

Telefonía IP

Convergencia de redes

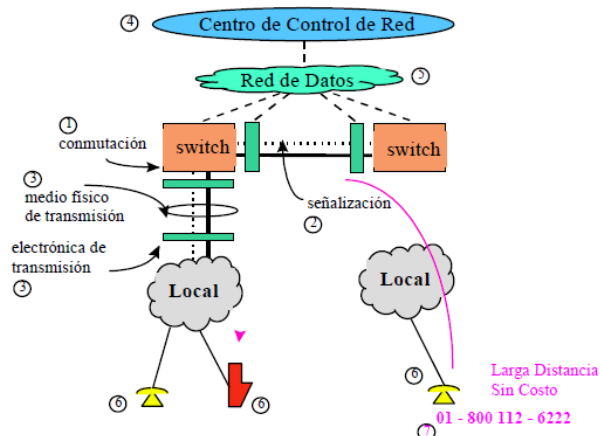
Ing. William Marchand N.
william.marchand@unas.edu.pe

•

•

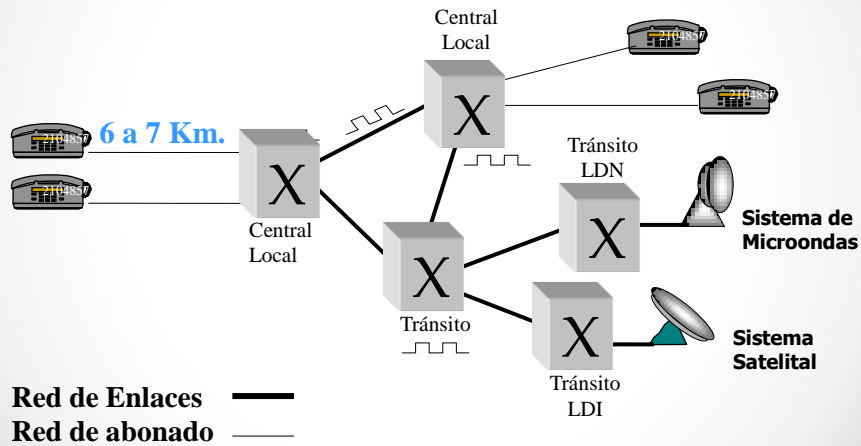
Telefonía pública

- 1) conmutación
- 2) señalización
- 3) transmisión
- 4) gestión
- 5) datos
- 6) equipos terminales
- 7) servicios
- 8) tecnología inalámbrica (no ilustrado)



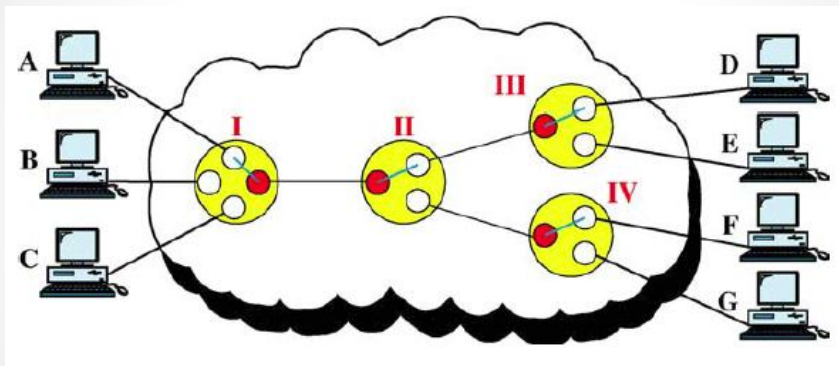
• 2

PSTN



● 3

Conmutación por circuitos



● 4

Conmutación por circuitos

- Técnica que establece un circuito, con la capacidad requerida, durante el tiempo de vida de la llamada, sin almacenamiento intermedio.
- Crea una conexión física directa entre dos dispositivos, tales como teléfonos o computadoras
- Es un método de conmutación en el que se establece, mantiene y termina un circuito físico dedicado a través de una red de proveedor de servicios para cada sesión de comunicación. Muy utilizado en las redes de las compañías telefónicas. RDSI es un ejemplo de tecnología WAN de conmutación de circuitos
- Implica la existencia de un camino dedicado entre las dos estaciones que se quieren comunicar
- El camino consiste en una secuencia de enlaces conectados entre los nodos de la red, En cada enlace físico, se dedica un canal lógico para cada conexión
- Esta comunicación implica tres fases:
 - Establecimiento del circuito
 - Transferencia de datos
 - Desconexión del circuito

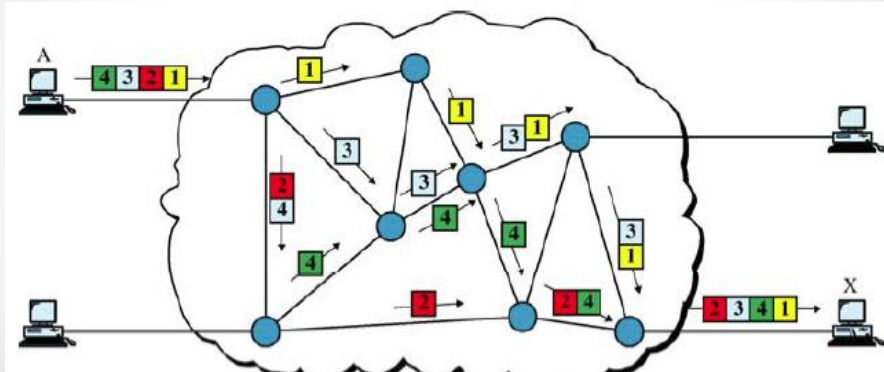
• 5

Conmutación por paquetes

- Es una mejor solución para la transmisión de datos. Se define como una técnica de envío de información empaquetada (bloques de datos), encargándose la red de su encaminamiento hasta el punto de destino
- Los datos son transmitidos en unidades discretas formadas por bloques de longitud variable denominados paquetes. La red establece la longitud máxima del paquete
- Las transmisiones grandes se dividen en paquetes. Cada paquete no sólo contiene datos, sino también una cabecera con información de control.
- Los paquetes son enviados por la red de un nodo a otro. En cada nodo, el paquete se almacena brevemente y se encamina de acuerdo a la información presente en su cabecera.
- Hay dos enfoques posibles de conmutación de paquetes: datagramas y circuitos virtuales

• 6

Conmutación por paquetes



•

• 7

La voz

- Parametrización en el espacio Frecuencial: F_{max} ó Ancho de Banda en Banda Base (BW).
- Señales de Voz: **$F_{max} = BW = 4\text{KHz}$** ; con componentes espectrales entre 200Hz y 4000Hz.
- Señales de Audio: **$F_{max} = BW = 22\text{kHz}$** ; con componentes espectrales entre 200Hz y hasta 22kHz. (!! Música e Instrumentos !!).

F_{max} para Voz $\rightarrow 4\text{KHz}$ (telefonía analógica)

F_{max} para Audio \rightarrow hasta 22KHz

•

• 8

La voz

- La Señal de Voz es una Señal Analógica, con Variación Continua en el Tiempo, y el Protocolo IP es Estrictamente y 100% Digital: ¿Qué Hacemos? "
- **¿Quién debe adaptarse a quién?** La Voz debe adaptarse al Protocolo IP.

Primer Paso: Digitalización

Digitalización de la voz

- Pasos Fundamentales:
 - Filtrado
 - Muestreo y Retención
 - Cuantificación
 - Codificación
- Pasos Secundarios:
 - Consideración de Efectos de Ruido
 - Errores, Compresión y Encriptamiento

Digitalización de la voz

- Al digitalizar un canal telefónico de voz cuyo ancho de banda es 4.000 Hz, tomando muestras al doble de este ancho de banda, implica 8.000 muestras/segundo, las que al cuantificar en 256 niveles y codificar con 8 bit dan como resultado $8.000 \text{ m/s} * 8 \text{ bit} = 64.000 \text{ bit /seg}$, que es el ancho de banda de un canal telefónico digitalizado.
- Proceso de Codificación Típico:**
 - Ancho de Banda Considerado : 4 KHz.
 - Niveles de Cuantificación : 256.
 - Bits de Codificación : 8.
 - Frecuencia de Muestreo : 8 KHz.
 - Tiempo de Muestreo : 250 us.
 - Tasa de Bits Mínima : 64.000 Bits por Segundo. (¡Sin Compresión!).

Una señal de Voz necesita de 4KHz de Ancho de Banda, necesita ser Muestreada a una Tasa de 4000 Muestras por Segundo. Esto equivale a la necesidad de enviar 64Kbits por segundo, para poder transmitirla en formato digital

● 11

Ejemplos de digitalización

Señal	BW (Hz)	Freq. Nyquist	Freq. muestreo	N (bits)	Kbps
Audio	200-20000	40 KHz	48 KHz	16	768
Audio CD	200-20000	40 KHz	44.1 KHz	16	705.6
Telefonía (voz)	200-4000	8 KHz	8 KHz	8	64

Generalmente, cuando nos referimos a la Voz en VoIP, hablamos de Voz para Telefonía. Sin embargo, podemos eventualmente estar hablando de Señales de Audio con mayor Ancho de Banda: Radio sobre IP, Música sobre IP en Tiempo Real, Trunking IP, Multimedia sobre IP, etc.

● 12

Voz sobre IP

La primera solución implantada de Voz sobre IP se hizo realidad en Febrero de 1995 cuando una compañía llamada *Vocaltech Inc.* lanzó el primer software de *Internet Phone*.

Los principales beneficios de implantar Voz sobre IP son:

- Reducción en los Costos
- Consolidación y Simplicidad
- Nuevas Aplicaciones

● 13

Voz sobre IP

- ITU-T—H.323
- IMTC—VoIP
- IETF—SGCP, IPDC, RSVP, RED, RTP, DiffServ, MGCP



● 14

Codec's de VoIP

- Codec: Codificador - Decodificador
- Encargado de los Procesos de:
 - Filtrado
 - Muestreo y Retención
 - Cuantificación
 - Codificación
 - Compresión
 - Encriptamiento
 - Empaquetamiento

● 15

CODEC's Consideraciones

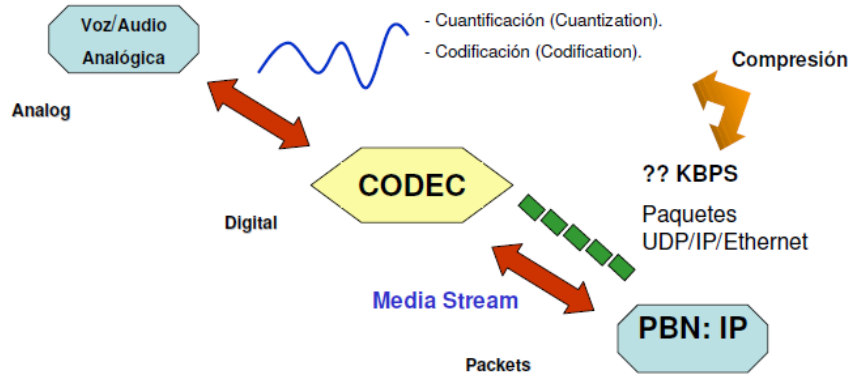
- Procesamiento de Voz/Audio: Filtrado, Muestreo y
- Retención, Cuantificación, Codificación, Compresión,
- Encriptamiento y Empaquetamiento.
- En VoIP se añade un componente adicional al procesamiento de la Señal de Voz/Audio: Empaquetamiento.

● 16

Codec de VoIP

CODEC de VoIP

Visualización del Proceso



•

● 17

¿Cuál Codec de VoIP utilizar?

- Depende.
 - Si el Ancho de Banda no es Limitado; puede ser que no sea necesario utilizar un Codec distinto a G.711.
 - En ambientes de Internet: G.729, GSM y iLBC funcionan bastante bien. iLBC es muy bueno para condiciones de Pérdida de Paquetes.
 - Hay que considerar compatibilidad, requerimientos de procesamiento, requerimientos de traducción de codec's, calidad de voz mínima aceptable (MOS), etc.

•

● 18

¿Cuál Codec de VoIP utilizar?

- Si su solución de VoIP está basada en GNU/Linux; piense en que Speex puede ser completamente compatible y configurable; adaptándolo a sus requerimientos.
- En todo caso; siempre que sea posible trate siempre de usar un solo Codec en su Plataforma de VoIP.
- Haga Pruebas...!!!
- Monitoree la Tecnología: Cada vez hay nuevos y mejores Codec's.

● 19

Transport Protocol for Real-Time Applications (RTP)

- RTP es el protocolo que da soporte al transporte end-to end de data multimedia en tiempo real, como: voz, audio ó video. Para ello, RTP puede utilizar los servicios de red de tráfico Unicast ó Multicast.
- RTP no incluye funciones de garantía de calidad de servicio (QoS), entrega fiable, ni de reserva de recursos para el tráfico de multimedia en tiempo real. RTP confía en que los protocolos 'underlying' se ocuparán de estos aspectos.

● 20

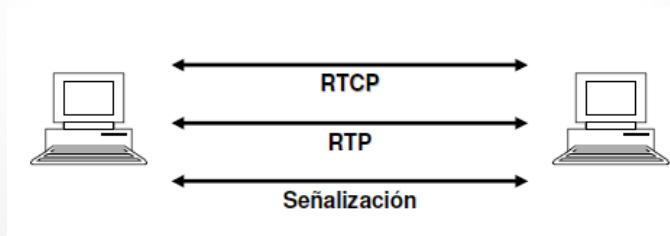
RTP

- El transporte de data en RTP está soportado por un protocolo adicional de control, llamado RTCP (Real Time Control Protocol), el cual permite supervisar la entrega de la data, *unicast* ó *multicast*, y proveer funciones de identificación y control de tráfico multimedia.
- RTP y RTCP son protocolos independientes de los protocolos de transporte (TCP/UDP) y de los protocolos de red (IPv4/IPv6).

• 21

RTCP

- Se fundamenta en el envío periódico de paquetes de control a todos los participantes de una sesión RTP; utilizando el mismo mecanismo de distribución utilizado para los paquetes de streaming RTP. Se utiliza un canal separado para estos paquetes de control; un canal distinto al de cada canal RTP de la sesión (se utiliza otro puerto UDP).



• 22

ITU

- ITU – La Unión Internacional de Telecomunicaciones
- La ITU es el Organismo de las Naciones Unidas para el campo de las Telecomunicaciones a nivel mundial (<http://www.itu.int/>)
- Está constituida por Tres (03) sectores:
 - a) Sector de Normalización (ITU-T)
 - b) Sector de Radiocomunicaciones (ITU-R)
 - c) Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones (ITU-D)

● 23

Protocolo H.323

- Recomendación Nro. 323 de la Serie H (Sistemas Audiovisuales y Multimedios) de las recomendaciones del sector de estandarización y normalización de la ITU (ITU-T), denominada: " Sistemas de Comunicación Multimedios basados en Paquetes "
- Es un protocolo para multimedia que provee las bases para el tráfico de audio, video y datos sobre una red IP
- Esta basado en protocolos de capa 3 y 4 (TCP, UDP, IP)
- Es independiente de la topología de la red. La red puede estar conformada por HUBs, Routers, Switches, Acceso Remotos, etc.

● 24

Versiones de H.323

- ITU-T H.323v1, 1996
- ITU-T H.323v2, 1998
- ITU-T H.323v3, 1999
- ITU-T H.323v4, 2000
- ITU-T H.323v5, 2003
- ITU-T H.323v6, 2006
- **ITU-T H.323v7, 2009 (en revisión)**

● 25

Entidades H.323

- **PE, Punto Extremo H.323** (por ejemplo los teléfonos)
- **GW, Gateway H.323** (conversión adecuada entre formatos, procedimientos y protocolos entre redes no compatibles)
- **GK, Gatekeeper H.323** (Controlador de Acceso, proporciona servicios de control de llamada entre Endpoint's H.323 y Gateway's H.323). El controlador de acceso está separado lógicamente de los Endpoint's. Sin embargo, su implementación física puede estar dentro de un Endpoint, un GW, un MC, un MCU o incluso en un dispositivo que no es H.323 (una PC con Linux por ejemplo)

● 26

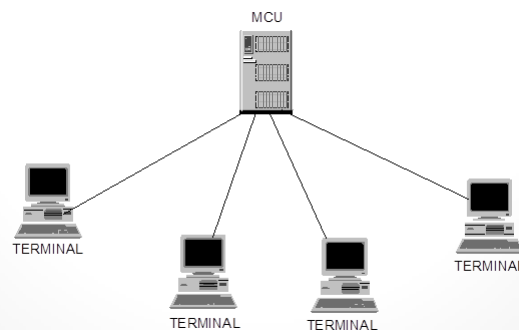
Entidades H.323

- **MC, Controlador Multipunto** (proporciona funciones de control para sustentar conferencias entre tres o mas PE de una conferencia multipunto. determina el Modo de Comunicación Seleccionado (SCM, Selected Communication Mode) para la conferencia; el cual puede ser común para todos los PE ó diferente para cada PE)
- **MP, Procesador Multipunto** (proporciona servicios de conmutación y/o mezcla de audio con opciones de atenuación de señales de audio para mejoramiento de la calidad)

● 27

Entidades H.323

- **MCU, Unidad de Control Multipunto** (es un punto extremo que da soporte a las conferencias multipunto) Está formada por un MC y opcionalmente por una o más MP de audio, video y datos. Un GW puede ser una MCU del lado de la PBN. Un GK puede incluir una MCU. La MCU es "llamable" por puntos extremos



● 28

H.323 Suite de Protocolos

- ITU-T H.225.0 (2003): "Protocolos de señalización de llamadas y paquetización de trenes de medios para sistemas de comunicaciones multimedios basados en paquetes"
- TU-T H.245 (2003): "Protocolo de control para comunicaciones multimedios"
- Codec's de Audio: G.711 (1988), G.722 (1988), G.723.1 (1996), G.728 (1992), G.729 (1996), etc.
- Codec's de Video: H.261(1993), H.263 (1998), H.264 (2003), etc.
- Datos en Multimedia: T.120 (1996).
- Otros: Q.931 (1998), Q.932 (1998), E.164 (1997), etc.
-

● 29

Codec's soportados por H.323

NORMA	TIPO DE COMPRESIÓN	COMPRESIÓN
G.711	PCM	64K
G.722	???	16K
G.728	LD-CELP	16K
G.729	CS-ACELP	8K
G.729a	CS-ACELP	8K
G.723.1	MP-MLQ	6.3K
G.723.1	ACELP	5.3K

● 30

Protocolo SIP

- SIP: Protocolo de Inicio de Sesión
- SIP es un Estándar IETF y es parte fundamental de la Arquitectura de Protocolos Multimedia de la IETF.
- Primer protocolo de VoIP basado en HTTP y pensado especialmente para aprovechar flexibilidad de Redes en INTERNET.
- Las aplicaciones SIP usan el puerto 5060 para ambos UDP y TCP

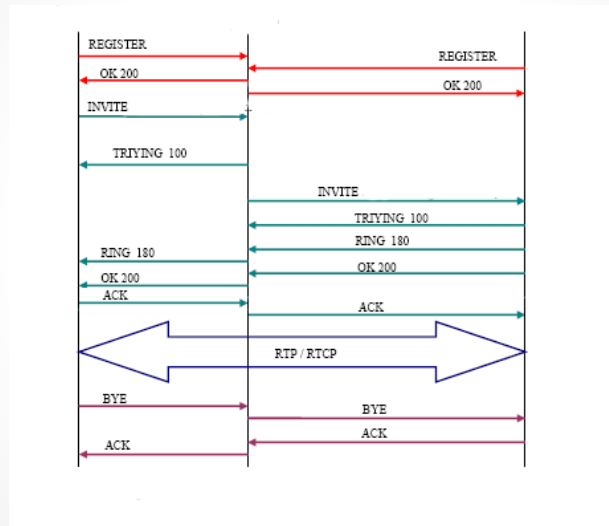
● 31

Protocolo SIP

- El protocolo de iniciación de sesión (SIP) es un protocolo de señalización para crear, modificar, y terminar sesiones con unos o más participantes. Estas sesiones incluyen llamadas telefónicas por Internet, distribución de datos multimedia, y conferencias multimedia
- El propósito de SIP es la comunicación entre dispositivos multimedia. SIP hace posible esta comunicación gracias a dos protocolos que son RTP/RTCP y SDP (Session Description Protocol).

● 32

Comunicación SIP



● 33

Comunicación SIP

- **Las dos primeras transacciones corresponden al registro de los usuarios.** Los usuarios deben registrarse para poder ser encontrados por otros usuarios. En este caso, los terminales envían una petición REGISTER, donde los campos from y to corresponden al usuario registrado. El servidor Proxy, que actúa como Register, consulta si el usuario puede ser autenticado y envía un mensaje de OK en caso positivo.
- **La siguiente transacción corresponde a un establecimiento de sesión.** Esta sesión consiste en una petición INVITE del usuario al proxy. Inmediatamente, el proxy envía un TRYING 100 para parar las retransmisiones y reenvía la petición al usuario B. El usuario B envía un Ringing 180 cuando el teléfono empieza a sonar y también es reenviado por el proxy hacia el usuario A. Por último, el OK 200 corresponde a aceptar la llamada (el usuario B descuelga).

● 34

Comunicación SIP

- **En este momento la llamada está establecida**, pasa a funcionar el protocolo de transporte RTP con los parámetros (puertos, direcciones, codecs, etc.) establecidos en la negociación mediante el protocolo SDP.
- **La última transacción corresponde a una finalización de sesión.** Esta finalización se lleva a cabo con una única petición BYE enviada al Proxy, y posteriormente reenviada al usuario B. Este usuario contesta con un OK 200 para confirmar que se ha recibido el mensaje final correctamente.

● 35

Objetivos de SIP

- Lograr una mayor integración con las aplicaciones y servicios en ambiente de INTERNET.
- Mayor flexibilidad para adaptarse rápidamente a nuevos requerimientos y funcionalidades.
- Implementación Simplificada, conservando robustez y funcionalidades.
- Solventar Rápidamente Inconvenientes de Firewall's y NAT's.
- Hacer uso efectivo de la Arquitectura de Protocolos TCP/IP.

● 36

Entidades SIP

- **Cliente SIP**

Es el sistema final que modela el comportamiento del usuario del sistema SIP)

- **Servidor SIP**

Servidores de Localización (Location Server).

Servidores de Registración (Registrar Server).

Servidores Proxy (Proxy Server)

Servidor de Redirección (Redirection Server).

● 37

Calidad de Servicio (QoS)

- Se entiende por QoS a todas aquellos procedimientos, técnicas, herramientas, estándares y/o políticas que aplicadas sobre los elementos de conmutación (capa 2 y capa 3) de una red basada en enrutamiento IP afectan el tráfico de los paquetes IP en función de dos aspectos fundamentales:
 - Retardo en Conexiones 'End to End'
 - Ancho de Banda
 - Jitter (Variación del Retardo)
 - Pérdida de Paquetes

● 38

Consideraciones de QoS

- La Red IPv4 no está pensada para tráfico de Data Multimedia (Voz/Audio/Video) las cuales son altamente sensibles a la Temporización.
- TCP asegura conexiones fiables con mecanismos de entrega correcta de paquetes; sin embargo en TCP las conexiones tienen un retardo considerable que a las aplicaciones de Voz las afecta significativamente. Por tal motivo es que se utiliza UDP para Tráfico de Voz y Multimedia sobre IPv4

● 39

Consideraciones de QoS

- La calidad de servicio se aplica a los dispositivos de capa 2 y 3 (switches y routers)



● 40

Definiciones en QoS

- **Retardo (Latencia):** Tiempo, medido en milisegundos, que tarda un Paquete IPv4 en llegar desde su origen a su destino. *Para VoIP (Full Duplex): Menor o igual a 150ms*
- **Jitter:** Variación en el tiempo en la llegada de los paquetes, causada por congestión de red, pérdida de sincronización o por las diferentes rutas seguidas por los paquetes para llegar al destino. *Para VoIP (Full Duplex): Menor o igual a 100ms*
- **Perdida de paquetes:** Pérdida Porcentual de Paquetes IPv4 de la Conexión VoIP. *Para VoIP (Full Duplex): Menor o igual a 5% (Depende del Codec)*

● 41

Aplicaciones VoIP

- Telefonía Analógica Tradicional:
 - Puertos FXS
 - Puertos FXO
 - Puertos E&M
- Telefonía Digital Tradicional:
 - Puertos E1/T1
 - Puertos ISDN (BRI/PRI)

Para Integrar la Telefonía Tradicional a VoIP se necesita:

- En H.323: Gateway's
- En SIP e IAX2: Adaptadores
- En MGCP y MEGACO: Media Gateway's

● 42

Aplicaciones VoIP

Teléfonos

- **Hard-Phone IP** (Teléfonos IP): los hay para SIP, H.323 e IAX2.
- **Wireless-Phone IP** (Teléfonos IP Inalámbricos): los hay en IEEE 802.11a/b/g
- **Software-Phone IP** (Softphone): teléfonos IP, SIP/IAX2/H.323, que se ejecutan como Aplicaciones en Sistemas Operativos GNU/Linux, Windows, MAC OS X, etc.

● 43

Otras tecnologías de voz sobre paquetes

- Voz sobre ATM: VoATM.
- Voz sobre Frame Relay: VoFR.
- Voz sobre MPLS: VoMPLS.
- Voz sobre Ethernet: VoETH.

● 44

Simulación de telefonía IP – Packet Tracer

