

Redes de Computadores

Grado en Ingeniería Informática



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Contenido de la asignatura

Tema 1: Redes de Computadores e Internet

Tema 2: Capa de Aplicación

Tema 3: Capa de Transporte

Tema 4: Capa de Red

Tema 5: Capa de Enlace de Datos

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, teal-colored font. The '99' is significantly larger and more prominent than the rest of the text. The logo is set against a light blue and orange gradient background that resembles a stylized wave or a banner.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Redes de Computadores

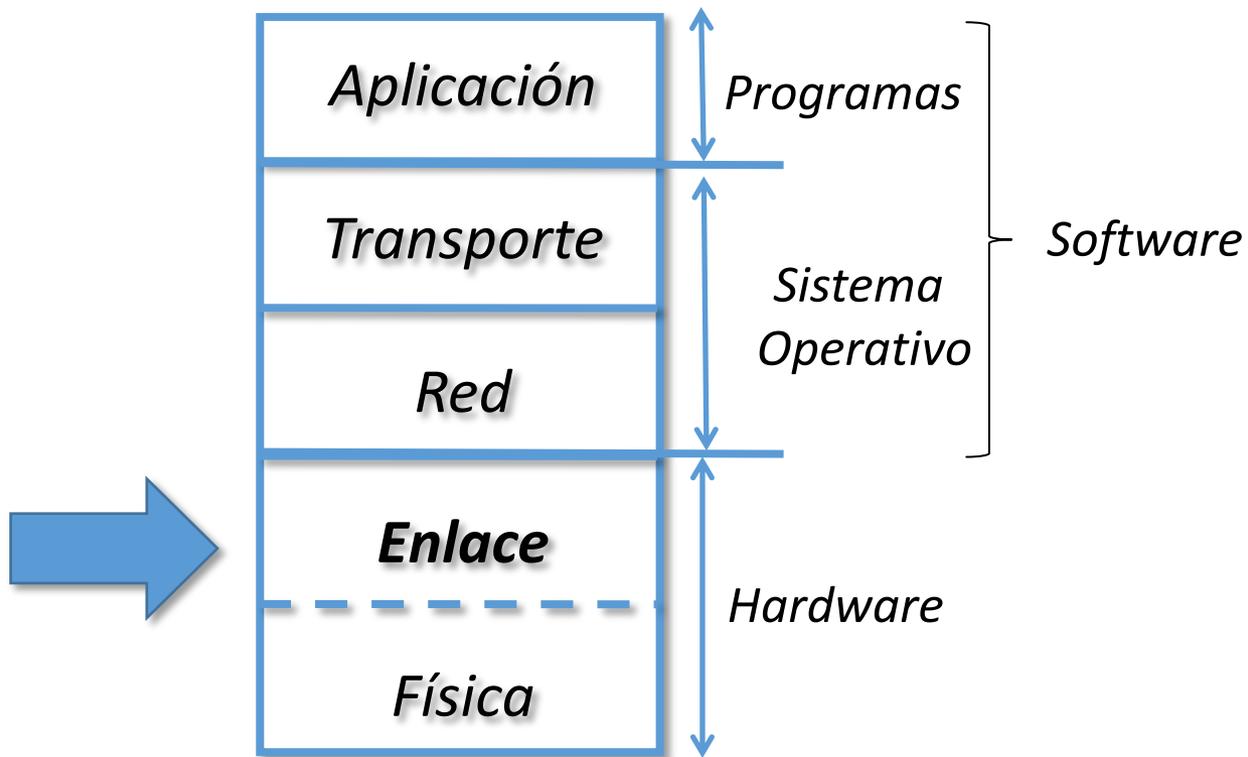
Tema 5

La Capa de Enlace de Datos



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Tema 5: La Capa de Enlace de Datos

Objetivos

- Entender los principales servicios del nivel de enlace de datos:
 - Control de errores (detección, corrección)
 - Compartir un canal de difusión: acceso múltiple
 - Direcciones MAC
 - Transferencia de datos fiables, control de flujo
- Estudiar un ejemplo de su implementación en redes de área local (LAN): Ethernet

Contenido

1. Introducción y servicios
2. Funciones del nivel de Enlace de Datos
3. Redes de Área Local (LAN)
 - Direcciones MAC
 - Ethernet (802.3)
 - Conmutadores (Switches)
4. Protocolo ARP
5. Ejemplo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

some material copyright 1990-2010

www.cartagena99.com All Rights Reserved

La información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002, Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Tema 5: La Capa de Enlace de Datos

Objetivos

- Entender los principales servicios del nivel de enlace de datos:
 - Control de errores (detección, corrección)
 - Compartir un canal de difusión: acceso múltiple
 - Direcciones MAC
 - Transferencia de datos fiables, control de flujo
- Estudiar un ejemplo de su implementación en redes de área local (LAN): Ethernet

Contenido

1. **Introducción y servicios**
2. Funciones del nivel de Enlace de Datos
3. Redes de Área Local (LAN)
 - Direcciones MAC
 - Ethernet (802.3)
 - Conmutadores (Switches)
4. Protocolo ARP
5. Ejemplo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

some material copyright 1990-2010

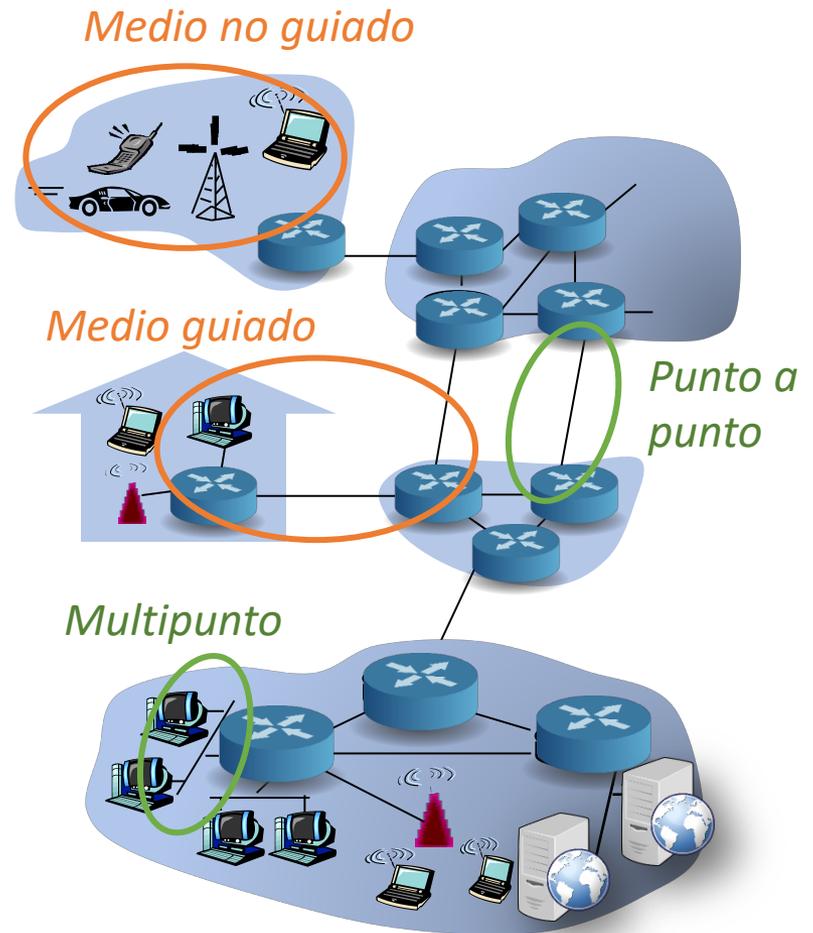
www.cartagena99.com All Rights Reserved

La información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002, Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Introducción y Servicios

Terminología

- **Nodo:** dispositivo que tiene nivel de enlace (hosts, routers, switches,...).
- Canales de comunicación que conectan nodos adyacentes a través de medios físicos son **enlaces (links)**.
 - Guiados (wired links).
 - No guiados (wireless links).
- Los enlaces pueden ser:
 - **Punto a Punto:** Dos nodos conectados por un único medio físico.
 - **Multipunto:** Varios nodos conectados por un único medio físico (medio compartido).



Nivel de Enlace de Datos tiene

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Introducción y Servicios

Nivel de Enlace: contexto

- Las tramas se transfieren por diferentes enlaces usando en cada uno de ellos su propio protocolo de enlace de datos:
 - Ej. Un primer enlace Ethernet, en medio uno Fast Ethernet y uno final WI-FI.
- Cada protocolo de enlace provee diferentes servicios.
 - Ej. Puede proporcionar o no transferencia fiable de datos sobre un enlace.
- El nivel físico le ofrece al Nivel de Enlace de Datos un servicio no fiable de envío/recepción de bits o bytes.
 - A veces también informa del estado del medio físico: medio libre (no hay nodos transmitiendo), medio ocupado (hay nodos transmitiendo).
- Dependiendo del protocolo de nivel físico y del medio físico utilizado es posible que el nivel de enlace de datos pueda:
 - Enviar y recibir bits o bytes simultáneamente, conocido como **full-duplex (1)**.
 - Sólo posible en enlaces punto a punto.
 - Enviar y recibir bits o bytes pero no de manera simultánea, conocido como **half-duplex**

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Introducción y Servicios

Servicios del Nivel de Enlace

- Al igual que el nivel de transporte el nivel de enlace de datos puede ofrecer dos tipos de servicios a su nivel superior:
 - **entrega fiable de datos** entre nodos adyacentes.
 - Funciona de manera similar a TCP con los mecanismos vistos en el tema 3.
 - **entrega no fiable de datos** entre nodos adyacentes.
 - Funciona de manera similar a UDP
- Cada protocolo de nivel de enlace ofrece uno de los dos tipos de servicio.
- Lo típico es que ofrezca un servicio de entrega no fiable de datos.
 - La mayoría de los enlaces tienen baja tasa de error.
 - Por ejemplo, enlaces de fibra o algunos tipos de par trenzado.
- En el caso de alta tasa de error en el enlace es necesario que el nivel de enlace implemente el servicio de entrega fiable de datos.
 - Por ejemplo en enlaces inalámbricos (wireless).
- ¿Por qué la entrega fiable de datos tanto a nivel de enlace cómo extremo-extremo a nivel de transporte?

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Tema 5: La Capa de Enlace de Datos

Objetivos

- Entender los principales servicios del nivel de enlace de datos:
 - Control de errores (detección, corrección)
 - Compartir un canal de difusión: acceso múltiple
 - Direcciones MAC
 - Transferencia de datos fiables, control de flujo
- Estudiar un ejemplo de su implementación en redes de área local (LAN): Ethernet

Contenido

1. Introducción y servicios
- 2. Funciones del nivel de Enlace de Datos**
3. Redes de Área Local (LAN)
 - Direcciones MAC
 - Ethernet (802.3)
 - Conmutadores (Switches)
4. Protocolo ARP
5. Ejemplo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

some material copyright 1990-2010

www.cartagena99.com All Rights Reserved

La información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002, Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Funciones del Nivel de Enlace de Datos (I)

- **Construcción de la trama:**

- Encapsula la E_UD en la E_PDU, añade E_PCI tanto delante, conocida como **cabecera**, como detrás, conocida como **cola**, de la E_UD.

- **Sincronismo de trama:**

- Sirve para distinguir dónde comienza y acaba cada E_PDU dentro del flujo de bits o bytes recibidos en el nivel de enlace de datos.
 - Cada protocolo define el contenido del campo de la E_PCI que se utiliza para este fin.
 - Por ejemplo: Código ASCII **STX** (**S**tart of **T**eXt) se puede usar para delimitar el comienzo y **ETX** (**E**nd of **T**eXt) para el final.

- **Identificación de nodos (direccionamiento):**

- Cada nodo del enlace de datos debe tener un identificador único que lo distinga del resto de nodos.
 - Permite identificar el nodo origen y destino de la E_PDU.
- Dependiente de la tecnología.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Funciones del Nivel de Enlace de Datos (II)

- **Detección de errores:**

- Necesario debido a los errores causados por la atenuación de la señales, ruido... que hacen que las E_PDUs lleguen dañadas al receptor.
- Consiste en añadir bits adicionales de E_PCI a la E_PDU, conocidos como bits redundantes, de tal manera que permitan detectar errores en algunos bits.
 - El transmisor calcula el valor de dichos bits antes de enviar la trama.
 - El receptor realiza los mismos cálculos para verificar si coincide con los bits adicionales recibidos.
- Ningún algoritmo es 100% fiable.
 - Algunos errores no serán detectados.
- El algoritmo más utilizado a nivel de enlace de datos es el CRC (Cyclic Redundancy Check).
 - Técnica basada en el cálculo de los bits redundantes mediante operaciones con polinomios binarios.

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue and white background with a subtle wave-like pattern.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Funciones del Nivel de Enlace de Datos (III)

- Corrección de errores:

- Retransmisión.
 - Se utilizan mecanismos similares a los vistos en el tema 3.
- El receptor localiza **y corrige** el/los error/es que hubiera en el/los bit/s – no retransmisión.
 - Usos típicos: TDT, video por satélite...
- No está implementado siempre.

- Control de flujo:

- Regula el ritmo de envío y recepción de E_PDUs entre nodos adyacentes.
- No está implementado siempre.

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue and white background with a subtle wave-like pattern.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

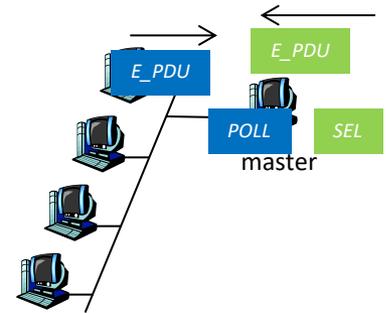
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Funciones del Nivel de Enlace de Datos (IV)

- **Control de acceso al medio:**

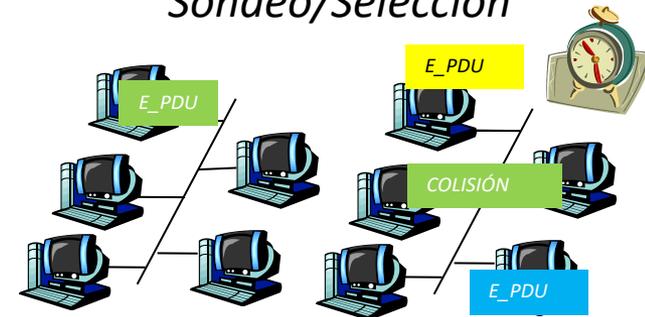
- En el caso de medios compartidos es necesario gestionar qué nodo hace uso del enlace en cada momento.
- Puede realizarse de modo:

- **Centralizado:** Un nodo del enlace, conocido como máster se encarga de gestionar el acceso al medio del resto de nodos, conocidos como esclavos.
 - Se usa la técnica de Sondeo/Selección.
 - Sondeo (Poll) envío de E_PDU de esclavo a máster.
 - Selección (Select) envío de E_PDU de máster a esclavo.
- **Distribuido:** Todos los nodos del enlace se coordinan para saber en cada momento a quién le toca transmitir (hacer uso del enlace).
 - Por contienda: Un nodo hace uso del enlace si el nivel físico le informa que está libre. En caso de que dos o más nodos transmitan una E_PDU casi a la vez se produce una **colisión**. Cada nodo intenta de nuevo la transmisión de la E_PDU que ha colisionado, pero a un tiempo que es distinto.



esclavos

Sondeo/Selección



Contienda



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Tema 5: La Capa de Enlace de Datos

Objetivos

- Entender los principales servicios del nivel de enlace de datos:
 - Control de errores (detección, corrección)
 - Compartir un canal de difusión: acceso múltiple
 - Direcciones MAC
 - Transferencia de datos fiables, control de flujo
- Estudiar un ejemplo de su implementación en redes de área local (LAN): Ethernet

Contenido

1. Introducción y servicios
2. Funciones del nivel de Enlace de Datos
3. **Redes de Área Local (LAN)**
 - Direcciones MAC
 - Ethernet (802.3)
 - Conmutadores (Switches)
4. Protocolo ARP
5. Ejemplo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

some material copyright 1990-2010

de Kurose and Ross. All Rights Reserved

www.cartagena99.com Si la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002, Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

LAN (Local Area Network) (I)

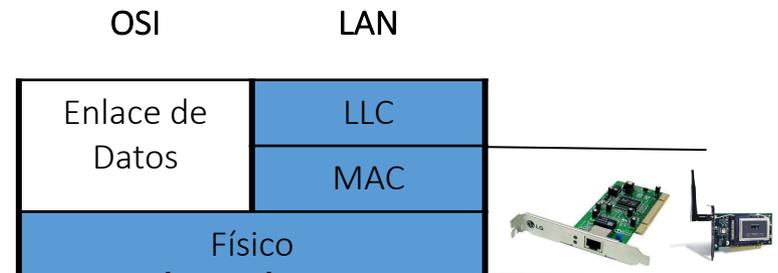
- Las redes de área local son la tecnología de red más utilizada.
- Permiten conectar los sistemas finales y routers dentro del dominio de broadcast.
- Implementan, a través de la interfaz de red, los dos niveles inferiores del modelo OSI, es decir, nivel de enlace y físico.

Nota

El nivel de enlace está subdividido en dos subniveles:

- **LLC** (Link Layer Control, control del enlace lógico) . Realiza las funciones de control de flujo y corrección de errores.
- **MAC** (Medium Access Control, control de acceso al medio). Realiza las funciones de sincronismo de trama, detección de errores, control acceso al medio y direccionamiento.

Hasta el subnivel MAC está implementado en la



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

LAN (Local Area Network) (II)

- IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers, el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) se encarga de estandarizar las LAN.
 - Esto permite que diferentes fabricantes puedan vender interfaces de red, medios físicos, conectores,..., para una misma tecnología LAN.
- Las normas LAN más utilizadas son:
 - La familia **802.3**, conocida como **Ethernet**.
 - Usan un medio físico guiado.
 - Hoy en día fibra óptica o par trenzado.
 - La familia **802.11**, conocida como **WI-FI (WLAN, Wireless LAN)**.
 - Usan medio físico no guiado.
 - Banda de frecuencia de los 2,4 GHz y 5 GHz.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

LAN (Local Area Network) (III)

Nivel de Enlace de Datos	Subnivel LLC	IEEE 802.2																			
	Subnivel MAC																				
Nivel Físico	Nivel Físico	Ethernet	IEEE 802.3 (Ethernet)	IEEE 802.3u (FastEthernet)	IEEE 802.3z (GigabitEthernet)	IEEE 802.3ab (GigabitEthernet over Copper)	IEEE 802.3 an (10GBASE-T)	IEEE 802.3 ae (10GBASE-LR)	IEEE 802.3 ba (100GBASE-LR4)	IEEE 802.3 bq (25G/40GBASE-T)	IEEE 802.3 bs (400GBASE-LR8)	IEEE 802.3 bz (2.5GBASE-T y 5GBASE-T)	IEEE 802.11	IEEE 802.11a	IEEE 802.11b	IEEE 802.11g	IEEE 802.11n	IEEE 802.11ac	IEEE 802.11ad	IEEE 802.11af	IEEE 802.11ah

Capas OSI

Especificación LAN



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Tema 5: La Capa de Enlace de Datos

Objetivos

- Entender los principales servicios del nivel de enlace de datos:
 - Control de errores (detección, corrección)
 - Compartir un canal de difusión: acceso múltiple
 - Direcciones MAC
 - Transferencia de datos fiables, control de flujo
- Estudiar un ejemplo de su implementación en redes de área local (LAN): Ethernet

Contenido

1. Introducción y servicios
2. Funciones del nivel de Enlace de Datos
3. **Redes de Área Local (LAN)**
 - **Direcciones MAC**
 - Ethernet (802.3)
 - Conmutadores (Switches)
4. Protocolo ARP
5. Ejemplo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

some material copyright 1990-2010

de Kartoso and Kusno, All Rights Reserved

www.cartagena99.com
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002,
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Redes de Área Local (LAN)

Direcciones MAC (I)

- Tienen un tamaño de 48 bits.
 - Se usan diferentes notaciones para representarlas, pero todas agrupan en bytes los 48 bits y cada uno de esos bytes lo representa en hexadecimal:

1B:03:F2:45:78:25

F0.34.AB.23.45.12

02DE0A.2343AC

- Existen tres tipos de direcciones MAC:
 - **Unicast**: Sirven para enviar E_PDUs a un único destino.
 - Todos las interfaces de red tienen asignada una de fábrica.
 - **Broadcast**: Usada como destino, sirve para enviar E_PDUs a todos los nodos del dominio de broadcast (FF:FF:FF:FF:FF:FF).
 - **Multicast**: Usada como destino, sirve para enviar E_PDUs a un grupo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Redes de Área Local (LAN)

Direcciones MAC (II)

- IEEE administra la asignación de direcciones MAC unicast que vienen de fábrica.
 - A cada fabricante se le asigna una porción de direcciones MAC (para asegurar direcciones únicas).
 - Es posible cambiar la dirección MAC que viene de fábrica.
- Analogía:
 - Dirección MAC: DNI de cada persona.
 - Dirección IP: Dirección postal.
- MAC: direccionamiento plano → portabilidad
 - Podemos mover una tarjeta de red de una LAN a otra.
- IP: direccionamiento jerárquico → NO portable
 - Depende de la red IP a la que el nodo esté conectado.
- Ejemplo: el portátil que se usa en clase tiene una interfaz WI-FI

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Tema 5: La Capa de Enlace de Datos

Objetivos

- Entender los principales servicios del nivel de enlace de datos:
 - Control de errores (detección, corrección)
 - Compartir un canal de difusión: acceso múltiple
 - Direcciones MAC
 - Transferencia de datos fiables, control de flujo
- Estudiar un ejemplo de su implementación en redes de área local (LAN): Ethernet

Contenido

1. Introducción y servicios
2. Funciones del nivel de Enlace de Datos
3. **Redes de Área Local (LAN)**
 - Direcciones MAC
 - **Ethernet (802.3)**
 - Conmutadores (Switches)
4. Protocolo ARP
5. Ejemplo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

some material copyright 1990-2010

www.cartagena99.com/whatsapp/whatsapp All Rights Reserved

Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Redes de Área Local (LAN)

Ethernet (802.3)

- Es la tecnología LAN que más éxito ha tenido.
 - Fácil de instalar.
 - Más barata.
- **Muchos** estándares diferentes de Ethernet.
 - En común el subnivel MAC.
 - Protocolo de acceso al medio.
 - Mecanismo de contienda.
 - Formato de la MAC_PDU (trama).
 - Permite enlaces multipunto o punto a punto.
 - Diferentes protocolos de nivel físico:
 - Medios físicos: fibra, coaxial y par trenzado.
 - Diferentes velocidades (R): 2 Mbps, 10 Mbps, 100 Mbps, 1 Gbps, 10 Gbps.

Internet

aplicación

transporte

Cartagena99

LLC (Opcional)
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

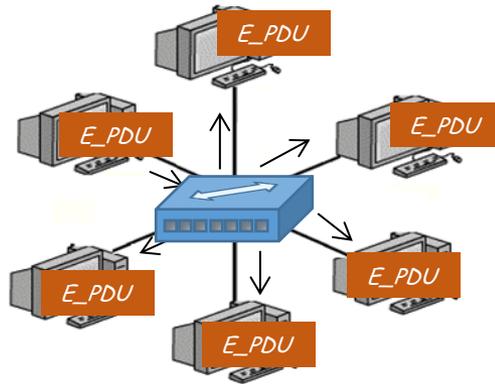
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Fibra óptica

Redes de Área Local (LAN)

Ethernet 802.3 - ¿Cómo se conectan los nodos?

- Hasta 100 Mbps se pueden tener enlaces punto a punto (half-duplex o full-duplex) o multipunto.
- Para los enlaces multipunto se usa un dispositivo de nivel físico, conocido como **concentrador** o **hub**. 
- Un hub permite que todo lo que se envíe por una interfaz de red (nodo) sea recibido por el resto de interfaces de red.



Nota
*Si dos o más nodos transmiten casi de manera simultánea se produce una **colisión***

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Redes de Área Local (LAN)

Ethernet 802.3 – MAC_PDU (trama)

← 1 byte → 7 bytes con 10101010.
1 byte (el último) con 10101011.

Delimitador de Comienzo (8 bytes)
Dirección MAC destino (6 bytes)
Dirección MAC origen (6 bytes)
Longitud/Tipo (2 bytes)
MAC_UD (46-1500 bytes)
...

- Valor inferior o igual a 1500 significado *longitud*:
 - Indica nº de bytes de MAC_UD
 - Hay subnivel LLC.
- Valor superior o igual a 1536 significado *tipo*:
 - Multiplexión y demultiplexión

Datos del nivel superior, en general IP, ARP o LLC.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

NOTA

Redes de Área Local (LAN)

Ethernet 802.3 – Funcionamiento básico

- Transmisión: Un nodo una vez que tiene una MAC_PDU para ser enviada, si el nivel físico es...
 - ...**half-duplex**, comprueba que el enlace esté libre, en caso afirmativo envía bit a bit todos los bits de la MAC_PDU, en caso negativo, espera a que esté libre.
 - Si ocurren colisiones intenta transmitirla pasado un tiempo aleatorio.
 - ...**full-duplex**, envía bit a bit todos los bits de la MAC_PDU.
- Recepción: Un nodo una vez que recibe una MAC_PDU comprueba si es destino de la misma, en caso afirmativo, procesará la MAC_PDU, desencapsulándola, en otro caso, la descartará.
 - Si recibe una MAC_PDU errónea la descarta y no avisa al transmisor.
 - Ethernet ofrece un servicio de entrega **no fiable**, por eso no requiere establecimiento de conexión (funcionamiento similar a IP y UDP).

Nota

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Tema 5: La Capa de Enlace de Datos

Objetivos

- Entender los principales servicios del nivel de enlace de datos:
 - Control de errores (detección, corrección)
 - Compartir un canal de difusión: acceso múltiple
 - Direcciones MAC
 - Transferencia de datos fiables, control de flujo
- Estudiar un ejemplo de su implementación en redes de área local (LAN): Ethernet

Contenido

1. Introducción y servicios
2. Funciones del nivel de Enlace de Datos
3. **Redes de Área Local (LAN)**
 - Direcciones MAC
 - Ethernet (802.3)
 - **Conmutadores (Switches)**
4. Protocolo ARP
5. Ejemplo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

some material copyright 1990-2010

de Kurose and Ross. All Rights Reserved

www.cartagena99.com Si la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002, Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Redes de Área Local (LAN)

Conmutadores (Switches)

- Un **switch LAN**, conocido también como **conmutador LAN**, **punto de acceso LAN**, o **bridge LAN**, permite interconectar de manera **transparente** LANs que utilicen el mismo o distinto subnivel MAC (el nivel físico tampoco tiene por qué coincidir).
 - Por ejemplo: Conectar una WLAN (WIFI) con Ethernet. A este tipo de switch se le conoce con el nombre de **punto de acceso**.
- El funcionamiento de estos dispositivos está descrito en la norma **IEEE 802.1d**, “Media Access Control Bridges”, Puentes MAC.



Cartagena99



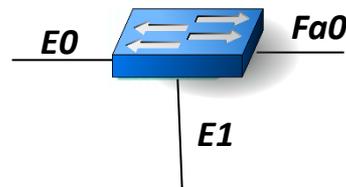
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Redes de Área Local (LAN)

Conmutadores (Switches) – Características

- Un switch está formado por un conjunto de interfaces de red, cada una de igual o distinta tecnología LAN.
- Las interfaces de un switch se identifican de manera similar a los routers.



Nota

E = Ethernet, R:10 Mbps
Fa = Fast Ethernet, R:100 Mbps.
Gi = Gigabit Ethernet, R:1Gbps.

- Cada interfaz de un switch es un enlace distinto que puede ser punto a punto o multipunto, conocido como **dominio de colisión o de ancho de banda**.
 - En caso de enlace multipunto o punto a punto half-duplex el acceso al medio lo controlará el protocolo MAC de la tecnología LAN que se utilice en esa interfaz.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Redes de Área Local (LAN)

Conmutadores (Switches) – Funcionamiento (I)

- Un switch va a procesar todas las MAC_PDU¹ que recibe por una de sus interfaces para:
 - **Aprender** la ubicación del nodo origen de la MAC_PDU.
 - **Reenviar** la MAC_PDU, si procede, por una interfaz distinta a la del origen.
 - **No funciona como un HUB.**
 - Conocido como dispositivo de **almacenamiento/reenvío** (store&forward).
- Un switch mantiene una tabla conocida como **tabla de direcciones MAC** o **tabla de conmutación** en donde registra la ubicación de los distintos nodos que están en el dominio de broadcast y la consulta para ver si debe reenviar o no una

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Redes de Área Local (LAN)

Conmutadores (Switches) – Funcionamiento (II)

- Cada **entrada** de la tabla de conmutación contiene:
 - Interfaz.
 - Dirección MAC.
 - Marca de Tiempo.
- ¿Cómo se rellena la tabla de conmutación?
 - Manualmente.
 - No es usual.
 - Dinámicamente.
 - Aprendiendo de las MAC_PDUs que va recibiendo el switch por cada una de sus interfaces.

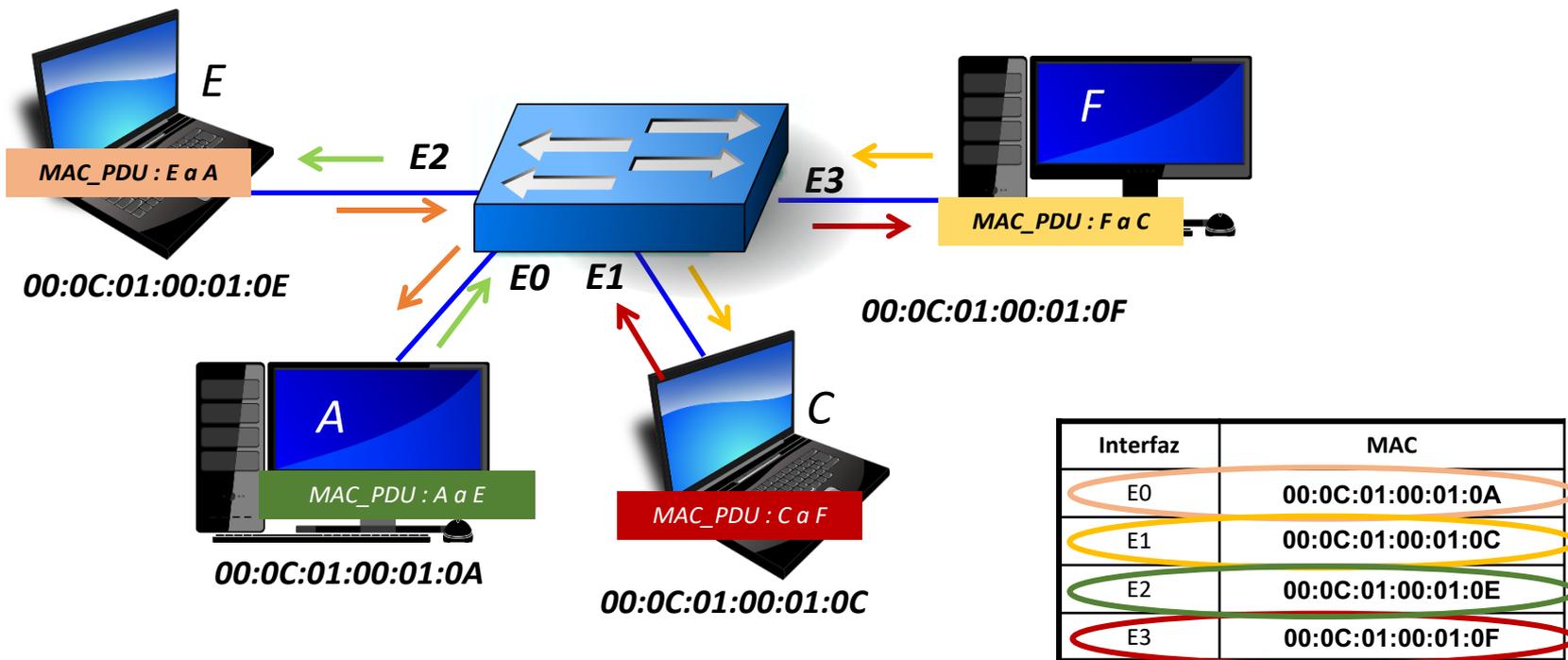
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Redes de Área Local (LAN)

Conmutadores (Switches) – Funcionamiento (III)



Nota

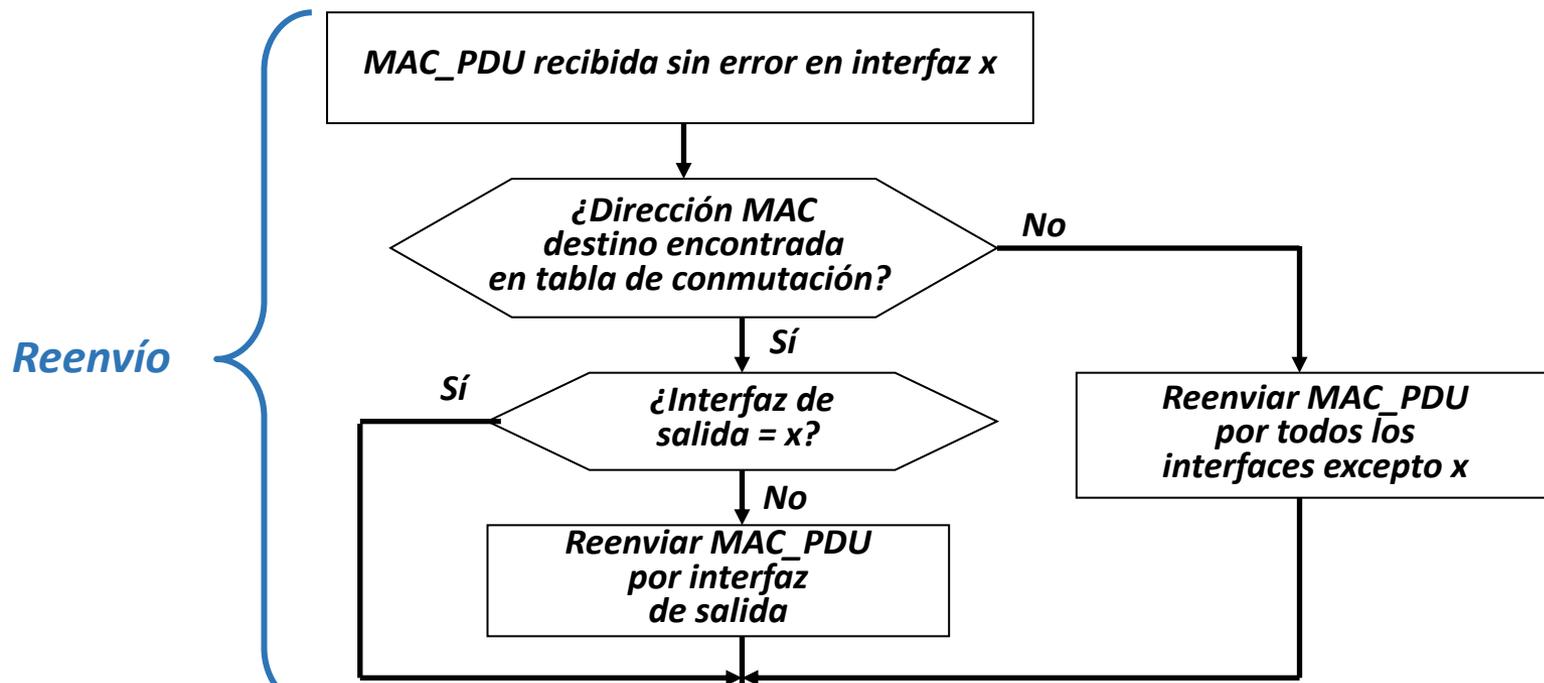
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99

Redes de Área Local (LAN)

Conmutadores (Switches) – Funcionamiento (IV)



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



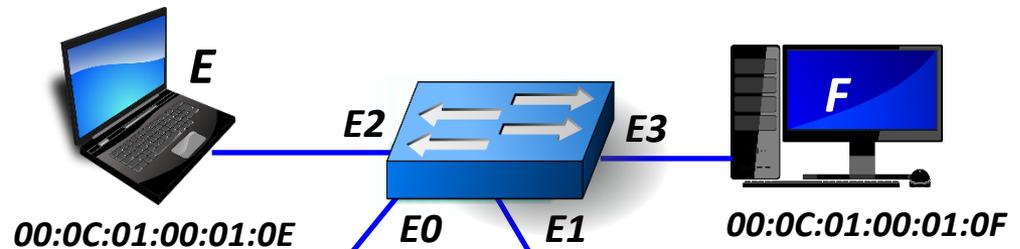
Terminar

Redes de Área Local (LAN)

Conmutadores (Switches) – Ejemplo (I)

- ¿Cuántos dominios de ancho de banda hay?
- F envía una MAC_PDU a A . ¿Quién la recibe y procesa?
- Un minuto más tarde C envía MAC_PDU a F. ¿Quién la recibe y procesa?
- Dos minutos más tarde F envía una MAC_PDU con destino la MAC broadcast. ¿Quién la recibe y procesa?
- ¿Cuántos dominios de broadcast hay?

Interfaz	MAC	Tiempo



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

00:0C:01:00:01:0C

Cartagena99

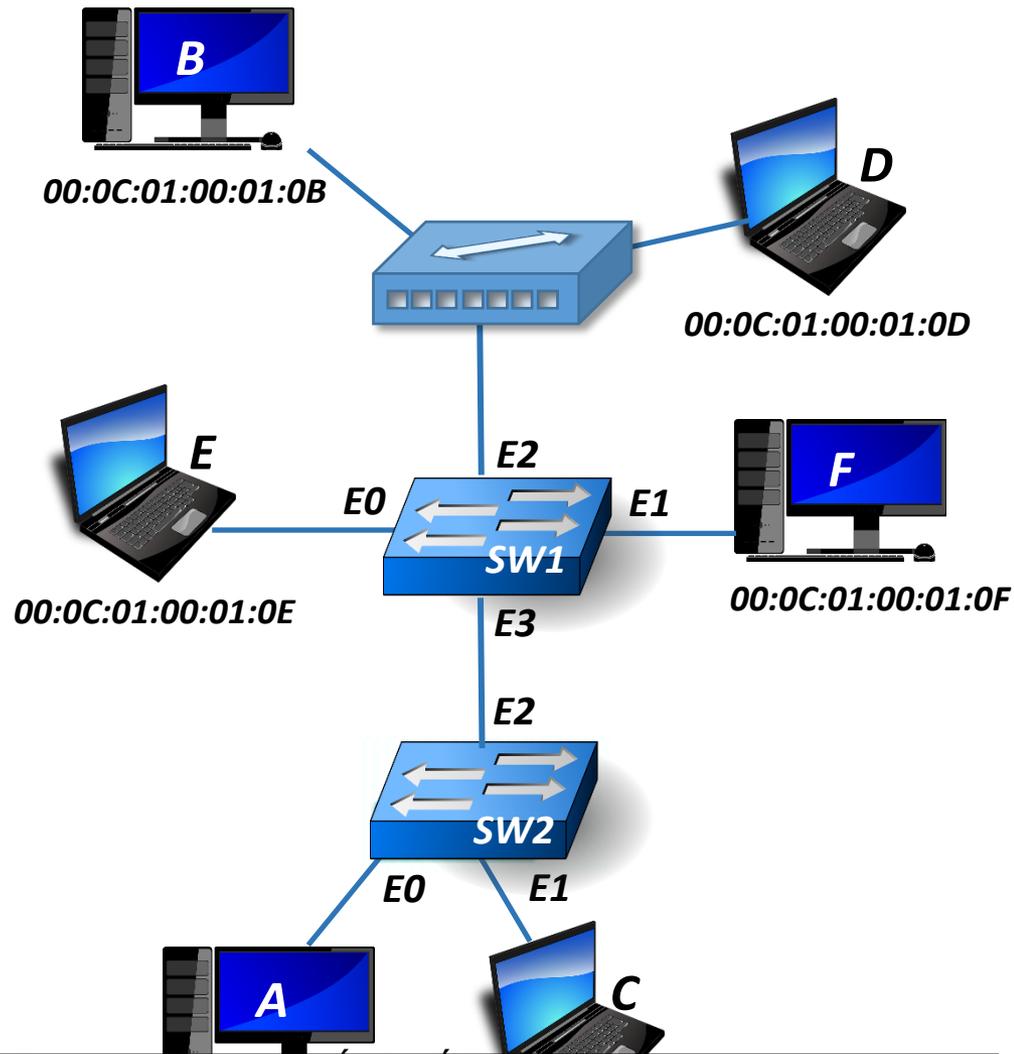
Redes de Área Local (LAN)

Conmutadores (Switches) – Ejemplo (II)

- ¿Cuántos dominios de ancho de banda hay?
- ¿Quién envió la última MAC_PDU? ¿A quién?
- F envía una MAC_PDU a B. ¿Quién la recibe y procesa?

Switch 1		
Interfaz	MAC	TIEMPO
E2	00:0C:01:00:01:0B	4

- Un minuto más tarde D envía MAC_PDU a C. ¿Quién la recibe y procesa?
- Tres minutos más tarde E envía una MAC_PDU con destino la MAC broadcast. ¿Quién la recibe y procesa?
- ¿Cuántos dominios de broadcast hay?



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Tema 5: La Capa de Enlace de Datos

Objetivos

- Entender los principales servicios del nivel de enlace de datos:
 - Control de errores (detección, corrección)
 - Compartir un canal de difusión: acceso múltiple
 - Direcciones MAC
 - Transferencia de datos fiables, control de flujo
- Estudiar un ejemplo de su implementación en redes de área local (LAN): Ethernet

Contenido

1. Introducción y servicios
2. Funciones del nivel de Enlace de Datos
3. Redes de Área Local (LAN)
 - Direcciones MAC
 - Ethernet (802.3)
 - Conmutadores (Switches)
4. **Protocolo ARP**
5. Ejemplo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

some material copyright 1990-2010

www.cartagena99.com All Rights Reserved

La información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002, Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Protocolo ARP

Introducción

- El nivel de enlace de datos para poder crear y entregar la E_PDU a su destino, requiere que el nivel de red le indique el nodo destino de la misma, es decir, el valor que debe tener el campo dirección física destino de la E_PCI.
 - Para las LAN la dirección MAC destino.
- El nivel de red se lo indica utilizando para ello un campo de la E_ICI de la E_IDU que entrega al nivel de enlace.
- IP **sólo** conoce la dirección IP del destino o la IP del próximo salto, según el caso.

Recuerda

*IP para enviar una IP_PDU busca en la tabla de enrutamiento (TE) una entrada para la red del destino, si existe, la envía por la interfaz indicada en la TE, usando para **ello los servicios de nivel de enlace...***

Cartagena99

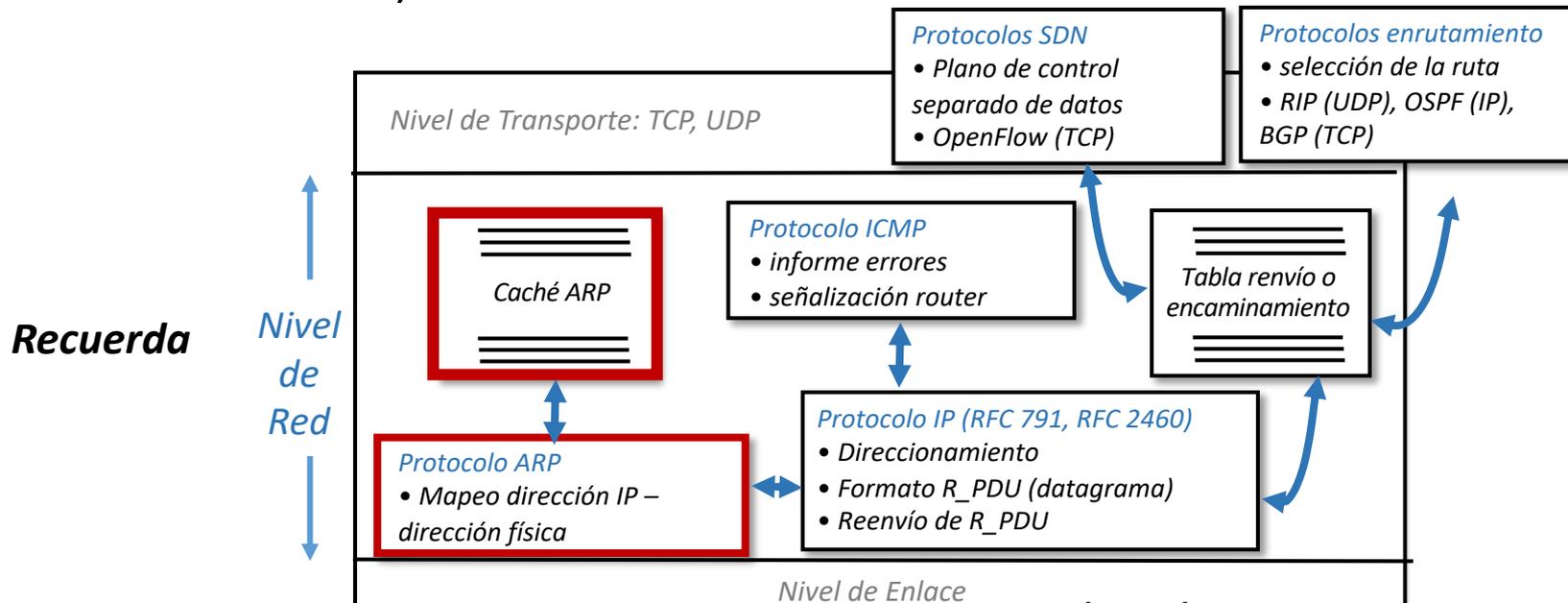
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Protocolo ARP

¿Cómo descubre IP la dirección física?

- Usando los servicios de un protocolo del nivel de red de Internet: El protocolo **ARP** (Address Resolution Protocol, Protocolo de resolución de direcciones). RFC 826.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Protocolo ARP

Caché ARP (I)

- Cada dispositivo con nivel de red de Internet mantiene una tabla, conocida como de **mapeo de direcciones** o **caché arp**, en la que se mapea la dirección de nivel físico (por ejemplo la dirección MAC) que tiene el dispositivo que tiene configurada una determinada dirección IP.
- ARP puede tanto consultar como modificar el contenido de esta tabla.
- La tabla de mapeo de direcciones contiene tres entradas:
 - Dirección IP.
 - Dirección física.
 - Marca de Tiempo. (La obviaremos)

Ejemplo caché arp	
Dirección IP	Dirección MAC
193.1.1.25	00:0C:01:00:01:0A

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Protocolo ARP

Caché ARP (II)

¿Cómo se rellena la caché ARP?

- Manualmente.
 - Entradas estáticas.
 - Poco usual.
- Dinámicamente:
 - Haciendo uso del protocolo ARP.
 - ARP cuando aprende la dirección física asociada a una dirección IP la introduce en la caché.
 - Las entradas se eliminan de la caché pasado un tiempo.
 - En cada consulta de una entrada de la caché se actualiza su marca de tiempo al valor máximo.

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue and white background with a subtle wave-like pattern. Below the text, there is a horizontal orange and yellow gradient bar.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Protocolo ARP

Funcionamiento básico ARP (I)

Cuando el protocolo IP en un dispositivo con capa Internet le solicita a ARP la dirección física asociada a una IP, el protocolo ARP consulta la caché ARP:

- En el caso de que exista entrada para esa dirección IP, le indica a IP la dirección física asociada.
 - Actualiza la marca de tiempo de esa entrada al valor máximo.
- En caso de que no exista, entonces,
 - pone en marcha un mecanismo, conocido como pregunta/respuesta, para descubrir la dirección física asociada a la dirección IP consultada por el protocolo IP.
 - Tanto el dispositivo cuya IP no se conocía, destino, como el origen modifican su caché arp.
 - El destino actualiza o incluye una nueva entrada en la caché ARP para el dispositivo origen.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Protocolo ARP

Funcionamiento básico ARP (II)

Pregunta:

- Envía una ARP_PDU, conocida como **ARP Request**, para preguntar por la dirección IP solicitada por IP e informar de su propia dirección IP y dirección física al encuestado.
 - Debe ser recibida por todos los dispositivos con capa Internet del dominio de broadcast.
 - ARP al solicitar servicios al nivel de enlace para enviar esta ARP_PDU le indica en la E_ICI de la E_IDU que la dirección física destino sea broadcast.

Respuesta:

- El dispositivo del dominio de broadcast cuya dirección IP coincida con la solicitada responde con una ARP_PDU, conocida como **ARP Reply** para informar de su dirección IP y física.
 - Debe ser recibida sólo por el dispositivo que envió el ARP Request.
 - ARP al solicitar servicios al nivel de enlace para enviar esta ARP_PDU le indica en la E_ICI de la E_IDU que la dirección física destino sea la que acaba de

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

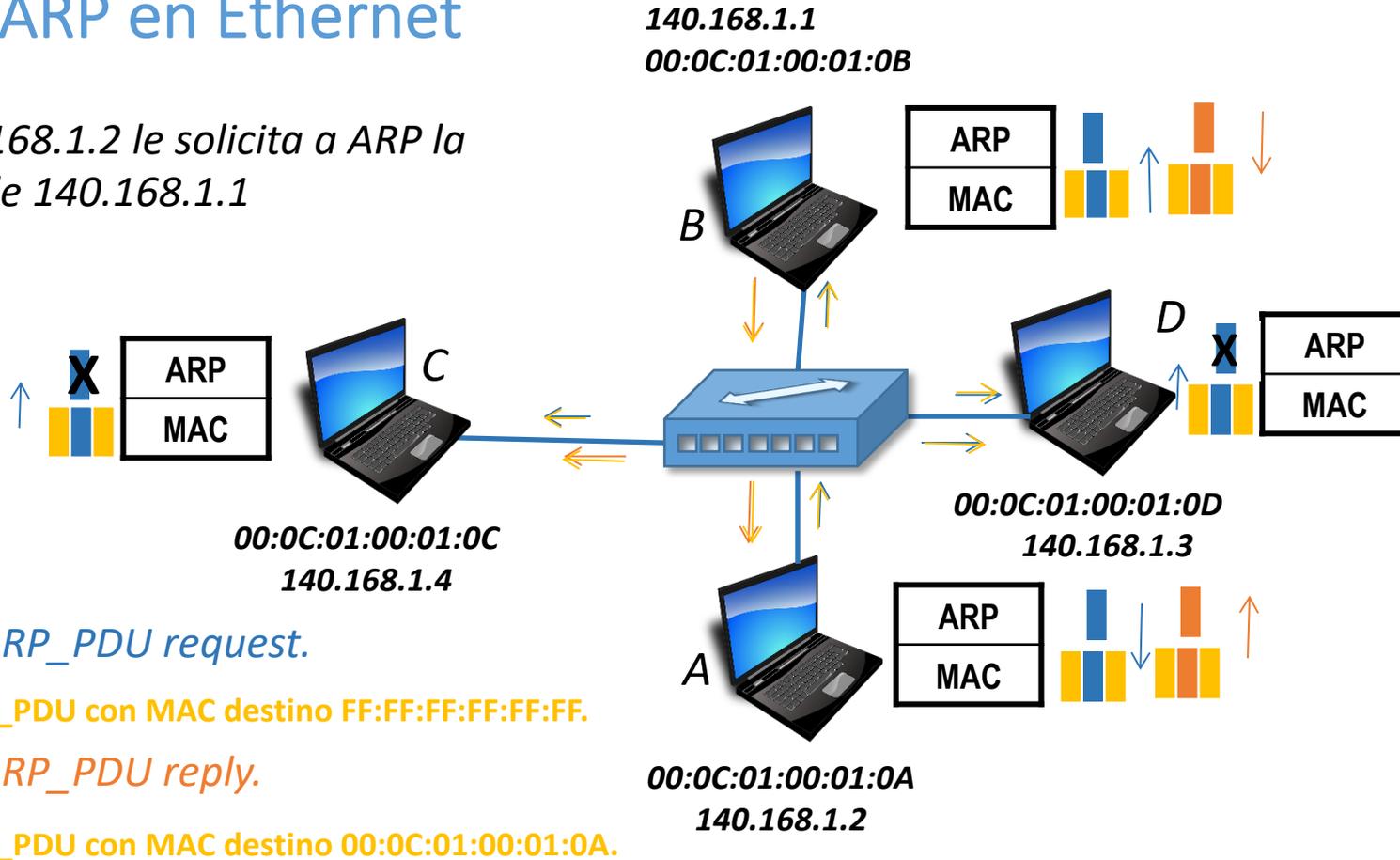
- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Protocolo ARP

Ejemplo, ARP en Ethernet

IP en el PC 140.168.1.2 le solicita a ARP la dirección MAC de 140.168.1.1



1.- Solicitud envío ARP_PDU request.

Encapsulada en MAC_PDU con MAC destino FF:FF:FF:FF:FF:FF.

2.- Solicitud envío ARP_PDU reply.

Encapsulada en MAC_PDU con MAC destino 00:0C:01:00:01:0A.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Tema 5: La Capa de Enlace de Datos

Objetivos

- Entender los principales servicios del nivel de enlace de datos:
 - Control de errores (detección, corrección)
 - Compartir un canal de difusión: acceso múltiple
 - Direcciones MAC
 - Transferencia de datos fiables, control de flujo
- Estudiar un ejemplo de su implementación en redes de área local (LAN): Ethernet

Contenido

1. Introducción y servicios
2. Funciones del nivel de Enlace de Datos
3. Redes de Área Local (LAN)
 - Direcciones MAC
 - Ethernet (802.3)
 - Conmutadores (Switches)
4. Protocolo ARP
5. Ejemplo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

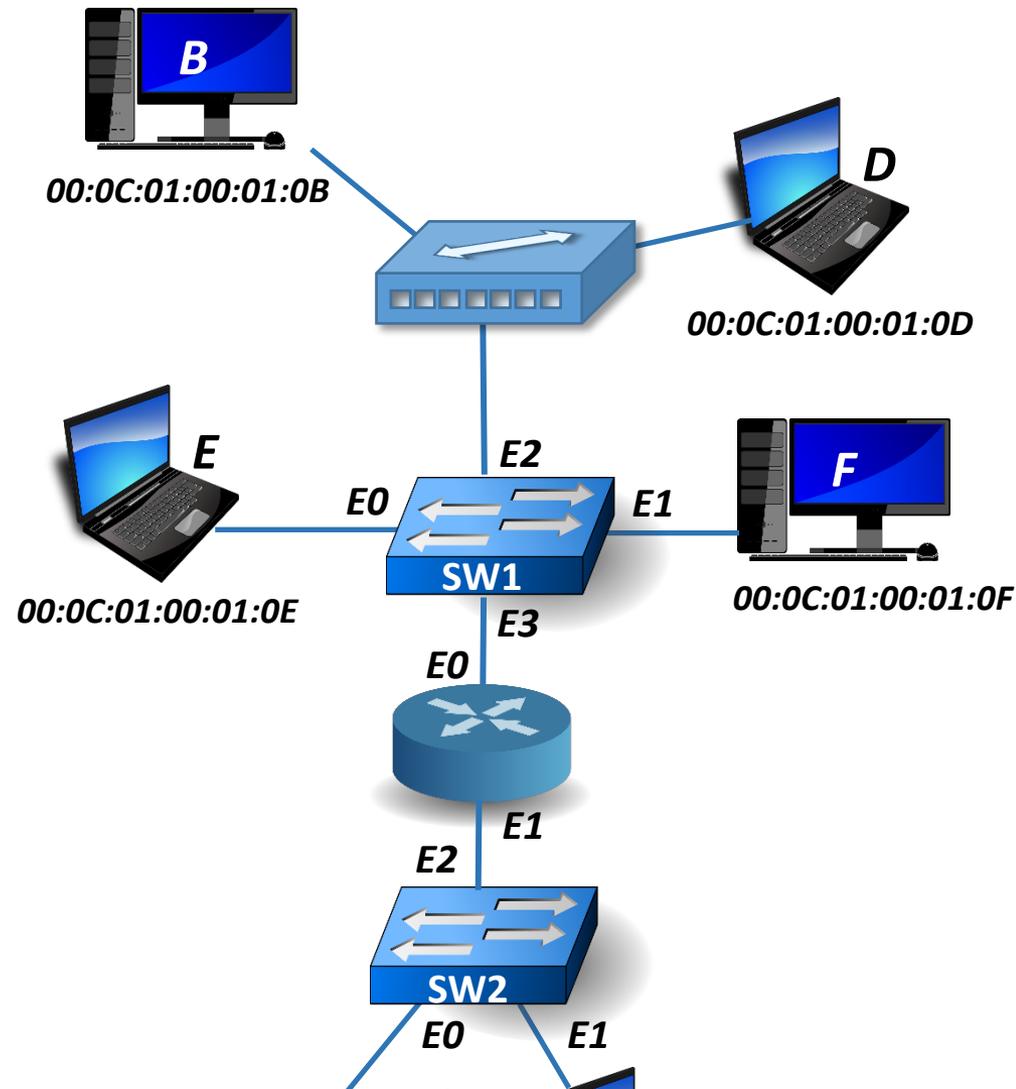
some material copyright 1990-2010

www.cartagena99.com All Rights Reserved

La información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002, Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Ejemplo de red (I)

- ¿Cuántos dominios de ancho de banda hay? ¿Y de broadcast?
- ¿A qué velocidad (R) se transmite en cada enlace?
- Si esta red se direcciona con direccionamiento sin clase, ¿Cuántos bits como mínimo se deben tener para identificar a host en cada red lógica?
- ¿Es posible direccionar esta red a partir del bloque CIDR 193.198.25.0/28?
- Si todos los dispositivos están sin configurar y se acaban de encender, ¿cuál es el contenido de la tabla de



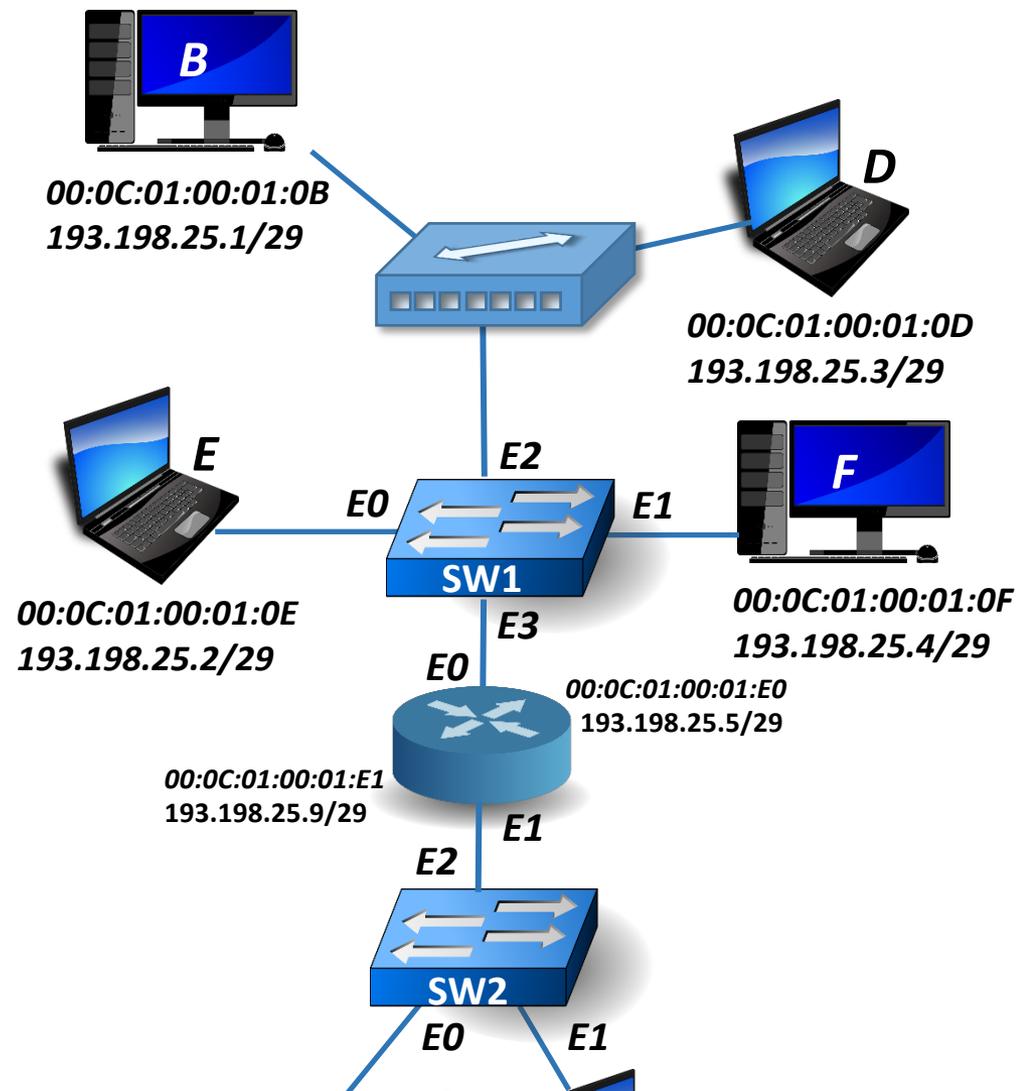
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Ejemplo de red (II)

- ¿Qué máscara se ha configurado en el PC A?
- ¿Qué router por defecto se ha configurado en PC F?
- Si aún no se ha generado ningún tráfico en la red, ¿cuál es el contenido de la tabla de conmutación, tabla de enrutamiento y las caché arp de cada dispositivo según corresponda?



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

193.198.25.10/29

193.198.25.11/29

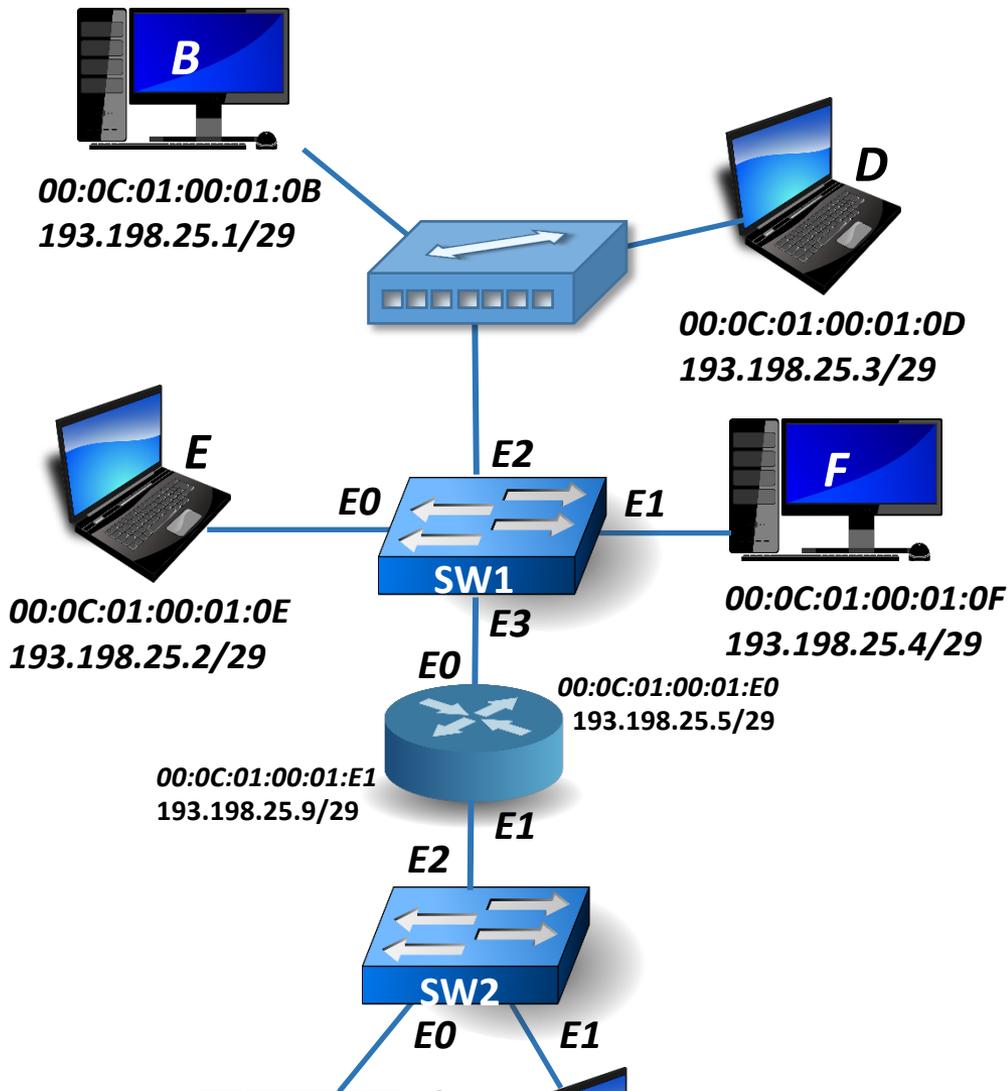
Ejemplo de red (III)

TE Host Red 193.198.25.0/29		
Red	Próximo salto	Interfaz
193.198.25.0/29	-	E
0.0.0.0/0	193.198.25.5	E

TE Host Red 193.198.25.8/29		
Red	Próximo salto	Interfaz
193.198.25.8/29	-	E
0.0.0.0/0	193.198.25.9	E

TE Router		
Red	Próximo salto	Interfaz
193.198.25.0/29	-	E0
193.198.25.8/29	-	E1

Tabla Conmutación switches	
Interfaz	MAC



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

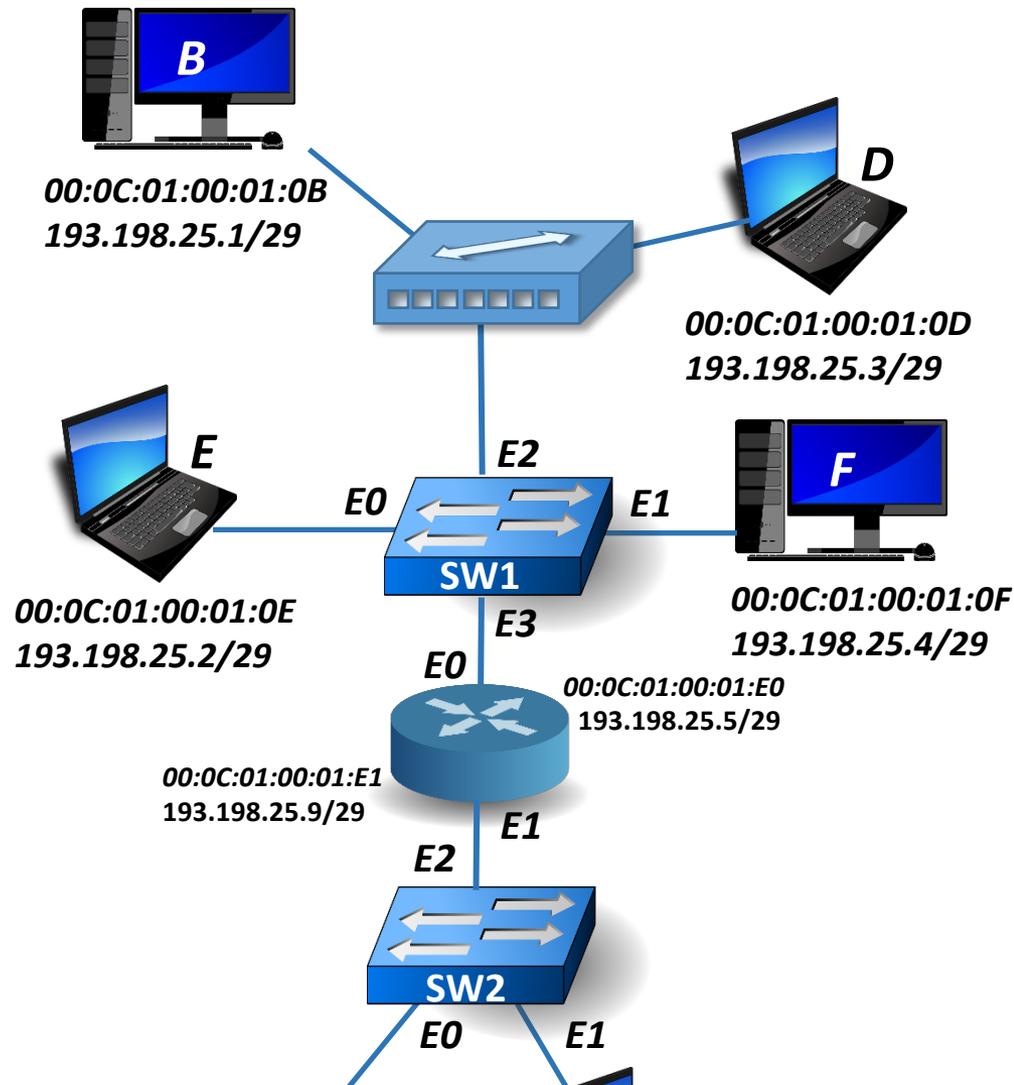
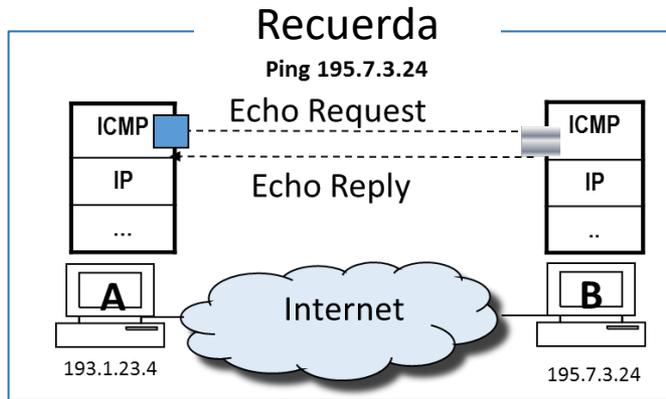
Cartagena99

193.198.25.10/29

193.198.25.11/29

Ejemplo de red (IV)

- Prueba de conectividad de 193.198.25.10 a 193.198.25.11 con éxito.



¿Cuál es el contenido de las tablas de conmutación y las caché arp de cada dispositivo?

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

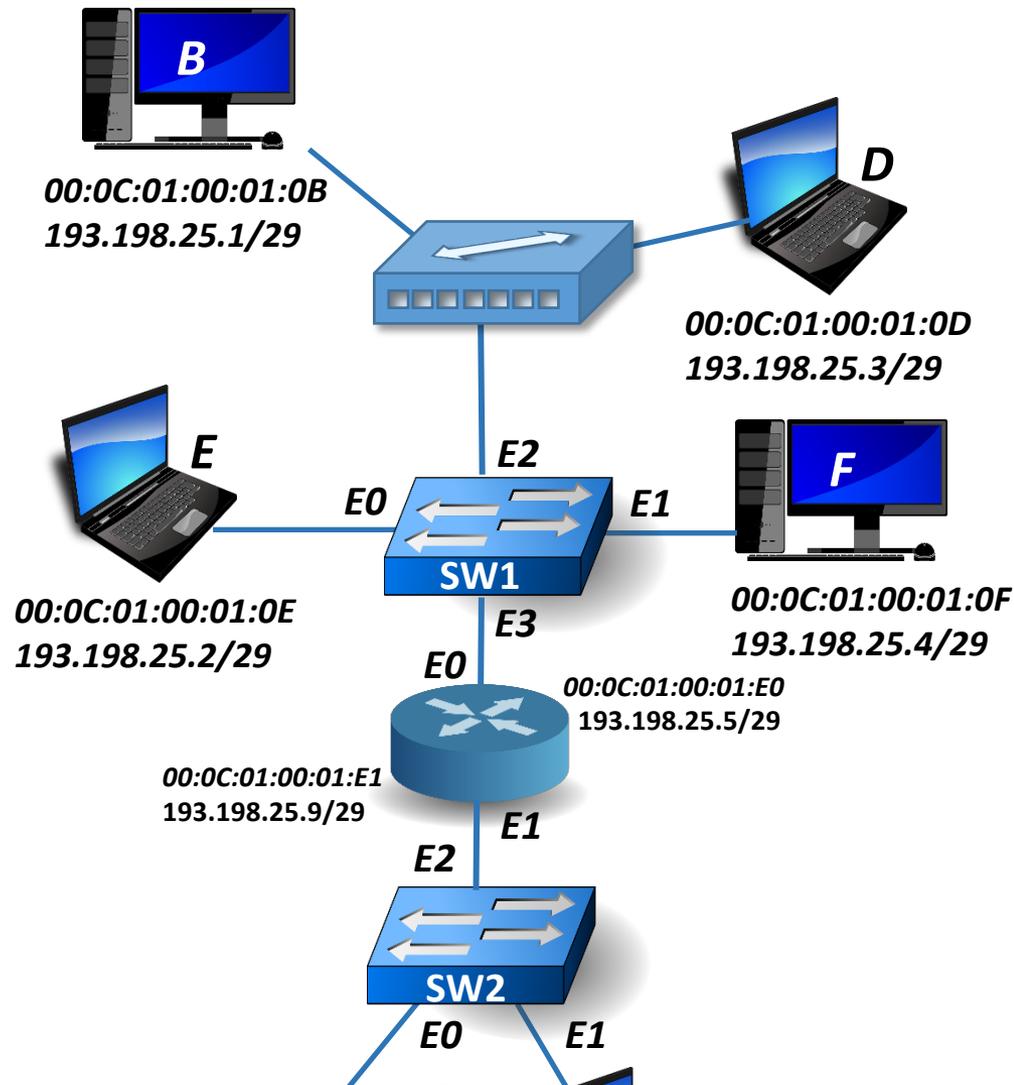
193.198.25.10/29 00:0C:01:00:01:0C
193.198.25.11/29

Ejemplo de red (V)

Interfaz	MAC

Interfaz	MAC
E0	00:0C:01:00:01:0A
E1	00:0C:01:00:01:0C

Dirección IP	Dirección MAC
193.198.25.11	00:0C:01:00:01:0C



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

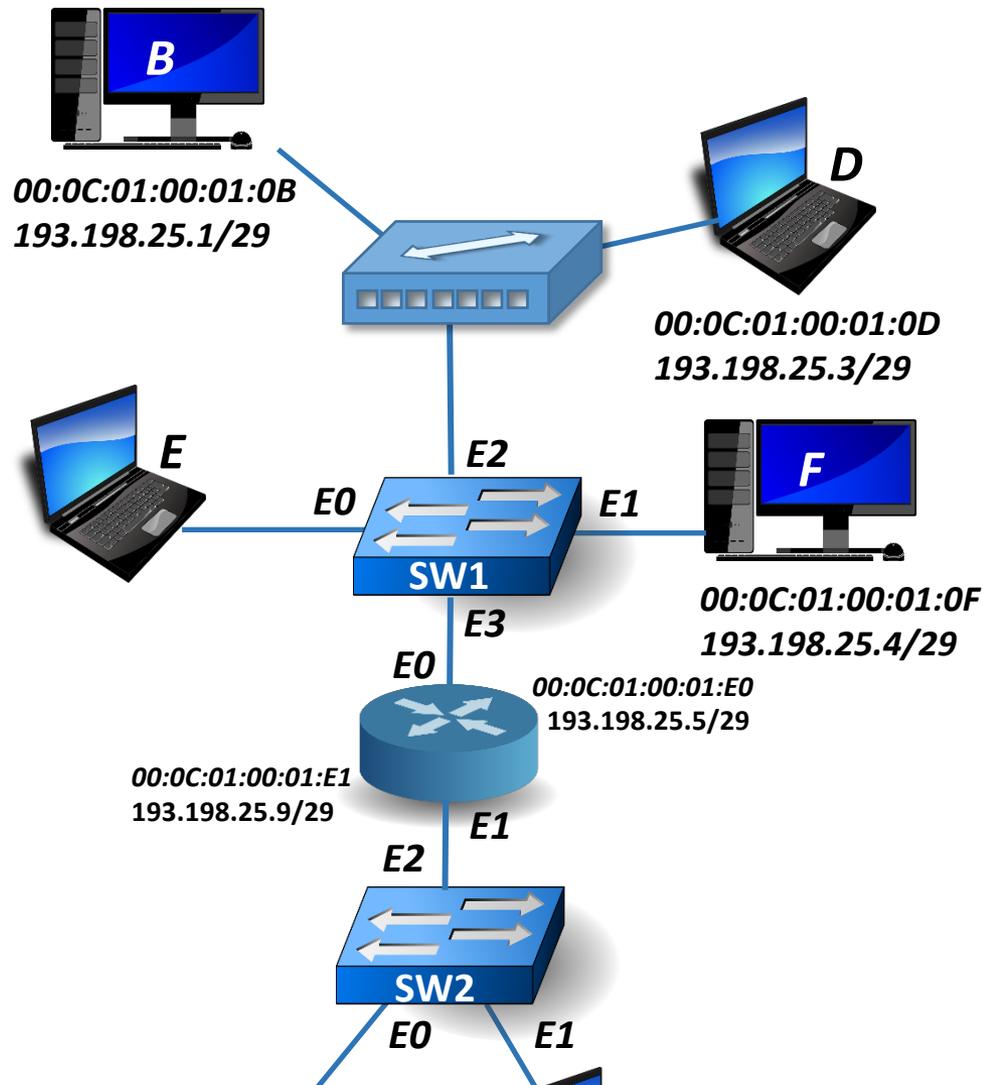
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

193.198.25.10/29 00:0C:01:00:01:0C
 193.198.25.11/29

Ejemplo de red (VI)

- Prueba de conectividad de 193.198.25.11 a 193.198.25.4 con éxito.
- Vamos a suponer que ha habido un periodo de inactividad en la red.
- Caché arp y tabla switches vacías.

¿Cuál es el contenido de la tabla de conmutación y las caché arp de cada



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

193.198.25.10/29

00:0C:01:00:01:0C

193.198.25.11/29

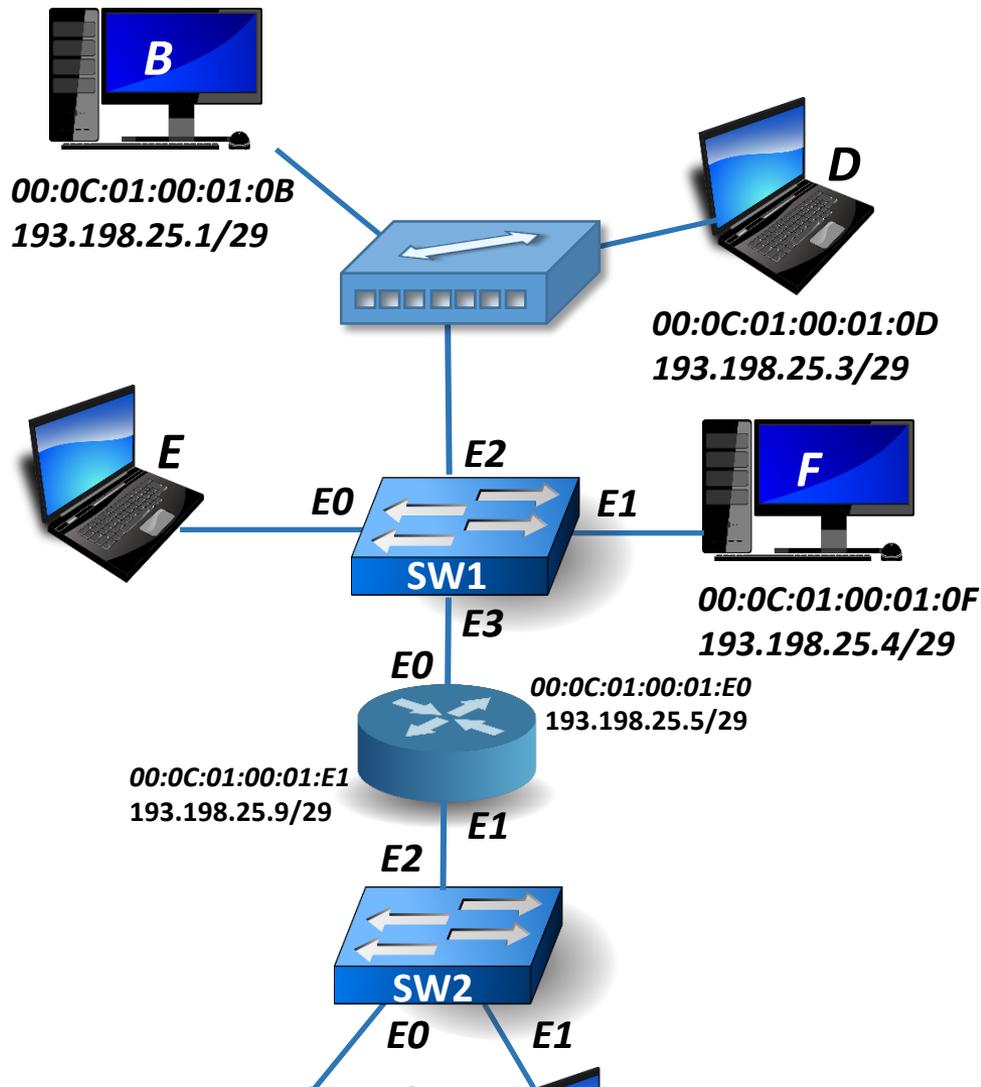
Ejemplo de red (VII)

Tabla Conmutación SW1	
Interfaz	MAC
E1	00:0C:01:00:01:0F
E3	00:0C:01:00:01:E0

Tabla Conmutación SW2	
Interfaz	MAC
E1	00:0C:01:00:01:0C
E2	00:0C:01:00:01:E1

caché arp router	
Dirección IP	Dirección MAC
193.198.25.11	00:0C:01:00:01:0C
193.198.25.4	00:0C:01:00:01:0F

caché arp C	
Dirección IP	Dirección MAC
193.198.25.9	00:0C:01:00:01:E1



CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

193.198.25.9

00:0C:01:00:01:E0

193.198.25.10/29

00:0C:01:00:01:0C

193.198.25.11/29

Tema 5: La Capa de Enlace de Datos

Objetivos

- Entender los principales servicios del nivel de enlace de datos:
 - Control de errores (detección, corrección)
 - Compartir un canal de difusión: acceso múltiple
 - Direcciones MAC
 - Transferencia de datos fiables, control de flujo
- Estudiar un ejemplo de su implementación en redes de área local (LAN): Ethernet

Contenido

1. Introducción y servicios
2. Funciones del nivel de Enlace de Datos
3. Redes de Área Local (LAN)
 - Direcciones MAC
 - Ethernet (802.3)
 - Conmutadores (Switches)
4. Protocolo ARP
5. Ejemplo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

some material copyright 1990-2010

www.cartagena99.com All Rights Reserved

La información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002, Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Contenidos

Tema 1: Redes de Computadores e Internet

Tema 2: Capa de Aplicación

Tema 3: Capa de Transporte

Tema 4: Capa de Red

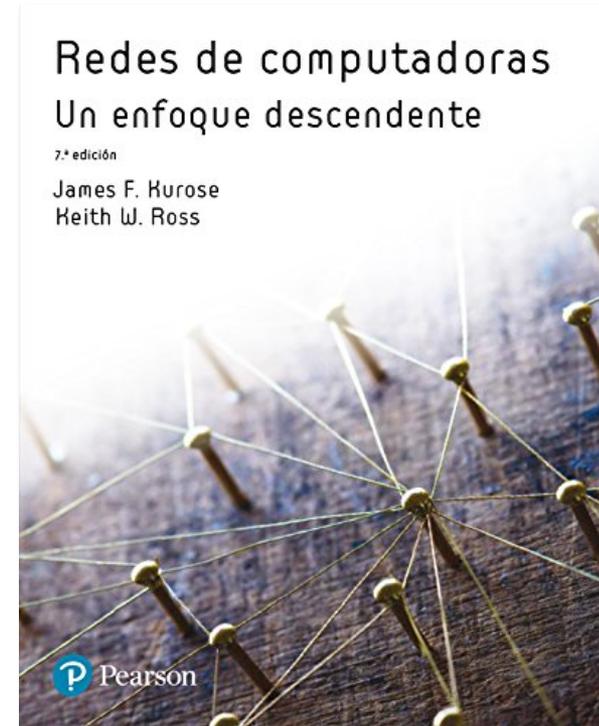
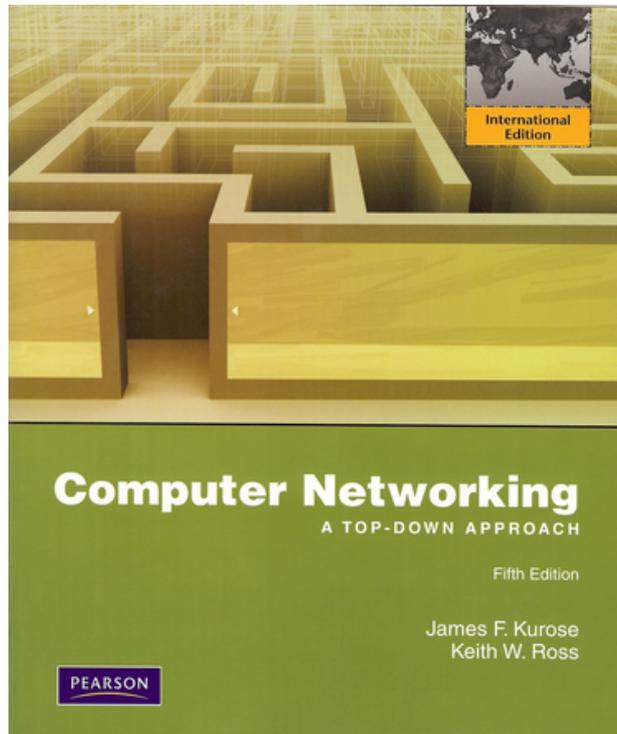
Tema 5: Capa de Enlace de Datos

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue and orange gradient background that resembles a stylized wave or a banner.A white, 3D-rendered character with a spherical head and two arms raised in a gesture of surprise or excitement, positioned above the yellow box.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Estas transparencias han sido elaboradas a partir de material con copyright que Pearson pone a disposición del profesorado, a partir del libro:

Jim Kurose, Keith Ross (2010). Computer Networking: A Top Down Approach, 5th edition,

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Redes de Computadores

Tema 5

La Capa de Enlace y Redes de Área Local

EJERCICIOS

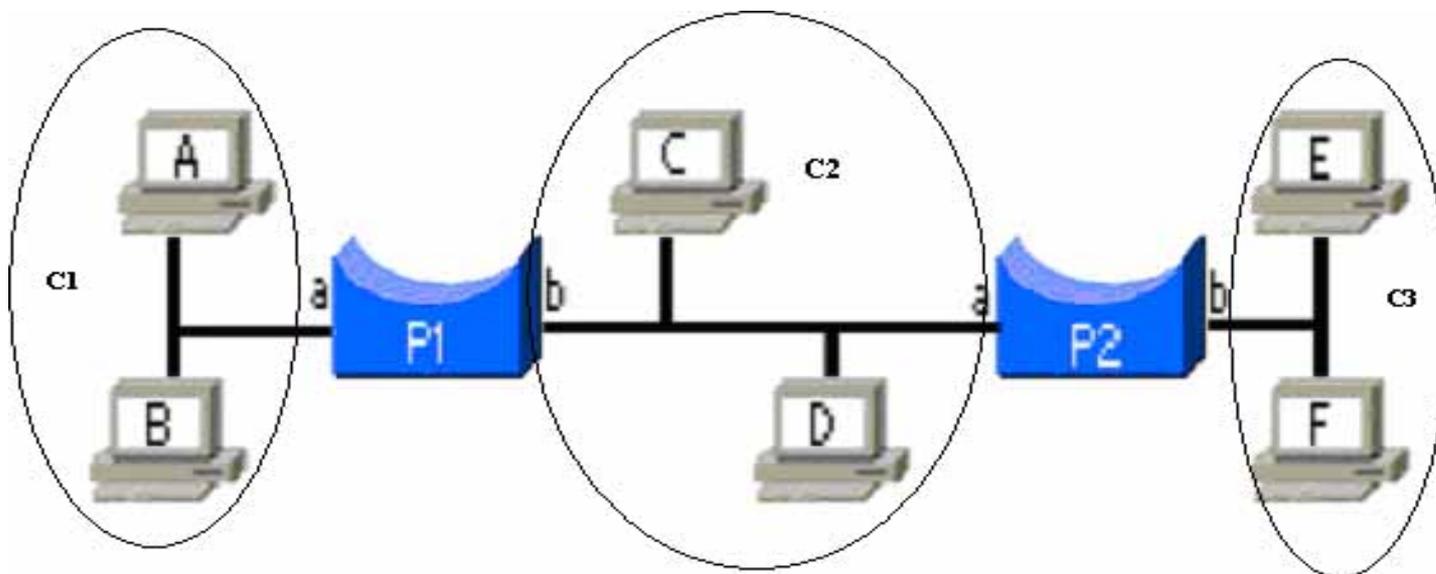


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Problema 1

En la red LAN de la figura, considere que inicialmente los puentes P1 y P2 tienen las tablas de direcciones vacías. Indique para la siguiente secuencia de tramas (ordenada) en qué dominios de colisión (anchos de banda) es visible (incluyendo el origen) y el contenido de la tabla de direcciones de los puentes.



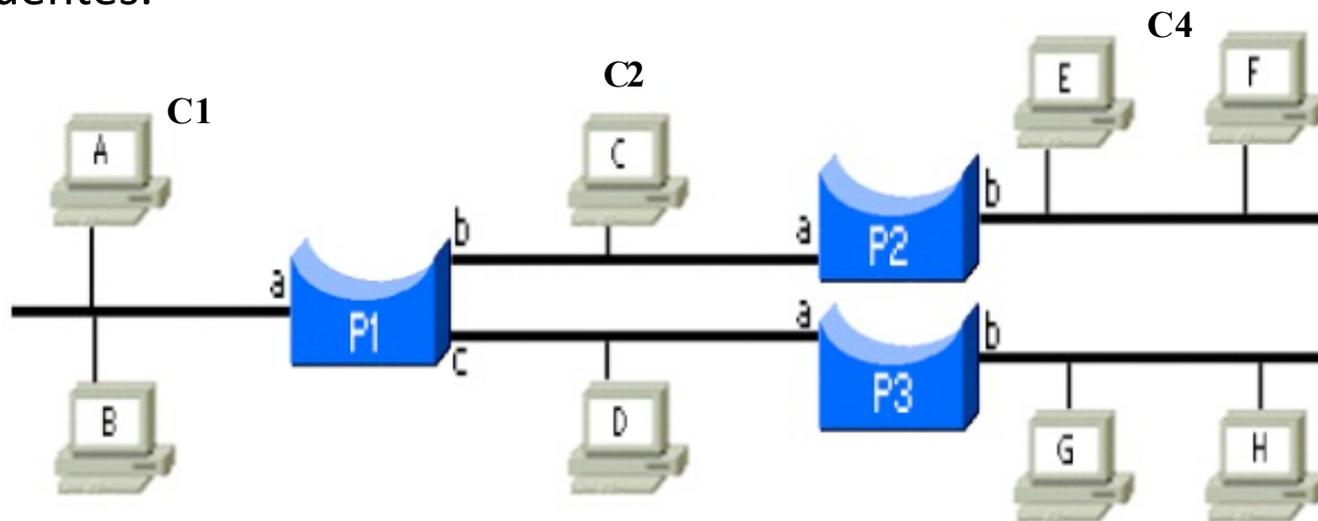
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Problema 2

Considérese la red LAN de la figura, en la que todos los puentes tienen sus tablas de direcciones vacías. Las cuestiones a) hasta c) indican el envío de determinadas tramas que forman una secuencia, para cada apartado debe indicarse en qué dominios de colisión (anchos de banda) va a ser visible esa trama (incluido el origen) y el estado de la tabla de direcciones de los tres puentes.



Cartagena99

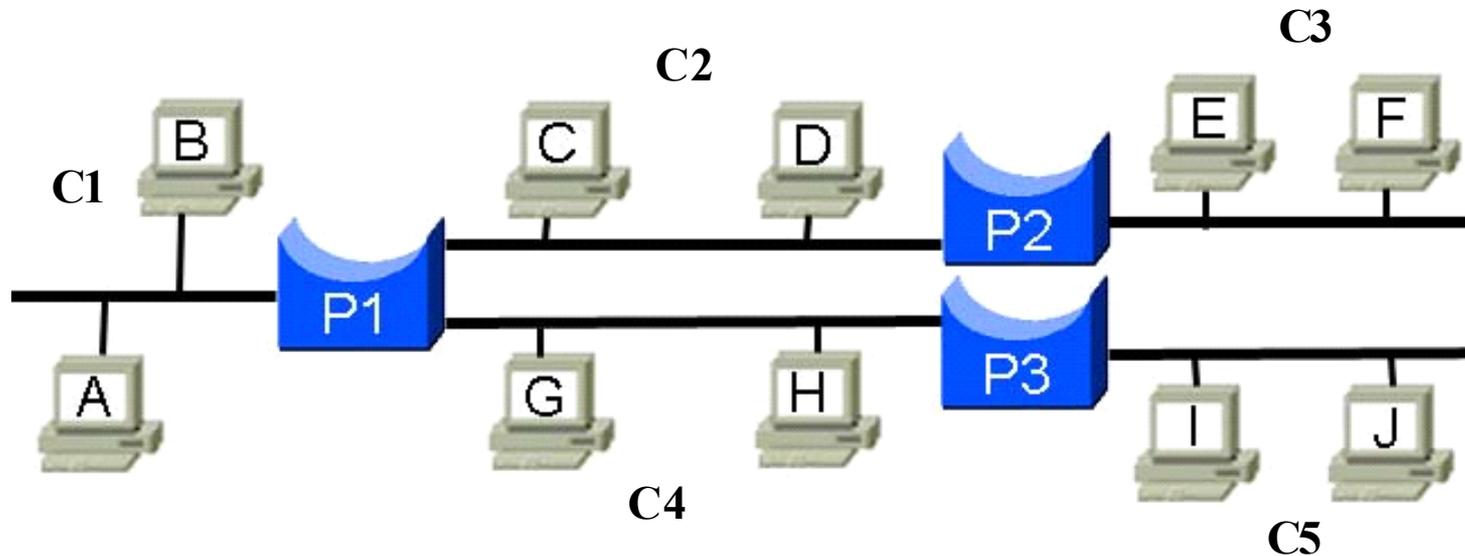
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

c) Trama con origen la estación D y destino la estación C.

Problema 3

En la red de la figura, considere que inicialmente los puentes P1, P2 y P3 tienen las tablas de direcciones vacías.



- Indique los dominios de colisión (ancho de banda) existentes.
- Indique para la siguiente secuencia de tramas (ordenada) en qué dominios de colisión es visible (incluyendo el origen) y el contenido de la tabla de direcciones de los

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

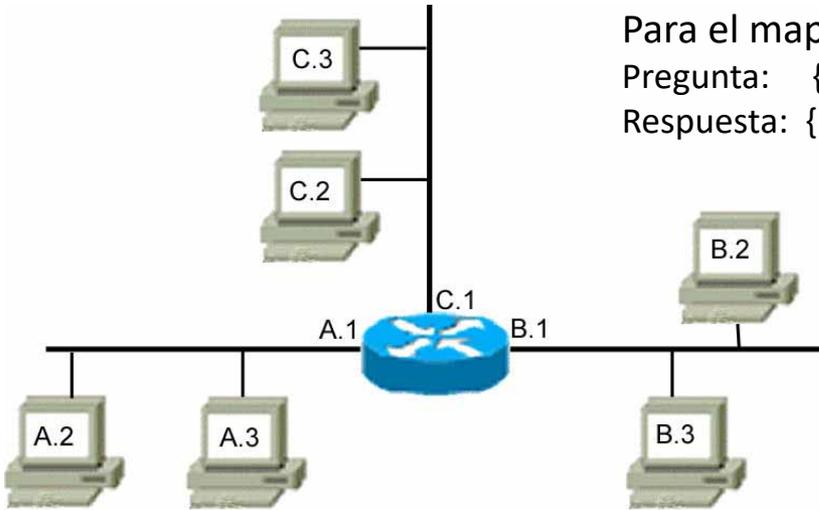
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

3) D envía una trama a G.

Problema 4

Considere la red de la figura en la que el método para mapear las direcciones de nivel 3 y de nivel 2 es similar a ARP. Todos los routers y nodos tienen las tablas de enrutamiento correctamente configuradas. Considere además el siguiente formato de trama¹ a utilizar:

{Dir_MAC_destino , Dir_MAC_origen ,[Dir_Red_destino, Dir_Red_origen, DATOS_TRANSPORTE]}



Para el mapeo de direcciones se usa este formato de trama:

Pregunta: {Dir_MAC_destino, Dir_MAC_origen, [¿Quién es Dir_Red?]}

Respuesta: {Dir_MAC_destino, Dir_MAC_origen, [Dir_Red está en Dir_MAC]}

Suponga que en la red no se ha enviado ninguna trama. Responda razonadamente a las preguntas:

a) Indicar la secuencia de tramas (usando el formato sugerido) que se van a suceder para que A.3 envíe un datagrama a A.2

b) Repita la pregunta anterior pero en esta ocasión considere que A.2 envía un datagrama a C.2

Cartagena99

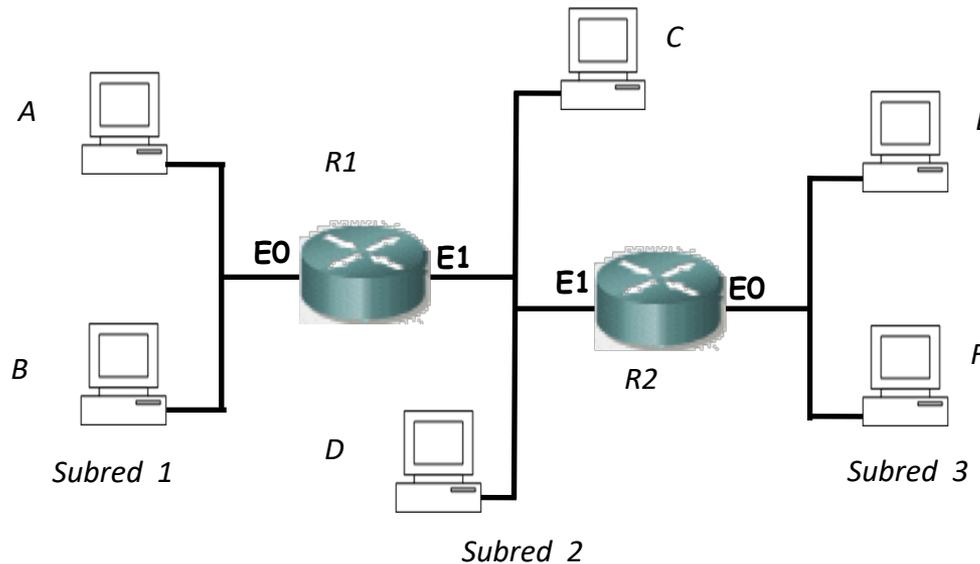
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

¹ entre “{ }” va la E_PDU de la que sólo muestra de las E_PCI las direcciones MAC, entre “[]” va la E_UD que en este caso corresponde a un protocolo de nivel de red o al protocolo de mapeo de direcciones. Para más detalles se muestra la PCI relevante para este ejemplo.
Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.
Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Problema 5

Considere tres redes LAN interconectadas mediante dos routers, como se muestra en la figura:



- Asigne direcciones IP a todos los equipos de las LAN. Para la subred 1 utilice la red 192.168.1.0; para la subred 2 utilice direcciones de la red 192.168.2.0; y para la subred 3 emplee la red 192.168.3.0.
- ¿Hace falta asignar direcciones MAC a todas las tarjetas de red? ¿Por qué?
- Considere el envío de un datagrama IP desde el host E al host B. Si previamente el host E le había

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

- Repita el ejercicio distribuyendo subredes si el bloque CIDR asignado es 192.168.1.0/27

Problema 6

Considere la figura del problema anterior, pero sustituyendo el router R1 por un switch SW1.

- ¿Habría que cambiar la configuración IP de algún equipo? ¿Por qué?
- ¿Cambiaría su respuesta al apartado c) del problema 5?, en caso afirmativo, indique el cambio y las direcciones MAC de origen y de destino de trama que encapsula tanto al datagrama enviado por E cómo la del recibido por B.
- Suponga que E se acaba de encender y quiere enviar un datagrama IP a F. ¿Realizará IP en el host E una consulta ARP para averiguar la dirección MAC de F? ¿Por qué?. Indique las direcciones MAC de origen y de destino de la trama que encapsula al datagrama y lo mismo con la trama que encapsula al datagrama recibido por F.
- Suponga que el host A quiere enviar un datagrama IP al host B, y que ni la caché ARP de A contiene la dirección MAC de B ni la caché ARP de B contiene la dirección MAC de A. Suponga además que la tabla de conmutación de SW1 contiene únicamente las direcciones MAC del host B y la dirección MAC de la interfaz E1 de router R2. ¿Enviaré ARP en el host A una solicitud ARP? ¿Qué acciones realizará SW1 una vez que reciba la trama que encapsula al mensaje de solicitud ARP? ¿recibirá también el router R2 esa trama?, en caso afirmativo, ¿reenviará R2 la solicitud ARP hacia la subred 3? Una vez que el host B reciba este mensaje de solicitud ARP, devolverá al host A un mensaje de respuesta ARP. Pero ¿enviaré ARP en el host B una solicitud para preguntar por la dirección MAC de A? ¿por qué? ¿Qué hará el conmutador S1 una vez que

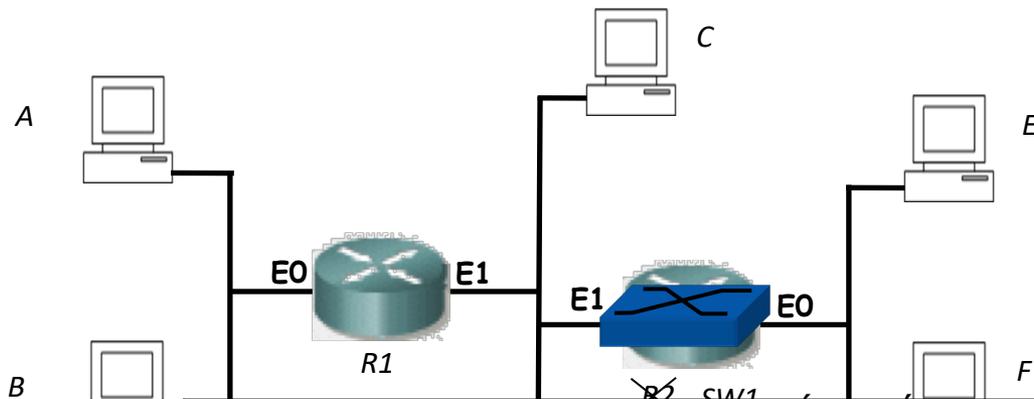
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Problema 7

Considere el problema anterior, pero ahora suponga que es el router R2 el que se sustituye por un switch como aparece en la figura. Responda a las preguntas de los apartados (a, b, c y d) del problema anterior en este nuevo contexto. ¿Es posible que la tabla de conmutación del SW1 tenga las entradas que se indican en el apartado d)?, en caso negativo indique cuál sería el contenido de la tabla de conmutación de SW1, teniendo en cuenta que el tráfico anterior ha sido igual al que hubo en el apartado d) del problema anterior.

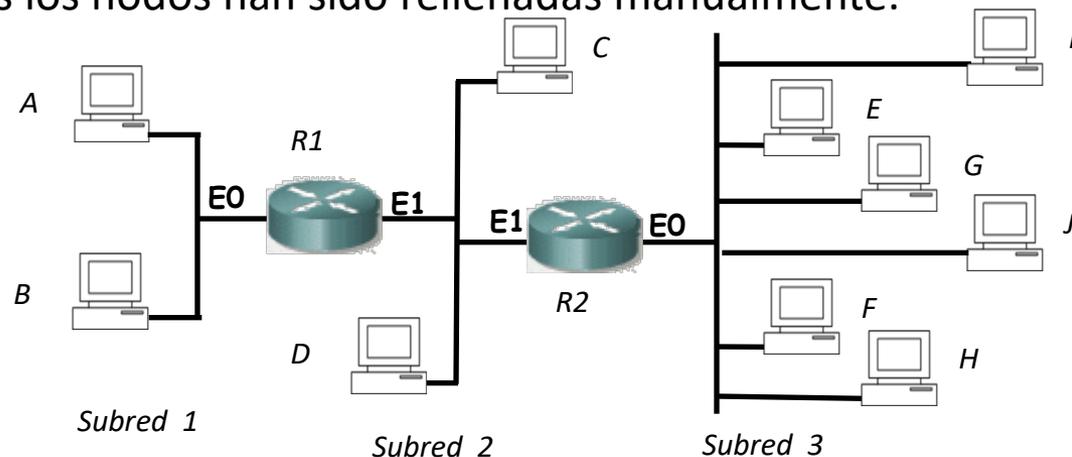


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
- - -
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

Problema 8

Para la figura, considere que ha sido asignado el bloque CIDR 193.98.3.0/27 y que las cachés ARP de todos los nodos han sido rellenas manualmente.



Indique la configuración IP y el contenido de la tabla de enrutamiento del host A, de ambos routers y del host F. Suponga que el host A envía un datagrama al host F. Indique las direcciones MAC de origen y de destino contenidas en la trama que encapsula este datagrama IP a medida que la trama es transmitida:

1) de A a R1

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Problema 9

Suponga ahora que el router R1 de la figura del problema anterior se sustituye por un switch SW1. Los hosts A, B, C y D y router R2 se conectan en estrella a este switch.

- a) ¿Es necesario cambiar la configuración del host A?, en caso afirmativo indique la nueva configuración.
- b) ¿Es necesario configurar todas interfaces del SW1? ¿Por qué?, en caso afirmativo indique la configuración.
- c) Suponga que el host A envía un datagrama al host F, al igual que en el problema anterior, indique las direcciones MAC de origen y de destino contenidas en la trama que encapsula a este datagrama IP, así como las direcciones IP de origen y de destino contenidas en este, a medida que la trama se transmite:
 - 1) desde A al SW1,
 - 2) desde el conmutador a router R2 y
 - 3) desde el router R2 a F.

The logo for Cartagena99, featuring the text 'Cartagena99' in a stylized font with a blue and orange gradient background.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70