

# WANs

Area de Ingeniería Telemática  
<http://www.tlm.unavarra.es>

Programación de Redes  
Grado en Ingeniería Informática, 3º

# Temas de teoría

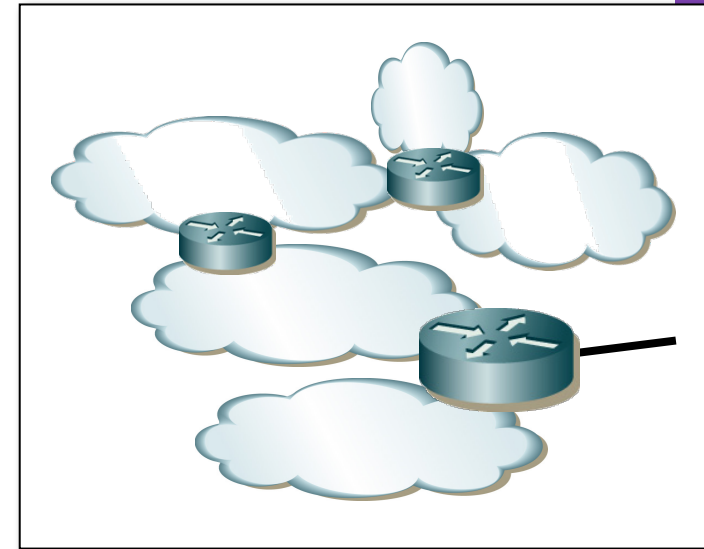
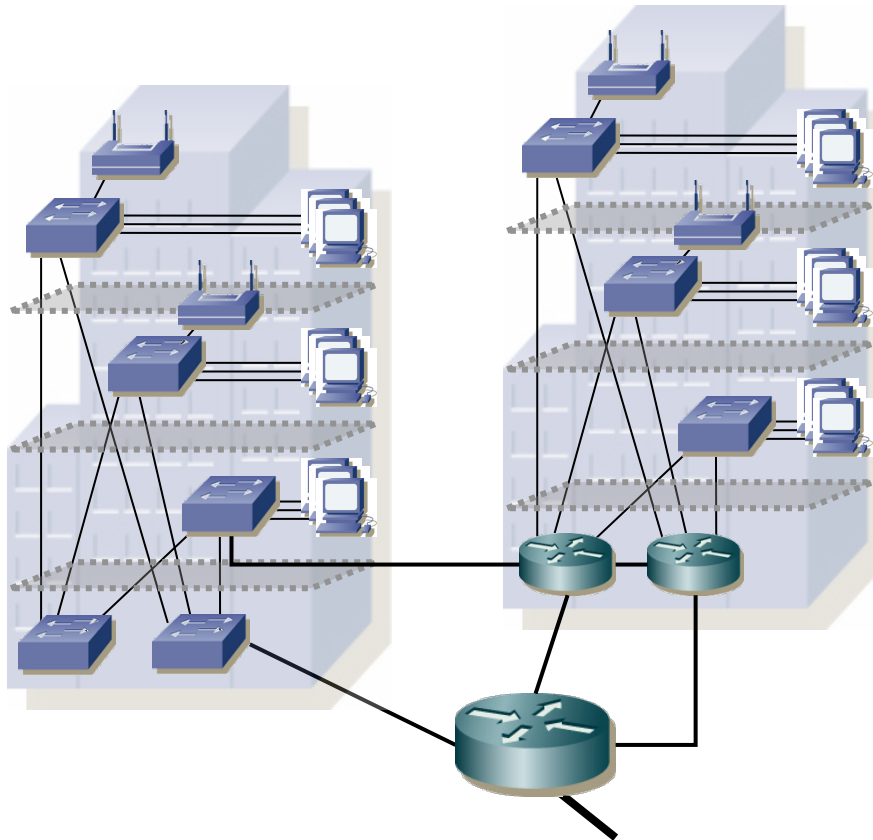
1. Introducción
2. Campus LAN
3. Encaminamiento
4. Tecnologías de acceso y WAN

# Contenido

- WANs para la interconexión de LANs
- Point to Point Protocol

# Redes locales

- Pueden unirse varias LANs con routers IP
- Siguen limitados por las características de las tecnologías LAN (distancia, supervivencia, QoS...)



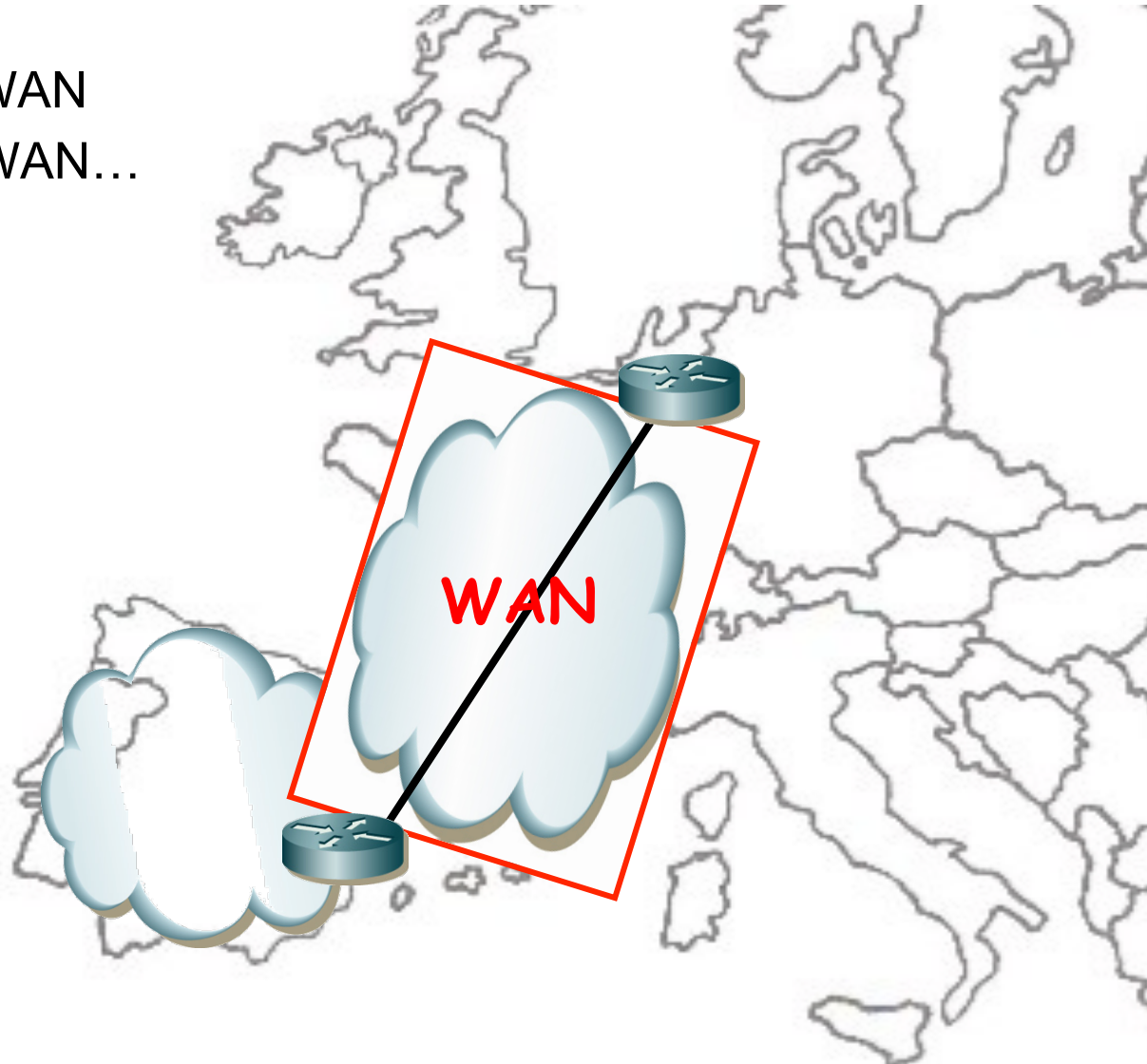
# Redes de Área Extensa

- Enlaces a través de un país o continente
- Emplean una WAN



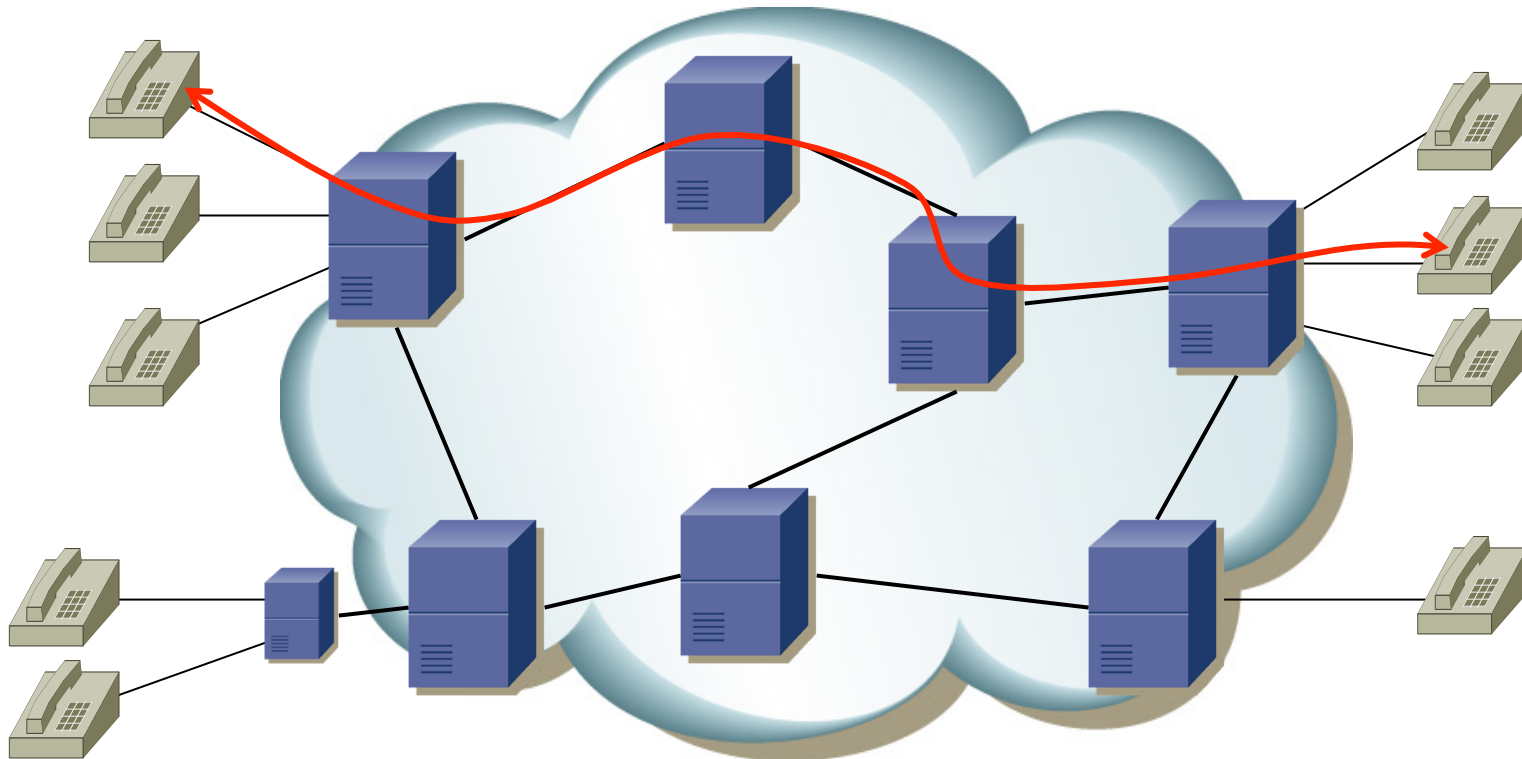
# Redes de Área Extensa

- Enlaces a través de un país o continente
- Emplean una WAN
- Origen de las WAN...



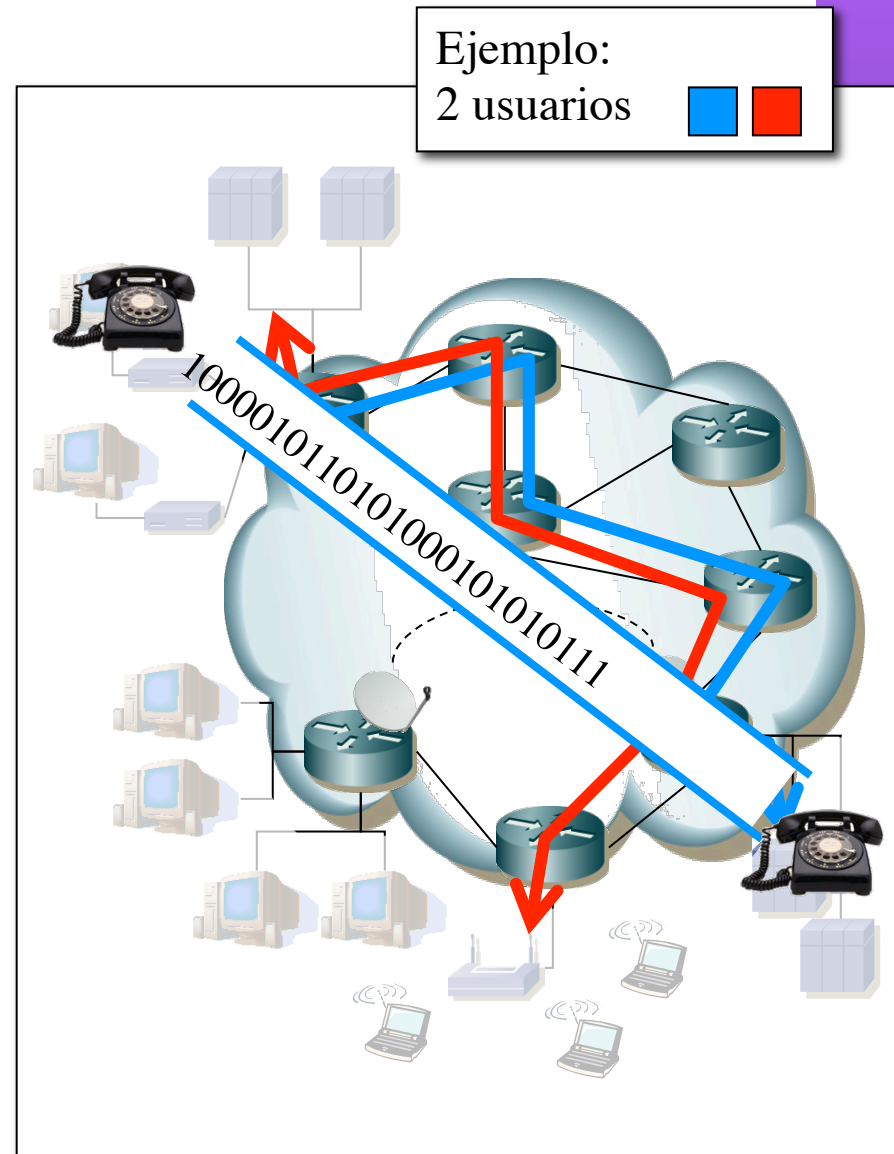
# Servicio telefónico

- *PSTN = Public Switched Telephone Network*
- Conmutación de Circuitos (...)



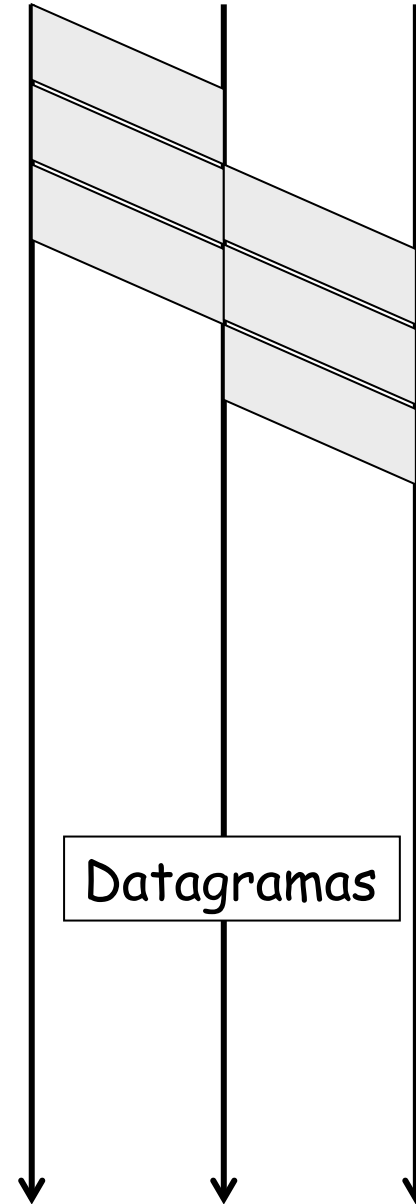
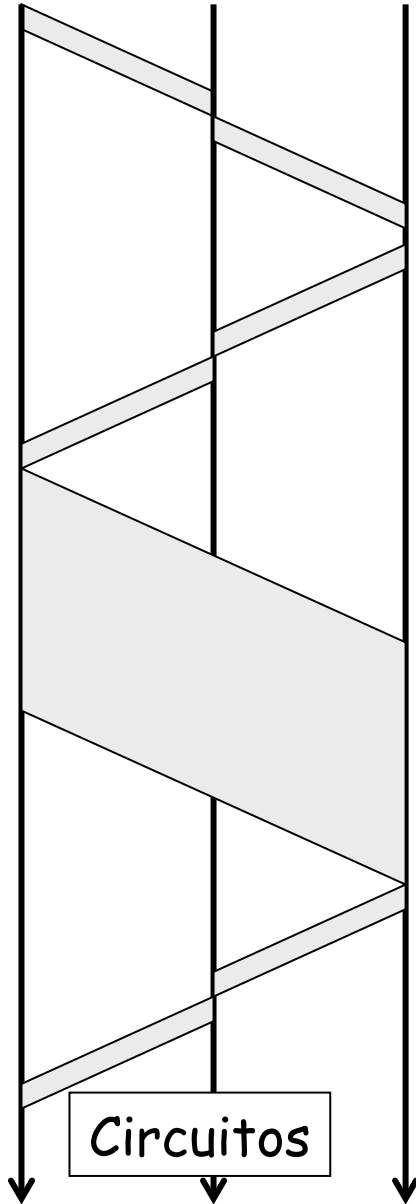
# Conmutación de circuitos

- Tres fases: Establecimiento, Transferencia y Desconexión
- RTT en el establecimiento (...)
- Comunicación transparente (...)
- Reserva de recursos:
  - Recursos “extremo-a-extremo”
  - Ancho de banda, capacidad en los conmutadores
  - Recursos (camino) dedicados: no se comparten aunque no se usen
  - Garantías de calidad
- Ineficiente
  - Capacidad del canal dedicada durante la vida del “circuito”
  - Si no se envían datos la capacidad se desperdicia



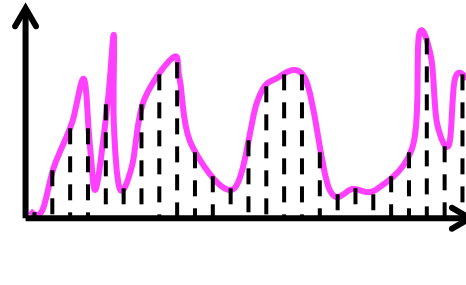


# Tiempos

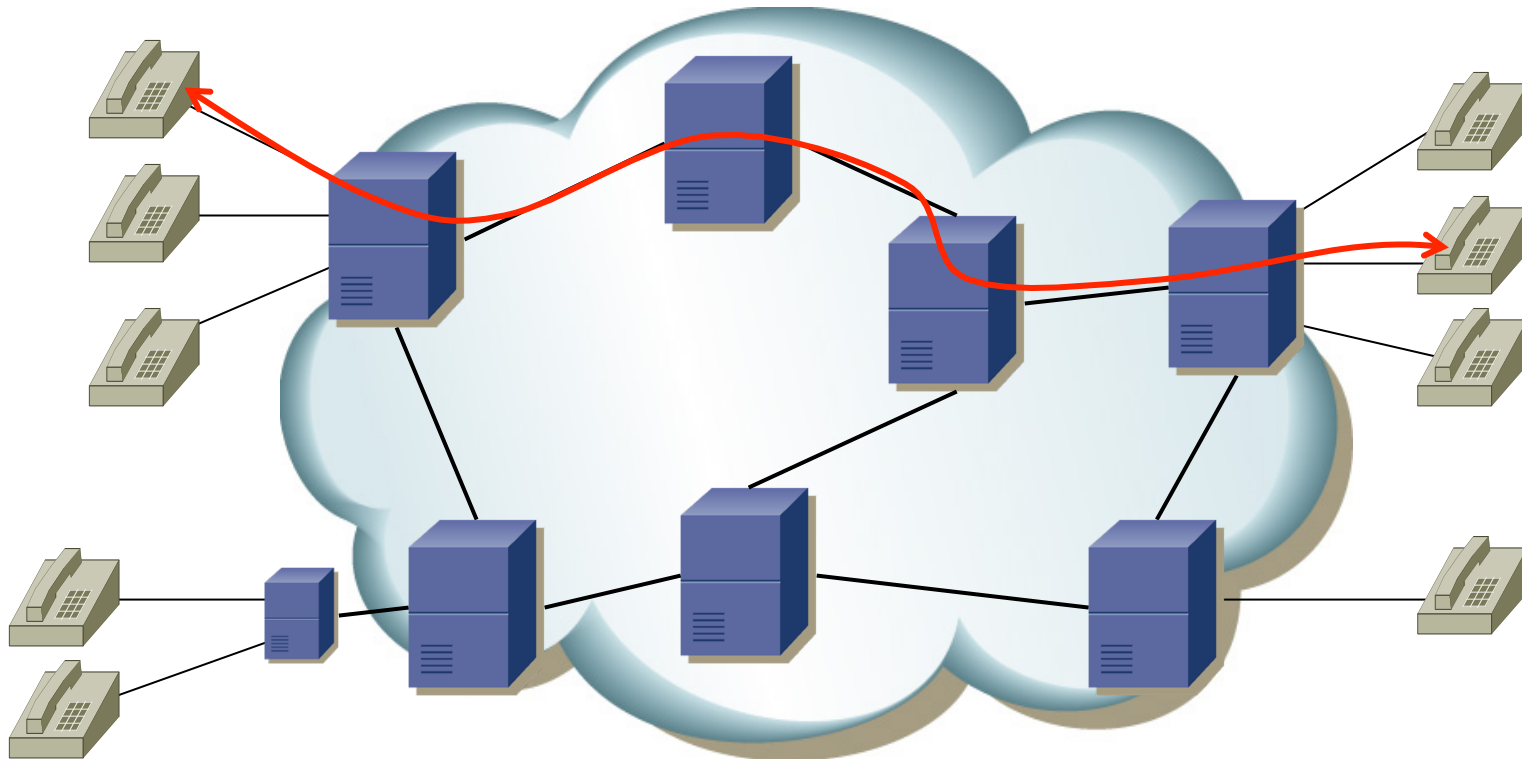


# Servicio telefónico

- Señal de voz → flujo binario  
E0 (DS0) : 64Kbps

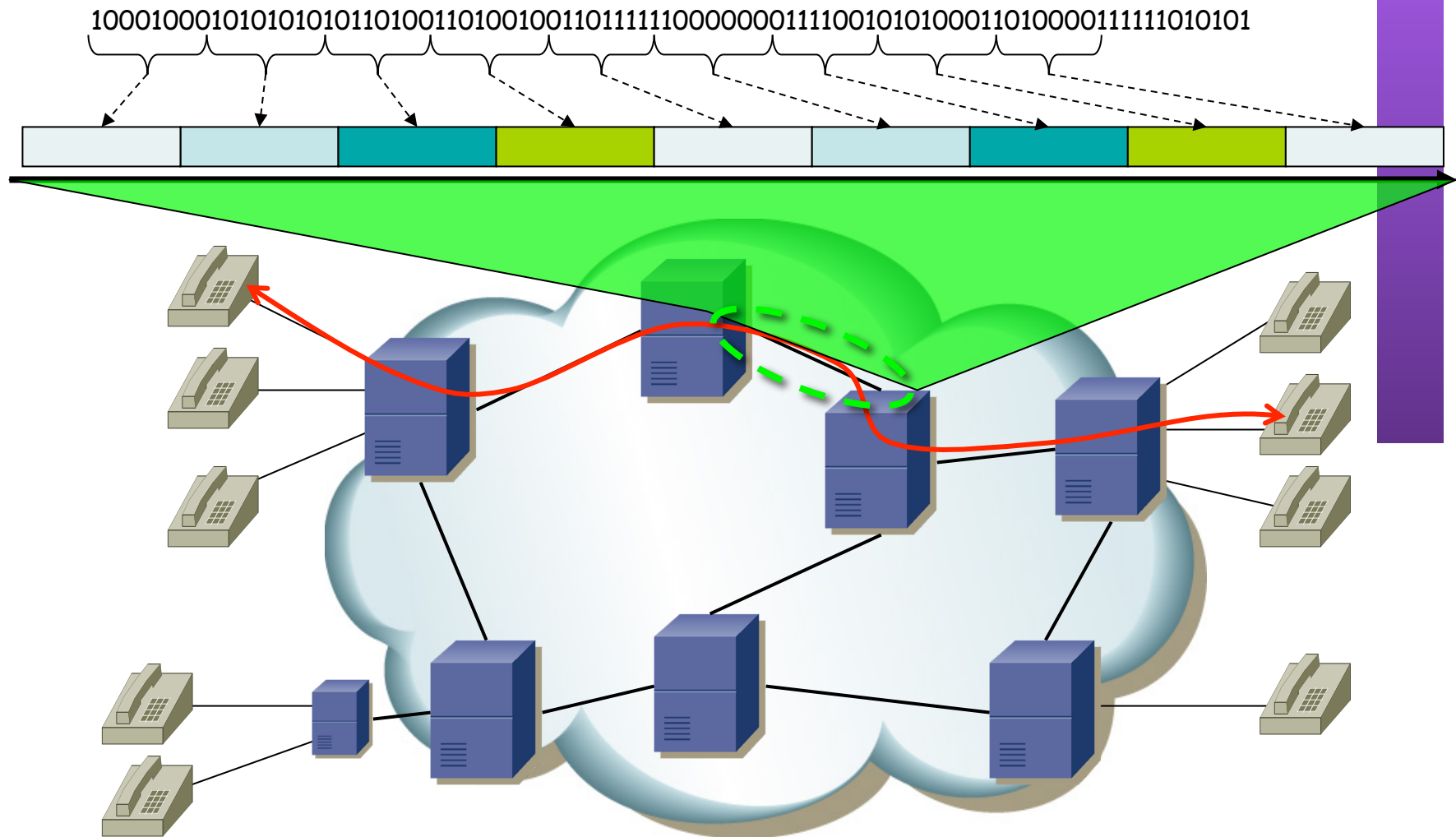


...100010001010101010110100110100100110



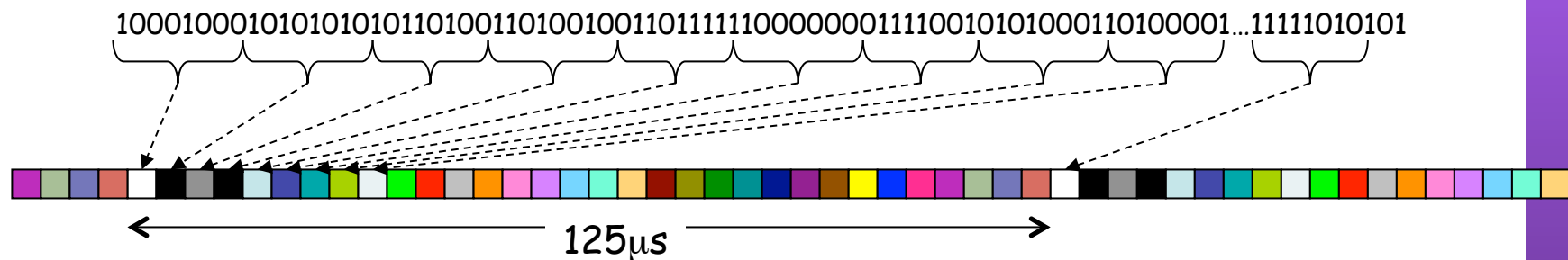
# Servicio telefónico

- *TDM = Time Division Multiplexing*



# Servicio telefónico

- *TDM = Time Division Multiplexing*

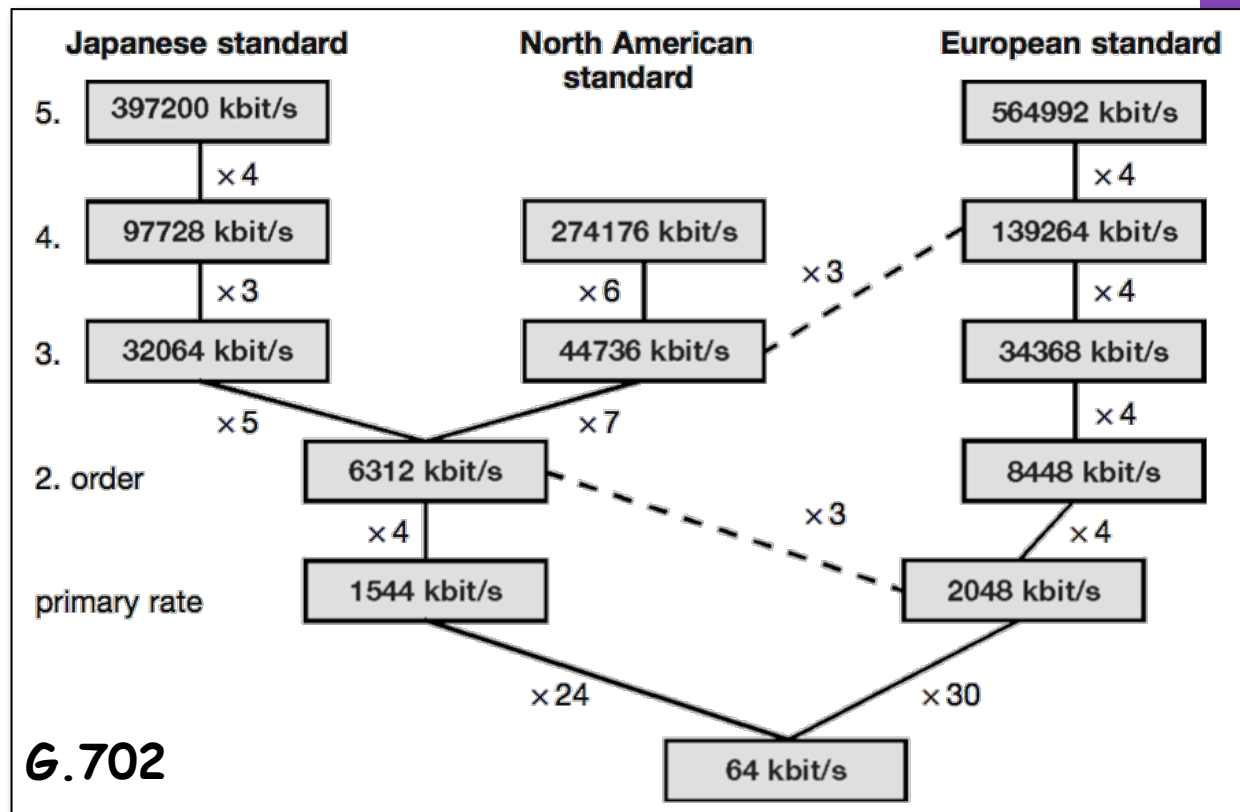


- Ejemplo:
  - Cada canal 64Kbps
  - Eso es 1 Byte del canal cada 125  $\mu$ s
  - Si queremos enviar 32 canales...
  - Debemos enviar 32 Bytes cada 125  $\mu$ s ...
  - Es decir, a 2048 Kbps

# PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy)

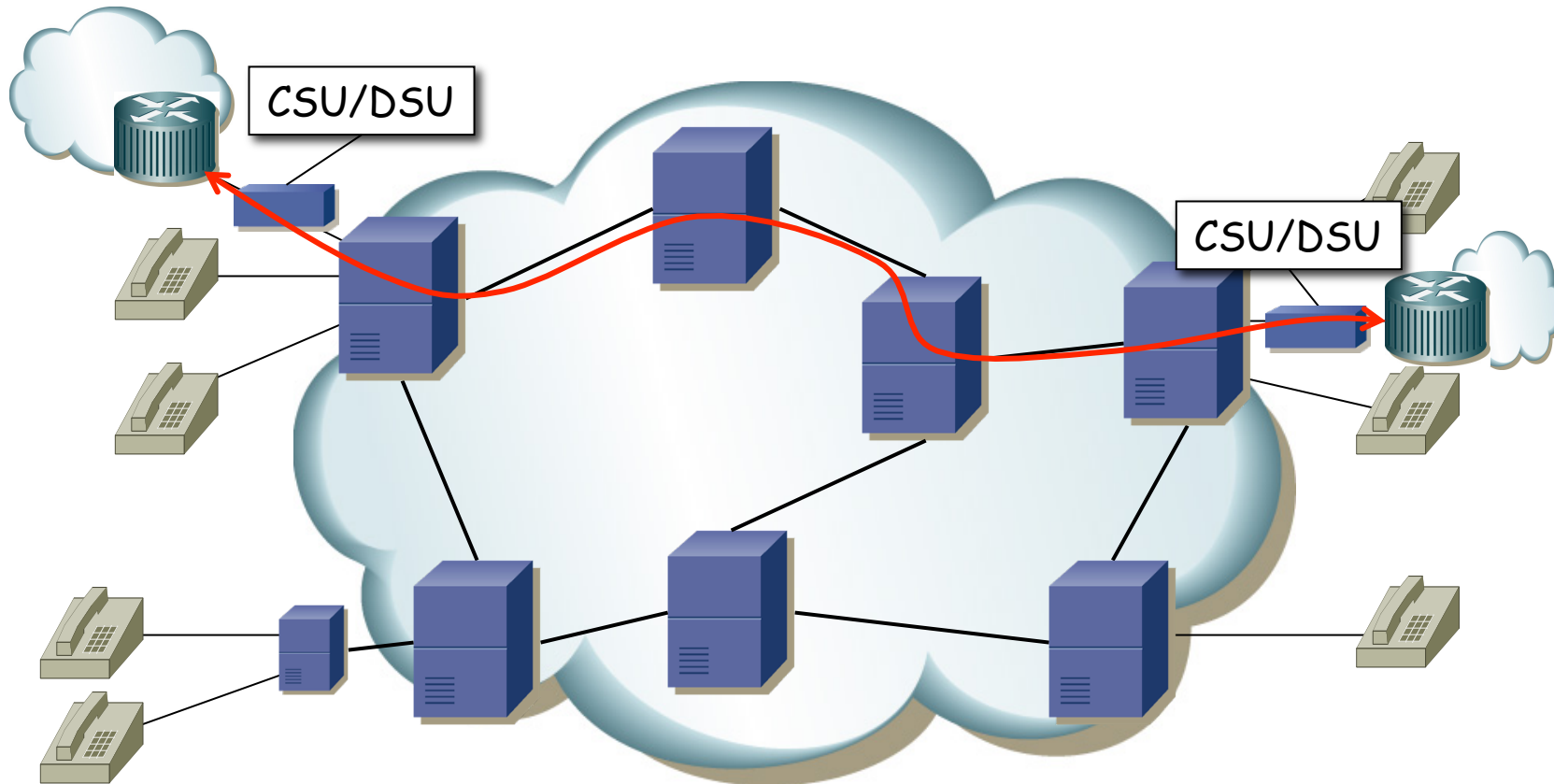
## Multiplexación TDM

- $E1 (2048\text{Kbps}) = 32 \times E0$      $E2 = 4 \times E1$ ,  $E3 = 4 \times E2$ ,  $E4 = 4 \times E3$
- $T1 (DS1, 1.54\text{Mbps}) = 24 \times DS0$      $T2 = 4 \times T1$ ,  $T3 = 7 \times T2$
- ITU-T G.701-703
- Multiplexación bit a bit
- Acomodar variaciones en frecuencia insertando bits (“justificación”)



# Datos

- CSU/DSU = *Channel Service Unit / Digital Service Unit*
- Extremos ven un canal que acepta un flujo de bits a una cierta velocidad
- Queremos enviar paquetes, necesitamos una forma de marcar las fronteras (*framing*)
- ¿Cómo? (Una forma de hacerlo) (...)



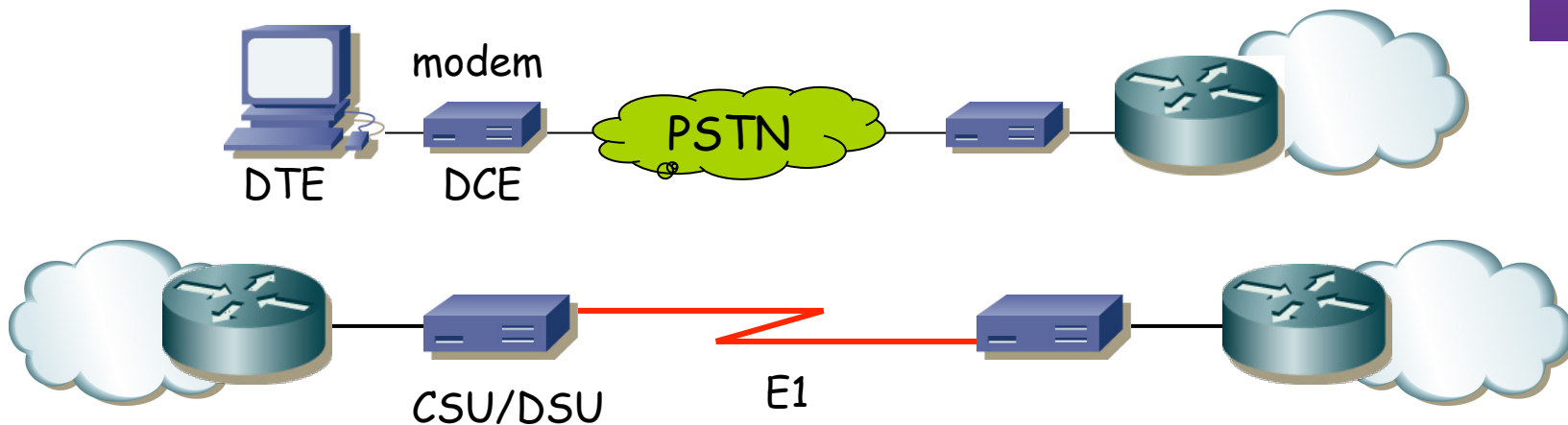


PPP



# PPP

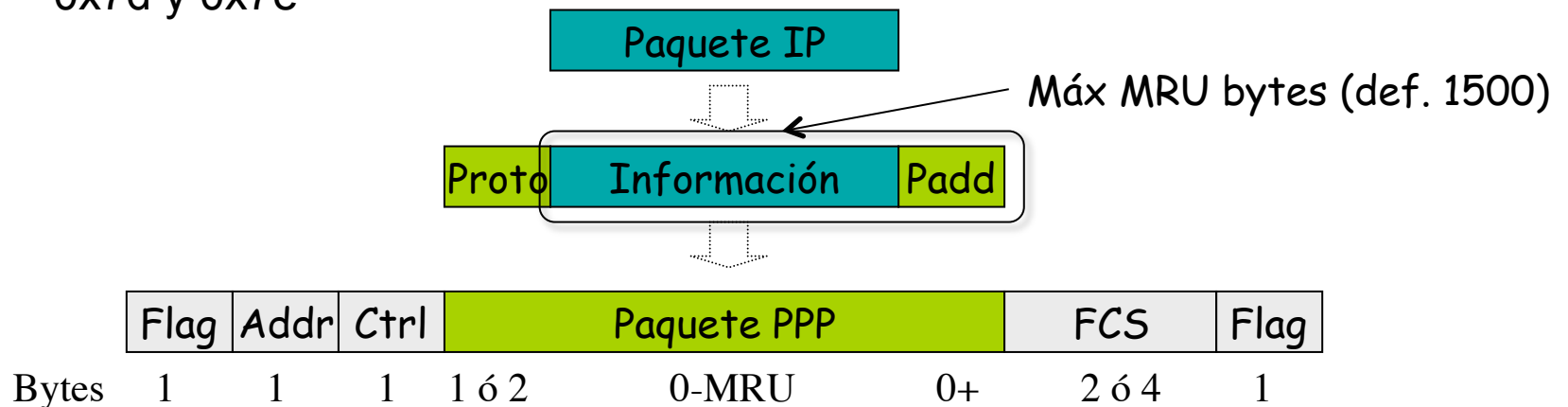
- *Point-to-Point Protocol* (RFC 1661)
- Creado para la conexión usuario-a-red
- Empleado también en red-a-red
- Ofrece:
  - Framing
  - Protocolo de control del enlace (LCP) para establecer, configurar y comprobar el enlace de datos
  - Protocolos de control específicos para cada protocolo de red (NCP)
- Se emplea sobre enlaces full-duplex que mantienen el orden





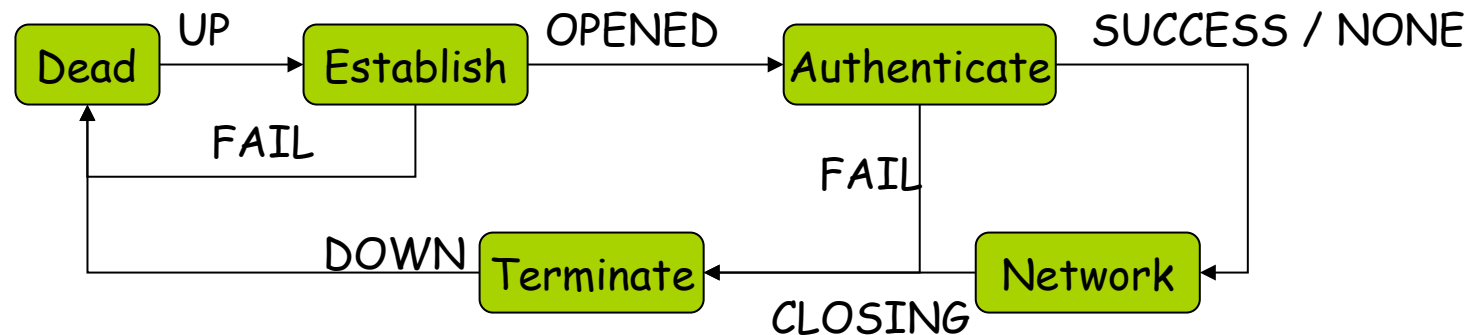
# PPP: encapsulación

- Puede transportar múltiples protocolos simultáneamente
- Marca el comienzo y final de cada trama
- Por defecto encapsulación HDLC (RFC 1662)
  - Flag (0x7e)
  - Address (solo 0xff = All-Stations)
  - Control (solo 0x03 = Unnumbered Information con bit Poll/Final a cero)
  - FCS (calculado desde el campo Address)
- Byte Stuffing
  - Carácter de escape = 0x7d
  - En la secuencia entre los Flags se escapan todos los caracteres 0x7d y 0x7e



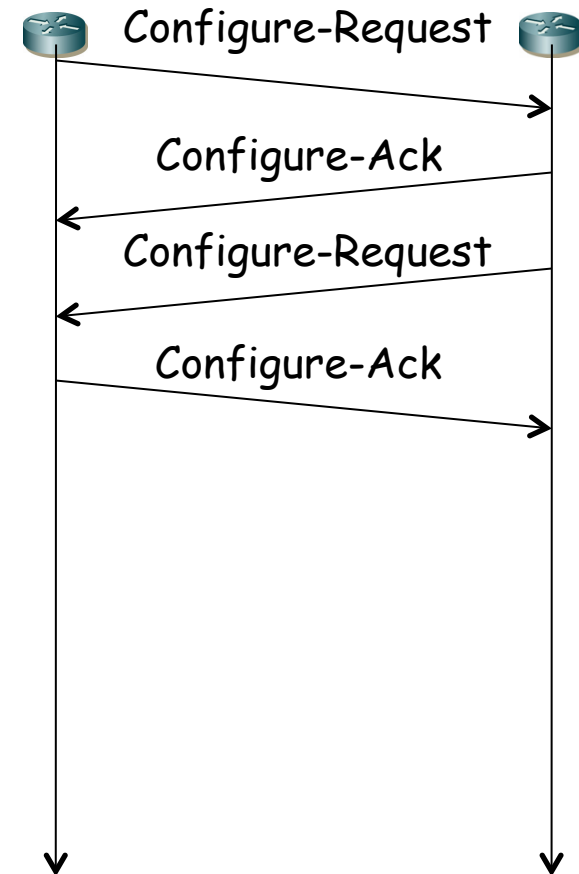
# PPP: LCP

- *Link Control Protocol*
- Permite que los extremos
  - Acuerden el formato de encapsulado
  - Terminen el enlace
  - Autenticación (opcional)
  - Determinar si el enlace funciona correctamente
  - Negocien opciones
- Fases:



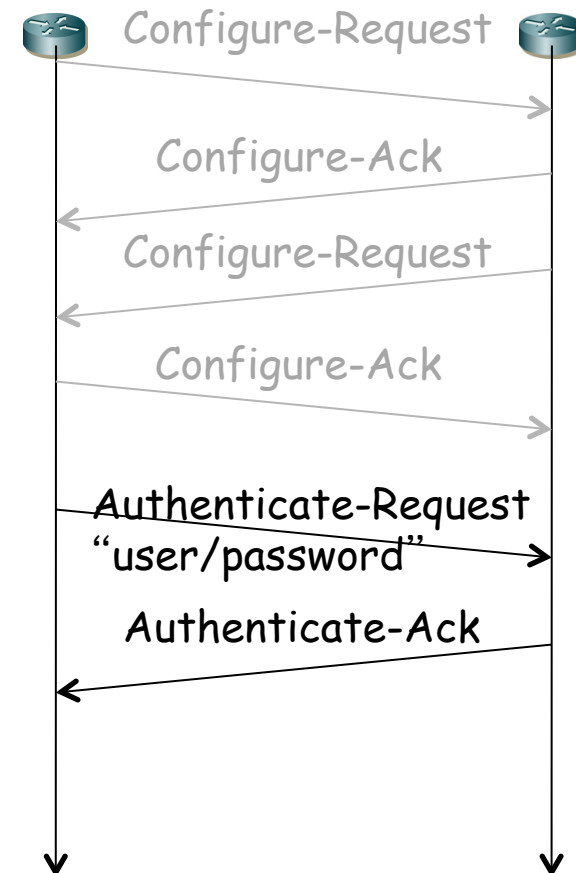
# LCP : Link Establishment

- Negociación y establecimiento del enlace
- Mensaje *Configure-Request* contiene opciones a negociar
- Respuesta es un *Configure-Ack* o un *Configure-Nack* (no se acepta algún valor de opción) o un *Configure-Reject* (no se conoce alguna opción)
- Cada extremo manda las opciones para su sentido de transmisión



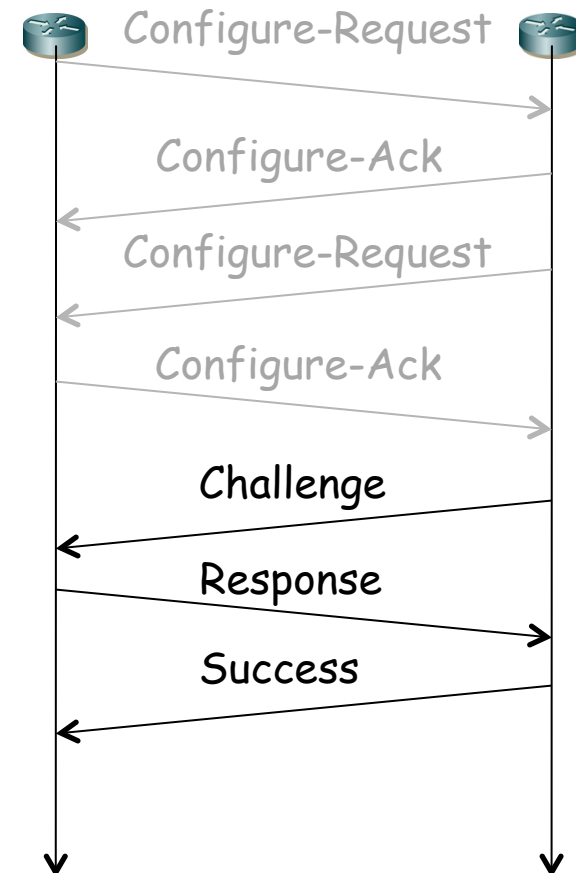
# LCP : Autenticación

- Opcional
- Solicitada mediante opción en el establecimiento
- Los protocolos básicos de autenticación son PAP y CHAP
- PAP = Password Authentication Protocol (RFC 1334)
- Extremo que debe autenticarse envía mensaje *Authenticate-Request* con usuario/password
- La respuesta es un *Authenticate-Ack* o un *Authenticate-Nack*
- Puede que ambos extremos hayan solicitado autenticación y haya un doble intercambio
- Ante éxito se pasa a la fase de “Network”
- En “Network” ya se pueden negociar los protocolos de nivel de red



# LCP : Autenticación

- CHAP = Challenge Handshake Authentication Protocol (RFC 1994)
- Nunca se envía la password
- Un extremo envía un *challenge*
- Se responde con el hash MD5 de la concatenación del desafío y la contraseña (el secreto)
- Su respuesta es de Éxito o Fracaso

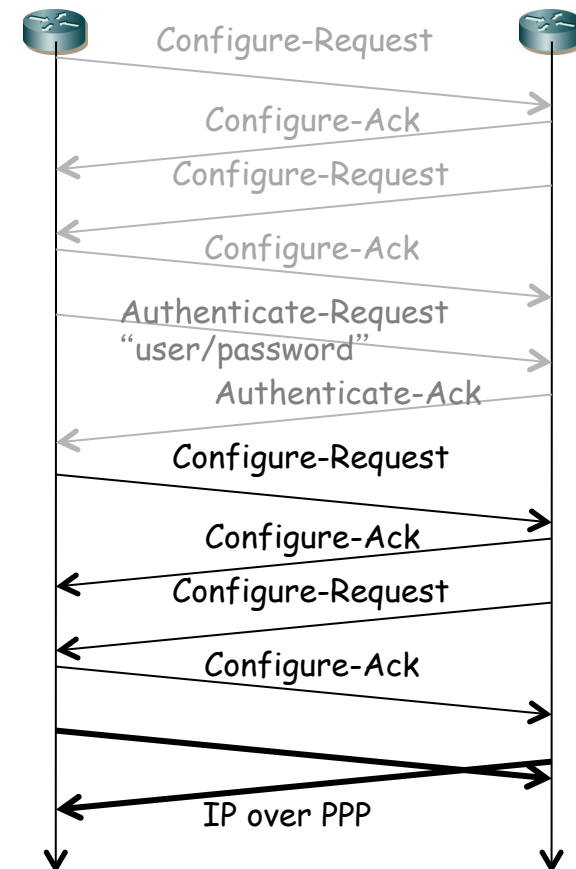


# LCP: Network

- Llegada esta fase pueden entrar en funcionamiento otros protocolos
- Si se ha negociado usar compresión empezará la negociación de CCP
  - Compression Control Protocol (RFC 1962)
  - Negocia el algoritmo de compresión y opciones
  - Si no llegan a un acuerdo los dos extremos no se usará compresión pero puede seguir funcionando el enlace
  - Pueden comprimirse varios paquetes de red en la misma trama PPP
  - Una vez completa la negociación las tramas PPP van marcadas en el campo protocolo como comprimidas, pero no indican con qué algoritmo
- El protocolo de nivel de red emplea un NCP (Network Control Protocol) para configurarse y activarse

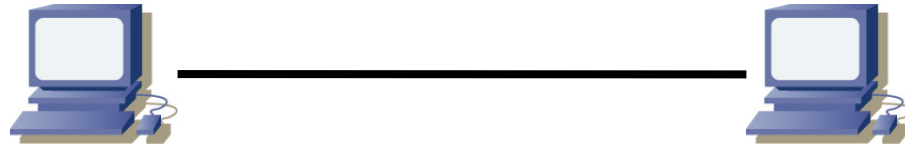
# IPCP

- Internet Protocol Control Protocol (RFC 1332)
- El NCP para configurar, activar y desactivar el módulo IP en ambos extremos de un enlace punto a punto
- Mismo esquema de funcionamiento que LCP (*Configure-Request*, *Configure-Ack*)
- Hasta que no alcance el estado *Opened* no se pueden enviar paquetes IP
- Permite negociar parámetros de IP:
  - Compresión (habitualmente de cabeceras)
  - Direcciones IP



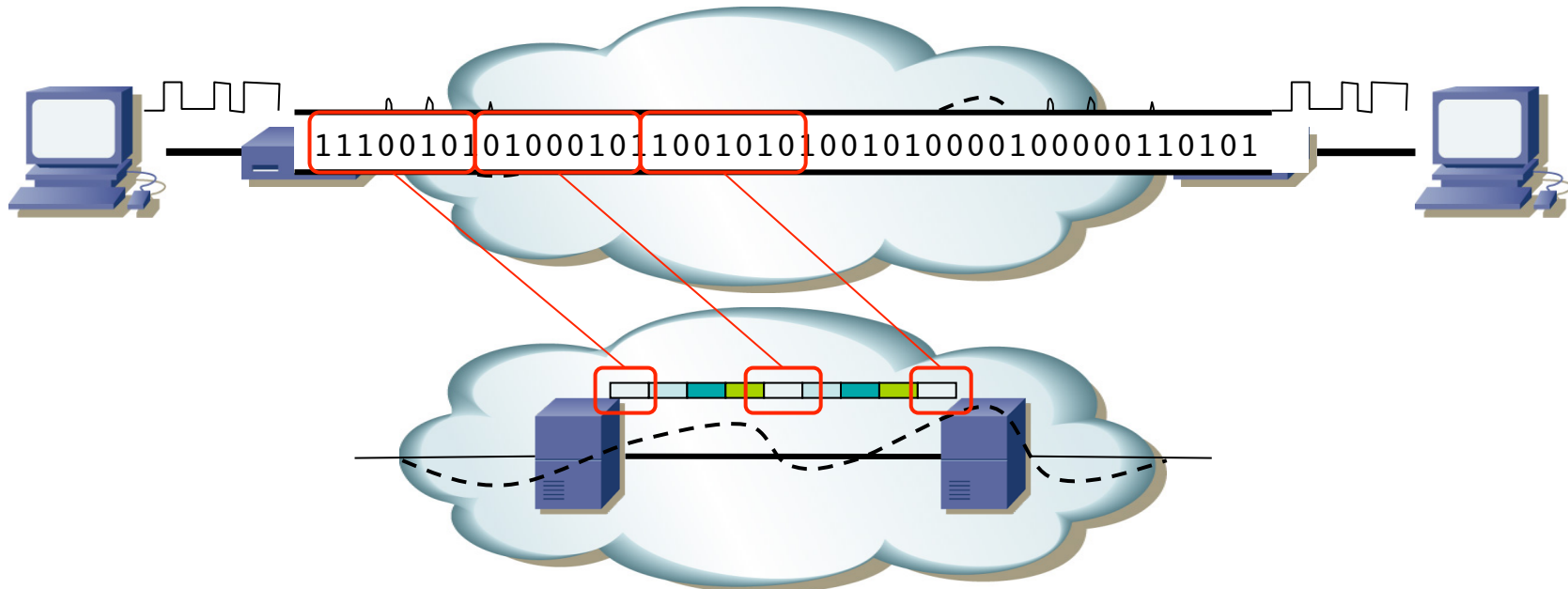
# Ejemplos

- PPP sobre enlace serie directo



- PPP sobre llamada telefónica

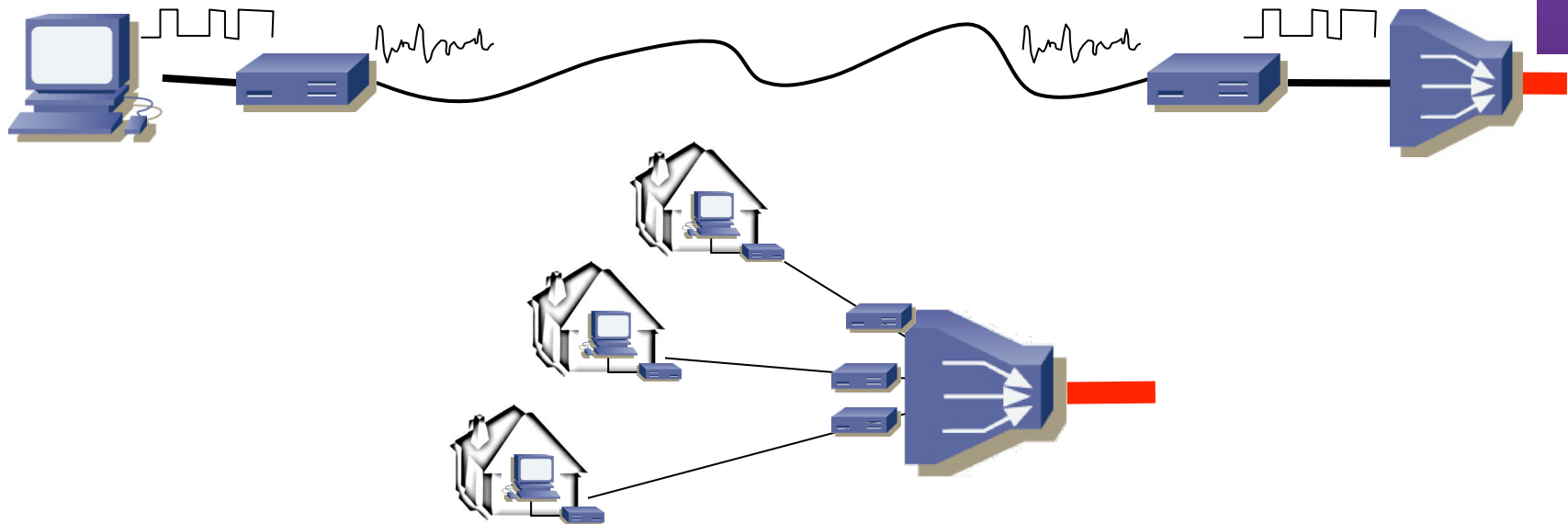
- Canal de voz puede ofrecer con modems en torno a unos 57Kbps (...)
- Sobre red telefónica (...)





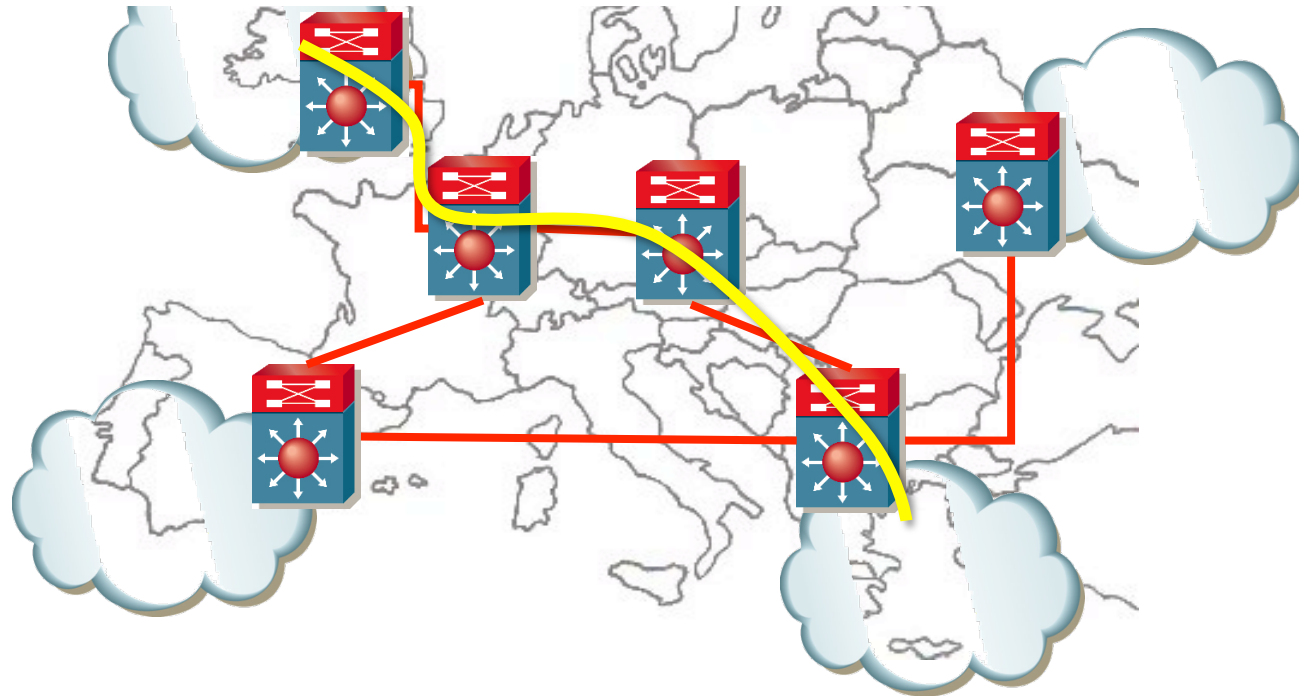
# Ejemplos

- Línea ADSL
  - No hay una “llamada” (siempre ‘on’)
  - No extremo a extremo sino de equipo de abonado a equipo en la central
  - PPP sobre ese enlace serie full-duplex
  - Equipo de central termina la línea de muchos abonados (...)



# Ejemplos

- Sobre un circuito de una tecnología WAN de conmutación de circuitos



# Resumen

- Tecnologías WAN diseñadas con diferentes requisitos
- Habitualmente conmutación de circuitos (herencia de telefonía)
- Multiplexación por división en el tiempo
- Añadir *framing* para enviar paquetes