

Fundamentos de Comunicación

Contenido

Pasado y presente	2
Evolución en Telecomunicaciones	2
Telecomunicación 1.0: Comunicación analógica: el origen de Tecnología de comunicación moderna	4
Telecomunicación 2.0: Comunicación digital: el mito de Shannon	6
Telecomunicación 3.0: Red de comunicación basada en IP:.....	8
1. IP gana en la competencia con ATM (modo de transferencia asíncrono)	8
2. Hacia una red de telecomunicaciones basada en IP exhaustiva	9
(a) Sistema de conmutación basado en IP	9
(b) red de acceso basada en IP	10
(c) Evolución IP de la red de transporte	10
3. Resumen de evolución a All IP	10
Ingresando a la Era de las Telecomunicaciones 4.0	11
1. La agilidad	11
2. La utilización de sistemas abiertos, “Colaborativos”	11
3. Software (virtualización)	11
4. La integración de IT y CT.....	12

Pasado y presente

La comunicación es una de las demandas más básicas para los seres humanos. Ha habido una larga historia desde que los humanos comenzaron a comunicarse entre sí por diferentes enfoques. Durante miles de años, las personas han pasado información usando figuras, símbolos, tambores y fuegos artificiales. La evolución adicional incluye hablar idiomas y aquellos escritos en papel. El desarrollo continuo de la comunicación sigue cambiando la vida de las personas.

En África antigua, el sonido es el medio más antiguo de entrega de mensajes registrado. Mediante el uso de un tipo especial de tambor, los mensajes podrían entregarse a una distancia de más de 50 km retransmitiendo cada 3-4 km. Los mensajes fueron codificados en patrones específicos de ritmos. El hombre nunca se ha detenido a explorar nuevas formas de comunicación mediante las cuales los mensajes pueden entregarse más y más rápido.

En la antigüedad, la manera más rápida de entregar mensajes en los que la gente podía pensar era en utilizar la paloma mensajera, el caballo de correos y el poder del hombre. Como todos sabemos, Marathon está en la memoria del mensajero griego que estaba mortalmente cansado después de correr durante 42 km. El mensajero griego, Phedippides, que pasó a la historia humana, siempre nos recuerda las dificultades que la gente ha encontrado en el camino de las tecnologías de la comunicación. **Nuestros antepasados creían que la velocidad de entrega de mensajes estaba limitada por medio del movimiento físico** y no se podrían imaginar cómo vive la gente en la sociedad moderna. Este cuello de botella no se desbloqueó hasta que se descubrió la señal eléctrica.

La aparición de la señal eléctrica trajo un cambio significativo a la sociedad humana.

En cierto sentido, la señal eléctrica, como medio de transmisión de información, reemplazó los movimientos físicos requeridos anteriormente. Esto abrió un nuevo capítulo de las telecomunicaciones modernas logrando avances revolucionarios.

Este espectacular proceso y desarrollo tecnológico se puede dividir en tres fases, incluida la era de las telecomunicaciones 1.0, 2.0 y 3.0. Sin la continua acumulación y evolución, no hay ninguna posibilidad para nosotros de dar la bienvenida a la era de las telecomunicaciones 4.0. En consecuencia, **es necesario que miremos hacia atrás y comprendamos cómo evolucionó la tecnología de las telecomunicaciones durante este magnífico proceso de innovación.**

Evolución en Telecomunicaciones

El desarrollo de las redes de comunicación es un proceso mixto de innovación constante, auto-revolución y reinención. Después de la evolución de lo analógico a lo digital, y más allá de la tecnología de paquetes basada en IP, la red de comunicaciones ahora está entrando en la era de las telecomunicaciones 4.0 respaldada por la tecnología de la información (IT) común.

Durante más de cien años, el papel de las redes de comunicación ha cambiado desde un simple medio que conecta a las personas mediante la entrega de mensajes a un sistema gigante y sofisticado que conecta no solo seres humanos sino también "Cosas" en espacios reales y virtuales, cambiando significativamente como la gente trabaja, vive y funciona la sociedad en muchos aspectos. Estos cambios son ininterrumpidos y las tecnologías de comunicación han avanzado continuamente durante el proceso de reunión y creación de nuevas demandas.

La tecnología de la información (TI) y la tecnología de la comunicación (CT) se consideran dos áreas de tecnología diferentes antes del auge de la era de las telecomunicaciones 4.0, dado que requieren diferentes estándares de disponibilidad, escala de inversión en equipos, etc.

Esto da como resultado para la **CT una industria relativamente cerrada** con un sistema ecológico dedicado y líneas de productos, que adolece de poca flexibilidad, mala eficiencia y altos costos. Por el contrario, **TI**, que se refiere principalmente a las empresas de Internet, **es conocida por proporcionar servicios de "mejor esfuerzo"**.

Los costos, la eficiencia y la flexibilidad parecen convertirse en cuellos de botella evidentes en la evolución de las comunicaciones. La introducción de Tecnologías de la información puede compensar la debilidad de la industria de la comunicación a la vez que aprovecha el beneficio del hardware común, bajos costos y alta flexibilidad.

El núcleo de la comunicación 4.0 es la implementación de elementos definidos por software a la vez que mantiene la calidad (QoS) de CT. La irrupción de la industria IT en la CT permite acortar los tiempos de desarrollo de nuevos servicios basado en redes con capacidad flexible (Idealmente dimensionamiento automatizado) y de desarrollo de software abierto. Estas capacidades proporcionadas por la nueva red de comunicación hacen posible que los operadores definan y desarrollen sus redes de acuerdo con requisitos específicos, ofreciendo servicios personalizados a los clientes.

La amplia aplicación del software de código abierto (Opensource) obliga a los operadores a transformarse del antiguo ciclo de vida de "Compras, Construcción, Mantenimiento y Venta" a un "DevOps".

Esta transformación a teleco 4.0 tiene un efecto significativo sobre la Industria generando la 4° revolución Industrial (La era del conocimiento). Integra tecnología de información y comunicación con Cyber-Physical Systems (CPS), lo que hace que la industria moderna sea más inteligente.

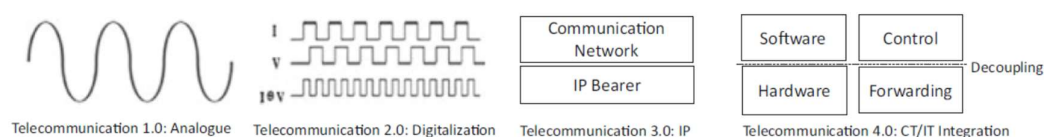
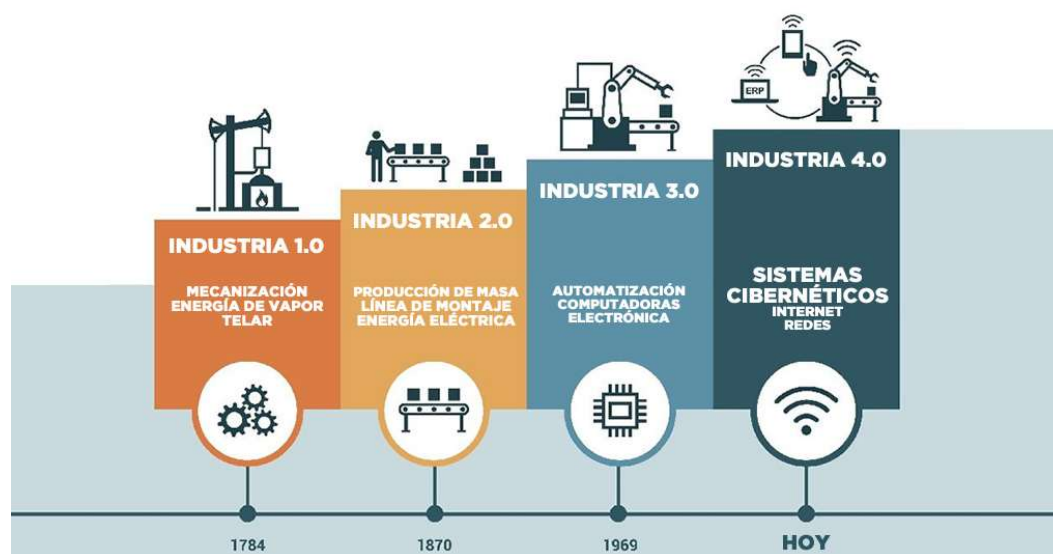


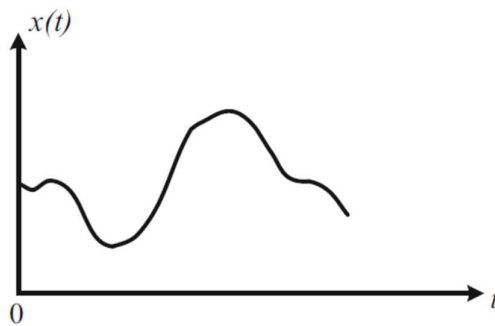
Fig. 1 The development of key telecommunication technology



Telecomunicación 1.0: Comunicación analógica: el origen de Tecnología de comunicación moderna

El campo de las tecnologías de la comunicación experimentó un cambio revolucionario desde mediados del siglo XIX, gracias al descubrimiento de las ondas electromagnéticas y la invención del teléfono. En la historia humana, inicialmente la información se transmitía por cables metálicos, y las ondas electromagnéticas incluso permitían la propagación de información a través del espacio abierto. Desde entonces, la entrega de mensajes ya no depende de los contactos visuales y de audio. La señal eléctrica, como un nuevo tipo de operador, impulsó una serie de innovaciones tecnológicas y abrió una nueva era de telecomunicaciones en la historia humana

La Figura 2 ilustra un diagrama esquemático de una señal analógica de la era Telecomunicación 1.0. La señal analógica presentó la característica clave de esta etapa. **La señal original se representó usando la amplitud, frecuencia y fase de las ondas sinusoidales**, o la magnitud, el ancho y las secuencias de los impulsos.



Las señales analógicas son muy comunes en la vida cotidiana (es decir, señal de voz, señal de interferencia, ruido, etc). Todos ellos tienen una característica común de variada amplitud en el tiempo.

El sistema de comunicación analógica es un proceso de generación de señales analógicas, transmisión a través de señales eléctricas y recuperación de las señales en el extremo receptor. Como se muestra en la Fig. 3, la fuente genera una señal de voz (mecánica), que ingresa al modulador (como transmisores telefónicos y células fotoeléctricas). El modulador/transmisor modula aún más la señal de voz a señal eléctrica continua.

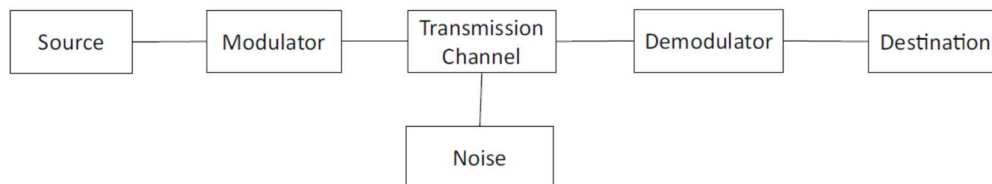
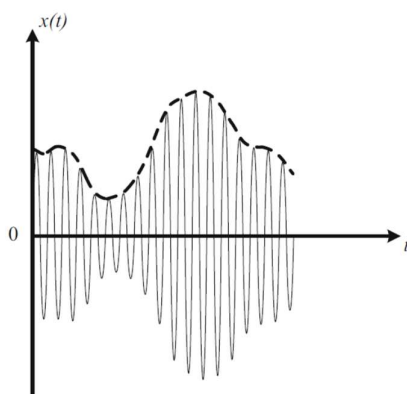


Fig. 3 Analogue transmission system

Uno de los esquemas de modulación más populares es la modulación de amplitud (AM), donde la señal se modula utilizando la amplitud de una onda sinusoidal. Como se muestra en el gráfico 4, la curva discontinua ilustra la señal de voz original, mientras que la sólida representa la onda sinusoidal modulada. La señal eléctrica modulada puede sufrir de diferentes niveles de ruidos durante su transmisión en un cierto medio. En el extremo el demodulador/receptor demodula la señal de acuerdo con ciertos parámetros, restaura la señal de voz y finalmente la entrega al destino. La señal modulada tiene amplitud y frecuencia variables según el esquema de modulación aplicado y las características de la señal de voz original.

Fig. 4 Modulation signals
(amplitude modulation)



Como etapa principal del desarrollo de la tecnología de comunicación, la comunicación analógica pasó por los siguientes momentos históricos.

- En 1864, el físico británico J.C. Maxwell estableció un conjunto de teorías electromagnéticas y predijo la existencia de ondas electromagnéticas. La teoría indica que la onda electromagnética y la luz tienen características comunes y ambas viajan a la velocidad de la luz.
- En 1875, A.G. Bell, joven escocés, inventó el primer teléfono de la historia. Él patentó su invención en 1876. En 1878, logró hacer la primera llamada de larga distancia entre Boston y Nueva York a una distancia de 300 km. La conocida Bell Telephone Company se estableció poco después de este exitoso experimento. Bell Telephone Company tenía un número inicial de 778 clientes, que aumentaron a 3000 clientes a fines de ese año y 100,000 en 3 años. Veinte años después, el número de teléfonos suscritos en la red de Bell llegó a 1,4 millones.
- En 1879, entró en funcionamiento el primer sistema dedicado de conmutación telefónica. Esto estableció la base de la tecnología de conmutación. Almon B. Strowger, un empresario de pompas fúnebres en Kansas City, EE. UU., se dedicó a la investigación de un dispositivo de conmutación automática y lo logró. Almon patentó su invención de la central telefónica automática (interruptor Strowger) en marzo de 1891.
- En noviembre de 1892, se implementó el interruptor Strowger en La Porte, Indiana, Estados Unidos. Por lo tanto, se estableció la primera oficina telefónica en el mundo. La telecomunicación entró en una nueva era.
- En el campo de la comunicación por radio, en 1888, el joven físico alemán H.R. Hertz demostró la existencia de ondas electromagnéticas a través de una serie de experimentos utilizando anillos de ondas eléctricas. Sus experimentos también demostraron la teoría electromagnética de Maxwell. El hallazgo de Hertz tomó por asalto a la comunidad científica. Se considera un hito importante en la historia de la ciencia y la tecnología modernas, que da como resultado el nacimiento de ondas de radio y estimula en gran medida el progreso de la tecnología electrónica.

Notar que la primera generación del sistema **celular analógico** se implementó para uso comercial recién en la década de 1980, proporcionando principalmente un servicio de voz analógico. Usó tecnología de modulación analógica y acceso múltiple por dominio de frecuencia (FDMA).

La velocidad de datos era de aproximadamente 2.4 Kbps. Varios sistemas exitosos incluyen AMPS en América del Norte, TACS en Inglaterra y NMT en el norte de Europa, etc.

La tecnología analógica estaba limitada por sus desventajas intrínsecas a la vez que brindaba un gran éxito a la tecnología de la comunicación. Por ejemplo, es vulnerable a las interferencias por lo que la señal mixta es difícil de restaurar. Esto puede provocar una mala calidad de la llamada telefónica. Además, la llamada telefónica podía ser fácilmente pirateada ya que la modulación analógica es simple y no está encriptada. Simplemente conociendo la frecuencia de Tx y Rx se podía sintonizar un receptor y escuchar la conversación. Además, el desarrollo de la tecnología de telecomunicaciones 1.0 también se restringió debido a la limitada capacidad de la red, la incapacidad de proporcionar servicios de datos, la baja eficiencia de espectro y los altos costos, etc.

Telecomunicación 2.0: Comunicación digital

Para superar los defectos inherentes en el sistema analógico, surgió la tecnología de comunicación digital. Esto también marcó la llegada de la era de las Telecomunicaciones 2.0, en la que la comunicación digital jugó un papel clave.

La información está representada por simples números binarios en la comunicación digital.

El código Morse que todavía está en uso en la actualidad codifica la información de texto en varias combinaciones de puntos y guiones, que también se pueden considerar como una forma variante de "1" y "0" binarios.

Esto fue observado por la invención de PCM (modulación de código de pulso) en 1937, que sentó las bases de la comunicación digital moderna. A medida que la tecnología continuó evolucionando y desarrollándose, el uso de la modulación PCM se convirtió en el núcleo de la tecnología de comunicación que todavía se usa ampliamente en la actualidad.

La señal digital se deriva de la señal analógica por muestreo, cuantificación y codificación. La digitalización de la señal analógica realiza la transición de la forma de onda continua a muestras de datos discretos, que normalmente son tiempos de muestreo cuantificados y amplitud de onda. En la Fig. 5 se da un ejemplo de digitalización. En primer lugar, la señal ya no es continua en el dominio del tiempo. Las muestras se toman mediante el uso de impulsos con un cierto intervalo de tiempo. Como se muestra en la Fig. 5, la frecuencia de muestreo (el inverso del intervalo de tiempo de muestreo) es un parámetro clave en este proceso. Naturalmente, una tasa de muestreo más alta proporciona un intervalo de muestreo más pequeño. Como consecuencia, la señal digitalizada es más precisa y de mayor calidad.

En segundo lugar, las muestras también tienen amplitudes discretas, que se representan mediante códigos binarios con cierta precisión de cuantificación. Diferentes representaciones componen diferentes esquemas de codificación. Como ejemplo, se usa un esquema de codificación binario de 3 bits que proporciona un máximo de 8 niveles de amplitud.

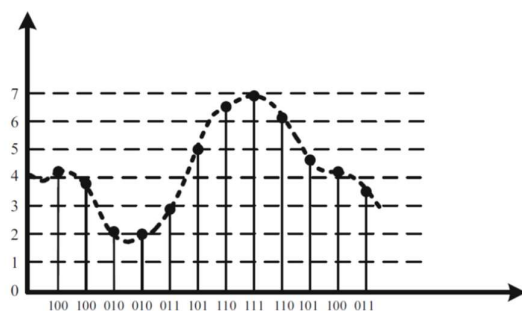


Fig. 5 The digitalization of analogue signals

Por lo tanto, la señal original puede restaurarse en el extremo del receptor con el correspondiente algoritmo de decodificación.

Durante el proceso de desarrollo de la comunicación digital, el móvil ha experimentado un crecimiento exponencial y su evolución se da de forma paralela a la evolución del sistema en general. Las tecnologías más conocidas incluyen GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles) y CDMA (Acceso Múltiple por División de Código) desarrollado por Europa y los Estados Unidos, respectivamente. En comparación con la comunicación analógica, la comunicación digital supera algunas de sus debilidades. En primer lugar, la señal digital tiene una fuerte propiedad de resistencia a la **interferencia** y no sufre acumulación de ruido. La interferencia causada por el ruido puede superarse utilizando esquemas específicos de modulación y codificación y el correspondiente mecanismo de decisión.

Además, el cifrado de las señales digitales es más fácil y flexible, lo que proporciona una transmisión más confiable. A medida que evolucionan las técnicas del circuito integrado, el tamaño de los equipos es cada vez menor y su capacidad de procesamiento mayor. Esto genera una notable reducción en los costos.

Hay numerosos hitos que vale la pena mencionar durante el desarrollo de la comunicación digital en la historia humana.

- En 1837, Morse inventó el telégrafo que podía transmitir información de texto con una serie de puntos y líneas, que se consideraba la señal digital de forma más temprana.
- En 1924, Harry Nyquist propuso el teorema del muestreo, que define la relación entre la frecuencia de muestreo y el ancho de banda de la señal. Estableció la base teórica para la digitalización de la señal de tiempo continuo en forma de muestras discretas.
- En 1937, se inventa el PCM (Pulse Code Modulation), que permite la transformación de la señal analógica a digital. Esta tecnología fundamental sentó las bases para las comunicación digital moderna.
- En 1947, Bell Laboratory desarrolló con éxito un modulador con 24 válvulas electrónicas para uso experimental, que demostraron la viabilidad de la codificación PCM.
- En la década de 1950, comenzó a surgir la tecnología de comunicación digital por microondas. Eran equipos baja frecuencia y bajo ancho de banda. Muchos países, incluidos EE. UU., Australia, Canadá, Francia, Italia y Japón, implementaron el sistema de retransmisión de microondas digital de 4 GHz en sus redes troncales.
- En la década de 1980, la segunda generación del sistema digital de microondas se puso en comercialización. Vale la pena señalar que tanto la primera como la segunda generación de sistemas de microondas digitales residen en el dominio de PDH (Jerarquía digital plesiócrona). PDH sufre de procesos de transmisión complejos y baja eficiencia.

- A mediados de la década de 1980, el nacimiento de SDH (jerarquía digital síncrona) marcó el inicio de la tercera generación del sistema digital de microondas. En 1988, la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) propuso el estándar SDH sobre la base del SONET (Redes Ópticas Síncronas). Comparado con el PDH, SDH consolidó los estándares en Europa y América del Norte, permitiendo interoperaciones globales a la velocidad de STM-1 o superior.
- SDH es más avanzado que PDH en muchos aspectos, incluida la velocidad de transmisión, la estructura de trama, la multiplexación de señal, la asignación de frecuencia, las interfaces y la gestión de red. El sistema de microondas SDH ha experimentado un rápido crecimiento en la década de 1990.
- A mediados de la década de 1980, surgieron los sistemas móviles de segunda generación (2G). El estándar más conocido es GSM y CDMA de Europa y los Estados Unidos, respectivamente, ambos fueron ampliamente utilizados en muchos países. Esto marcó la madurez de las tecnologías inalámbricas de comunicación digital.

En 1988, Qualcomm propuso la tecnología CDMA, que se basa en la comunicación de espectro ensanchado. En 1991, el sistema celular GSM 900 MHz se implementó por primera vez en Europa. GSM se destacó por sus estándares uniformes de interfaz y protocolos bien definidos.

En términos de avance técnico, GSM y CDMA tienen sus propios pros y contras. GSM es adoptado en más países lo que focaliza el despliegue en la interoperabilidad (Roaming) y gestión de las redes, mientras que CDMA es más eficiente en la utilización del espectro y seguridad. CDMA tenía más ventajas competitivas en términos de técnicas, sin embargo, los menores costos en los equipos móviles y la estandarización del roaming establecieron que esta última se implementara de forma global.

La red tradicional basada en acceso por TDM tiene una baja eficiencia y se vio limitada ante un número creciente de usuarios. La red, originalmente diseñada solo para transmisión de audio, también fue incapaz de adecuarse a los variados tipos de servicios de datos que comenzaron a surgir. Estos requerimientos de calidad de servicio, mayores usuarios junto a demandas de una red simple y económica para su despliegue dieron origen a una nueva revolución en la tecnología de la comunicación.

Telecomunicación 3.0: Red de comunicación basada en IP

Para resolver problemas en los sistemas TDM tradicionales, la red de comunicación necesita urgentemente nuevas tecnologías. La red de comunicación basada en IP no era un objetivo preestablecido, sino una decisión técnica tras innumerables debates y prácticas. Tenemos que mirar hacia atrás a mediados del siglo XX para entender cómo la red IP finalmente se destacó.

1. IP gana en la competencia con ATM (modo de transferencia asíncrono)

El Protocolo de Internet, cuya apariencia está estrechamente relacionada con Internet. El predecesor de Internet es la red de prueba ARPANET del ejército de los EE. UU., Que se creó en 1969 para realizar un sistema de interconexión distribuido con control no centralizado. ARPANET adoptó el NCP (Protocolo de control de red) en sus inicios, que fue el prototipo inicial de TCP / IP (Protocolo de control de transmisión / Protocolo de Internet). En 1974, se lanzó oficialmente TCP / IP. En 1981, IPv4 (cuarta versión del protocolo de Internet) se publicó en el estándar RFC (Solicitud de comentarios) 791.

La tecnología ATM coexistió con IP casi al mismo tiempo. Se generaron los famosos "Debates sobre IP y ATM" destinados a unificar la base de la red de comunicación. El estándar inicial de ATM fue propuesto por el UIT-T, con muchas características típicas de los protocolos de red de telecomunicaciones, con el objetivo de un servicio orientado a la conexión, alta fiabilidad y QoS. Esta complejidad del protocolo y los

altos costos, dificultan el despliegue de una red que permita satisfacer la explosiva demanda de ancho de banda y servicios de internet. Aunque IP ganó el debate, estas dos tecnologías son de hecho complementarias en muchos aspectos. A medida que la tecnología IP continuó desarrollándose, tomó prestadas algunas ideas de ATM, tales como MPLS (conmutación de etiquetas multiprotocolo) y QoS (calidad del servicio).

La aparición de servicios de Internet como VoIP (Voz sobre Protocolo de Internet), IPTV (Internet Protocol Television), educación remota, salud móvil y comercio electrónico indica la llegada de una nueva era de All IP "todo sobre IP". A medida que se destaca la tecnología IP, la red de telecomunicaciones también evoluciona gradualmente hacia un sistema basado en IP. Esta evolución se ilustra en la Fig. 6.

2. Hacia una red de telecomunicaciones basada en IP

La red de telecomunicaciones basado en IP incluye dos partes principales, el sistema de conmutación y el sistema de acceso. Ambos sistemas incluyen además subsistemas fijos y móviles.

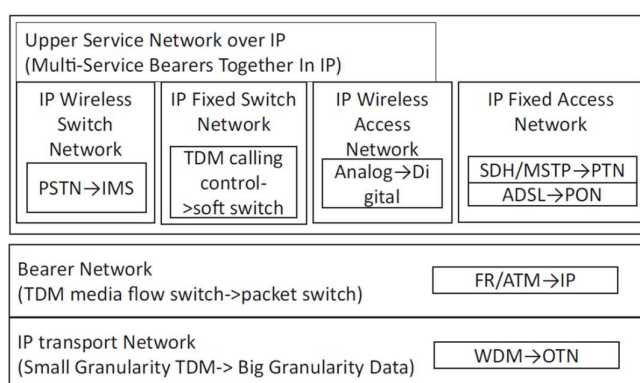


Fig. 6 The evolution of the IP-based communication network

(a) Sistema de conmutación basado en IP

Los conmutadores son elementos clave en la red de telecomunicaciones, que proporcionan muchas funciones básicas en el plano de reenvío. El sistema de conmutación ha jugado un papel esencial en la red de telecomunicaciones desde su nacimiento. El historial del sistema de conmutación se puede dividir en tres etapas, es decir, conmutación manual, conmutación electromecánica y conmutación electrónica. Gracias al surgimiento de las tecnologías de semiconductores e informática, el sistema de conmutación evolucionó gradualmente de manual a electrónico, programático y digitalizado.

Dado que la red móvil llegó mucho más tarde que la red fija, el sistema de conmutación adopta tecnología programática y digitalizada desde la implementación. Sin embargo, la capacidad de la matriz de conmutación y los puertos numéricos están limitados bajo el régimen de conmutación TDM. Por lo tanto, el modo de conmutación se convierte en el cuello de botella de la capacidad general.

A medida que continuó la transición al sistema softswitch basado en IP, el servicio de VoIP se realizó en la red de comunicaciones móviles. La separación del plano de control y el plano de reenvío facilita a los operadores la realización de implementaciones y administración centralizadas, al tiempo que aumenta la conectividad y la capacidad generales del sistema de conmutación. Naturalmente, los dispositivos basados en IP se convirtieron en la tendencia de desarrollo de los conmutadores modernos. A medida que la tecnología se desarrolla, la introducción exitosa de IMS (IP Multimedia Subsystem) marca la realización completa de la red central basada en IP. IMS es similar al softswitch, este se implementa en el dominio CS (conmutación de circuitos), mientras que IMS está activado en el dominio PS (Packet Switching). IMS permite que el PS comparta algunas funciones de la CS y admite servicios multimedia, ya sea que se basen o no en la sesión, por lo tanto, IMS es intrínsecamente una entidad basada en IP extremo a extremo.

(b) red de acceso basada en IP

La red de acceso móvil se diseñó para estar basada en IP desde 3G (tecnología de tercera generación). Se establecen bears (portadoras) para los servicios de datos y de voz de forma independiente. Es decir, los servicios de voz y de datos compiten por los mismos recursos.

Mientras tanto, la red de acceso fijo ha evolucionado desde ADSL (Asymmetrical Digital Subscriber Loop) a VDSL (Very High Bit Rate Digital Subscriber Loop) y hasta PON (Passive Optical Network). Tanto ADSL como VDSL reutilizan el par de cobre, originalmente diseñado para el servicio de voz, lo cual pone un límite a la evolución en el incremento de la demanda de mayores anchos de banda.

Como la red de acceso está completamente basada en IP, toda la red de comunicaciones extremo a extremo está basada en IP, sin embargo, el servicio de voz mantiene la reserva de recursos independiente a los recursos para acceso a servicios de datos

En resumen, la red de telecomunicaciones se transformó en tecnología IP extremo a extremo para los servicios de datos, sin embargo, la voz aún mantiene conexión orientada a circuitos.

(c) Evolución IP de la red de transporte

Es importante notar cómo la red de transporte también evoluciona a las tecnologías IP.

Tanto las redes SDH, como su predecesora la red PDH, están basadas en tecnología TDM, lo que implicaron un alto costo de implementación, bajos recursos y eficiencia de transmisión. Poco a poco la red de transporte se convirtió en el cuello de botella de las redes de telecomunicaciones.

La red de transporte evolucionó de SDH sobre WDM (multiplexación por división de longitud de onda) a IP sobre WDM modulando directamente los datos de IP al WDM. Este enfoque reasignó la funcionalidad de conmutación de la capa SDH a la capa IP con WDM proporcionando puramente el canal físico.

Por lo tanto, el SDH fue reemplazado gradualmente por la tecnología IP / MPLS, con la confiabilidad de transmisión robusta necesaria para las redes de telecomunicaciones.

3. Resumen de evolución a All IP

La adopción mundial de tecnología IP redujo drásticamente los costos de los equipos de telecomunicaciones. Sin embargo, el explosivo aumento del tráfico de datos ha excedido la ley de Moore (*Esta regla establece que, cada dos años, se duplica el número de transistores que caben en un circuito integrado*).

Si bien la reducción de costos permitió sostener el continuo aumento de la demanda de servicios de datos, no ha podido resolver las necesidades de dimensionamiento de capacidades flexibles, de rápido despliegue que permitan la asignación dinámica de recursos. Todo esto exige repensar una nueva generación de redes de telecomunicaciones, lo que indica la llegada de la era 4.0.

Ingresando a la Era de las Telecomunicaciones 4.0

Desde el inicio de las comunicaciones, las demandas de mayor capacidad y servicios se realimentaron mutuamente con la evolución tecnológica. Cuando la brecha entre la demanda y la tecnología es demasiado amplia, generalmente se produce una revolución tecnológica, con la cual la tecnología superar la demanda dando espacio para la creación de nuevos servicios.

La era Teleco 4.0 presenta las siguientes características clave y requisitos de desarrollo.

1. La agilidad

Antes, las redes de telecomunicaciones estaban compuestas de equipos individuales con software y hardware integrados. Las conexiones entre estos equipos son extremadamente complicadas. Las funciones de cada equipo están diseñadas específicamente para casos de uso específicos y normalmente son estáticas.

Por lo tanto, para introducir nuevas características, los operadores necesitan actualizar o reemplazar los equipos instalados. Este es un proceso extremadamente costoso, complejo, y lento, que incluye la preparación de la sala de equipos, la instalación y las pruebas. Lo que no suele satisfacer las necesidades de los clientes, comúnmente llamado TTM (Time to market).

En la era de las Telecomunicaciones 4.0, la característica principal de la red de los operadores es la capacidad de utilizar software instalado en hardware estandar. El hardware no necesita ser reemplazado o actualizado por la implementación de un nuevo servicio. Esto beneficia la implementación **ágil** de las funciones de red.

2. La utilización de sistemas abiertos, “Colaborativos”

Previo a las Telco 4.0, la red es un sistema relativamente cerrado, donde tenemos que proporcionar varias plataformas y protocolos dedicados para cada servicio.

Los crecientes requisitos de los usuarios (demanda) han impulsado a los operadores a mejorar continuamente la capacidad y el rendimiento de la red. La infraestructura se volvió cada vez más compleja, tanto a nivel Hardware como de protocolos de enrutamiento y comunicación. Es necesario evolucionar hacia una red con una estructura simplificada y con capacidad robusta (Alta disponibilidad) y flexible.

La Telco 4.0 intenta resolver este problema basado principalmente en dos tecnologías, NFV y SDN. Esto permite el desacoplamiento entre el software y el hardware, tanto para el networking como para las aplicaciones. Las nuevas redes de telecomunicaciones se implementarán con Hardware estándar (Ej un datacenter de TI), Software ejecutándose sobre máquinas virtuales y sistemas de gestión de los componentes de red (físicos y virtuales) que puedan modificar las capacidades del sistema de forma autónoma.

3. Software (virtualización)

Como ya se mencionó, el aumento de capacidad en una Telco tradicional requiere el reemplazo constante de hardware y software. Esto implica una gran inversión por los costos de reemplazar el HW, adecuación de sala de equipos (Energía y climatización) y Horas de gestión e ingeniería en actualización del Software.

Un nuevo desarrollo requiere al menos de 2 o 3 años siguiendo los procesos de implementación tradicionales, totalmente inaceptable para los requerimientos de hoy en día.

La respuesta es evolucionar a una "softwarización", es decir, una arquitectura de red de comunicación definida por software basado en hardware de uso general que reduce el ciclo de vida de nuevos servicios (No todos los servicios serán exitosos). Esto posibilita la participación de desarrolladores más generales. La virtualización de la función de red (VNF) acortará considerablemente el período de desarrollo de un nuevo servicio de comunicación, si bien aun no se han resuelto los inconvenientes de integración en una arquitectura virtual (NFVI).

4. La integración de IT y CT

La evolución de las tecnologías de la información (IT) y de la comunicación (CT) se desarrollaron de manera independiente. Si bien la CT aprovecha el desarrollo de IP, no son muchos los desarrollos conjuntos.

En la Telco 4.0 el objetivo es "Integrar" las industrias de TI y CT. El resultado es aplicar los conceptos de SDN y NFV provenientes de IT con los requerimientos de calidad de servicio de las CT. El desafío es lograr el intercambio de ideas entre la industria de TI y CT.

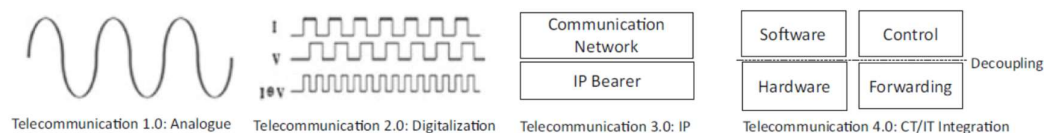


Fig. 1 The development of key telecommunication technology

Así como la Telco 3.0 se resume en "All IP", podemos resumir a la Telco 4.0 como "All IT"