nombre de handoff en la terminología norteamericana, o handover, en la terminología europea, y es una de las operaciones básicas en todo sistema.

Cuando un móvil inicia una conversación, la célula que en ese momento lo ha “adoptado” provisiona recursos para que la conversación se lleve a cabo: se utiliza un canal de tráfico bidireccional, y se mantienen lazos entre la radiobase y el móvil por medio de señales en uno o varios canales de control. Al aproximarse a la frontera entre dos (o inclusive tres o cuatro) células, el sistema debe indicar a la radiobase que en ese momento transporta el tráfico del usuario de liberar el canal de tráfico, e instruir a la radiobase que le recibe de asignar canales de tráfico y control, para dar continuidad a la conversación.



Las radiobases, y los elementos de red que residen en las mismas, carecen de la inteligencia para coordinar la acción del handoff. Se hace necesario que un tercer elemento, que tenga acceso a la información de la localización del móvil, así como de la asignación de frecuencias en cada una de las células, tome la decisión del “salto” de una célula a otra. En las redes de primera generación, era directamente el MSC el encargado de realizar esta función. A medida que el sistema creció y la tecnología evolucionó, se hizo necesario delegar esta función de forma regional. A partir de las redes de segunda generación, aparece la figura del BSC, entre cuyas funciones está la de coordinar los handoffs en su respectiva zona de influencia. Por lo general un BSC coordina los handoffs entre varias decenas de células.

Al realizarse el cambio de una célula a otra, el sistema deberá de asignar el canal de usuario que se utilizaba en la célula origen, y asignar un nuevo canal de usuario en la célula destino. La decisión del momento más propicio para realizar el cambio, la toma el sistema utilizando mediciones recientes de potencia proveniente del móvil en cuestión, medida en las radiobases candidatas a recibirlo. En las redes de primera generación, existían receptores especiales

dedicados a realizar estas mediciones, y reportarlas al MSC para apoyar la toma de decisiones de handoff. Estas antenas especiales reciben el nombre de locate receivers.

El punto crítico donde se realiza la transición de una célula a otra es, precisamente, la frontera entre células, zona en la cual la potencia recibida de las dos o tres radiobases cercanas es la misma, razón por la cual la frontera se denomina también isocontorno de potencia. Es en este punto donde precisamente el nivel de interferencia es más alto, pues se está lo más alejado posible de las radiobases.

Existen además, varias modalidades de handoff, dependiendo sobre todo de la tecnología e interfaz aérea utilizadas:

- **Hard handoff.** En redes de primera generación (FDMA) los teléfonos móviles podían sintonizar una sola frecuencia. Por tal razón, para sintonizar la frecuencia de una radiobase destino, debía existir un momento (algunos milisegundos), durante los cuales el móvil “suelta” la frecuencia origen y sintoniza la frecuencia destino.
- **Soft handoff.** Este procedimiento, utilizado en redes de tecnología digital (TDMA, CDMA), permite al móvil sintonizar un nuevo canal de tráfico, sin “soltar” el canal de tráfico origen. Esta posibilidad aumenta grandemente la calidad del handoff, y disminuye el riesgo de una transición imperfecta o fallida.
- **Softer handoff.** Utilizado en tecnologías CDMA y Spread Spectrum, permite handoffs incluso entre sectores de la misma célula, y sectores de células vecinas.

Intercambio de tráfico con otras redes públicas

Si pensamos en la red telefónica celular, como un operador más de servicios de telefonía, y muy parecido en su operación a un LEC (Local Exchange Carrier), que provee el acceso a usuarios en una región determinada mediante una tecnología en particular (el acceso móvil inalámbrico), quedará claro que existe la necesidad de una interfaz entre el operador de telefonía celular y otras redes públicas, tanto locales (LECs), como de larga distancia (IXC, Inter-Exchange Carriers).

A partir de los sistemas de segunda generación, se utiliza la señalización por canal común (CCS), y el stack de protocolos SS7, para los procedimientos de paso de tráfico entre todos los operadores de telefonía móvil entre sí, y hacia los demás operadores. Asimismo, se utiliza para señalar el paso de tráfico entre el MSC el BTS, y entre MSCs. Se considera una sistema de señalización fuera de banda, puesto que se transmite por un canal independiente a los canales de tráfico.

Los componentes básicos que pueden distinguirse en la interconexión entre dos operadores son los siguientes Fig. A:

- SEPs: Switching End Points
- STPs: Signaling Transfer Points
- SMS: Service Management System
- SS7: Signaling System No. 7

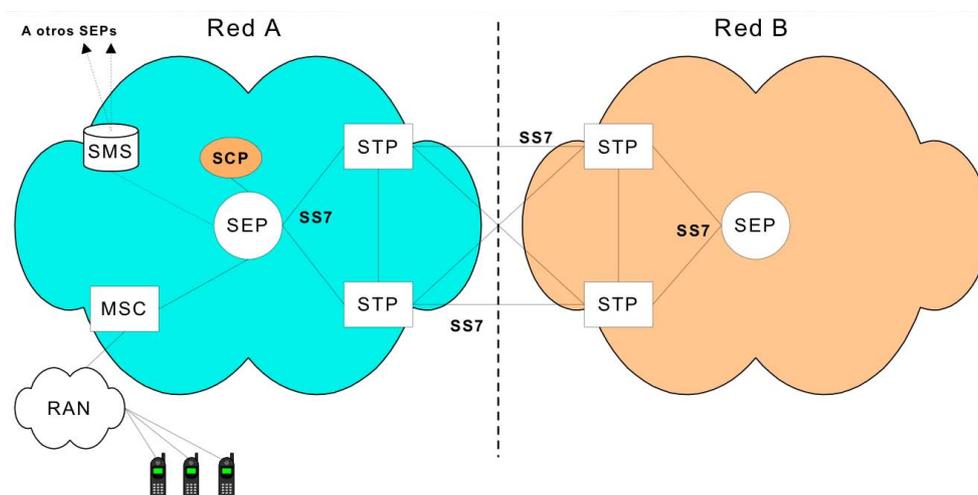


Fig. A



Interconexión entre redes diferentes - IS-41, MAP

IS-41 es un estándar americano, utilizado ampliamente hoy en día. Mediante él, se permite el paso de llamadas entre redes de distinta tecnología (p. ej., entre AMPS y cdmaOne) y entre diferentes proveedores de servicio (p. ej. Sprint, AT&T).

Mediante este protocolo, MSCs de diferentes proveedores de servicio intercambian información de usuarios por demanda. Mediante un proceso llamado registro autónomo, el MS periódicamente envía al MSC su MIN y ESN al sistema, refrescando el estado del móvil en la base de datos local. IS-41 soporta asimismo intercambio de mensajes (SMS).

En Europa y Asia, donde prevalecen las redes de tipo GSM y WCDMA, se utiliza MAP para el mismo cometido.

5.2 Sistemas Inalámbricos de Primera Generación

- Servicios banda base : voz analógica
- Red fija TDM (PCM)
- baja tasa Tx datos
- Red Fija
- Control de un mercado entero reside en el MSC:
- Manejo de llamada
- Facturación
- Detección de fraude
- Interfaz de radio
- Utilizan modulación FM
- Roaming – requiere baja y alta manual por operadora
- Seguridad
- Canales de voz fácilmente rastreables y
- Fraude fácilmente realizable
- Paso de señalización por SS7 y paso de llamadas por PSTN

1G Advanced Mobile Phone Services(AMPS)

- Inaugurado en Chicago en 1983,
- cubriendo 2100 millas²
- Células con antenas unidireccionales, después sectorizadas
- BW 25/25 esp45 45 MHz (FDMA/FDD)
- Revlink 824-849 MHz
- Fwdlink 869-894 MHz
- Cada canal RF utiliza 30 KHZ -> 832 canales en total
- Sistema de duopolio, “A”y “B”
- 416 FVC y RVC canales por “sistema”
- Voz modulada en FM
- Canales dedicados de control: FCC, RCC de 30 kHz
- Señalización de fin de llamada por el tono ST en cada RVC (10kbps enviado simultáneamente con SAT)
- Handshake entre BS y MS mediante tonos SAT en banda@ 5970, 6000, 6030 KHz transmitidos todo el tiempo por cada FVC y RVC
- Cambio de célula (Handoff) es coordinado directamente por el MSC, en contacto permanente con “locate receivers” en todas las células vecinas
- Handoff señalado mediante ráfagas “blank-and-burst” moduladas en FSK a 10kbps, duración menor a 100ms
- Una base station típica en AMPS tiene un FCC, un RCC, y entre 10 y 57 canales full duplex (FVC+RVC)
- Existen 21 canales de control FCC por sistema, el móvil “se amarra” al de mayor potencia



Llamadas Salientes por la PSTN

- El móvil envía una solicitud de ocupación de canal por el RCC, transmitiendo su MIN, su ESN, el SCM (Station Class Mark), y el numero marcado
- MSC verifica información, toma troncal hacia PSTN
- MSC asigna FVC, RVC, un tono SAT y un Voice Mobile Attenuation Code (VMAC) para control de potencia donde inicia la conversación.

Llamadas Entrantes por la PSTN

- "Paging" general en cada FCC del sistema desde el MSC con el MIN del suscriptor buscado
- Móvil responde a través del RCC
- MSC instruye a la BS para asignar un FVC y un RVC
- MSC asigna un SAT y un VMAC
- El móvil se cambia al par de frecuencias asignadas
- Proveedores A y B se diferencian por el System Identification Number (SID) transmitido constantemente por el FCC

Parámetro	Especificación AMPS	Especificación ETACS
Método de acceso múltiple	FDMA	FDMA
Duplex	FDD	FDD
Ancho de banda por canal	30kHz	25 kHz
Canales de tráfico por canal RF	1	1
Banda de frecuencias canales MS->BTS (REV)	824-849 MHz	890-915 MHz
Banda de frecuencias canales BTS-> MS (FWD)	869-894 MHz	935-960 MHz
Modulación de voz	FM	FM
Tasa Tx digital en canales digitales (control)	10kbps	10kbps
Eficiencia espectral	0.33bps/Hz	0.33bps/Hz
Numero total de canales	832	1000

- Factores que afectan el desempeño del sistema:
 - Carga en el MSC
 - Patrones de tráfico por célula
 - Plan de reuso (N)
 - Número de BS en relación a densidad de tráfico
 - Condiciones de propagación
 - Umbrales de señal para handoffs
- Variaciones
 - Motorola N-AMPS (1991), triplica capacidad con canales de 10kHz.
 - ETACS (European Total Access Communications System), estándar europeo con canales de 25KHz y un solo proveedor de servicio.
 - Al adaptarse a cada país, el espectro asignado varia sensiblemente pero la especificación de interfaz aérea y el modelo de red fija (FN) quedan igual llegando hasta 10% en la BH.



5.3 Sistemas Inalámbricos de Segunda Generación

- Red fija
- Roaming automático
- Introducen el Base Station Controller (BSC):
- Seguridad
- Estandarización de la interfaz entre MSC y BSC, – Modulación FHSS, DSSS, Encriptación permitiendo múltiples proveedores

2G USDC (IS-54) in a Nutshell

Pensado desde el principio como un reemplazo tecnológico de AMPS, de manera que pudiera existir un sistema dual interino USDC/AMPS. Utiliza el mismo esquema de 45MHz FDD que AMPS, pero con modulación digital, por lo que también se conoce como D-AMPS.

El reemplazo se daría migrando canal por canal en todas las células AMPS, hasta reemplazar todo el sistema. En la experiencia real, la migración ocasionó aun mayor pérdida de llamadas en el sistema AMPS saliente. Al tiempo de proponer e implementar este nuevo estándar, se tomo ventaja de avances en diversos campos:

- Mas eficientes métodos de modulación (digitales)
- Mejores métodos de codificación digital de voz (compresión, codificación paramétrica)
- Experiencias y enseñanzas de haber trabajado en AMPS: escalabilidad, facilidad de instalación, congestión del espectro

Canales de voz y control en USDC

- USDC utiliza TDMA en cada canal (portadora de 30kHz) utilizada en AMPS
- Se usan codecs digitales de voz de 7.95kbps y 3.975kbps, llegando a tener hasta 6x la capacidad de AMPS. Los canales de voz en USDC utilizan modulación digital cuaternaria $\pi/4$ DQPSK @ 48.6kbps.
- Cada canal de voz es en si mismo un timeslot, una trama digital que, además de información de usuario (voz, datos) posee otros campos de control para establecer comunicación con la BTS, para control de potencia, señalización.
- Los canales de control FCC y RCC usados en USDC (IS-54) son idénticos a los usados en AMPS: 10kbps FSK, con la misma definición de trama. USDC especifica 42 + 42 canales de control, siendo los últimos 42 denominados secundarios, y decodificados sólo por MSs en modo USDC.
- Mas tarde, en 1995, una revisión de USDC denominada IS-136 (IS-54 rev. C) incorporó modulación $\pi/4$ DQPSK en los canales de control en lugar de FSK, lo que posibilito proveer otros servicios como paging y short messaging

Parámetro	Especificación USDC IS-54
Método de Acceso Múltiple	TDMA
Duplex	FDD
Ancho de banda por canal	30kHz
Canales de tráfico por canal RF	3 (full rate speech coder) 6 (half rate speech coder)
Banda de frecuencias para canales MS->BTS (REV)	824-849 MHz
Banda de frecuencias para canales BTS->MS (FWD)	869-894 MHz
Modulación	$\pi/4$ DQPSK
Tasa de Tx por canal digital	48.6 kbps
Eficiencia espectral	1.62 bps/Hz

5.3.1 GSM

Nacido de una iniciativa pan-europea para unificar estándares de telefonía inalámbrica: Groupe Spécial Mobile GSM, parte de CEPT (el nombre cambió después a Global System for Mobile Communications por razones de mercadotecnia), actualmente regulado por ETSI y tuvo su lanzamiento comercial en 1991.

Primer Sistema de 2a generación en proponer arquitecturas y servicios digitales a nivel de red, internacionalmente implementado como DCS 1800 en la banda de 1.8 a 2.0 GHz.

Por razones de carácter operativo, comercial, de logística y de seguridad, todo fabricante / operador / organismo regulador que desee entrar en este mercado deber firmar un MoU. GSM posee una cualidad llamada on-the-air privacy, que hace virtualmente imposible el espionaje telefónico. Cada fabricante al firmar el MoU accede a mantener en secreto el algoritmo criptográfico usado, así como las llaves de encriptación.

- Tipos de tráfico según la terminología GSM:

- Teleservices: telefonía

- Dataservices: comunicación entre computadoras, y conmutación de paquetes

- Identidad del subscriptor

- Se define por el SIM (Subscriber Identity Module), el cual es un modulo de memoria que puede ser insertado en un teléfono u otro tipo de terminal GSM, acompañado de una contraseña de 4 dígitos, define privilegios y servicios atribuidos al usuario

- Servicios al usuario:

- Servicios telefónicos: emergencia y fax

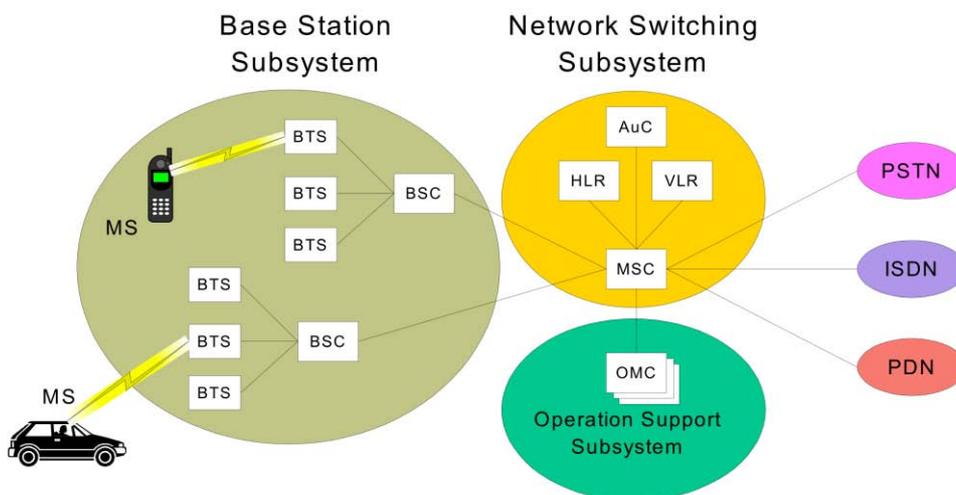
- Servicios de datos (bearer): hasta capa 3 de OSI, modo transparente o no transparente

- Servicios ISDN suplementarios:

- Desvío de llamada, grupos cerrados, identificador de llamada, mensajes cortos (SMS)

- También existe el IMSI (International Mobile Subscriber Identifier), el cual es un número que identifica al subscriptor dentro del sistema (HLR, VLR, AuC)

Arquitectura GSM



Parámetro	Especificación GSM
Método de acceso múltiple	TDMA/FHMA
Duplex	FDD
Ancho de banda por canal RF	200kHz
Canales de tráfico por canal RF	8
Banda de frecuencias canales MS->BTS (REV)	890-915 MHz
Banda de frecuencias canales BTS-> MS (FWD)	935-960 MHz
Espaciamiento entre REV y FWD	45 MHz
Espaciamiento entre TS de Tx y Rx	3 Timeslots
Método de Modulación	0.3 GMSK
Tasa de Tx del Vocoder (full rate)	13.4kbps
Tasa Tx digital por canal lógico	24.7kbps
Eficiencia espectral	1.35bps/Hz
Numero total de canales	992

Actualizaciones en GSM para transmisión de datos a mayor velocidad (1/2)

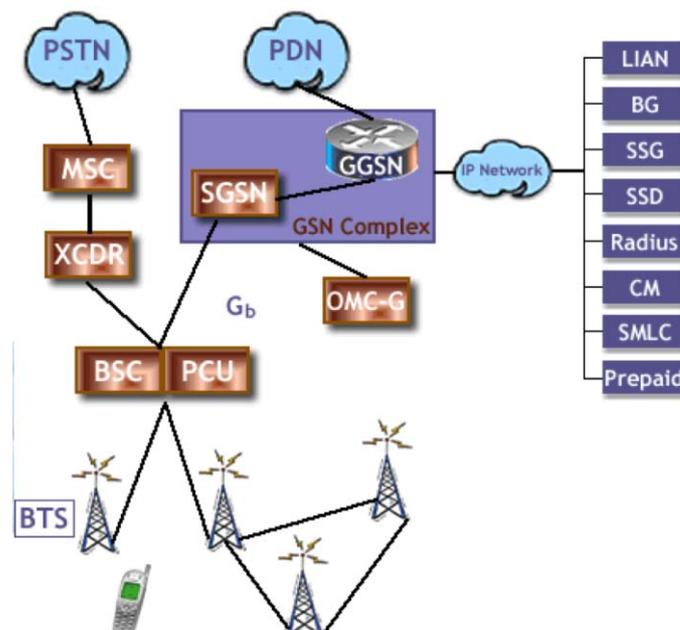
GPRS (General Packet Radio Service)

– Un subconjunto de timeslots de la interfaz aérea de GSM se dedica exclusivamente a la transmisión de datos hacia un numero de MSs.

– Requiere una modificación menor en la radiobase al añadir una Packet Control Unit (PCU) que provee una ruta alterna para datos, así como una modificación menor en el software de la BTS.

– Requiere la adición de dos nuevos elementos de red:

- GGSN: Gateway GPRS Support Node
- SGSN: Service GPRS Support Node



• EDGE (Enhanced Data Rates for Global Evolution)

– Se reutiliza una portadora de GSM, con modulación de alta capacidad (QAM), para proveer un canal de datos de hasta 473.6kbps en una portadora de 200kHz.

• **UMTS**

– Operando en las bandas asignadas en el concepto IMT2000 en 2.2 GHz, utiliza una nueva interfaz aérea de banda ancha con capacidades de transmisión de datos de hasta 2Mbps.

• **HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)**

– Es la optimización de la tecnología espectral UMTS/WCDMA, incluida en 3GPP R5 y consiste en un nuevo canal compartido en el enlace descendente (downlink) que mejora significativamente la capacidad máxima de transferencia de información hasta alcanzar tasas de 14 Mbps. Soporta tasas de throughput promedio cercanas a 1 Mbps.

– Es totalmente compatible en sentido inverso con WCDMA y aplicaciones ricas en multimedia desarrolladas para WCDMA funcionarán con HSDPA. La mayoría de los proveedores UMTS dan soporte a HSDPA.

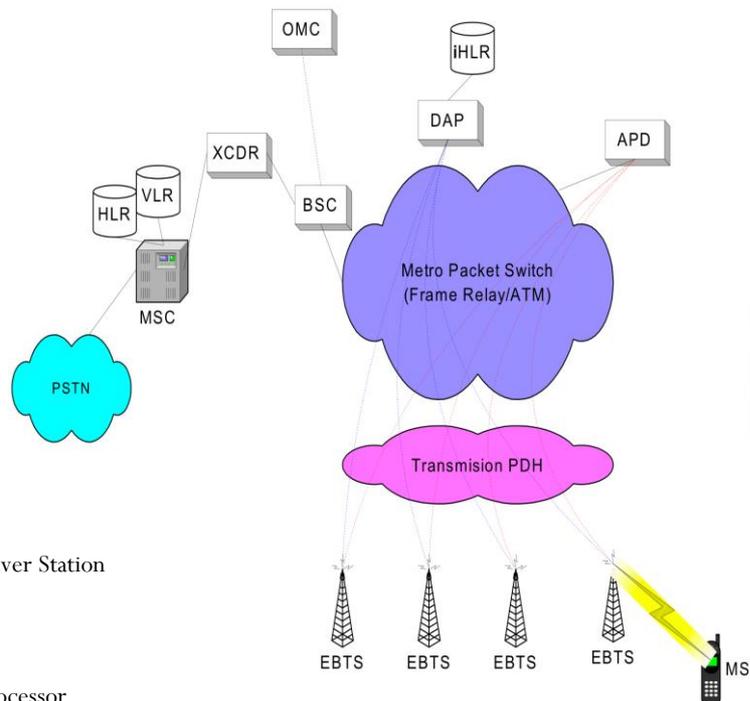
iDEN Integrated Dispatch Enhanced Network

Sistema digital de generación 2.5G, optimizado para servicios de grupo. Tecnología propietaria de Motorola, evolucionada a partir de radios tipo dispatch MIRS (Motorola Integrated Radio System). Soporta diferentes calidades de voz para diferentes servicios (dispatch, interconexión). Diseñada para operar a nivel metropolitano, después expandida para dar cobertura a nivel nacional.

- Eficiente servicio de transporte datos (packet data)
- Sistema TDMA/FDD cubriendo el espectro 806-821 (FWD) y 851-866 (REV) en EU
- También existe una versión en la banda de 900MHz de 896-901 (FWD) y 935-940 (REV)
- Tecnología híbrida:

– GSM en cuanto a interconexión con la PSTN. Interfaz aérea GSM modificada para proveer servicio half duplex tipo trunking

Arquitectura iDEN



- EBTS- Enhanced Base Transceiver Station
- MPS -Metro Packet Switch
- BSC -Base Site Controller
- DAP -Dispatch Application Processor
- APD -Advanced Packet Duplicator
- OMC -Operations and Maintenance Console
- XCDR -Transcoder
- MSC -Mobile Switching Center Center



- Soporta cuatro tipos básicos de servicios:
 - Llamadas de tipo dispatch: dos vías (privatecall) y llamada en grupo (groupcall), ambas en modo half-duplex
 - Llamadas de interconexión (hacia la PSTN)
 - Mensajes cortos (SMS)
 - Servicios de datos (Packet Data)

CDMA (Code Division Multiple Access)

Es un estándar de interfaz aérea que implica un uso intenso de técnicas de procesamiento digital para mejorar la calidad de la información transmitida. Abarca mayores mercados: Estados Unidos, Latinoamérica y Asia (en especial Corea y Japón).

CDMA es la interfaz aérea seleccionada para sistemas 3G por ETSI, TTA, y ARIB.

Dado que cada celda utiliza la misma banda de frecuencias, se elimina por completo la necesidad de hacer planeación de frecuencias; CDMA, una sola portadora, el control de potencia es indispensable. Es un control de potencia de malla cerrada que se actualiza 800 veces por segundo en variaciones de 1dB. El principio de operación de CDMA se basa en que la potencia recibida de cada uno de los emisores es igual todo el tiempo. Reduce interferencia entre móviles, e interferencia entre células.

• Handoffs

- Softerhandoff: Salto entre sectores
- Soft handoff: Salto entre células
- Soft-softerhandoff: Dos sectores en una célula y otro sector en una célula adyacente
- Hardhandoff: Salto entre diferentes proveedores de servicio, desde/hacia AMPS

- Reutiliza la misma porción del espectro en cada célula y sector
- Mejor calidad de voz y mayor duración de la batería
- Mejor seguridad
- Mayor confiabilidad en el handoff
- Limitaciones en capacidades de roaming
- Mejor en ambientes de desvanecimiento (fading)
- En general, mejor relación costo/beneficio

GSM-CDMA: tecnología híbrida que utiliza interfaz aérea de CDMA con el de GSM; resultando en capacidades de red y roaming extendidas, con alta eficiencia de uso del espectro. Formalizado como IS-95a, y estandarizado como "cdmaOne"

• CDMA2000 1x

Llamado también CDMA 1x debido a que utiliza una sola portadora de 1.25 MHz, ha sido instalada y puesta en operación en todo el mundo, incluyendo México. Es un esquema de múltiples portadoras ($n \cdot 1.25\text{Mhz}$) operando en modo FDD.

- Mejora la calidad y capacidad de llamadas de voz con respecto a IS-95b (cdmaOne)
- Soporta velocidades de transmisión de datos entre 153.6 y 307.2kbps

• CDMA2000 1x-EV-DO (Evolution-Data Only)

Ratificado como un estándar de 3G en Agosto 2001. Separa voz y datos en diferentes portadoras. Requiere terminales que soporten tanto 1x como 1xEV-DO

- Capacidades de datos en el enlace de bajada de hasta 2.4Mbps

• **CDMA2000 1xEV-DV (Evolution-Data and Voice)**

Tercera fase de cdma2000, en donde servicios de voz y datos se reunifican en una sola portadora -por lo tanto mas eficiente en el uso del espectro. Basado en una iniciativa de LGE, LSI, Lucent, Nortel Networks, Qualcomm y Samsung (L3NQS)

• **CDMA2000 3x (o cdma2000 3x (o Multicarrier CDMA, MC-CDMA)**

Utiliza 3 portadoras de 1.25 MHz para un ancho de banda total de 5MHz. Las múltiples portadoras son utilizadas solo en el enlace de bajada para incrementar la capacidad de transmisión de datos, en el enlace de subida se utiliza una sola portadora, de manera similar a W-CDMA, con un chip rate de 3.6864 Mcps(3 veces el de IS-95)



5.4 Sistema 3G

Interfaz aérea con mayor eficiencia espectral; existe un consenso que CDMA es la tecnología mas eficiente para el uso del recurso radioeléctrico.

- Requisitos en la red fija:
 - Tecnologías de conmutación de paquetes
 - Funciones de soporte a la movilidad (mobility support)
 - Servicios de localización (location services)
- Un conjunto de servicios substancialmente mas amplio y mejor con respecto a 2G:
 - Mayores anchos de banda para datos, tanto en modo PS como CS
 - Multimedia: voz, datos y video
 - Terminal universal, cobertura universal
 - QoS
 - Servicios interactivos

UMTS

Es la materialización de un conjunto de desarrollos y estándares que marcan la pauta para la evolución de GSM Phase2+ hacia un verdadero sistema de 3G. UMTS es desarrollado por 3GPP, un consorcio de organizaciones que pretenden lograr la estandarización y aceptación por medio de “releases” sucesivas: R99, R4, R5, R6 y próx R7.

Interfaz aérea de UMTS: Wideband CDMA (W-CDMA)



- CDMA de banda ancha, es la interfaz aérea definida por UMTS para la migración de GSM hacia 3G
- Opera en un ancho de banda de 5MHz en un esquema FDD, con un chip rate de 3.84 Mbps. El operar en un ancho de banda mayor le da mayor ganancia de procesamiento y mayor resolución en ambientes multi-ruta.
- Una nueva red de acceso llamada UTRAN, que a su vez consiste en:
 - Radio Network Controller, RNC
 - Nuevas radio bases, denominadas Node B
- Existirán terminales multi-modo capaces de funcionar en un ambiente mixto GSM/ GPRS/ EDGE/ WCDMA
- Nuevas técnicas de modulación permiten altas tasas de transmisión de datos, como HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), permitirán tasas de transmisión de hasta 10Mbps.

En México existe una mezcla de tecnologías y ofertas de servicios, donde destacan:

Telcel

- TDMA -2G; – servicios: telefonía, SMS, CDPD
- GSM ->3G; – servicios: telefonía, SMS, MMS, GPRS, EDGE y UMTS/HSDPA

Telefónica Movistar

- GSM ->3G – Servicios: telefonía, SMS, MMS, GPRS, EDGE

Iusacell

- CDMA1x -> 3G – Servicios: telefonía: grupos de trabajo, SMS, MMS, Datos alta velocidad (BAM)

Nextel

- TDMA/GSM -> 2.5G – Servicios: telefonía, trunking, SMS, transporte de datos propietario

Resumen de Generaciones

Gen.	Tecnología	Interfaz aérea	Servicios	Avances y Limitaciones
1G	AMPS, ETACS	FDMA/FDD	Voz analógica, datos, poca seguridad	Insegura, baja eficiencia de uso del espectro
2G	USDC, GSM	TDMA/FDD, FHSS	Voz digital, datos, seguridad, mensajes texto	Mayor eficiencia con respecto a 1G, mayor seguridad, bajo QoS para multimedia
2.5G	iDEN, GSM+GPRS, cdmaOne	TDMA/FDD, FHSS, DSSS	Voz + datos digitales, datos, seguridad, servicios de valor agregado	Mayor eficiencia espectral, acceso a Internet, FNE aun basado en TDM, bajo QoS
3G	CDMA2000, UMTS, W-CDMA	CDMA, DSSS	Voz, datos en banda ancha, multimedia con QoS, transporte IP	Alta eficiencia espectral, datos y multimedia con QoS, FNE basado en IP, alta movilidad

CAPITULO 6. VOZ SOBRE IP (VoIP)

Objetivo

Conocer y comprender el concepto de voz sobre IP para su aplicación en las telecomunicaciones como redes convergentes entre voz y datos.

6.1 Introducción

VoIP

Es el transporte de señales de voz de forma aceptable a través de una red de datos que utiliza el protocolo de Internet (IP).

La definición de aceptable depende de varios factores que se deben de tomar en cuenta, debido a que las señales de voz son transportadas como parte de una comunicación interactiva en tiempo real entre dos personas, se deben tomaren cuenta aspectos como el retardo entre la fuente y destino (el cual debe sea pequeño y constante) y la calidad de la señal recibida (si hubiera muchas perdidas en los paquetes transmitidos la conversación se escucharía entrecortada).

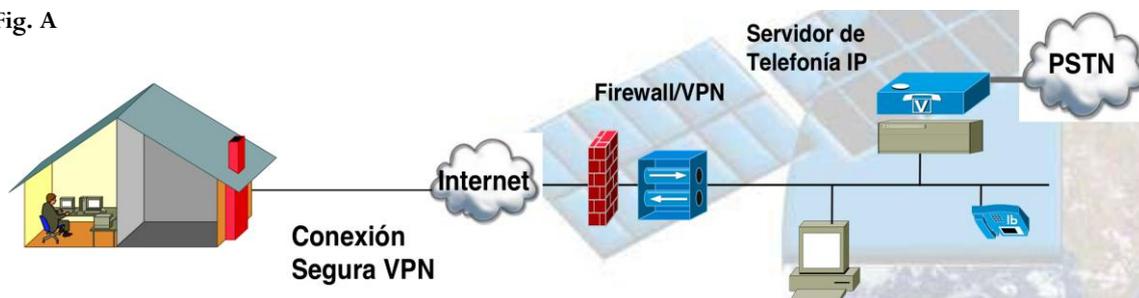
Telefonía IP

Es una aplicación de voz sobre IP y en la cual se llevan servicios básicos de telefonía tradicional como transferencia de llamada, conferencia, sígueme, llamada en espera, grupos de trabajo, retención de llamada, etc.

Ventajas:

- Tener una sola red en vez de una red de datos y una de voz por separado lo cual permita un ahorro en Operación, Mantenimiento y Capacitación.
 - Una sola red que operar y administrar, Servidores para telefonía.
 - Reducción en costos de Larga Distancia y renta de enlaces dedicados de voz, ya sea que la voz sea transmitida por una red IP privada o una VPN.
- Envío de Faxes y llamadas de voz a través de la red IP a nivel nacional
- Una VPN de IP es mas barata que una red privada tradicional y da nuevos alcances: trabajadores remotos y móviles a través de Internet, permitiéndoles acceder a las facilidades de sus extensiones (correo de voz, marcación local, marcación larga distancia, etc) desde sitios distantes, esto sería mucho más económico que generar una llamada de larga distancia a través de la PSTN.
 - Nuevos servicios y nuevas terminales (teléfonos como terminales de Internet, teléfonos sincronizados por PDA's)
- Integración de Usuarios SOHO a través de Internet (Fig. A), permitiéndoles acceder a las facilidades de sus extensiones (correo de voz, marcación local, marcación larga distancia, conferencias, aplicaciones etc).

Fig. A



Limitaciones:

- Cuando se utiliza VoIP sobre un ambiente de red LAN, en el cual usualmente hay gran ancho de banda disponible y el retardo (delay) entre el transmisor y receptor es muy pequeño. VoIP puede frecuentemente utilizarse sin muchos problemas, pero cuando se utiliza una WAN, pueden surgir problemas.
 - Uno de ellos es el Delay: el delay en la LAN es usualmente muy bajo, en la WAN puede hacerse muy grande, provocando que la conversación no sea muy placentera.



6.2 Estándares para Voz sobre IP

Primeramente los estándares empleados en Internet son el trabajo de Internet Engineering Task Force (IETF). Es un grupo global en el que participan especialistas tecnológicos, vendedores, personal que proporciona servicios como Internet, telecomunicaciones, personal de gobierno, etc. Todos estos con el fin de obtener estándares de trabajo y convivencia entre los diferentes sistemas.

Estándar H.323

El estándar H.323 proporciona los fundamentos de audio, video y comunicaciones de datos a través de las redes basadas en IP. H.323 es una sombrilla de recomendaciones por parte de la ITU, es decir, el conjunto de estándares para comunicaciones sobre redes de Área Local que no garantizan la calidad de servicio (QoS).

H.323 dirige el control de llamada, administra multimedia y el ancho de banda, así como las interfaces entre LAN's y otras redes. H.323 es parte de una gran serie de estándares de comunicaciones que habilitan videoconferencia a través de redes conocidas como H.32X, tales series incluye H.320 y H.324, las cuales dirigen ISDN y red pública.

El estándar H.323 define cuatro componentes de básicos de comunicación: Terminales, Gateways, Gatekeepers y Multipoint Control Units

- **Terminales:** son puntos finales sobre la LAN, todos estos puntos deben soportar la comunicación de voz; video y datos son opcionales por lo que deberán soportar el estándar H.245, el cual se emplea para negociar el uso del canal y las capacidades. Se requieren de otros tres componentes, Q.931, RAS y RTP/RTCP.

- **Gateway:** es un dispositivo que permite a dispositivos H.323 comunicarse con sistemas no H.323. Por ejemplo;
 - Un gateway puede conectar y proveer comunicación entre una terminal H.323 y la red PSTN. Esta conectividad entre redes distintas es posible traduciendo protocolos de inicio y liberación de llamada, convirtiendo entre diferentes medios y transfiriendo la información entre las redes conectadas por el Gateway.
 - Establece el enlace con terminales remotas bajo el estándar H.320 basadas en ISDN.

Sin embargo el Gateway no es requerido para comunicaciones entre dos terminales dentro de la red H.323. Un gateway es un dispositivo opcional en una red H.323 solo son necesarios si se intenta conectar hacia una red externa.

Los Gatekeeper están informados de cuales puntos finales son Gateways por que esto es indicado cuando las terminales y gateway se registran al Gatekeeper.

Una Gateway podría estar capacitado para soportar varias llamadas simultaneas entre la red H.323 y la No H.323.

- **Gatekeeper:** es el componente más importante de la red H.323. Actúa como el punto central de todas las llamadas en una zona y proporciona el control de servicios para registrar los puntos terminales.

- El Gatekeeper tiene dos funciones principales de control, la primera traslada la dirección de red de las terminales y gateways a IP. La segunda es el manejo del ancho de banda.

- Traducciones de direcciones; por ejemplo un número telefónico internacional a una dirección IP.

- Los Gatekeeper traducen direcciones de alias (números telefónicos, nombres, etc.) para terminales y gateways a direcciones IP e IPX

- Esto es realizado de acuerdo con la especificación RAS

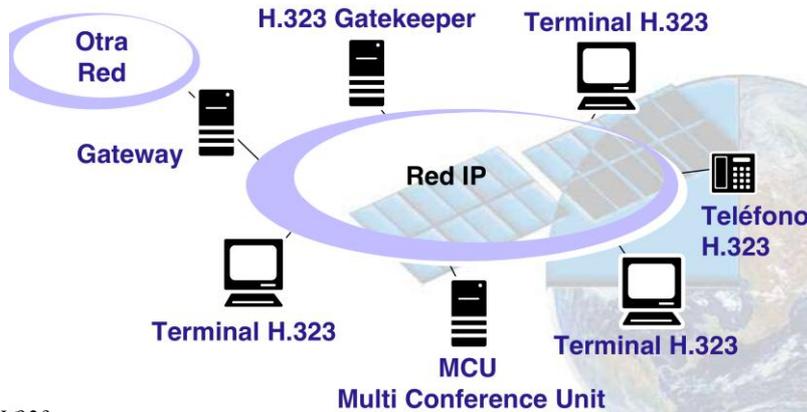
- Control de admisión

- El Gatekeeper puede autorizar el acceso a la LAN en base a la disponibilidad de ancho de banda o autorización de las llamadas. Los Gatekeepers utilizan mensajes para la autorización del acceso a la LAN.

- La especificación RAS es la encargada de la función de administración de ancho de banda realizada por el Gatekeeper.

El gatekeeper puede negar el realizar más conexiones una vez que ha sido alcanzado el ancho de banda máximo de esta forma se puede especificar el número máximo de conferencias simultaneas, el ancho de banda restante permanece para las demás transmisiones en la red.

- **Multipoint Control Units (MCU):** soporta conferencias entre tres o más puntos finales. Bajo H.323 un MCU consiste en un Controlador multipunto (MC). El MC maneja las negociaciones H.245 entre todas las terminales para determinar las capacidades comunes de audio y video.



Conferencia H.323

- Punto a Punto
- Tres o más puntos finales: Centralizada o Decentralizada

MCU tipo Centralizado

- En este cada participante envía también su flujo de datos hacia la MCU.
- En una conferencia multipunto centralizada, todas las terminales mandan el flujo de audio, video, datos y control hacia la MCU en forma punto a punto
- El MC administra las conferencias centralizadas utilizando las funciones de control H.245, estas funciones también definen las capacidades de cada terminal.

MCU tipo Descentralizado (Fig. B)

- Los diferentes flujos de voz/datos son distribuidos por multicast y las conferencias multipunto descentralizadas utilizan tecnología multicast.
- Las terminales H.323 envía el audio y el video en forma multicast hacia las otras terminales participantes en la conferencia.
- En este escenario, voz y video no son enviados hacia la MCU, sin embargo, el control de los datos multipunto aun es procesado centralmente en la MCU, las terminales serán las encargadas de procesar los múltiples flujos de audio y video.
- Estas utilizarán canales de control H.245, para informar a la MC cuantos flujos simultáneos de audio y video pueden decodificarse.

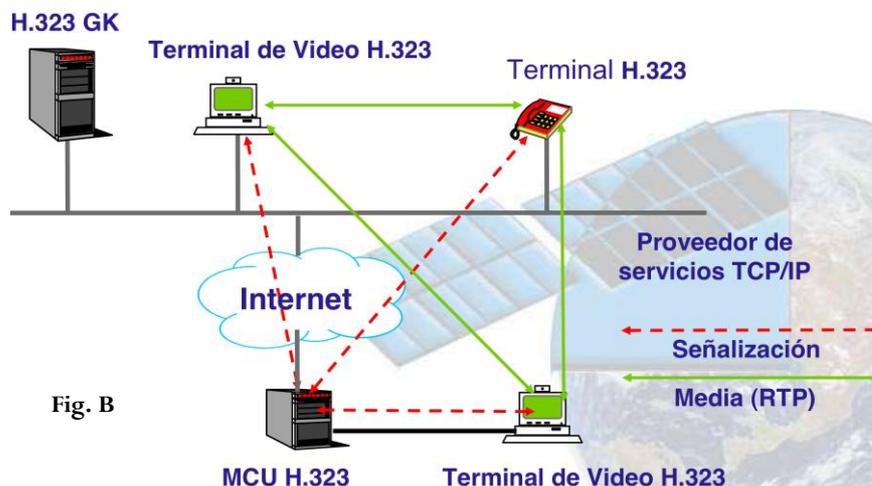


Fig. B

Transporte H.323

- RTP Real Time Protocol
 - Transporte para aplicaciones en tiempo-real vía UDP
 - ID del Payload
 - Secuencia de numeración y estampas de tiempo
- RTCP Real Time Control Protocol
 - Canal de Control para RTP
 - Monitoreo de retardo y jitter
 - Mantenimiento y distribución de la sesión de información
 - RTP y RTCP se emplea en SIP también

RAS (Register Admission Status)

Los puntos finales en el dominio controlado por el GK necesitan registrar la precedencia y capacidades. Ellos necesitan recibir permiso para aceptar las llamadas e iniciarlas.

-La comunicación RAS entre los puntos finales y el GK se realiza sobre UDP a la dirección IP del GK sobre el puerto UDP 1719.

-Existen métodos manuales y automáticos usando multicast IP. Si el GK ha sido preconfigurado en el punto final, el registro es un simple intercambio de mensajes, si el GK esta presente.

Establecimiento de Llamada (Fig. C)

- El primer paso es establecer una conexión confiable sobre TCP con el punto final o con el GK. Un mensaje H.225.0 Setup es enviado por punto final que esta llamando. Este es el mensaje más importante en el proceso no solo porque contiene información vital a cerca de la llamada sino también por los modelos de señalización.
- Los puntos finales en el dominio controlado por el GK necesitan registrar la precedencia y capacidades. Ellos necesitan recibir permiso para aceptar las llamadas e iniciarlas.
- FastStart establece la conexión con pocos mensajes de intercambio
- El mensaje H.245 esta incluido en la fase de establecimiento de llamada Q.931

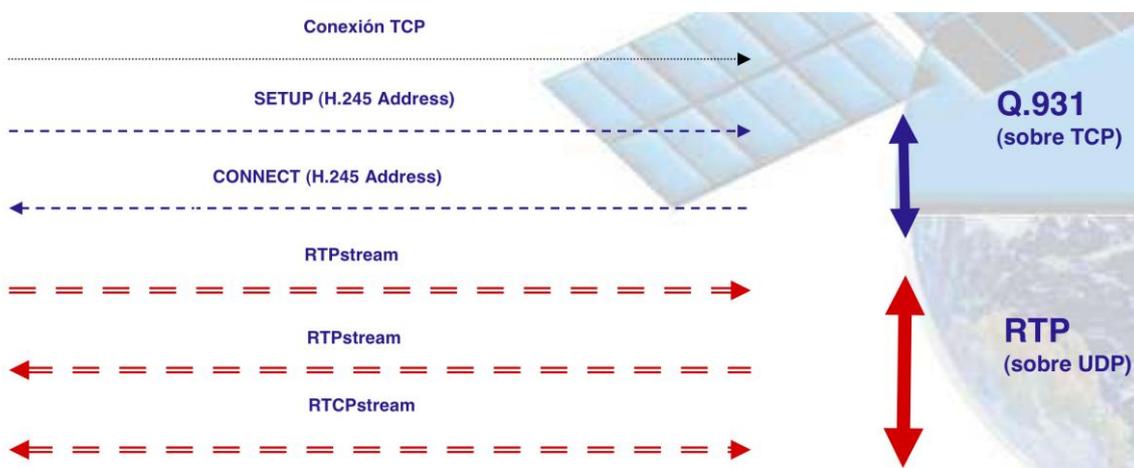


Fig. C

6.3 Protocolo SIP (Session Initiated Protocol)

Es un protocolo basado en texto y es cliente servidor. Proporciona los mecanismos necesarios para que los sistemas de usuario final y servidores proxy puedan dar sus diferentes servicios:

- Número de identificación
- Transferencia de llamadas
- Mensajes instantáneos
- Notificación de eventos
- Control de dispositivos de red

• SIP es similar al envío de correo y a navegar en las páginas web, basado en http, SMTP etc.

SIP usa email al igual que la dirección de un teléfono.

- john.doe@ericsson.seo
- 0123456789@ericsson.se
- john.doe@176.24.106.26

• SIP reutiliza el DNS o la infraestructura SMTP.

• SIP proporciona los mecanismos para el establecimiento de llamada

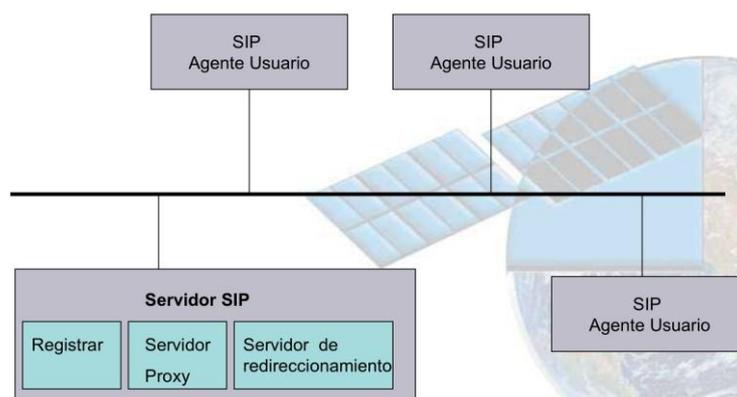
- Capacidad negociación de terminal
- Tipo de terminal de negociación y selección

• SIP proporciona los mecanismos suplementarios de los servicios

- Seguimiento de llamada
- Personal mobility
- Autenticación de la parte llamante y llamado
- Transferencia de llamada supervisada y no supervisada
- Invitación a conferencias multicast

Componentes funcionales en SIP

- **User Agent (UA):** inicia los requerimientos de llamada o los requerimientos del destino.
- **Register:** guarda el registro de los usuarios dentro de la red o dominio. Los UA's se registran en el register como miembros de la red.
- **Servidor Proxy:** es un proceso de ruteo en la capa de Aplicación que direcciona los requerimientos de SIP y replica con la red.
- **Servidor de Redireccionamiento:** recibe los requerimientos de los usuarios y proporciona la localidad del usuario o servidores donde la parte llamada pueda ser alcanzada. Con el servidor SIP, el register, el servidor proxy y el servidor de red direccionamiento pueden ser implementados en el mismo software que se esta utilizando.





Protocolos para establecer sesión en SIP

Session Description Protocol SDP: esta descrito para las sesiones multimedia, para los propósitos de anuncio de sesión, invitación de sesión u otras formas de invitación. Este protocolo se emplea en ambos protocolos SIP y Megaco.

SDP proporciona el anuncio de sesión como un mecanismo empleado para transmitir la sesión de información de la descripción entre dispositivos o nodos. Estos anuncios pueden ser entregados vía correo electrónico o Web, con lo que permite el lanzamiento automático de la aplicación adecuada de ambas partes de la llamada.

- Nombre y propósito de la sesión.
- El tiempo de sesión que esta activo.
- El tipo de media usado en la sesión, esto puede ser voz, video, datos, etc.
- El formato de media (MPEG, H.261 video, etc.)
- El protocolo de transporte usado (UDP, TCP, IP, etc.).

En general SDP se emplea para la transmisión de la información necesaria, esto no incluye las llaves de encriptación en una red virtual (VPN), los cuales son manejados por otro conjunto de protocolos (IPsec).

Session Announcement Protocol SAP: entrega paquetes SDP empleando multicast. Crea, modifica y termina las sesión.

- Contiene SDP como el payload
- Es comparable a la programación de TV.
- Anuncia una sesión de conferencia periódicamente por multicast a un paquete de anuncios multicast a una dirección y puertos conocidos.

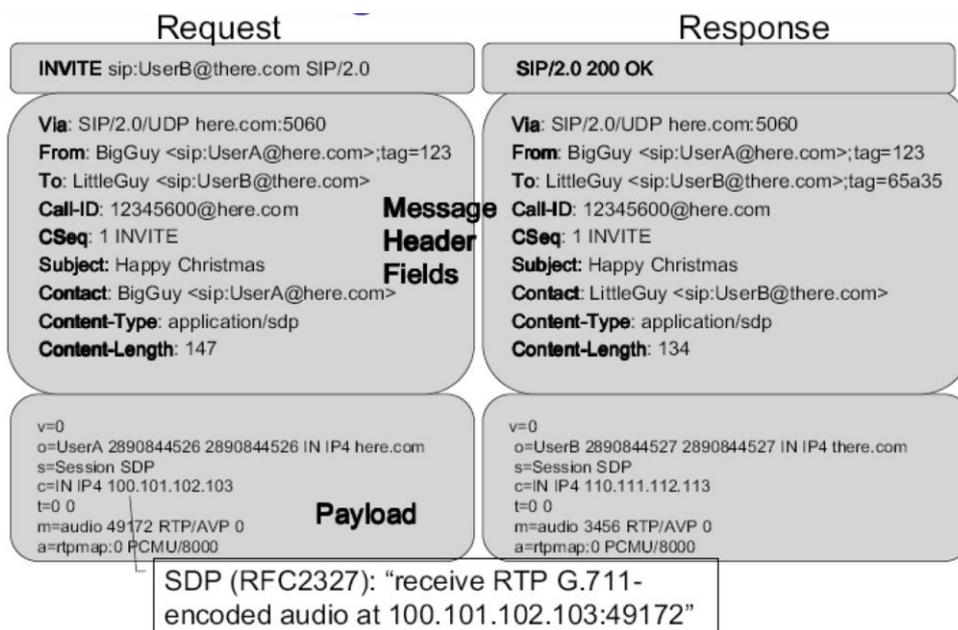
Real Time Streaming Protocol RTSP: Soporta el control de entrega del flujo de media e incluye:

- Pausa
- Seguimiento rápido
- Posicionamiento absoluto
- Control de dispositivos

Los métodos SIP especifican en los primeros bytes de cada requerimiento, el propósito de un mensaje, tal como INVITE = establecimiento de llamada y MESSAGE = mensaje instantáneo.

SIP basado en métodos, hay dos tipos de requerimientos: Los que inician el diálogo tal como INVITE o SUBSCRIBE

En diálogo los cuales se refieren a un diálogo previamente establecido y son enrutados a través de una vía que inician los requerimientos del dialogo por ejemplo: BYE, NOTIFY.





6.4 Protocolo MGCP

MGCP nace de Internet Protocol Device Control (IPDC) y Signal Gateway Control Protocol (SGCP).

- IPDC es un conjunto de protocolos que pueden desempeñar el control de conexión, control de media, y señalización del transporte entre circuitos conmutados e Internet.
- SGCP es un protocolo basado en UDP y diseñado en el concepto de direccionamiento de red que combina voz y datos en una red IP. SGCP fue desarrollado por Bellcore ahora Telcordia y Cisco.

Sus componentes principales son:

• Call Agent:

- Señalización, procesamiento de voz, y gateways
- Protocolo basado en web
- Programas basados en software comúnmente conocidos como Controlador de Gateway

• **Gateways:** elementos de red que proporcionan la conversión de audio a paquetes de datos, los cuales son transmitidos en la red de telefonía tradicional, Internet o red de datos.

- Conexión a punto final a paquete de red o punto final a punto final en el mismo gateway.

El softswitch pregunta al gateway la creación de la conexión en el primer punto final. Utiliza SDP. El softswitch entonces pregunta al segundo gateway para crear una conexión hacia el segundo punto final.

El softswitch utiliza el comando de conexión modificada para proporcionar la segunda descripción de sesión del primer punto final. Una vez hecha la comunicación se procede en ambas direcciones.

MGCP es un protocolo basado en texto, el cual envuelve nueve mensajes y comandos.

Create Connection (CRCX)

Modify Connection (MRCX)

Delete Connection (DLCX)

Notification Request (RQNT)

Notify (NTFY)

Audit EndPoint (AUCP)

Audit Connection (AUCX)

ReStart Connection (RSIP)

Move Connection

6.5 Protocolo Megaco (Media Gateway Control Protocol)/H.248

Es muy similar a MGCP, ambos protocolos operan como maestro-esclavo, modo de requerimiento-respuesta, y notificación de eventos. Es un protocolo oficial de la IETF de la versión H.248 de la ITU del protocolo H.323. Megaco es un protocolo basado y considerado similar a http y consiste de un call agent (CA) y un conjunto de gateways, incluyendo al menos un gateway de media. (Fig.1)

- Soporta multimedia
- Usa terminación y los conceptos de contexto para manejar llamadas y definir su estado.
- Permite transacciones que consisten de algunas acciones y comandos.
- Proporciona alta confiabilidad en caso de falla en la red.
- Se emplean herramientas de fácil utilización para el soporte de eventos, y estadísticas necesarias para el control del Media Gateway (MG).

Megaco describe un sistema distribuido que puede consistir de uno o más gateways bajo el control de uno o más CA's. El media Gateway se necesita para el transporte de información. El media gateway proporciona los mecanismos de conversión de formatos de audio a paquetes usados en IP. El CA juega el rol de proporcionar la

inteligencia del control de llamada. Es responsable de la señalización hacia el gateway en el establecimiento o desconexión de llamada.

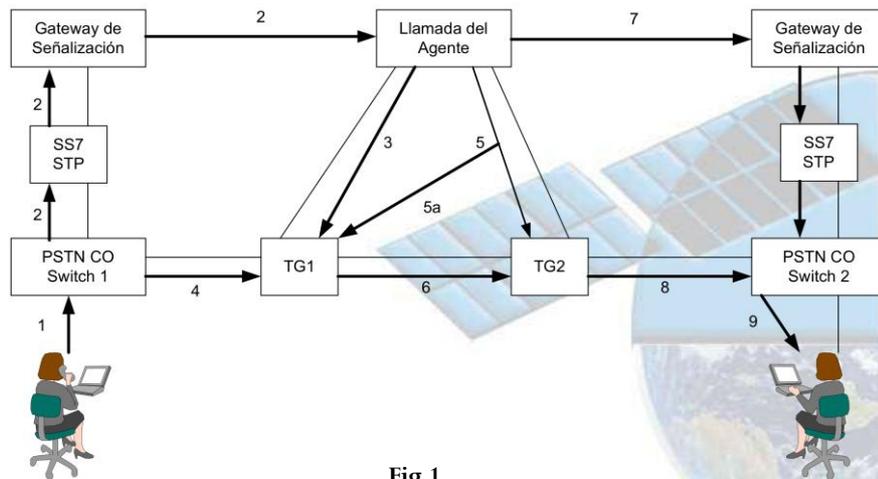


Fig.1

6.6 Estándares de Compresión

Para lograr interoperabilidad entre las posibles aplicaciones, es importante el que sean establecidos estándares. Los más ampliamente conocidos en el dominio de la VoIP, son los estándares G. De la ITU-T y los estándares GSM ETSI. A continuación se muestran los más comúnmente utilizados.

- G.711 opera a 64 Kbps utiliza PCM y produce una trama de 125 microsegundos de voz. Con alta calidad de voz.
- G.722 este algoritmo opera a 48, 56 o 64 kbps y se refiere como un codificador de banda ancha.
- G.723.1 opera a 5.3 y 6.4 kbps.

G.723.1 opera a 5.3 y 6.4 kbps. Utiliza ACELP para la menor velocidad y MP-MLQ para la alta. Este algoritmo produce tramas con 30 milisegundos de voz y un retardo total de 37.5 milisegundos.

- G.726 que opera a 16, 24, 32 y 40 kbps. Utiliza ADPCM. El algoritmo produce una trama de 0.125 milisegundos voz.
- G.728 algoritmo que opera a 16 kbps. Utiliza LD-CELP. Produce una trama de 0.625 milisegundos de voz y un total de retardo de 0.625 milisegundos.
- G.729a opera a 8Kbps. Utiliza una versión compleja de CS-ACELP. Este algoritmo produce una trama con 10 milisegundos de voz y un total de retardo de 15 milisegundos

6.7 Recomendaciones de Diseño de redes de VoIP

- Use redes con VLANs (IEEE802.1p/Q) con teléfonos IP de 2 puertos.
- Utilizar solo Switches, ya que los Hubs no soportan prioridad de colas.
- Utilizar Routers o Switches de capa 3 para interconectar las VLANs.
- Utilice enlaces Full Duplex.
- Asegúrese de que el Retardo final, jitter y la pérdida de paquetes están dentro de los límites adecuados.
- Asegúrese de que el ancho de banda en los enlaces WAN es suficiente para los canales de voz esperados.
- No compartir las VLANs de voz con dispositivos de datos.
- No colocar servidores e impresoras detrás de un teléfono de dos puertos.
- Asegúrese de que el cableado disponible es de CAT5 o superior.
- Típicamente el CODEC G.711 provee la mejor calidad de voz, comparable a las conexiones tipo TDM es recomendado para utilizarse en los ambientes LAN en donde el ancho de banda esta disponible, G.729 provee una buena reducción de ancho de banda con una mínima perdida en la calidad de la voz por lo que es recomendado utilizarlo en los ambientes WAN.

CAPITULO 7. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN SATELITAL Y MICROONDAS

Objetivo

Conocer y comprender los conceptos, funcionamiento, tipos, usos y aplicaciones en los que son empleados los sistemas de comunicación satelital y microondas.

7.1 El Segmento Espacial

Secciones Principales



La Carga Útil (Payload)

Subsistema de Antenas:

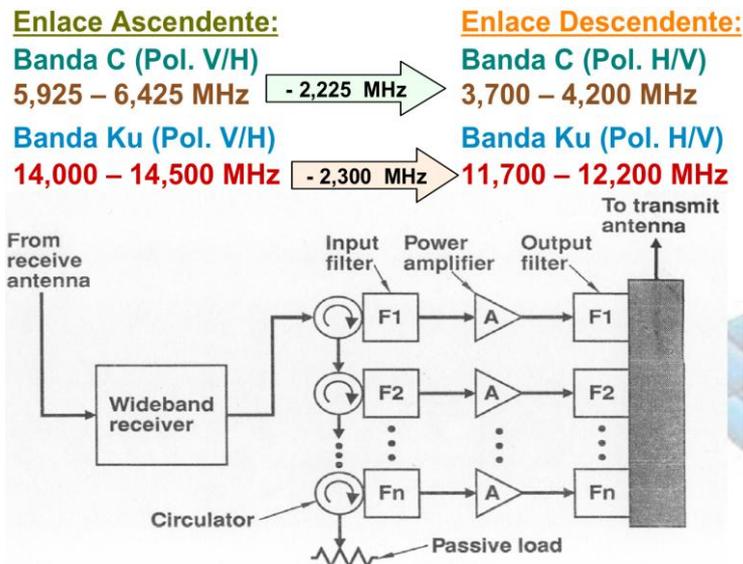
Reciben desde y transmiten hacia la tierra las señales de radiofrecuencia de los usuarios en las bandas de operación (C, Ku, L, etc.) y polarizaciones (V, H, RHCP, LHCP, etc) para las que fue diseñado el satélite.

Canales o “Transpondedores”:

Son los elementos del Subsistema de Comunicaciones del satélite, conectados entre las antenas receptora y transmisora, que se encargan de procesar las señales de los usuarios para su retransmisión a la tierra.

Tipos de Transpondedores:

- **Repetidores Convencionales (Bent Pipe):** No modifican las características de las señales transmitidas desde tierra.



- **Receptor de Banda Ancha (500 MHz):** Consta de un Amplificador de Bajo Ruido (LNA) y un Convertidor de Bajada (Down Converter). Recibe todas las señales captadas por la antena receptora, en el rango de frecuencias del enlace ascendente de la banda de operación, polarizadas vertical u horizontalmente. Amplifica las señales (con un mínimo de ruido y distorsión) y las traslada al rango de frecuencias del enlace descendente, en los factores indicados.

- **Multiplexor de Entrada:** Consta de circuladotes y filtros pasa-banda. Enruta las señales hacia los amplificadores correspondientes.

Segmenta los 500 MHz en canales con anchos de banda predefinidos (ej: 36, 54, 72 MHz)

- **Amplificador de Potencia:** Puede ser un "Tubo de Ondas Progresivas" (TWTA) o de Estado Sólido (SSPA)

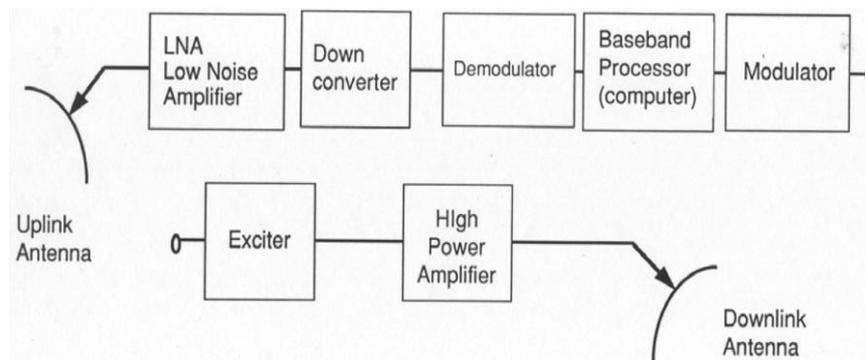
Amplifican las señales al nivel requerido por los usuarios.

- **Multiplexor de Salida:** Combina los canales para entregar a la antena transmisora los 500 MHz del enlace descendente.

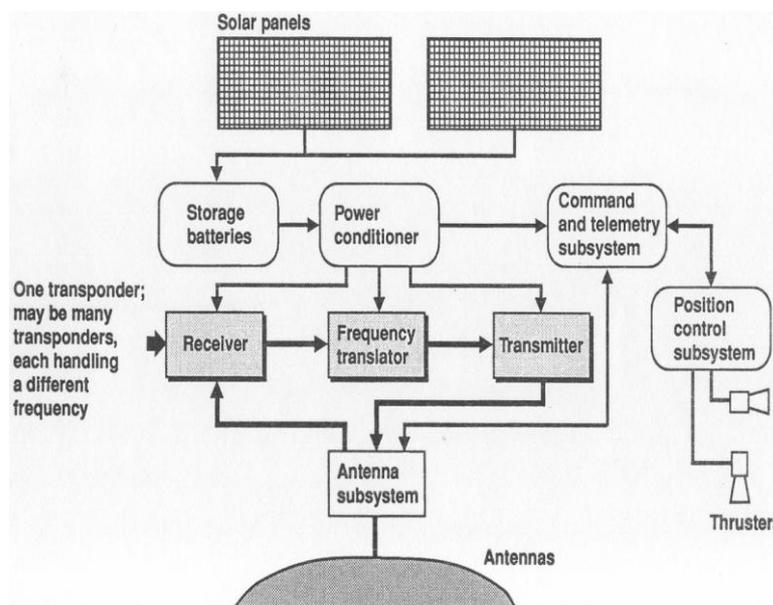
• **Regenerativos:** Modifican las características de las señales transmitidas desde tierra. Permite realizar cambios en las señales, como tipo de modulación, velocidad de información.

Desventajas:

- Aumenta la complejidad del transpondedor
- Aumenta la demanda de corriente por las unidades adicionales requeridas
- Aumenta el costo del satélite y del lanzamiento



La Plataforma (Bus): Su función es proporcionar a la Carga Útil las funciones de apoyo necesarias para su adecuado desempeño.





Está formada por los siguientes subsistemas:

Subsistema de Potencia Eléctrica

Proporciona energía eléctrica para la operación continua y eficiente de todos los subsistemas del satélite. Su fuente primaria de generación de energía es un conjunto de celdas solares (colocadas en la superficie del cuerpo cilíndrico o en arreglos planos), empleadas en operación bajo luz solar. Su fuente secundaria son baterías recargables, empleadas durante el lanzamiento y operación sin luz solar (eclipses)

Subsistema de Telemetría, Comando y Rango

Permite establecer un enlace entre el satélite y su Centro de Control para realizar las sig. funciones:

Telemetría: Consiste en el envío de información continua en tiempo real, del estado operativo de los diversos subsistemas del satélite a la Estación de Control.

Comando: Son las instrucciones enviadas al satélite desde la Estación de Control durante alguna de las operaciones orbitales de rutina, en contingencia.

Rango: Es la medición de la distancia entre la Estación de Control y el satélite, con el fin de conocer su posición exacta.

Subsistema de Propulsión

Mediante una serie de impulsores estratégicamente colocados en el cuerpo del satélite, permite aplicar fuerzas controladas para efectos de control de su posición u orientación.

Actualmente, existen tres formas de propulsión: Química, Iónica y Atómica

La cantidad de combustible determina el tiempo de vida útil del satélite.

- Coloca el satélite en la Órbita Geoestacionaria
- Realiza correcciones a la órbita del satélite durante su vida útil: Norte-Sur (Maniobras de Inclinación) , Este-Oeste (Maniobras de Deriva).
- Apoya en la corrección de la orientación del satélite
- Evade satélites a la deriva
- Saca al satélite de la Órbita Geoestacionaria, una vez concluida su vida útil

Subsistema de Control de Orientación

- Mantiene el correcto apuntamiento de las antenas del satélite hacia su área de cobertura.
- Mantiene continuamente orientados los paneles solares hacia el sol

Subsistema de Control Térmico

Regula la temperatura al interior del satélite, evitando exponer sus unidades a sufrir daños parciales o totales por operar en condiciones extremas de temperatura.

Subsistema de Estructura

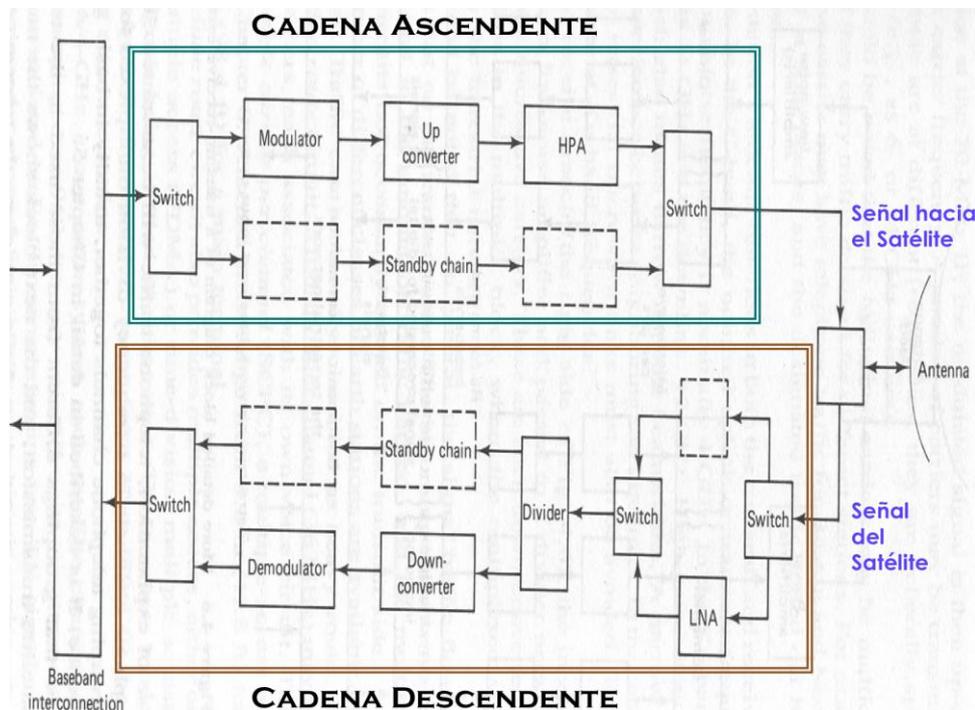
Proporciona a los demás subsistemas el soporte, la estabilidad y la resistencia mecánica requeridas en cada etapa de la misión

Algunos de los materiales empleados son: Aluminio, Berilio, Magnesio, Acero, Titanio, Boro, Grafito.

7.2 El Segmento Terrestre

Una Estación Terrena (E/T) consiste, básicamente, de una antena y los equipos de transmisión y/o recepción compatibles con la Carga Útil del satélite.

Una E/T “Transreceptora” (o “Transceptora”) es la que cuenta con capacidad para transmisión y recepción de señales vía satélite.



La Cadena Ascendente (TX):

Consta de los equipos que procesan las señales para su transmisión al satélite.

- **Modulador:** Genera una portadora en Frecuencia Intermedia (FI) modulada analógica o digitalmente.
- **Convertidor de Subida (Up Converter):** Sintoniza la portadora de FI a la frecuencia requerida de transmisión, dentro del rango del Enlace Ascendente, correspondiente a la banda de operación.
- **Amplificador de Alta Potencia (HPA: High Power Amplifier):** Proporciona a la portadora de RF la potencia que, aunada a la ganancia de transmisión de la antena, le imprimen el nivel adecuado para llegar al satélite.

La Cadena Descendente (RX):

Consta de los equipos que procesan las señales recibidas del satélite.

Amplificador de Bajo Nivel de Ruido (LNA: Low Noise Amplifier): Amplifica las señales recibidas por la antena, con un mínimo de ruido y distorsión.

Convertidor de Bajada (Down Converter): Sintoniza la frecuencia de la portadora deseada y la traslada al rango de Frecuencia Intermedia (FI).

Demodulador: Extrae la información contenida en la portadora de FI.

7.2.1 Antenas Parabólicas

Una antena es un transductor que convierte energía eléctrica (corrientes y voltajes) en ondas electromagnéticas, y viceversa.

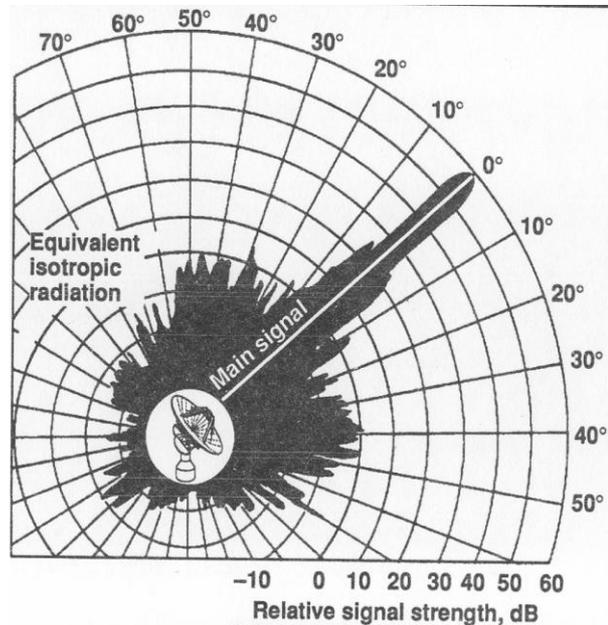
Ganancia: Se refiere a la energía radiada o recibida por una antena, en comparación con la misma cantidad de energía radiada o recibida por una antena de referencia, llamada “Antena Isotrópica”.

$\pi_0 \eta$: Eficiencia de la Antena*

$G = \eta(\dots)2 \sigma$: Diámetro Antena (m)

$\lambda \lambda$: Longitud de Onda (m)

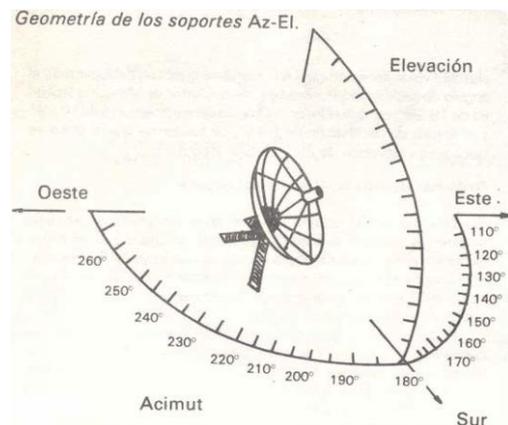
* Depende de factores como: Obstrucciones al reflector por montaje de dispositivos, irregularidades en la superficie del reflector, etc.



Ángulos de Apuntamiento

Acimut: Ángulo entre el plano vertical que contiene el eje del haz de la antena y la dirección del norte geográfico del lugar, medido en la dirección de las manecillas del reloj.

Elevación : Ángulo entre el eje del haz de la antena y el plano horizontal





7.3 MICROONDAS

Onda Electromagnética: Son ondas producidas por la oscilación o la aceleración de una carga eléctrica. Este tipo de ondas se caracterizan por que están formadas, como su nombre indica por la conjunción de un campo eléctrico y otro magnético. La unión de estos campos es la que permite que este tipo de ondas se pueda transmitir por el espacio. Este tipo de ondas se propaga por espacio (independientemente de cuál sea su frecuencia) a la velocidad de la luz; a la particularidad que tiene este tipo de ondas de viajar por el espacio es a lo que se le denomina técnicamente como propagación de las ondas electromagnéticas.

Las ondas de radio tienen una longitud de onda que puede ser desde miles de metros hasta 0.3 metros para las microondas van desde 0.3 metros hasta 1 milímetro.

La radiación electromagnética se puede ordenar en un espectro que se extiende desde ondas de frecuencias muy elevadas (longitudes de onda pequeñas) hasta frecuencias muy bajas (longitudes de onda altas). La luz visible es sólo una pequeña parte del espectro electromagnético. Por orden creciente de longitudes de onda (orden decreciente de frecuencias), se han ordenado en una escala denominada espectro electromagnético.

Espectro Electromagnético

La radiación electromagnética que emite (espectro de emisión), o absorbe (espectro de absorción) una sustancia. La radiación sirve para identificar dicha sustancia, es como la huella dactilar.

Los espectros se pueden observar mediante un espectroscopio que, además de permitirnos observar el espectro, permite realizar medidas sobre éste, como la longitud de onda o la frecuencia de radiación.

RAYOS GAMMA	< 10 pm	> 30.0 Ehz
RAYOS X	< 10 nm	> 30.0 Phz
ULTRAVIOLETA EXTREMO	< 200 nm	> 1.5 Phz
ULTRAVIOLETA CERCANO	< 380 nm	> 789 Thz
LUZ VISIBLE	< 780 nm	> 384 Thz
INFRARROJO CERCANO	< 2.5 um	> 120 Thz
INFRARROJO MEDIO	< 50 um	> 6.00 Thz
INFRARROJO MEDIO/SUBMILIMÉTRICO	< 1 mm	> 300 Ghz
MICROONDAS	< 30 cm	> 1.0 Ghz
ULTRA ALTA FRECUENCIA RADIO	< 1m	> 300 Mhz
MUY ALTA FRECUENCIA RADIO	< 10 m	> 30 Mhz
ONDA CORTA RADIO	< 180 m	> 1.7 Mhz
ONDA MEDIA (AM) RADIO	< 650 m	> 650 Khz
ONDA LARGA RADIO	< 10 km	> 30 Khz
MUY BAJA FRECUENCIA RADIO	> 10 km	< 30 Khz

Una onda electromagnética se define con tres parámetros:

Frecuencia: Nos define el número de ondas que se transmiten por segundo.

Velocidad: Las ondas electromagnéticas no necesitan un medio material para propagarse; pueden atravesar el espacio desplazándose en el vacío a una velocidad aproximada de 300.000km/s a la que se denomina con la letra c.

Longitud de Onda: Que es el resultado de dividir la velocidad de propagación (velocidad de la luz) por la frecuencia.

El rango de las microondas incluye las bandas de

UHF (ultra-high frequency 0.3—3 Ghz)

SHF (super-high frequency 3—30 Ghz)

EHF (extremely-high frequency 30—300 Ghz)

Las aplicaciones más comunes de las microondas están en el rango de 1 y 40 Ghz.



Frecuencias establecidas para radioenlaces de microondas, en GHz.

0.440-0.470	0.806-0.960	1.427-1.525
1.7-2.69	3.4-4.2	4.4-5
5.85-8.5	10.5-10.68	10.7-11.7
12.75-13.25	14.3-15.35	17.7-19.7
21.2-23.6	25.25-29.5	36-40.5
47.2-51.4	54.25-58.2	59-64

El uso de estas bandas puede variar de región a región, sin embargo son las de empleo más generalizado. Para obtener información más detallada Se deben consultar las normas del ITU-R y el manual del IFRB y en nuestro caso, las normas de la SCT publicadas en el Diario Oficial y disponibles en La Dirección General de Normas.

	BANDA (Ghz)	Distancia Máxima (km)
	2	60
En general, estas son las distancias comunes. Sin embargo, las características de cada enlace o del equipo de transmisión, puede Hacer que se tengas variantes hasta de un 50%.	4/5/6	50
	7/8	45
	11	35
	13	25
	15	20
	18/20	10
	30	5
	60	0.5

Consideraciones al seleccionar un Canal

- 1.-Se selecciona primeramente la banda de acuerdo a la aplicación (capacidad y distancia) y disponibilidad.
- 2.-Se averigua con la SCT la disponibilidad de bandas para los puntos en cuestión.
- 3.-El equipo de radio debe ser el adecuado para la banda deseada.
- 4.-El equipo de radio debe de estar homologado ante la SCT para usarse en esa banda.
- 5.-Se hace la solicitud de estudio técnico ante la SCT.
- 6.-Si el estudio es positivo se hace el pago de derechos para la explotación del canal asignado entregando la constancia de no interferencia (CNI).

Generación de Microondas:

Las microondas pueden ser generadas de varias maneras, generalmente divididas en dos categorías:

Dispositivos de estado sólido: están basados en semiconductores de Silicio o Arsenuro de Galio, e incluyen transistores de efecto de campo (FET), transistores de unión bipolar (BJT), diodos GUNN y diodos IMPATT.

Dispositivos basados en tubos de vacío: bajo la influencia de campos eléctricos o magnéticos, entre los que se incluyen el magnetrón, El klystron, el TWT. (El magnetrón es usado en el horno de microondas a una frecuencia de 2.45 Ghz rotando las partículas de agua).

Propagación de Microondas

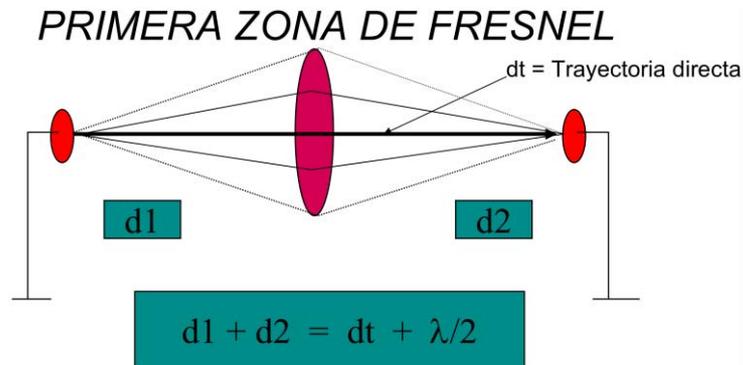
La propagación de Microondas depende de diversos factores como:

- Zona de Fresnel (60 %)
- Difracción (Loss)
- Refracción (K)
- Reflexión (Multitrayectoria)
- Terreno y Obstrucciones

Las zonas de Fresnel son una serie de elipsoides concéntricas a la trayectoria.

La **primera zona de Fresnel** es la superficie conteniendo cada punto para la cual la suma de las distancias desde un punto a los extremos de la trayectoria es exactamente un medio de la longitud de onda más grande que la trayectoria de extremo a extremo.

El volumen dentro de la elipsoide es conocido como la primera zona de Fresnel. Es suficiente que llegue el 60 % de la energía.



El radio de la primera zona de Fresnel en cualquier punto puede ser calculada por:

$$r_f = 17.3 \sqrt{\frac{d_1 d_2}{f d}}$$

Donde:

R_f = Radio de la primera zona de Fresnel en metros

d_1 = Distancia desde un extremo del enlace al punto de reflexión en kilómetros

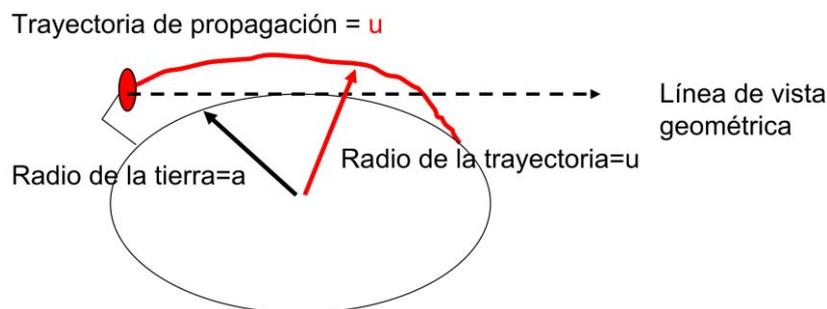
D = Longitud total del enlace en Kilómetros

$d_2 = D - d_1$

f = Frecuencia en Ghz

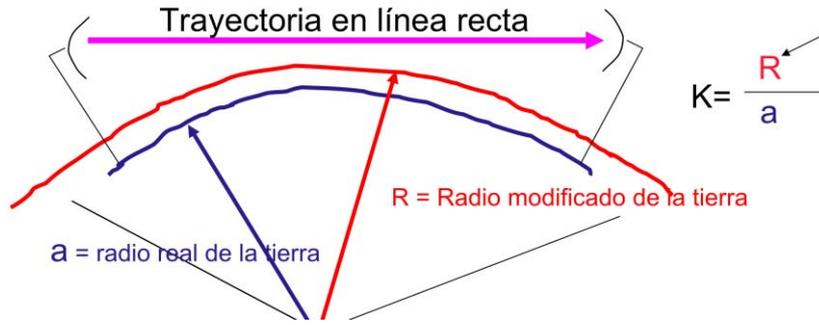
Factor K

La humedad, la presión y la temperatura de la atmósfera terrestre disminuyen al aumentar la altura sobre el nivel del mar, al igual que el índice de refracción de la atmósfera se reduce; por lo cual las microondas se propagan en forma de curva descendente.



Las ondas se propagan en una trayectoria curva(u) descendente de 4 veces el radio real de la tierra ($6.37 \text{ por } 10^6$), por lo cual las ondas llegan a una distancia mayor que la percepción geométrica.

Si queremos modificar esta trayectoria curva a una línea recta, necesitamos cambiar el grado de curvatura de la superficie terrestre, la cual se puede lograr con un radio mayor que el real considerando que la tierra es una esfera más grande.



Representa las condiciones indirectas de la Refracción de las ondas y recibe el nombre de $K = \text{índice de radio equivalente de la tierra}$. Dependiendo del valor de K se modifica la curvatura de la tierra.

7.4 Ingeniería del Sistema

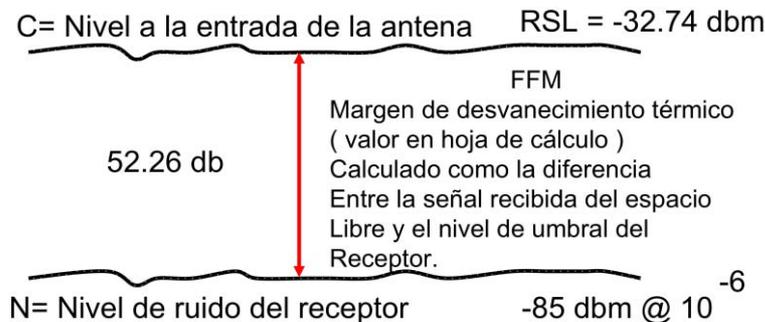
La finalidad es diseñar un sistema en el que el nivel de la señal recibida sea 30 dB ó mayor a la sensibilidad del receptor a un umbral de 10^{-6} . Lo cual significa que la señal puede desvanecerse 30 dB y aún tener un desempeño de 10^{-6} ó mejor.



En el momento que la señal llega a la parte posterior de la segunda antena, no encontrará una guía de onda cuya atenuación para nuestro ejemplo será de 0.0 dB por lo tanto el Recieve Signal Level en el puerto de entrada del Rx será el mismo.

Asumiendo un Rx cuyo Umbral es de $-85 \text{ dBm} @ 1 \times 10^{-6}$, el RSL es:

$$-32.74 \text{ dBm} - (-85 \text{ dBm}) = 52.26 \text{ db Flat Fade Margin (FFM) = Margen de Desvanecimiento Plano.}$$



Por lo tanto:

Flat Fade Margin = RSL - Umbral $@ 1 \times 10^{-6}$; entonces para este ejemplo el margen de desvanecimiento es de al menos 30 dBm y cumple con los requerimientos.

Entonces el FFM puede ser definido como:

$$\text{FFM} = \text{RSL} - \text{Sensibilidad del Rx}$$

$$\text{RSL} = \text{Nivel en la etapa de Tx} + \text{atenuación en la trayectoria} + \text{ganancias o pérdidas en la etapa de Rx.}$$

$$\text{Potencia neta en la etapa de Tx} = \text{Tx Power out} - \text{pérdidas en guías de onda} + \text{Ganancia en la etapa de Tx.}$$

$$\text{Potencia Neta en la etapa de Rx} = \text{Ganancia en la antena de Rx} - \text{pérdidas en las guías de onda.}$$

El parámetro más significativo para la medición del desempeño en un sistema de microondas es la disponibilidad. La disponibilidad depende del desvanecimiento de la señal.

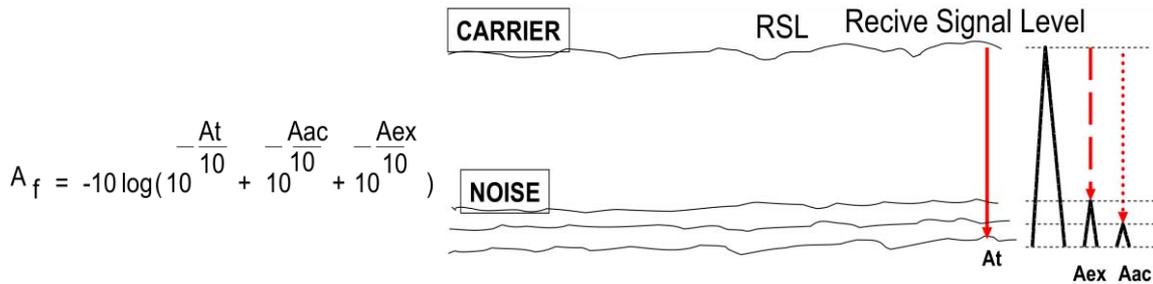


a) El margen de desvanecimiento térmico (A_t) Es la atenuación adicional a la señal recibida del espacio libre para producir un corte debido al ruido térmico. Calculada como la diferencia entre la señal recibida del espacio libre y el nivel del umbral del receptor.

b) Margen de desvanecimiento de interferencia canal adyacente (A_{ac}) Atenuación adicional a la señal recibida del espacio libre requerida para producir un corte debido a la interferencia del canal adyacente.

c) Margen de desvanecimiento de interferencia externa (A_{ex}) Atenuación adicional a la señal recibida del espacio libre requerida para producir un corte debido a la interferencia del canal externo.

Flat Fade Margin $-A_f$ (FFM): Es la suma logarítmica de los márgenes de desvanecimiento por el canal térmico, adyacente y de interferencia externa.



Margen de desvanecimiento dispersivo $-A_d$ (Multitrayectorias)

Es el promedio de “baja de señal ”de un desvanecimiento por multitrayectorias las cuales causan un corte, independientemente del ruido y la interferencia. Las condiciones que cuentan para el margen de Desvanecimiento dispersivo son:

- 1) Tipo de terreno y rugosidad del terreno
- 2) Condiciones climatológicas.
- 3) Longitud del enlace
- 4) Libramiento de la primera zona de fresnel

Condiciones de buena propagación $R_d=0.5$ a 1

Condiciones de propagación promedio $R_d=5$

Condiciones de dificultosa propagación $R_d=9$

Así que el margen de desvanecimiento efectivo es: $A_e = \left(10^{-\frac{A_f}{10}} + R_d 10^{-\frac{A_d}{10}} \right)$

Los cálculos del Performance están dados por: $P = 6.0 \cdot 10^{-7} C f d^3 10^{-\frac{A_e}{10}}$

Método de Vigants-Barnett

P = Es la fracción de tiempo (segundos fuera al año) en el peor mes, que la baja de señal excede el Fade Margin

d = Kilómetros

f = Frecuencia en Ghz.

$C = 0.25$ Condiciones de buena propagación

$C = 1$ Condiciones de propagación promedio

$C = 4$ Condiciones de propagación dificultosa

$C = 6$ propagación muy dificultosa.

A_e = Fade Margin total



CAPITULO 8. REDES INALÁMBRICAS

Objetivo

Hoy en día el uso de las redes inalámbricas es un tema de actualidad, por lo que es necesario que al utilizarlas, se conozcan sus características, tecnologías, ventajas y desventajas o limitaciones para su uso, así como los diferentes tipos con que se cuenta.

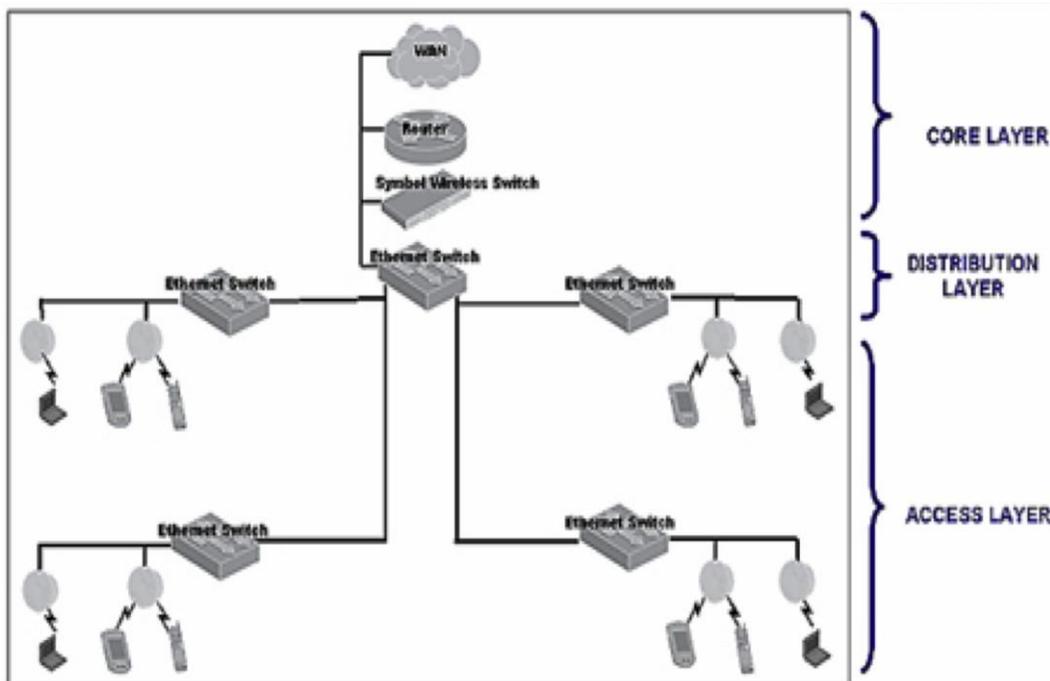
8.1 Arquitectura

Cualquier sistema que utilice una red inalámbrica consta de tres elementos fundamentales:

1. El Dispositivo Inalámbrico
2. La Red (dispositivos de interconexión)
3. La Aplicación

Clasificación por Capas de comunicación:

- **Core Layer o BackBone:** La columna de cualquier red o sistema inalámbrico.
- **Distribution Layer:** Transmite información del Core Layer a entidades donde se conectan los usuarios.
- **Access Layer:** Mantener en todo momento a los usuarios o estaciones móviles conectadas al sistema.



Componentes tangibles:

El medio:

- Permite interconectar los dispositivos de interconexión.
- Es el aire donde viajan las ondas electromagnéticas.

Punto de Acceso o Estación Base: Generalmente se considera como la interfase entre:

- Un medio cableado con un medio inalámbrico.
- Un radio en el ámbito inalámbrico y una tarjeta para la red cableada.
- Punto de conexión central de una red inalámbrica y las estaciones móviles.
- La tarjeta para la red cableada pertenece al Distribution Layer.
- El Radio para la red inalámbrica pertenece al Access Layer.



Antenas: Medio por el cual las redes inalámbricas son capaces de transmitir información.

- Se clasifican por: su patrón de propagación, su ganancia, y su potencia de transmisión.
- Las antenas pertenecen al Access Layer

Estaciones Móviles: Contiene un radio, es la interface del usuario con el sistema inalámbrico.

Las estaciones móviles pertenecen al Access Layer

Servicios o Servidores: Generalmente no son utilizados con o como dispositivos móviles

- Sin embargo los servidores y servicios son parte del sistema inalámbrico.
- Forman parte de la capa de distribución (Distribution Layer).

Requerimientos actuales de los sistemas computacionales :

- La movilidad
- El beneficio de bajo costo
- Lo práctico de su utilización
- Instalación de Red móvil en pocos minutos
- Bajos costos de instalación y mantenimiento
- No suplantando a las redes cableadas.
- Existen diferentes separaciones y clasificaciones.
- Cada una de ellas se utiliza para dar solución a diferentes situaciones a diferentes situaciones.

8.2 Clasificación

Una de las principales clasificaciones para todo tipo de redes es: por su alcance, tamaño, área o extensión geográfica. Las redes inalámbricas se clasifican básicamente en 3 categorías:

Redes PAN (Personal Area Networks)

Redes cuyo alcance y velocidad de transmisión de datos es muy pequeño pero útil para intercambiar información entre dispositivos portátiles como son Laptop`s, mp3 players, Pda`s y celulares.

- Estándar comúnmente utilizado 802.15.

Redes LAN(Local Area Network)

La mayoría de sus componentes se encuentra dentro de un espacio de tamaño medio una casa, oficina o edificio en ocasiones puede abarcar varios edificios. Se considera que cubren de 1 hasta 1000 metros de distancia.

- Estándar comúnmente utilizado 802.11, esta especificación clasifica a las redes inalámbricas que funcionan con tecnología de radiofrecuencia en las bandas de 2.4 Ghz y 5 Ghz.
- Los estándares más importantes para el mercado actual son:
 - 802.11a 54 Mbps standard, 5 GHz
 - 802.11b 11 Mbps standard, 2.4 GHz
 - 802.11g 54 Mbps, 2.4 GHz

Redes MAN (Metropolitan Area Network)

Cubren distintos sitios dentro de una misma localidad como lo es una ciudad. Su distancia de cobertura es considerada de 1 hasta 10 kilómetros

- Un estándar como 802.16 es el que se aplica para implementar estas redes
- Promete ofrecer mejores resultados que la tecnología ADSL
- Permite manejar servicios de Internet dentro de un área metropolitana y estas redes buscan su lugar principalmente en ofrecer el mismo servicio pero de manera inalámbrica.

Redes WAN (Wide Area Network Network)

Son todas aquellas redes que se pueden comunicar en distintas ciudades e incluso distintos países, acaparan desde 100 kilómetros hasta 10,000 Km. de distancia aproximadamente.

- Estándar en progreso 802.20

8.3 Wireless Area Local Network (Red de Área Local Inalámbrica)

Este tipo de redes son de corto alcance y en su mayoría utilizan la tecnología de radio frecuencia (RF) en modo half-duplex.

Frecuencias Utilizadas 802.11

Actualmente existen ciertas frecuencias que son de libre uso y otras donde se necesita pedir permiso ante las autoridades competentes para ser usadas. Este es el caso de WLAN ya que no requieren ningún tipo de permiso para funcionar, esto es una de las razones por las que son tan populares.

La FCC permitió la operación sin licencia de dispositivos que utilizan 1 Watt de energía o menos, en tres bandas de frecuencia:

- 902 a 928 Mhz,
- 2,400 a 2,483.5 Mhz
- 5,725 a 5,850 Mhz.

Estas bandas de frecuencia llamadas ISM, antes estaban limitadas y permitidas solo para instrumentos Médicos, e Industriales

Hardware en una WLAN

Antenas

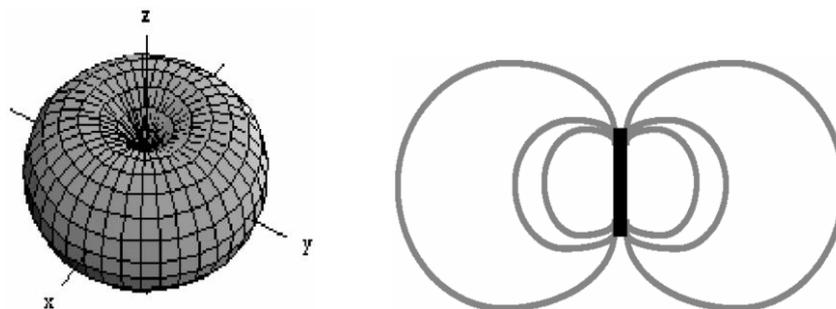
- Existen 3 tipos de antenas:

- Direccionales

- Semidireccionales (Antenas de Telefonía Celular)

- **Omnidireccionales:** Envían la información en un rango de 360 grados por lo que es posible establecer comunicación independientemente del punto en el que se esté.

- El alcance de estas antenas es menor que el de las antenas direccionales
- Utilizan dipolos



Cables

Las WLAN también utilizan en ocasiones algún tipo de cables sobre todo para colocar las antenas y se debe poner atención en la elección de ellos, ya que son fundamentales para el rendimiento de la red.

- Los conectores que se utilizan principalmente son el llamado Pig Tail (Cola de Cerdo) , es un cable que sirve de adaptación entre la Tarjeta de red y la antena o el cable que va hacia la antena.

Radios o Transceptores

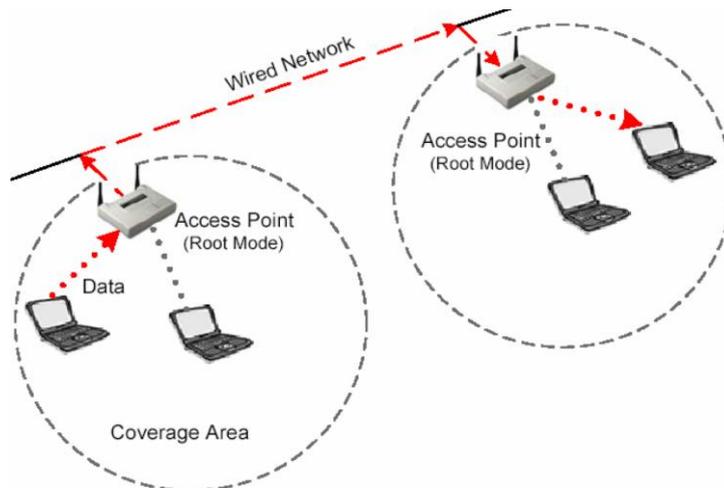
- Tipos de Radios

8.3.1 Access Points (Puntos de Acceso)

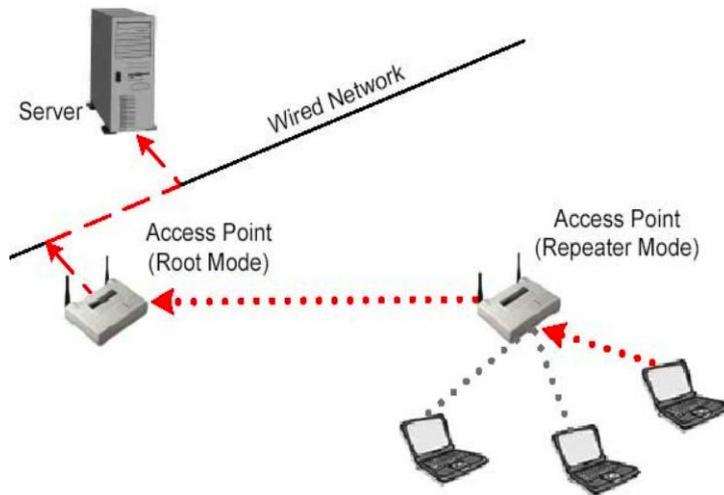
Estos son los encargados de recibir la información de los diferentes dispositivos cliente para su centralización o bien para su encaminamiento. Y reenviar la información a los otros dispositivos que la soliciten.

Al configurarlos permiten enlazar varios puntos de acceso para ampliar la cobertura. La distancia o alcance de estos puntos de acceso es proporcionada en las características del fabricante y en promedio es de 100m en interiores y de 200m en exteriores.

- **Modo Raíz**



- **Modo Repetidor**

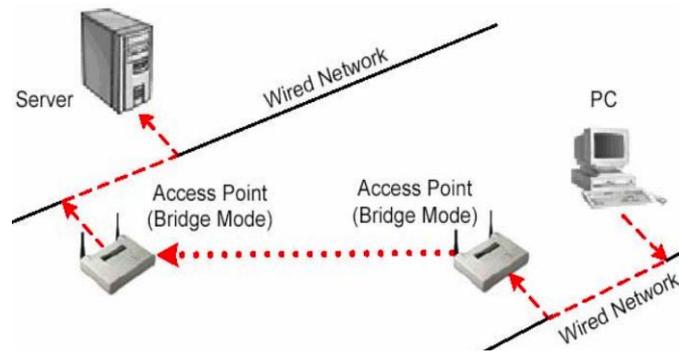


- **Modo Puente (Bridge Mode)**

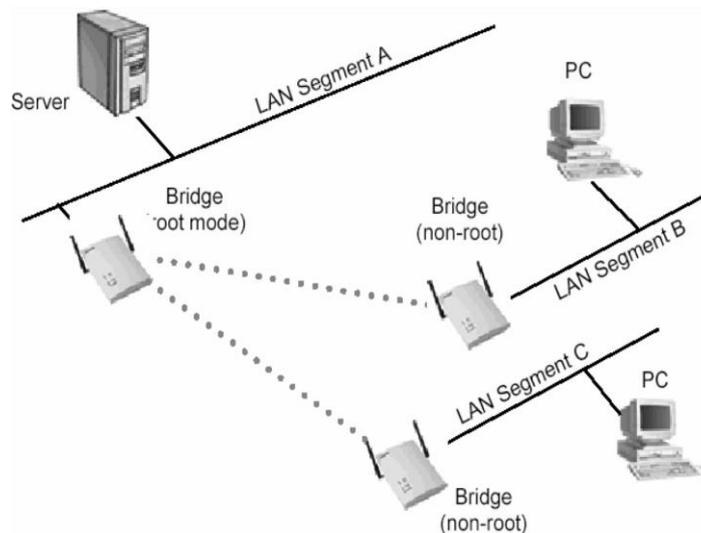
Los Bridges permiten crear puentes entre redes de tipo alambicadas (cableadas) e inalámbricas. Aunque algunos Access Point permiten realizar esta función, estos son especialmente diseñados para esta función, ya que permiten conectar lugares remotos y así poder crear enlaces, esto es usado normalmente para conectar redes LAN entre dos edificios. Pueden ser dispositivos independientes al AP

• Los Puentes utilizan 2 tipos de configuraciones:

– Point to Point



– Point to Multipoint



Ruteadores

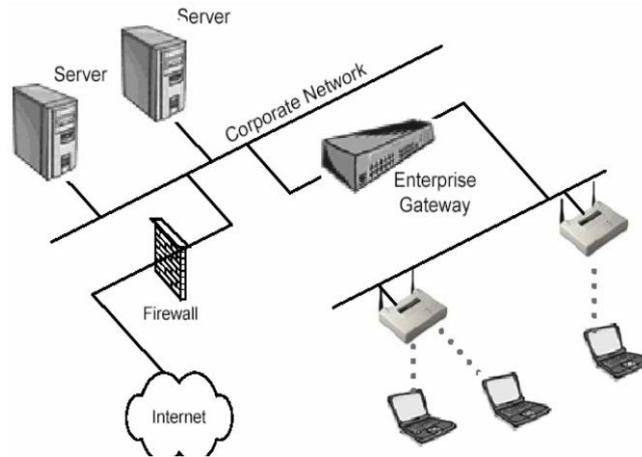
Residential Gateway: Estos dispositivos ofrecen acceso a Internet de una manera más rápida y sencilla, que la de estar configurando programas o software (Fig.1). Además en ocasiones incluye firewalls dependiendo del modelo y características. Existen modelos por ejemplo que incluyen funciones como:

- Combinación de un firewall de inspección de estado de paquetes
- Switches Fast Ethernet de 4 puertos
- Un módem ADSL y un punto de acceso inalámbrico 802.11g para compartir Internet (infinitem)

Enterprise Gateway:

- CPU potente
- 802.1x/EAP
- Varias interfases Ethernet (para AP's)
- Role-Based Access Control (RBAC)
- Soporte de WLAN y WPAN
- Mobile IP
- SNMP
- Prevención de MAC spoofing (suplantación de identidad)
- RADIUS
- Bitácoras por Session
- LDAP
- Administración Centralizada de lo anterior
- VPNs
- Actualizaciones vía TFTP

Fig.1



Dispositivo cliente

Dispositivos colocados en los equipos que se quieren en la red. Se incorporan como tarjetas de red

- Estos dispositivos Recibirán y enviarán la información hacia su destino desde el equipo que estemos trabajando.
- Existen en varios formatos para los distintos tipos de equipos ya sean computadoras de escritorio, portátiles o PDA.
- Los formatos que se manejan son:

- PC CardBus
- PCMCIA
- PCI
- COMPACT FLASH
- USB

Sin embargo todos se basan en dos formatos: PCMCIA y COMPACT FLASH.

8.3.2 Topologías

Las WLAN ocupan principalmente 2 topologías o también conocidas como modos de funcionamiento o tipos de operación:

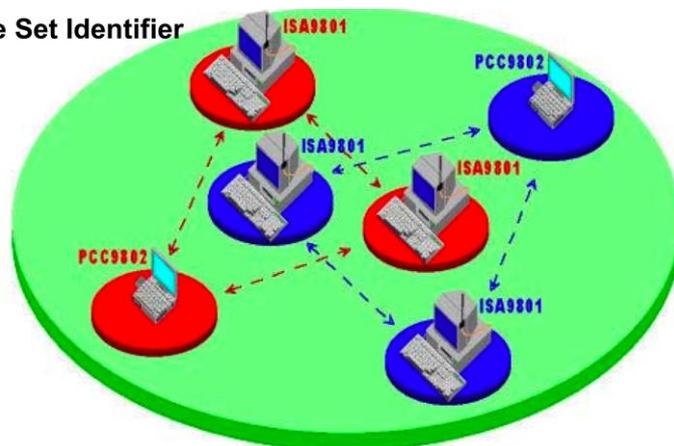
Stand Alone (Ad-HOC) IBSS: consiste en un grupo de computadoras o clientes móviles que se comunican directamente unas con las otras.

- Este tipo de red realiza una comunicación: Punto a Punto
- Requisito de instalación: Los equipos que se quieren enlazar Requieren de: un dispositivo cliente configurado de igual manera en cada uno de los equipos, "SSID".

SSID.- Service Set Identifier

Utilización

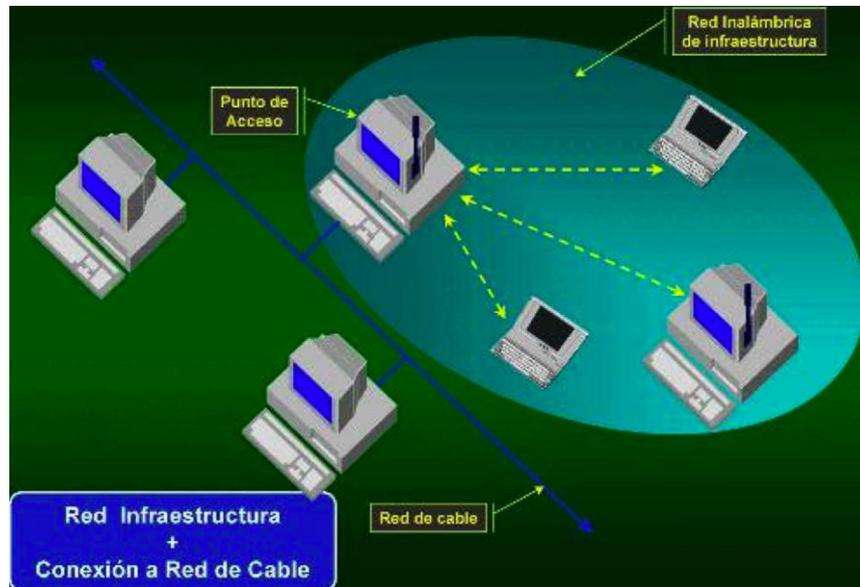
- Escenarios de desastre
- Conferencias
- Ambientes de Guerra
- Sistemas de tráfico vehicular



Infrastructure (Wired) BSSs: Es la forma de trabajo en los que utilizamos los llamados Puntos de Acceso.

• Permiten trabajar con las distintas redes, dejando el trabajo de canalizar los datos al punto de acceso reduciendo así el labor de la tarjeta de red de encontrar a la tarjeta que reciba los datos, por lo que si se desea unir dos redes, una cableada y una inalámbrica es mejor usar esta topología

• Esta forma de funcionamiento es mejor que AD HOC, ya que con AD HOC los paquetes de información son enviados al aire con menos posibilidades de que lleguen a su destino.



8.3.3 Seguridad en Redes Inalámbricas

Servicios de Seguridad:

- Autenticación: Open System Authentication y Shared Key Authentication
- Confidencialidad
- Control de Acceso

Estos son los métodos de seguridad para una WLAN en relación a su fortaleza y complejidad:

1. SSID (sin seguridad)
2. Adress MAC (sin seguridad)
3. WEP Vulnerable en la Actualidad
4. WPA 1 (EAP/ 802.1x) añade Control de Acceso
5. WPA 2

Elementos para Instalación y Configuración

- | | |
|--------------------------|--|
| • SSID | • Direcccionamiento IP |
| • Modo de funcionamiento | – Dir. IP |
| • Canal | – Puerta de enlace |
| • Modo de Seguridad | – Mascara de Subred |
| – Tipo de autenticación | – DNS |
| – Clave o llaves | • Estar dentro del área de cobertura de la red |

8.4 WPAN Redes Inalámbricas de Área Personal

Bluetooth IEEE802.15

Surge de la necesidad de quitarle al teléfono celular el cable de manos libres. En 1994 la investigación se centro en crear un radio de baja potencia, bajo costo como interface entre el teléfono móvil y sus accesorios.

- Opera en ISM 2.4GHz
- 79 canales, 2.402 hasta 2.480 GHz
- Potencia 1mW a 100mW
- Distancia nominal 10m
- Regulando potencia hasta 100m
- Taza de transferencia 1Mbps

Topologías de comunicación en Bluetooth

- Entidades: Master y Slave
- Entidades de comunicación: Piconet y Scatternet

Los Radios Conectados pueden ser master o slave

– Radios son simétricos

• Piconet

– El Master puede conectar a 7 simultáneos ó 200+ inactivos (parked) slaves por piconet

– Cada piconet tiene una capacidad máxima de (1 Mbps)

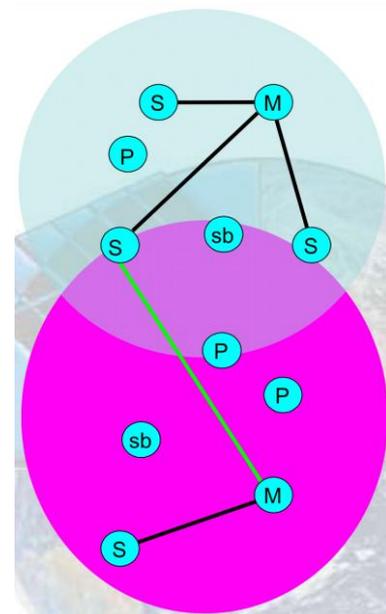
– Patrón único de hopping e ID y fase

• Scatternet

– Sistema de capacidad alta

– Hasta 10 piconets en un mismo rango

– Los Radios pueden compartir piconets



8.5 WMAN Redes Inalámbricas de Área Metropolitana

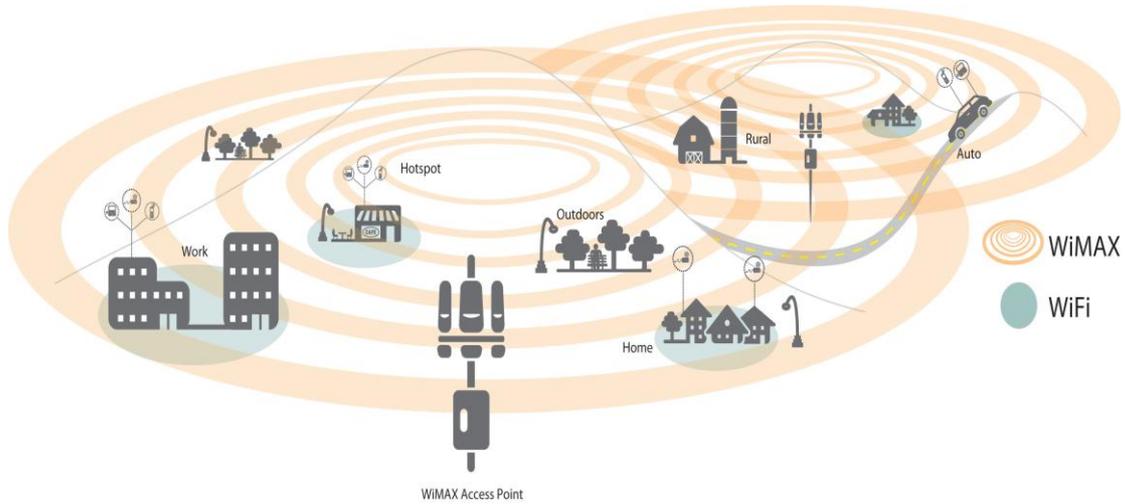
WiMAX IEEE 802.16

La tecnología WiMAX (“Worldwide Interoperability for Microwave Access”), permite el acceso inalámbrico a Internet de alta velocidad en coberturas de varias decenas de kilómetros. Al implementar esta tecnología se podrá ofrecer más y mejores opciones y soluciones en comunicación para los usuarios como convergencia de servicios de comunicación: voz, datos, video y movilidad.

En los últimos años, WiMAX ha establecido su importancia como una alternativa al Internet cableado (DSL) , ofreciendo una competitiva oferta de servicios de banda ancha que pueden ser desplegados rápidamente y de manera rentable.

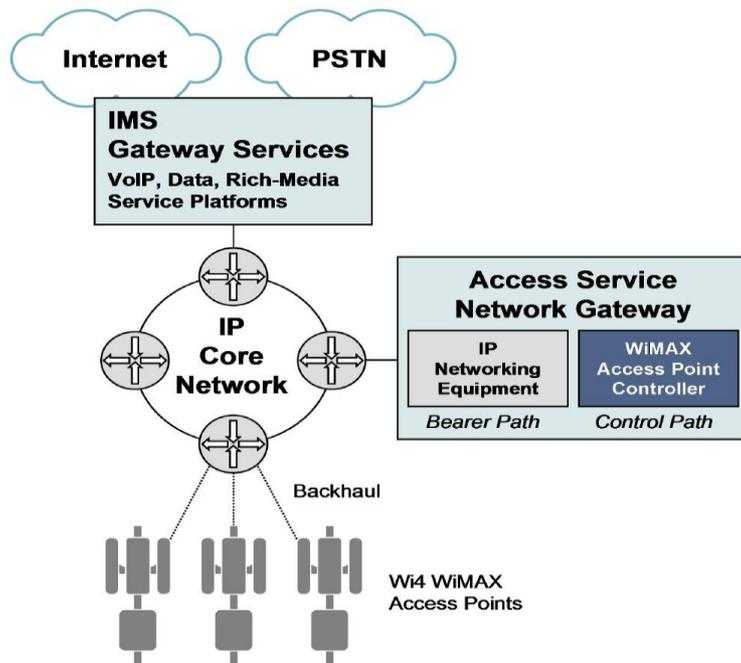
- Tiene un alcance de 45km o 30 millas
- Banda de uso:
 - 2.5 GHz
 - 3.5 GHz y 11 GHz con licencia
- Potencia: 40 watts • QoS
- Taza de trasferencia: 75 Mbps/channel

Ahora, Mobile WiMAX, tal y como se define en el estándar de la IEEE 802.16e-2005, añade conectividad de banda ancha en movimiento. Mobile WiMAX, basado en la tecnología OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access), es capaz de soportar simultáneamente modelos de uso fijos, portátiles y móviles.



Arquitectura de distribución de red WiMAX

Puede ser mucho más ligera y fácil de instalar que las tradicionales basadas en las redes celulares y el diseño puede reducir sustancialmente el capital y gastos operativos.



Tiene 2 principales componentes:

WiMAX Access Points (WiMAX AP)

- Autenticación de enlace entre el usuario / dispositivo y el servidor AAA
- Funciones de Seguridad, como clave local de distribución de función (LKDF) para la entrega de las claves (llaves) de autenticación
- Paging Controller (PC)
- QoS
- Flujo de control de admisión en relación con handovers
- Control de Acceso
- Punto de decisión Handover
- Proxy Mobile IP del cliente de validación
- Función Context Repository (CR)



Access Service Network (ASN) Gateway

Proporciona una pieza crítica de la arquitectura de red WiMAX que conecta a la red de radio acceso a un Core IP común y que ofrece una plataforma centralizada para esas funciones de la mejor forma localizada; entre ellas la gestión de la seguridad y la gestión de la movilidad.

Este ASN Gateway está optimizado para handoffs con su alto rendimiento de switcheo y controlador de funcionamiento que facilita la rápida e inteligente comunicación entre los WiMAX Access Point's y proporciona las siguientes características:

- Paging Controller (PC)
- Soporte QoS
- Distribución de claves de seguridad
- Protocolo de autenticación extensible EAP Support
- Servicio de AAA (Autenticación, Autorización & Accounting)
- Protocolo de Internet de Seguridad IPSec para el control de nivel de mensajería
- Mobile IP y funcionalidad de Agente de Relaciones Exteriores
- Rápidos Handovers
- Administración de la Red mediante el apoyo de SNMP (Simple Network Management Protocol)





CAPITULO 9. SEGURIDAD EN REDES

Objetivo

Las medidas de seguridad en red son necesarias para proteger los datos durante su transmisión y garantizar que los datos transmitidos sean auténticos. Por esto se necesita conocer y comprender el concepto de seguridad en redes, la importancia de la seguridad en las transferencia de información y los nuevos paradigmas de la seguridad.

9.1 Conceptos

Es la protección de las redes y sus servicios contra divulgación, destrucción y modificación no autorizada. Comprende la estructura, métodos de transmisión y medidas de seguridad.

- **Riesgo:** Probabilidad de que una amenaza aproveche una vulnerabilidad ocasionando un impacto negativo al negocio.
- **Amenaza:** Potencial para causar un daño.
- **Vulnerabilidad-Debilidad:** Error en el diseño, configuración, programación o en el uso de la tecnología.
- **Administración de riesgos:** Proceso de evaluar y tratar los riesgos.

Implementar controles de seguridad en la red conforme:

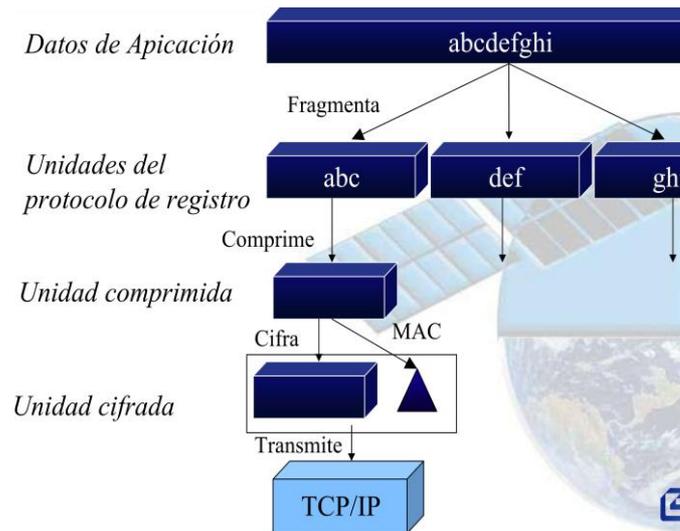
- A los riesgos identificados (en función del valor de la información, vulnerabilidades y amenazas asociadas).
- Leyes y regulaciones aplicables.
- Necesidades propias del negocio.
- **Estructura**
 - VLAN's, Zonas y Subredes, NAT, Ruteo, Redes Inalámbricas, Cableado, ubicación física.
- **Métodos de Transmisión y autenticación en red**
 - VPN's (IPSec), TLS o SSL, SSH, WEP, WPA, SNMPv3, Radius, TACACS+, Kerberos, 802.1x, LDAPS, PGP, entre los principales.
- **Medidas de seguridad**
 - Firewalls (filtrado de paquetes y de aplicación o contenido), NIDS o NIPS, Análisis de Vulnerabilidades desde la red.

9.2 SSL (Secure Sockets Layer)

Protocolo diseñado para ofrecer confidencialidad y fiabilidad. (Fig.1)

- Permite comunicación segura entre aplicaciones cliente/servidor. Integrado en la mayoría de navegadores y servidores Web.
- **Seguridad criptográfica**
 - Conexión segura entre dos partes.
- **Interoperabilidad**
 - Comunicación entre diversas aplicaciones que usen SSL.
- **Eficiencia relativa**
 - Maneja un esquema de almacenamiento temporal.

Fig.1



Protege de:

- Escuchas (Eavesdropping)
- Modificación (Tampering)
- Falsificación (Message forgery)

9.3 Firewall

Mecanismo para implementar las políticas de seguridad.

- Simplifica la administración de seguridad de una o varias redes y ayuda a controlar el acceso de grupos de usuarios a servicios.

Políticas: Definen los servicios de red que pasan por el Firewall y cómo.

- Grupos de usuarios
 - Quién los puede utilizar (origen)
 - Para ir a dónde (destino)
- Cuándo se pueden utilizar (horario)
- Qué restricciones aplican (Filtros)
- Cómo los van a utilizar (Autenticación)

Pasos para definir Políticas

- Identificar todos los grupos de personas
 - Agrupar grupos de personas en redes (IP)
- Para cada red, identificar todos los servicios y destinos válidos
 - Para cada servicio, identificar horario y reglas especiales (filtros, autenticación, etc.)

Dos filosofías: Todo lo que no está permitido está prohibido y Todo lo que no está prohibido está permitido

- Si se instala sobre una red en producción:
 - Cerrar todos los servicios e irlos abriendo
 - Abrir todos los servicios e irlos cerrando
 - Instalar en ambiente de pruebas paralelo y migrar a producción.

9.4 SNMP (Simple Network Management Protocol)

El Modelo de SNMP consiste de:

• Agente

Una entidad SNMP en algún dispositivo: servidor, router, firewall, switch, etc., que tiene información almacenada en un MIB.

- El Agente provee la interface entre el manager y el dispositivo físico administrado, actúa como servidor, y se ejecuta en cualquier dispositivo de red que tenga soporte para SNMP.

• Manager

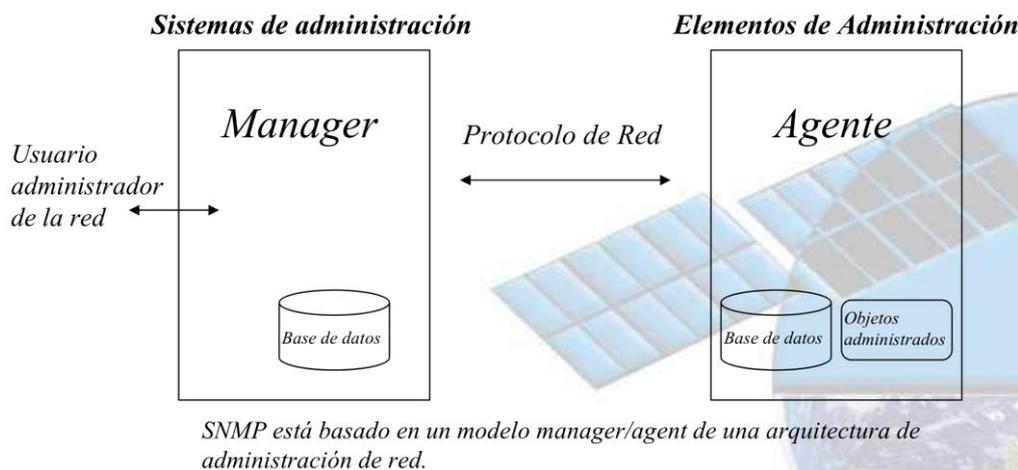
Un cliente en la red que accede al MIB del agente para obtener información.

- El Manager provee la interfaz entre el usuario administrador de red y el manager del sistema, administra dispositivos de red y se ejecuta en PCs (sistemas Windows y/o Unix)

- El Manager y el Agente utilizan el protocolo Management Information Base (MIB) y un conjunto relativamente pequeño de comandos para intercambiar información.

• MIB

Un grupo de variables asociadas con algún dispositivo de red, donde se almacena información del objeto administrado.



Mensajes Básicos:

- **GetRequest:** Utilizado por el manager para obtener información de variables específicas.
- **GetNextRequest:** Utilizado por el manager para obtener la siguiente información del objeto administrado.
- **GetBulk:** Utilizado por el manager para obtener un grupo de variables.
- **SetRequest:** Utilizado por el manager para realizar cambios a un valor de alguna variable en específico.
- **GetResponse:** Utilizado por el agente para enviar la información pedida por el manager.

Los mensajes GetNext y GetBulk son utilizados cuando Manager no conoce el MIB del Agente. Esto es importante, ya que, esto permite al Manager revisar la base de datos del MIB entera sin previo conocimiento. A esto se le conoce como MIB walk.

- **TRAP:** Utilizado por el agente para enviar mensajes “espontáneos” al manager para notificar eventos importantes.



La mayoría de firewalls, routers y servidores guardan sus estadísticas operacionales en Identificadores de Objeto (OIDs). Estos OIDs están definidos mediante la estructura estándar de SNMP y pueden obtenerse remotamente.

- Los OIDs consisten en números separados por puntos decimales (p. ej., 1.3.6.1.4.1)

Para su fácil uso los proveedores de equipo proveen archivos MIB para sus dispositivos que definan las funciones de los OIDs que éstos contienen. El MIB asocia a cada OID una etiqueta legible (p.ej., dpsRTUAState) y otros parámetros relacionados con el objeto.

- Por lo que el MIB sirve como un diccionario de datos o “code book” que es utilizado para ensamblar e interpretar los mensajes de SNMP.

Ejemplo de comunicación del Comando GetResponse:

Cuando un SNMP manager quiere “saber” el valor de un objeto, tal como el estado de un punto de alarma, el nombre del sistema o cualquier otra característica, ensamblará un paquete GET que incluya el OID de cada objeto de interés.

El elemento recibe la petición y busca cada OID en su “code book” (MIB). Si el OID es encontrado (el objeto es administrado por el elemento), es ensamblado un paquete de respuesta y enviado con el valor actual del objeto. Si el OID no es encontrado, es enviado una respuesta especial de error que identifica que el objeto no es administrado.

Versiones SNMP

- **SNMPv1**

- En esta versión la seguridad se limita en el string (frase de caracteres) de la comunidad y controles de acceso basados en las direcciones IP de los servidores de administración. La comunicación de los datos no son cifrados.

- **SNMPv2**

- Esta versión expande los números de los códigos de errores, incrementa el tamaño de los contadores utilizados para seguirle la pista a los datos.

- **SNMPv3**

- Esta versión provee mayor seguridad y mayores capacidades de configuración remota que sus predecesores. El acceso no está limitado a una sola comunidad, es introducido nombres de usuario y contraseñas. Las vistas de los OIDs está basado por usuario. Soporta cifrado de transferencia de datos y también provee detección de errores de transmisión.



CAPITULO 10. PROYECTOS Y NEGOCIOS EN TELECOMUNICACIONES

Objetivo

Conocerá las etapas de desarrollo de un proyecto de telecomunicaciones y las herramientas para llevar a cabo la administración de un proyecto con la finalidad de crear un producto o servicio que alcance un objetivo satisfactorio en costo, tiempo y calidad.

Definición: En forma general un proyecto es un plan de actividades que se establece con el fin de buscar una solución al planteamiento de un problema o de una necesidad, ya sea de una empresa o un individuo.

– Un proyecto de inversión es un plan al cual se le asignan recursos de capital y se le proporcionan insumos de diversos tipos con el fin de obtener un beneficio, a través de un servicio, un producto, un bien, etc.

10.1 Evaluación Económica de Casos de Negocios (Business Case)

La evaluación de proyectos de inversión tiene como objeto conocer la cantidad de recursos que se le tendrán que asignar y el beneficio que se aportará para decidir si debe realizarse o no el proyecto.

El beneficio que se obtiene de un proyecto es futuro por lo que existe un riesgo. El riesgo es la probabilidad de que el resultado del proyecto sea distinto de lo esperado.

- No se deben tomar decisiones sin evaluar el riesgo.
- El riesgo es una variable percibida con componentes objetivos y subjetivos. Los componentes subjetivos suelen ser la mayoría.
- Identificar los riesgos ayuda a identificar la percepción del riesgo.

La toma de decisiones acerca de un proyecto siempre deben realizarse a través de una participación multidisciplinaria. El contar con la mayor cantidad de información posible para la toma de decisiones favorece el éxito de un proyecto.

- Todo lo anterior no garantiza ni elimina por completo el riesgo.

Estudio de Mercado

Es la primera parte de la investigación formal del estudio. Se determina y cuantifica la oferta y la demanda. Se realiza el estudio de comercialización

- Pretende contestar la primera pregunta de ¿Existe un mercado viable para el producto o servicio que se pretende ofrecer?

Estudio Técnico

Tiene por objeto proveer información para cuantificar el monto de las inversiones y los costos de operación. A través de este estudio se pretende determinar:

- El tamaño y localización óptima del proyecto.
- Ingeniería del proyecto y la tecnología a utilizar.
- Análisis administrativo y legal (Tratamiento a fondo en el proyecto definitivo).

Estudio Económico

Tiene como objeto el ordenar y sistematizar la información de carácter económico (dinero) que resultan de los estudios anteriores para elaborar los cuadros analíticos que sirven como base para la evaluación económica. Mediante este estudio se determinan:

- Costos totales y de la inversión inicial.
- Depreciación y amortización de la inversión inicial.

Inversiones o CAPEX (Capital Expenditures)

La inversión inicial comprende la adquisición de todos los activos tanto fijos como diferidos necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, con excepción del capital de trabajo.



– Activos fijos o tangibles: Son los bienes propiedad de la empresa como terrenos, edificios, maquinaria, vehículos de transporte, herramientas y otros.

– Activos diferidos o intangibles: Son el conjunto de bienes propiedad de la empresa necesarios para su funcionamiento. Incluyen patentes, marcas, diseños comerciales o industriales, asistencia técnica o transferencia de tecnología, gastos pre-operativos y de instalación, contrato de servicios (agua, luz, teléfono, etc.), estudios administrativos o de ingeniería, estudios de evaluación, capacitación del personal, etc.

• En proyectos de telecomunicaciones la compra de equipo se programa conforme la necesidad de capacidad va creciendo. Por ejemplo, las tarjetas de una central telefónica, actualizaciones de software, etc.

10.2 Diseño, Implementación y Entrega de un Proyecto (Fig.1)

• Levantamiento de requerimientos del cliente

Un sistema se propone, se diseña, y se implementa, porque conlleva un beneficio al usuario. El escenario y los factores internos o externos que intervienen o influyen en una decisión pueden ser muy variados. Sin embargo, existen principios que se conservan. El diseño propuesto debe satisfacer uno o varios de estos principios, que son:

- a) Se presenta al cliente/usuario un nuevo paradigma que a su vez propone un nuevo modelo de negocio, el cual es rentable y generará entrada de capital.
- b) Se demuestra un ahorro sustancial, por lo general en el aspecto operativo (OPEX), en un modelo ya existente.
- c) Para un modelo ya existente, se demuestra que se podrá hacer más con lo mismo, o mejor aun, que se podrá hacer más con menos.
- d) Para un modelo ya existente, se demuestra que los ingresos se incrementarán, con el mismo nivel de inversión, o menor.

En esencia, la justificación para materializar un sistema y llevarlo a la operación es siempre de índole económica. Incluso en aquellos casos donde un sistema se implementa por otra razón primaria, siempre existirá un trasfondo económico.

El desarrollar un diseño correcto para un problema dado, y más importante aun, el llevarlo a feliz término mediante una implementación exitosa, depende en gran medida de que el planteamiento inicial se haya hecho correcta y eficientemente. El correcto planteamiento de un problema debe definir claramente lo siguiente:

Objetivo: El objetivo de un análisis y el diseño derivado del mismo deben especificarse como una sentencia clara, sencilla y corta, especificando que requerimiento(s) o necesidad(es) se pretende satisfacer.

Audiencia: Existen tantas diferentes ópticas sobre un problema como personas hay que puedan abordarlo. Siempre es importante dejar claro quien o quienes son las personas a quien esta dirigido un escrito, como lo es un diseño. En ocasiones, será también necesario indicar qué conocimientos previos son necesarios para comprender el mismo.

Enfoque: El enfoque de un estudio indica el punto de vista desde el cual se aborda el problema en cuestión. Por ejemplo, una necesidad de instalar teléfonos en una empresa puede verse desde el punto de vista financiero (cuanto costará), desde el punto de vista operativo (que uso se le dará a los teléfonos), desde el punto de vista técnico (que solución tecnológica se utilizaran para llevarlo a cabo), etc.

Alcances: Esta es una parte muy importante de un estudio o diseño, que es necesario definir a priori. El alcance de un estudio o proyecto indica hasta dónde se pretende llegar en el mismo. Es decir, se acota la extensión del diseño, se detalla claramente cuales serán los entregables del mismo, que partes comprenderá, y también muy importante: que partes no estarán cubiertas.

• Conceptualización y modelado

La conceptualización es tal vez el punto más crítico al plantear un sistema. Requiere la habilidad de concebir una solución a las necesidades (requerimientos) del cliente, y de abstraer dicha solución en un modelo, que será la base para toda definición futura. Una acertada abstracción facilitará la concepción a detalle del sistema. Una definición deficiente en esta etapa supondrá problemas cada vez mayores en las etapas subsecuentes.

• Descripción de interfaces y subsistemas

Es aquí donde el detalle fino del diseño es especificado. Se deberá definir los subsistemas e interfaces suficientemente bien como para que el o los ingenieros encargados de implementarlos puedan realizar su trabajo. Es en esta etapa donde el sistema puede ser optimizado, sus cualidades magnificadas y sus deficiencias minimizadas.

• Ingeniería y diseño detallado

Es mediante un proceso de ingeniería, y también de arquitectura pero a un nivel más detallado, que se concibe como serán las implementaciones de cada interfaz y cada subsistema. A diferencia de la etapa anterior donde la definición es puramente conceptual, la etapa de ingeniería es necesariamente dependiente de una tecnología específica, y requiere habilidades específicas y profundas en ramas puntuales del conocimiento.

• Desarrollo, construcción e implementación

Es la misión del ingeniero detallar especificaciones para la construcción. En muchas ocasiones es necesaria la cercana supervisión del encargado del diseño durante la construcción del sistema, y una profunda interacción con los responsables, como es el administrador de proyectos, y en general todos los equipos que intervienen en esta fase.

• Pruebas, certificación y aceptación

Después de que la construcción ha terminado, se requiere certificar que tanto cada subsistema, como el sistema como un todo, efectivamente y cabalmente realizan las funciones para las que fueron diseñados. Esta etapa en realidad suele ser un proceso iterativo, en la cual, tras sucesivas pruebas, con las consecuentes correcciones o modificaciones, finalmente se acepta el sistema y cada uno de sus subsistemas. Una etapa de pruebas y certificación breve es resultado de un diseño concienzudo, en el cual se realizaron las suficientes verificaciones teóricas, o “pruebas de escritorio”.

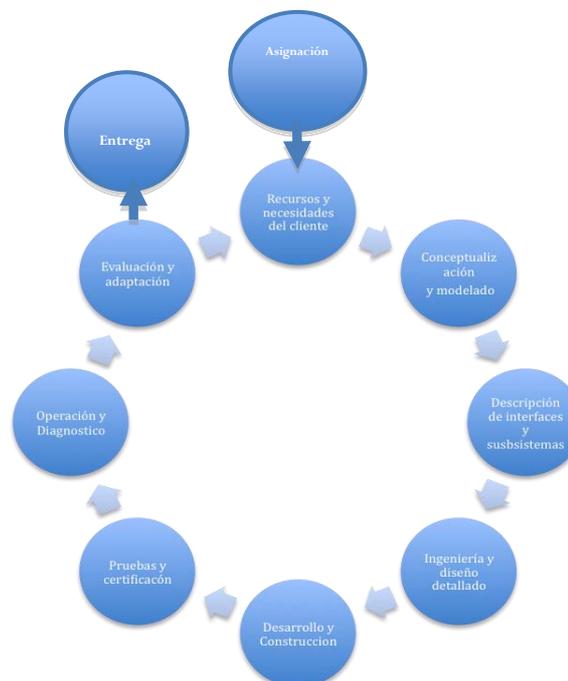
• Operación y diagnóstico

Al pasar el sistema su último control de calidad “en frío”, es decir, antes de operar, se debe también realizar pruebas de estrés al sistema estando en funcionamiento. Se requiere hacer pruebas al sistema aplicando carga (entradas), y observando sus salidas, verificando que los procesos que se deban realizar se lleven a cabo según lo especificado. En caso de que este tipo de pruebas “en caliente” fallen, tal vez será necesario realizar ajustes en etapas previas, iterando a través de todas las etapas hasta obtener resultados satisfactorios.

• Evaluación y aceptación

Al llegar a este punto el sistema debe haber pasado rigurosas etapas de prueba y verificación, tanto “en frío” como “en caliente”. Debe estar completamente certificado en todas sus funcionalidades. Para que el cliente acepte el sistema, se deberá presentar y ejecutar un protocolo de aceptación basado principalmente en la percepción del cliente, siendo a su vez exhaustivo en cuanto a funcionalidades, pero no necesariamente en cuanto a capacidad (en muchos casos, un muestreo representativo será suficiente).

Fig.1





10.3 Gestión de Proyectos de Telecomunicaciones

No es suficiente que un sistema haya sido eficientemente diseñado, que opere con bajos costos, ofreciendo a sus usuarios un servicio excepcional, que sea seguro, que sea escalable, que sea de fácil uso. Para que el sistema pueda ser comercialmente explotado, y por lo tanto signifique un negocio para alguien, es necesario que el sistema tenga facilidades de gestión, en otras palabras, que sea administrable y el uso de sus recursos cuantificable, y por ende, facturable.

Hoy en día muchas empresas grandes utilizan Project Management para gestionar sus proyectos; “Es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para satisfacer los requerimientos del mismo”.

- Mejora la comunicación entre los participantes de un proyecto
- Aumenta el entendimiento del proyecto y su objetivo
- Permite definir y controlar el alcance del proyecto
- Da una proyección exacta de los requerimientos de recursos
- Mejora la evaluación y mitigación de los riesgos del proyecto
- Da la capacidad y mecanismos de medir el desempeño del proyecto
- Identifica y comunica los problemas
- Da la claridad y alineación con las metas corporativas

Conceptos Básicos:

Principales Roles en un proyecto

• Sponsor

Es el individuo o grupo interno o externo a la organización ejecutante que proporciona los recursos financieros y establece prioridades

• Project Manager

Es la persona con la autoridad y con la responsabilidad de entregar el proyecto documentado en tiempo y presupuesto

• Team Members

Son especialistas funcionales que usan sus habilidades para contribuir en los entregables del proyecto. Pueden reportar directa o indirectamente al Project Manager.

• Functional Managers

Son los gerentes responsables de actividades y recursos de una cierta área específica.

• Stakeholders

Individuos u organizaciones que están activamente involucrados en el proyecto o cuyos intereses pueden ser afectados positivamente o negativamente como el resultado de la ejecución o conclusión del proyecto. Cualquiera con un “interés” en el proyecto es un stakeholder (clientes, usuarios finales, accionistas, departamentos de soporte y mantenimiento, representantes de ventas, etc).

Project Management Body of Knowledge (PMBOK) es termino genérico que describe la totalidad de los conocimientos de la profesión de Administración de Proyectos.

– Al igual que otras profesiones como abogacía, medicina o ciencias económicas, los conocimientos residen en los practicantes y académicos que lo aplican y lo desarrollan.

– El conjunto completo de conocimientos de Administración de Proyectos incluye conocimientos de practicas tradicionales ampliamente aplicadas, así como conocimientos de practicas innovadoras y avanzadas de uso más limitado.

- El Project Management Institute PMI ®



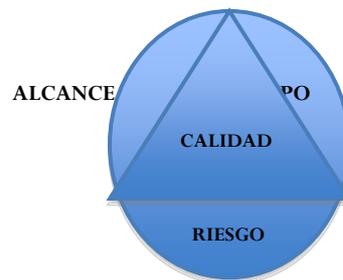
Asociación autónoma, no lucrativa, fundada en 1969, dedicada a mejorar el estado del arte de la ciencia y aplicación de la administración de proyectos.

– Objetivo principal: Profesionalizar la práctica de la Administración de Proyectos mediante:

- Estándares internacionales (PMBOK Guide)®
- Congresos y convenciones
- Publicaciones
- Certificación como PMP (Project Manager Professional)
- Certificación de proveedores de servicios de capacitación en PM (REP; Registered Education Provider) www.pmi.org

Elementos de un proyecto:

- Alcance.-¿Que estamos entregando?
- Tiempo.-¿Cómo estamos generando los entregables? ¿cuanto nos tomará generarlos?
- Costo.-¿a quien necesitamos para completar el proyecto? ¿Qué otros recursos necesitamos? ¿Cuánto necesitamos para cada uno? ¿Cuánto nos costará?
- Calidad.-¿para que estándar de calidad o medida estamos desarrollando el entregable? ¿Qué tan bueno debería ser?
- Riesgo: ¿Qué tan seguros y confiados estamos de las condiciones que rodean al proyecto y terminar el proyecto acorde al plan?



CONCLUSIONES

El ritmo de vida y la evolución tecnológica hacen necesaria la transmisión de una cantidad de información simultánea cada vez mayor. La integración de servicios tanto de voz, datos y video, así como de un sin número de nuevas aplicaciones multimedia, comienza a emerger como una realidad cada vez más atractiva tanto para las compañías, (en su papel de usuarios finales) como para los operadores y proveedores de servicios de telecomunicaciones, desde las empresas pequeñas como ISP hasta los grandes carriers. Esto produce que en un futuro se lleve a cabo que las empresas de telecomunicaciones puedan obtener una “Red de Sigüiente Generación” (Next Generation Network).

Fig. 1

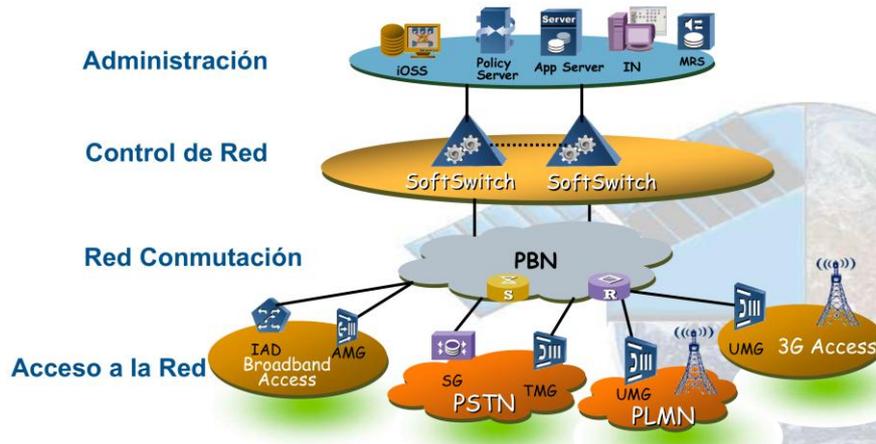


Fig.1 Arquitectura Red NGN

Son muchas las ventajas que las empresas de telecomunicaciones pueden obtener de las redes de siguiente generación. Las ventajas competitivas de la red convergente consistirán en ofrecer diferentes beneficios, ya sea que se trate de una pequeña o mediana empresa (PyME) o un corporativo. Obviamente se darán diferentes impactos económicos, según el tamaño y nivel de gastos de cada empresa.

Es necesario que las compañías integren a sus estrategias, tanto competitiva como de negocios, la parte tecnológica, de tal manera que las redes de siguiente generación sean una parte importante de sus planes futuros de desarrollo. Esto asegurará su futura competitividad en un área tan competitiva como lo es el sector de las Telecomunicaciones. Tanto los proveedores de servicio como los operadores de la mayoría de las áreas de telecomunicaciones (servicios de Internet, de carrier, de cable, servicios inalámbricos o de voz a través de la red PSTN) tendrán que prepararse para enfrentar los cambios e incorporar los nuevos modelos de negocio que la implementación de redes de siguiente generación traerá consigo.

La manera en que las empresas de telecomunicaciones se mueven en México, es decir, el hecho de ser seguidores y no pioneros en el uso de nuevas tecnologías, representa una gran limitante en el sentido de que no iremos a la par con países más desarrollados sino que tendremos un atraso significativo en cuanto a tiempo de implementación de las NGN.

Existen todavía metas que alcanzar, pero las previsiones muestran claramente que los operadores de red que acepten los retos e implementen el concepto de NGN en sus redes tendrán mucho más éxito que los que no lo hagan. Los nuevos servicios y aplicaciones son los generadores de ingresos del futuro. Las NGN son la llave para abrir estas capacidades.





GLOSARIO

Alien Crosstalk: Es la interferencia electromagnética entre cables y equipos de hardware que están conectados en posiciones adyacentes.

AWG: Acrónimo de American Wire Gauge que es el calibre de alambre estadounidense.

Broadcast: Difusión o transmisión de datos a todas las direcciones de la red.

Cable ASP (Aluminum Steel Polyethylene): Cable con armadura de aluminio y acero, aislado con polietileno.

Cable FTP (Foiled Twisted Pair): cable de par trenzado en una envoltura de aluminio para evitar interferencias.

Cable UTP (Unshielded Twisted Pair): Son cables de par trenzado sin armadura que se utilizan para diferentes tecnologías de red local. Son de bajo costo y de fácil uso, pero producen más errores que otros tipos de cable y tienen limitaciones para trabajar a grandes distancias sin regeneración de la señal.

COFETEL: Comisión Federal de Telecomunicaciones.

ETSI (European Telecommunications Standards Institute): Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones.

E1: Es una trama conformada por 30 canales de voz, mas uno de sincronía y uno de control (señalización). Cada canal de voz con la velocidad de 64 kbps, dándonos un resultado total de 2048 kbps de capacidad de transporte.

Fire Barrier: Es una barrera contra incendios que se instala siempre que el cableado atraviesa una pared ya sea en cableado horizontal o cableado vertical.

ISP (Internet Service Provider): Proveedor de Servicios de Internet.

MoU (Memorandum of Understanding): Tratado con el que se acordó la construcción de un sistema de comunicación estandarizado que operara en una banda de 900 Mhz: GSM.

Multicast: Difusión o transmisión de datos a ciertas direcciones de la red.

NGN (Next Generation Network): Red de Siguiete Generación.

PBX (Private Branch Exchange): Central de Conmutación Privada.

PLMN (Public Land Mobile Network): Red Móvil Terrestre Publica.

PSSTN (Public Switched Telephone Network): Red de Telefonía Conmutada Pública.

QoS (Quality of Service): Se refiere a la calidad del servicio en algún sistema de comunicaciones.

SCT: Secretaria de Comunicación y Transportes.

Softswitch: Conmutación por Software. Programa que realiza las funciones de un conmutador telefónico y sustituye a éste al emular muchas de sus funciones de dirigir el tráfico de voz, pero además añade la flexibilidad y las prestaciones propias del tráfico de paquetes.

Spread Spectrum (Espectro Disperso): Técnica de acceso que evita el problema de la transmisión insegura de datos porque usa múltiples frecuencias para aumentar la inmunidad al ruido y hace que sea más difícil que intrusos intercepten la transmisión de los datos.

Time Slot (Ranura de tiempo): Intervalo de tiempo continuamente repetido o un periodo de tiempo en el que dos dispositivos son capaces de interconectarse.

Triple Play: Es la comercialización de los servicios telefónicos de voz junto al acceso de banda ancha (Internet), añadiendo además los servicios audiovisuales (canales de TV y pago por visión).

Throughput: Se llama throughput al volumen de trabajo o de información que fluye a través de un sistema.



Trunking: Los Sistemas Radio Trunking son sistemas de radiocomunicaciones móviles para aplicaciones privadas, formando grupos y subgrupos de usuarios. El trunking es un sistema de radio en el que todas las comunicaciones van precedidas de un código de llamada similar a una telefónica; si nuestro equipo la recibe y no es el destinatario la emite de nuevo, actuando como repetidor, y si es el destinatario se establece un circuito para asegurar la comunicación. Por lo tanto solo oímos las comunicaciones destinadas a nosotros. Dependiendo del servicio instalado se puede implementar conexión a la red de telefonía pública.

UMTS (Universal Mobile Telephone System): Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles.

1000Base-T: Recogido en la revisión IEEE 802.3ab, es un estándar de Fast Ethernet para redes de área local del tipo Gigabit Ethernet sobre cable de cobre trenzado sin blindaje. El primer paso para lograr un ancho de banda de 1000 Mbps (Gigabit) es utilizar los cuatro pares de hilos en lugar de los dos pares tradicionales utilizados para 10BASE-T y 100BASE-TX. Esto proporciona 250 Mbps por par.

10GBase-T: Estándar en desarrollo por la IEEE que trabaja a 10 Gigabit/seg.



BIBLIOGRAFÍA:

- Academia de Networking de Cysco Systems

Guía del primer año. CCNA 1 y 2

Tercera Edición

Editorial: Pearson Educación, S.A

Madrid 2004

- www.satmex.com
- www.motorola.com/Business/US-EN/Business+Product+and+Services/Wireless+Broadband+Networks/WiMAX
- www.pmi.org