

**MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SLOAN SCHOOL OF MANAGEMENT**

15.565 Integración de sistemas electrónicos: □

Factores tecnológicos, organizativos y estratégicos

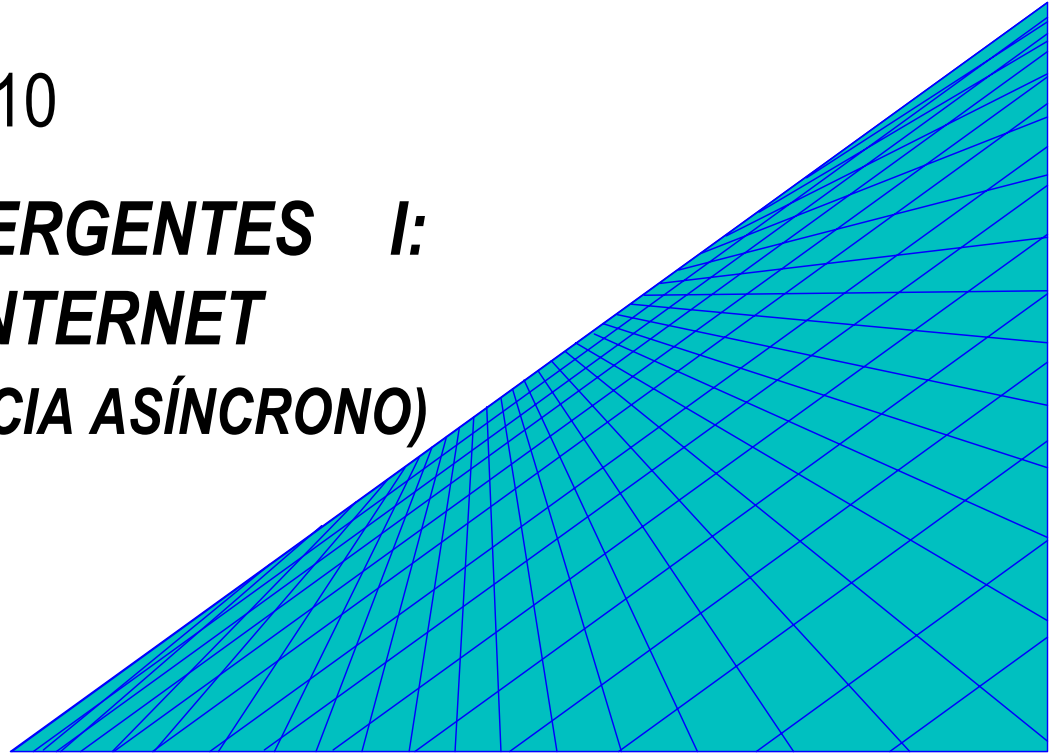
15.578 Sistemas de información globales:

Comunicaciones y conectividad en sistemas de información

Primavera 2002

Clase 10

***TECNOLOGÍAS EMERGENTES I:
EL FUTURO DE INTERNET
(MODO DE TRANSFERENCIA ASÍNCRONO)***



PROBLEMAS DE ENRUTAMIENTO DE PAQUETES

• FILOSOFÍAS

- **DATAGRAMA**: CADA PAQUETE ES INDEPENDIENTE
 - DISTRIBUCIÓN DE CARGA
- **CIRCUITO VIRTUAL**: TODOS LOS PAQUETES DEL MENSAJE UTILIZAN LAS MISMA RUTA
 - SE RESERVAN LOS RECURSOS Y SE RECIBEN EN ORDEN
 - MÁS CARGA PRINCIPAL "ESTABLECIDA"

• ENRUTAMIENTO

- CONTROL EFICIENTE DE CONGESTIÓN Y DE RUTA
- MUCHOS ENFOQUES

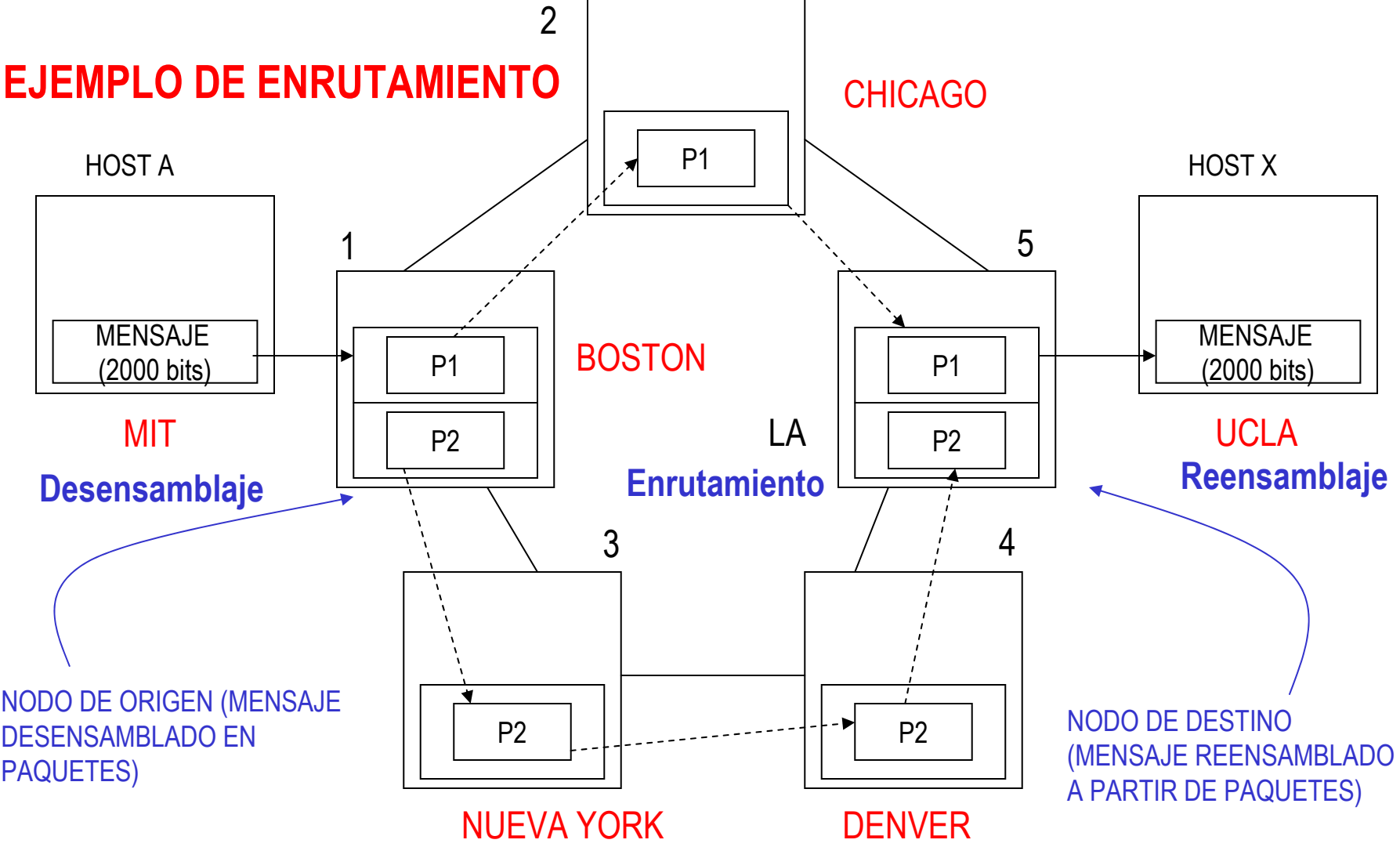
• ALGORITMOS DE ENRUTAMIENTO

- DIRECTORIO ESTÁTICO
- ENRUTAMIENTO DINÁMICO
- ESQUEMAS DESCENTRALIZADOS

• CONTROL DE CONGESTIÓN

- SE DESEA EVITAR LA "PARALIZACIÓN"
- ENFOQUES: PERMITIR, PETICIÓN "RALENTIZADA", DESCARTAR

EJEMPLO DE ENRUTAMIENTO



NODO DE ORIGEN (MENSAJE DESENSAMBLADO EN PAQUETES)

NODO DE DESTINO (MENSAJE REENSAMBLADO A PARTIR DE PAQUETES)

VENTAJAS:

- NO HAY ATASCO DE LÍNEAS DE COMUNICACIÓN DURANTE MUCHO TIEMPO (P.EJ., NO HAY MENSAJES LARGOS) -- PAQUETES INTERCALADOS
- SI HAY ERROR DE COMUNICACIÓN, SOLO SE RETRANSMITEN LOS PAQUETES AFECTADOS Y NO TODO EL MENSAJE
- ADMINISTRACIÓN DEL BÚFER MÁS SENCILLA/MENOR TIEMPO MUERTO
- CAPACIDAD DE ENVÍO DE PAQUETES EN PARALELO (PROCESO PARALELO)
- CAPACIDAD DE ENVÍO PARCIAL DE MENSAJES (PAQUETE) SIN ESPERAR LA RECEPCIÓN DE TODO EL MENSAJE (PROCESO POR CONDUCTOS)

EL COLAPSO (IMPLOSIÓN) DE LOS "POTS" (SISTEMAS TELEFÓNICOS BÁSICOS)

- RED AT&T DE LARGA DISTANCIA
 - ADMINISTRA 125 M LLAMADAS/DÍA
 - LLAMADA MEDIA = 5 MINUTOS
 - CADA LLAMADA EMPLEA 64 Kbps
 - TOTAL = 28,8 Gbps (DE MEDIA)
 - ¡MUCHO MENOR QUE LA CAPACIDAD DE UNA SOLA FIBRA ÓPTICA!
- INCLUSO SI TODA LA POBLACIÓN HABLASE 24 HORAS AL DÍA
 - TOTAL = 12,8 Tbps
- CAPACIDAD TREMENDAMENTE EXCESIVA
 - “FIBRA OSCURA”
- ¿POR QUÉ NO SE COLAPSAN LOS “POTS”?

EQUILIBRIO DE CALIDAD DEL SERVICIO (QoS)/REQUISITOS

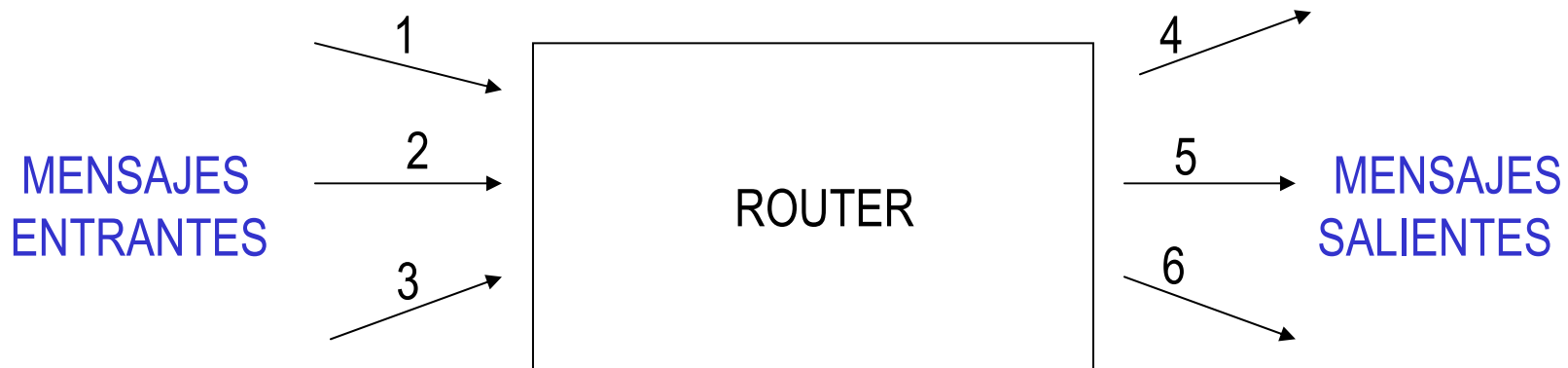
- INTERNET OFRECE SU “MEJOR ESFUERZO”, PERO NO DA GARANTÍAS

FIABILIDAD

		BAJA	ALTA
OPORTUNIDAD	BAJA		DATOS (INTERNET) [CONM. PAQUETES]
	ALTA	VOZ ("POTS") [CONM. CIRCUITOS]	

- ¿PUEDE TENER UN SERVICIO DE RED LAS DOS NECESIDADES?
- OTRAS DIFERENCIAS (TERMINOLOGÍA, REGULACIONES, DEPRECIACIÓN, CAMBIO DE VELOCIDAD)
- OTRAS NECESIDADES DE APLICACIÓN (P.EJ., ARCHIVOS PESADOS, PELÍCULAS, HDTV, ETC.)

CAUSA DE RETRASOS EN LA RED DE PAQUETES



- REGISTRO Y TAMAÑO DE PAQUETES
 - NO SE PUEDE ENVIAR EL SIGUIENTE PAQUETE SI NO SE HA ENVIADO EL ACTUAL
 - PUEDE HABER VARIOS ESPERANDO A SER ENVIADOS EN LA MISMA LÍNEA
- VELOCIDAD DEL ROUTER
 - VELOCIDAD DE LA LÍNEA SALIENTE
 - OTROS FACTORES: PRIORIDAD, DETECCIÓN DE ERRORES
- OTROS EFECTOS DEL ENRUTAMIENTO
 - LOS PAQUETES PUEDEN LLEGAR DESORDENADOS
 - HAY QUE ESPERAR LA SECUENCIA CORRECTA PARA EL REENSAMBLAJE

SOLUCIÓN AL TAMAÑO DE PAQUETES (Y PROBLEMA)

- MODO DE TRANSFERENCIA ASÍNCRONO (ATM)
 - ASÍNCRONO (P.EJ., PAQUETES) Y SÍNCRONO (P.EJ., TDM)
- PAQUETE NORMALIZADO DE 53 BYTES -- ¿POR QUÉ 53?
 - ENCABEZADO DE 5 BYTES
 - DATOS DE 48 BYTES
- EFECTO EN EL ROUTER (BASICAMENTE, UN EQUIPO ESPECIALIZADO)
 - ANTERIORMENTE:
 - PAQUETE DE 1000 BYTES A 1 Mbps = 10 ms (una centésima de segundo)
 - PARA UN NODO MIP 100: 10 ms = 1.000.000 DE INSTRUCCIONES
 - SI EL ENRUTAMIENTO NECESITA 10.000 INSTRUCCIONES = 1% DE CAPACIDAD DEL ROUTER
 - EN LA ACTUALIDAD:
 - PAQUETE DE 53 BYTES A 100 Mbps = 5 μ S (5 millonésimas de segundo)
 - PARA UN NODO MIP 1000, 5 μ S = 5.000 INSTRUCCIONES
 - SI EL ENRUTAMIENTO NECESITA 10.000 INSTRUCCIONES = ¡200% DE LA CAPACIDAD!
 - EN EL FUTURO:
 - ¿CÓMO SE ADMINISTRAN LÍNEAS DE 1G+ bps?

ESTRATEGIA DE ENRUTAMIENTO ATM (Circuito virtual)

- CONCEPTO CLAVE: PRECALCULAR Y REUBICAR LA RUTA
- NO SE USAN DIRECCIONES DE ORIGEN NI DESTINO EN LA CELDA
- RETRASO MÍNIMO AL PASAR DE CELDA A CELDA

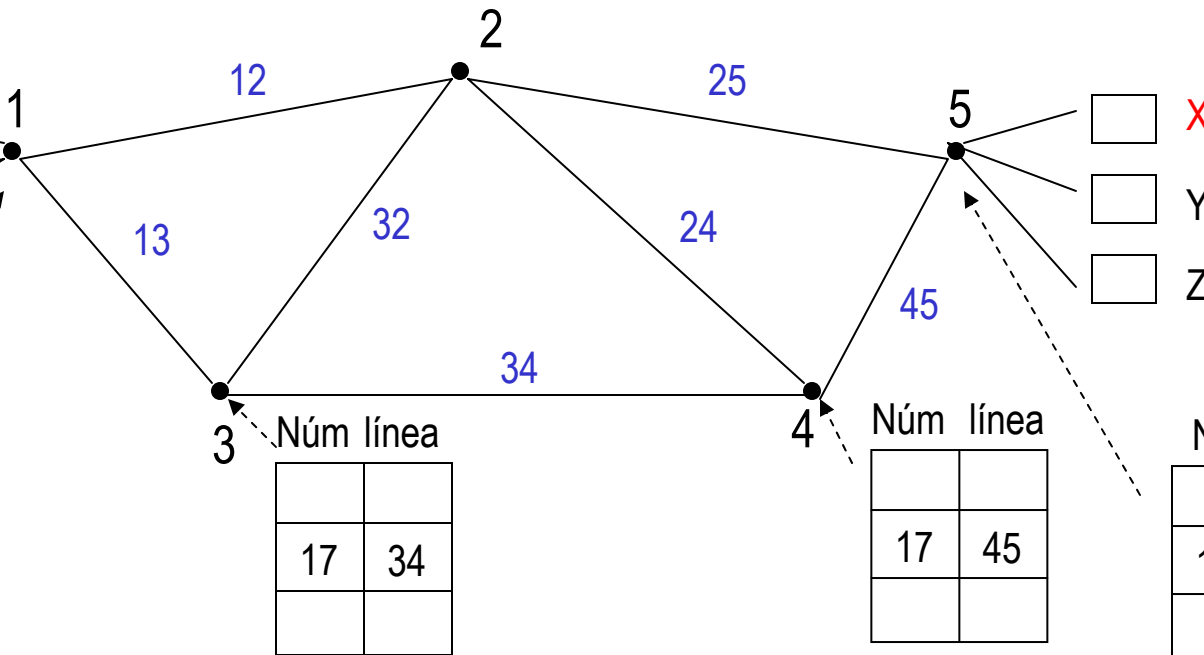
Celda

17	DATOS
----	-------

A
B
C

Núm línea

17	13



X
Y
Z

Núm línea

17	34

Núm línea

17	45

Núm host

17	X

línea #nuevo

17	13	63

línea #nuevo

63	34	75

línea #nuevo

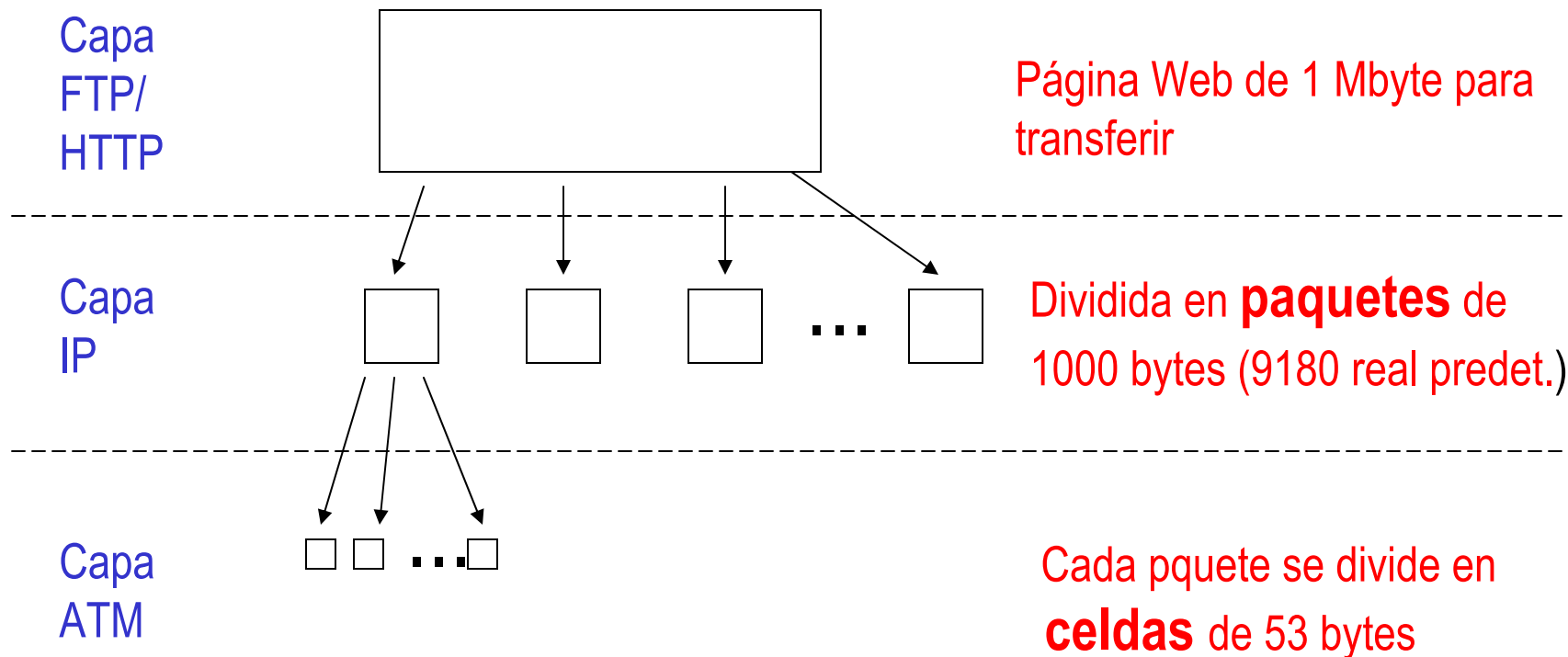
75	45	12

host

12	X

RELACIÓN ENTRE IP Y ATM

- CAPAS DE ADAPTACIÓN DE ATM (AAL5) [Consulte el Apéndice para más información]



- ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES:
 - DEBE ASIGNAR DIRECCIÓN IP A ATM EN LA "INSTALACIÓN"
- SUELE HACERSE MEDIANTE SERVIDOR COMPARTIDO (CON DIRECCIÓN ATM CONOCIDA)
 - DEBE ASIGNAR CADA DIRECCIÓN IP A ATM PARA CADA PAQUETE TRAS LA INSTALACIÓN

RETOS Y OBSTÁCULOS DE ATM

- HARDWARE ATM (ACTUALMENTE) CARO
- COSTES Y COMPLEJIDADES DE MIGRACIÓN
- PROBLEMAS Y COMPROMISOS DE NORMALIZACIÓN
 - VARIOS INTERESES PROPIOS
 - P.EJ., PROBLEMA CON FORMATO DE DIRECCIÓN ATM (DOS ADMITIDOS)
 - TELÉFONO: FORMATO DE 8 OCTETOS (NÚM. TEL. RDSI)
 - CCITT
 - FORO ATM: PUNTO DE ACCESO A SERVICIOS DE RED DE 20 OCTETOS (NSAP)
 - CISCO, IBM, etc.

FUTURO DEL TCP/IP (IPng, IPv6)

- LIMITACIONES ACTUALES DEL IPv4 (DESDE LOS 70)
 - DIRECCIÓN IP = 32 BITS (MÁX. 4.000 MILLONES DE NODOS)
 - VÍDEO Y AUDIO EN TIEMPO REAL INSUFICIENTE
- MANTENIMIENTO
 - ENTREGA SIN CONEXIÓN (CADA DATAGRAMA ES INDEPENDIENTE)
 - EL EMISOR ELIGE EL TAMAÑO DEL DATAGRAMA (MÁX = 64K BYTES)
 - EL EMISOR ESPECIFICA LOS SALTOS MÁXIMOS
- NUEVO (IPv6)
 - DIRECCIÓN = 128 BITS ($2^{128} = 3,4 \times 10^{38}$) - ¿POR QUÉ?
 - PREUBICACIÓN DE RECURSOS DE RED (“FLUJO”)
 - RESERVA Y RESTRICCIÓN
 - TAMAÑO MÁXIMO DE FRAGMENTOS DETERMINADO DE ANTEMANO
 - NO COMO EN EL CASO DINÁMICO
 - PROVISIÓN PARA LA AMPLIACIÓN DE PROTOCOLOS
 - OPCIONES DE FORMATO DE ENCABEZADO MÁS FLEXIBLES
 - COMPATIBILIDAD: UNICAST, CLÚSTER, MULTICAST

PROBLEMAS DE DIRECCIONES DEL IPv6

- **FORMATOS:**

- IPv4 TRADICIONAL = 104. 230. 140. 100
- IPv6 = 104. 230. 140. 100. 255. 255. 255. 255. 0. 0. 17. 128. 150. 10. 255. 255
- IPv6 = 68E6: 8C64: FFFF: FFFF: 0: 1180: 96A: FFFF (HEXADECIMAL)
- TAMBIÉN OFRECE ABREVIATURAS, ESP. SI HAY SECUENCIAS DE 0s (::)

- **UBICACIÓN DE ESPACIO PARA DIRECCIONES**

- TRADICIONAL IPv4 - 2 PARTES:
 - PREFIJO DE RED (GESTIÓN CENTRALIZADA)
 - SUFIJO DE HOST (ASIGNADO POR CADA ORGANIZACIÓN)
- IPv6 OFRECE VARIAS POSIBILIDADES, POR EJEMPLO:
 - ID DE PROVEEDOR
 - ID DE SUSCRIPTOR
 - ID DE SUBRED
 - ID DE NODO (P.EJ., SI ADMITE 48 BITS = DIRECCIÓN ETHERNET)

OTRAS TECNOLOGÍAS EMERGENTES DE INTERNET Y PROBLEMAS

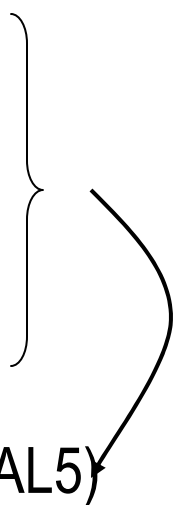
- TECNOLOGÍAS
 - SATÉLITE (PUNTO A PUNTO, SINCRONIZADAS)
 - RADIO POR PAQUETES
 - etc.
 - MULTIMEDIA
 - VÍDEO Y AUDIO EN TIEMPO REAL
-

EXPERIMENTOS

- INTERNET DE NUEVA GENERACIÓN (NGI)
 - FUNDADA POR DARPA
 - 1Gbps → 1 Tbps (A TRAVÉS DE ATM)
- INTERNET II (www.internet2.org -- *no .com*)
 - 170 UNIVERSIDADES
 - 622 Mbps → 2,4 Gbps
- OTROS EXPERIMENTOS

APÉNDICE: CAPAS DE ADAPTACIÓN ATM

- TIPO 1 - VELOCIDAD DE BITS CONSTANTE (CBR)
 - VOZ Y VÍDEO
 - TIPO 2 - VELOCIDAD DE BITS VARIABLE (VBR)
 - VÍDEO POR PAQUETES
 - TIPO 3 - TRANSFERENCIA DE DATOS VBR ORIENTADA A CONEXIONES
 - TRANSFERENCIAS DE ARCHIVOS
 - TIPO 4 - TRANSFERENCIA DE DATOS VBR SIN CONEXIÓN
 - BREVE Y COLAPSADA
 - TIPO 5 - CAPA DE ADAPTACIÓN SIMPLE Y EFICAZ (SEAL/AAL5)
 - TIPO 3 SIN DETENCIÓN DE ERRORES

(SUSTITUYE A 3 Y 4)
- 

INTERFACES DE RED ATM

