

## Presentación

En el Reto 1 aprendimos a utilizar la herramienta de simulación de redes Packet Tracer y nos centramos en configurar una red sencilla para garantizar la conectividad entre todos sus dispositivos.

Sin embargo, las redes en Internet son mucho más complejas y requieren de la configuración de dispositivos como Routers o Switches. En ese sentido, otra de las principales potencialidades de Packet Tracer se basa en la facilidad a la hora de seleccionar y configurar ese tipo de elementos de una red (tanto sus medios de transmisión como sus principales dispositivos), así como sus efectos sobre el funcionamiento global de la red. En esta actividad resolveremos una serie de preguntas teóricas sobre los contenidos vistos en el Reto 2 y diseñaremos una red que se encargará de hacer llegar a un servidor local los diferentes flujos de datos generados por un conjunto de dispositivos heterogéneos.

## Competencias

En esta PEC se trabajan las siguientes competencias del Grado de Ciencia de Datos Aplicada:

- Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.
- Uso y aplicación de las TIC en el ámbito académico y profesional.
- Administrar y gestionar los sistemas operativos y de comunicaciones de los componentes de una red de ordenadores.

## Objetivos

Los objetivos específicos de esta PEC son:

- Entender la importancia de las redes generadoras de datos para alimentar aplicaciones basadas en la ciencia de datos.
- Identificar las diferentes redes generadoras de datos y enumerar las principales características.

- Conocer y diferenciar los elementos de red, las funciones y los protocolos asociados a las 3 capas inferiores del modelo OSI (física, enlace y red).
- Reconocer los principales parámetros de configuración de los dispositivos intermedios (switch, router) y finales (PC) de una red de computadores.
- Ser capaz de conectar una red generadora de datos a Internet haciendo uso del protocolo IP.
- Ser capaz de diseñar una red de computadores con un simulador, configurar sus dispositivos intermedios (switch, router) y finales (PC), y validar su funcionamiento.

## Descripción de la PEC a realizar

Esta PEC hará que pongas en práctica los conocimientos y procedimientos asociados a este reto. Para ello, profundizaremos en el diseño y configuración de una red de computadores, incluyendo dos nuevos dispositivos de red: el Switch y el Router.

Nos centraremos en el caso concreto de la conexión a Internet de una red corporativa, en la cual tendremos que resolver errores de funcionamiento así como ampliar la red para dar servicio a nuevos usuarios.

En cuanto a los ejercicios contenidos en esta PEC, se combinan preguntas teóricas referentes a los principales conceptos de este reto junto con cuestiones derivadas del uso del simulador de red Packet Tracer.

## Recursos

### Recursos Básicos

- El papel de las redes de computadores en el ciclo de vida de los datos
- Las redes de computadores como generadoras de datos
- Las capas inferiores del modelo OSI
- El nivel de red

## Recursos Complementarios

- Manual de Packet Tracer

## Criterios de valoración

- La PEC se tiene que resolver de manera individual.
- Hay que justificar todas las respuestas a los ejercicios propuestos en la PEC.
- La puntuación (sobre un total de 10 puntos) asociada a cada ejercicio de esta PEC se indica en el inicio de cada enunciado.

Los ejercicios de esta PEC constituyen la parte correspondiente del cómputo de la evaluación continua de la asignatura:  $AC = 0,2 \cdot PAC1 + 0,3 \cdot PAC2 + 0,3 \cdot PAC3 + 0,2 \cdot PAC4$   
Para más información sobre el modelo de evaluación de la asignatura os remitimos a el Plan Docente.

## Formato y fecha de entrega

La entrega de esta PEC estará formada por tres archivos::

- La memoria de la práctica en formato *.pdf* que contenga las respuestas correspondientes a todos los ejercicios planteados.
- Dos archivos *.pkt* de Packet Tracer con las topologías de red resultantes de los ejercicios propuestos. Las versiones anteriores a 8.0.1 del Cisco packet tracer pueden causar problemas al abrir los ficheros.

Estos archivos deberán enviarse a través de la herramienta REC (Registro de Evaluación Continua) del aula antes de las 23:59 del día 12/11/2021 (**Los archivos se deben enviar por separado, sin ser agrupados dentro de otro archivo comprimido**).

**IMPORTANTE:** Recordad que la PEC es individual. La detección de falta de originalidad será penalizada conforme a la normativa vigente de la UOC. Además, al hacer la entrega aseguraos de comprobar que el fichero entregado es el correcto, pues es responsabilidad del alumno realizar las entregas correctamente. No se aceptarán entregas fuera de plazo.

## 1. Creación de una LAN y conexión a Internet

### 1.1. Las capas inferiores del modelo OSI

En esta parte de la práctica estudiaremos algunos aspectos teóricos sobre las capas inferiores de la OSI. Siguiendo el modelo OSI, encontramos 7 niveles, donde cada nivel superior contiene el anterior. El primer nivel es la capa Física.

**Ejercicio 1 [0,25p]:** Explica brevemente con tus propias palabras las funcionalidades que implementa la capa Física. Describe las diferencias entre los sistemas Símplex, Dúplex y Half-Dúplex. Añade un ejemplo de cada caso justificando el tipo de sistema.

El Wi-Fi es una tecnología que opera en la capa 2 del modelo de la OSI y permite la interconexión inalámbrica (mediante ondas electromagnéticas, sin necesidad de cableado) entre dispositivos. Proviene de una alianza de varias empresas que se unieron para estandarizar las conexiones inalámbricas (WECA). En 2002, lanzaron el primer estándar, certificando la interoperabilidad de equipos según la norma IEEE 802.11b. Desde entonces han desarrollado nuevos estándares para cubrir la demanda de las nuevas generaciones de comunicaciones móviles.

**Ejercicio 2 [0,25p]:** ¿Cuál es la diferencia más significativa de los estándares IEEE 802.11ad y IEEE 802.11ay respecto a sus predecesores?

Las redes inalámbricas se pueden dividir según el alcance de la conexión entre dispositivos. Las redes WPAN (Wireless Personal Area Network) son redes de alcance corto que permiten la conexión inalámbrica entre dispositivos muy variados en un mismo espacio. Una de las aplicaciones más extendidas de las WAN recientemente son las casas domóticas, que cumplen estas características.

**Ejercicio 3 [0,5p]:** ¿Cuál es el alcance máximo de las redes WAN? Describe con tus propias palabras 3 tecnologías que se utilizan en este tipo de redes.

### 1.2. Cargar el fichero de la red de computadores y configurar un Router

Abre el fichero **PEC2-1.pkt** que encontrarás en el aula. Una vez abierto, aparecerá a la pantalla de visualización una red de computadores como la de la Figura 1. El Router elegido para la configuración nos permitirá crear una Local Area Network (LAN) e interconectar múltiples dispositivos de red de forma jerárquica.

Se desea que el Router que aparece en la red proporcionada conecte el servidor **Cisco Server**



Figura 1: Topología inicial de la red de computadores de la PEC2 (Parte 1).

y proporcione acceso a Internet con una LAN. Por eso, en el Router ya se le han instalado dos interfaces de red de cobre Fast Ethernet y se ha configurado su conexión a Internet. Sin embargo, hay que configurar la interfaz de red que dará servicio a la LAN.

Haz click en el router y pulsa la pestaña **Config**. En la columna de la izquierda, bajo **INTERFA-CE**, puedes ver el nombre de las interfaces de red existentes. Pulsa sobre **FastEthernet8/0** para acceder a su menú de configuración. Haz clic ahora sobre la casilla a la derecha de **Port Status** para activar este puerto. Finalmente, en la **IP configuration**, configura la IP de esta interfaz de red con los siguientes parámetros y cierra la ventana de configuración:<sup>1</sup>.

- **IP address:** 192.168.100.1
- **Subnet Mask:** 255.255.255.128

**Ejercicio 4 [0,25p]:** ¿Cuáles son las funciones principales de los routers?

**Ejercicio 5 [0,5p]:** El pasado 4 de octubre se cayeron las aplicaciones de la empresa de Facebook: Facebook, Instagram y Whatsapp, entre otras. Uno de los síntomas de la caída fue un fallo en el protocolo BGP. Explica con tus palabras brevemente en qué consiste el protocolo y qué es lo que falló ese día. Te proporcionamos los siguientes enlaces que puedes usar de ayuda:

- <https://blog.cloudflare.com/october-2021-facebook-outage/>
- <https://engineering.fb.com/2021/10/05/networking-traffic/outage-details/>

<sup>1</sup>Por defecto, Packet Tracer no muestra el nombre de las diferentes interfaces de red a la pantalla de visualización. Para activar esta opción, desde el menú principal hay que acceder a Options **Options**, **Preferences** y activar la casilla correspondiente a Always **Show Puerto Labels in Logical Workspace**.

### 1.3. Añadir y configurar un Switch

En primer lugar, instalaremos y configuraremos un Switch en la red proporcionada. Haz click en el icono **Network Devices** del menú de dispositivos y componentes. Después haz click en el grupo **Switchs** y selecciona y arrastra el switch del tipo *Switch-PT-Empty* hasta la ventana de visualización.

Para instalar las interfaces de red, haz click en el switch y pulsa la pestaña **Physical**. A continuación, pulsa el interruptor de la vista física para apagar el dispositivo. Los diferentes tipos de interfaces de red se muestran bajo la columna **MODULES** de la parte izquierda de la pantalla.

Selecciona la interfaz correspondiente a una conexión Ethernet por cable de cobre Fast Ethernet **PT-SWITCH-NM-1CFE** y arrástrala hasta ocupar uno de los conectores libres del Switch.<sup>2</sup> Repite esta operación hasta que hayas instalado 4 interfaces de red como las mencionadas anteriormente. Finalmente, vuelve a encender el switch pulsando el interruptor correspondiente.

Tal y como vimos en la PEC1, utiliza la herramienta de conexión automática para conectar mediante un cable Ethernet el switch y el router. Verás que aparece un círculo naranja en la parte del cable Ethernet más próxima al switch.<sup>3</sup> Después de unos segundos, los dos dispositivos se habrán reconocido mutuamente y este símbolo naranja se convertirá en un triángulo verde.<sup>4</sup>

**Ejercicio 6 [0,5p]:** ¿Qué es una dirección MAC? Explica con tus propias palabras las diferencias principales entre una dirección MAC y una dirección IP.

### 1.4. Añadir y configurar un PC

El último paso para completar la LAN consistirá en añadir y configurar 3 PC en nuestra red y conectarlos al switch. Tal como ya hicimos en la PEC1, seleccionamos el icono del **PC** (*PC-PT*) del grupo **End Devices** del menú de dispositivos y componentes y lo arrastramos hasta la ventana de visualización.

El nombre de los dispositivos se puede modificar pulsando sobre ellos y accediendo en la pestaña **Config**. Una vez allí, el nuevo nombre se puede escribir en la pestaña **Display Name**. En nuestro

<sup>2</sup>Las últimas letras del código de la interfaz de red (1CFE) corresponden al medio físico y a la tecnología utilizada. Así, la 'C' corresponde a cobre, mientras que 'FE' corresponde a Fast Ethernet. Si en lugar de una 'C', la primera letra fuera una 'F', esta interfaz de red utilizaría fibra óptica.

<sup>3</sup>Cuando aparece el círculo en naranja significa que hace el spanning tree protocol, un protocolo de red de nivel 2 en el cual el dispositivo busca enlaces de conexión.

<sup>4</sup>Para acelerar este proceso se recomienda pulsar alternativamente los botones **Realtime** y **Simulation Simulation** situados a la esquina inferior derecha de la ventana de visualización de Packet Tracer.

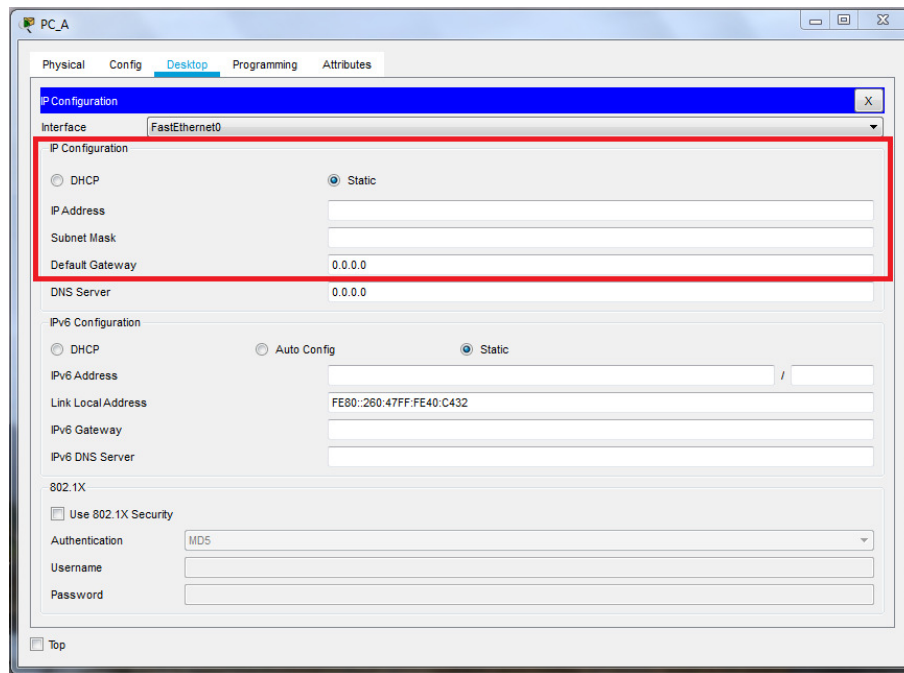


Figura 2: Menú de la aplicación *IP Configuration*

caso, cambiaremos el nombre de los 3 PC a **PC\_A**, **PC\_B** y **PC\_C**. En cuanto a la asignación de direcciones IP, en vez de utilizar el método automático DHCP como ya vimos a la PEC1, asignaremos las direcciones de forma manual. En la **IP configuration**, nos aparecerá un menú como el de la Figura 2, dónde podemos llenar los campos contenidos dentro del rectángulo rojo de la imagen.

**Ejercicio 7 [0,25p]:** Realiza un *PING* al Router desde cualquier de los 3 PC de la red y a otro PC dentro de la misma LAN. Muestra los resultados. ¿Por qué no hacen falta rutas IP dentro de la LAN?

**Ejercicio 8 [0,5p]:** ¿Qué es y para qué sirve la dirección IP de broadcast? ¿Qué problema puede haber si asignamos la dirección de red a un ordenador de la subred? ¿Pueden dos dispositivos de una misma red tener la misma dirección IP?

**Ejercicio 9 [0,5p]:** Dado el rango IP **192.233.10.0/28**, ¿Cuántos PC (hosts) podemos asignar en esta red?

**Ejercicio 10 [0,5p]:** Realiza la conversión de decimal a binario de la dirección IP 168.192.100.25. A continuación, realiza la conversión de binario a decimal de la dirección IP 10000000.01010101.1011000.11111111. Hay que justificar los cálculos a la hora de hacer las conversiones decimal - binario (y viceversa).

Tal y como se definió en la Sección 1.2, al router se le asignó la dirección IP 192.168.100.1 y la máscara de red 255.255.255.128. En cuanto a la casilla **Subnet Mask**, su valor será 255.255.255.128 para todos los dispositivos de la red.

**Ejercicio 11 [0,5p]:** ¿Qué dirección IP has asignado a PC\_A, PC\_B y PC\_C? ¿Por qué? Prueba asignar la dirección de red y broadcast a uno de los PCs. ¿Has podido? Desarrolla tu respuesta.

El **gateway por defecto** de un dispositivo (también conocido como puerta de enlace) es la dirección IP a la que enviaría aquellos paquetes cuyo destinatario no pertenezca a su propia red y del que tampoco disponga de una ruta predefinida. Generalmente, el gateway por defecto de nuestro PC es la dirección IP del router en el que estamos conectados. De este modo, siempre que nos conectamos a Internet (es decir, fuera de nuestra red y del que no disponemos de una ruta predefinida), enviamos nuestra información a través de dicho router.

Completa la casilla **Default Gateway** de cada uno de los PC con la dirección IP del router proporcionada en la Sección 1.2.<sup>5</sup>

## 1.5. Verificar la conectividad de la LAN

Finalmente, verifica que cualquier PC pueda conectarse al servidor. Para lo cual, tendrás que utilizar la herramienta *ping* (ya sea en *modo comando* o en *modo simulación*) y resolver los posibles problemas de configuración, si los hubiera.

**Ejercicio 12 [1p]:** Guarda el fichero .pkt resultante y envíalo junto con la resolución de los ejercicios en el REC para su evaluación.

---

<sup>5</sup>Recuerda que si un PC se conecta a un Router que tiene más de una interfaz de red (y, por tanto, más de una dirección IP), el gateway por defecto será la dirección IP correspondiente a la interfaz de red más cercana.



## 2. Diseño de una red corporativa

### 2.1. Cargar el fichero de la red de computadores

Abre el fichero **PEC2-2.pkt** que encontrarás en el aula. Una vez abierto, aparecerá en la pantalla de visualización una red de computadores como la de la Figura 3. Como puedes comprobar, el archivo propuesto contiene el diseño de una red corporativa formada por un núcleo central con 3 routers y 6 subredes que contienen diferentes dispositivos de red (switchs, PC y un servidor).

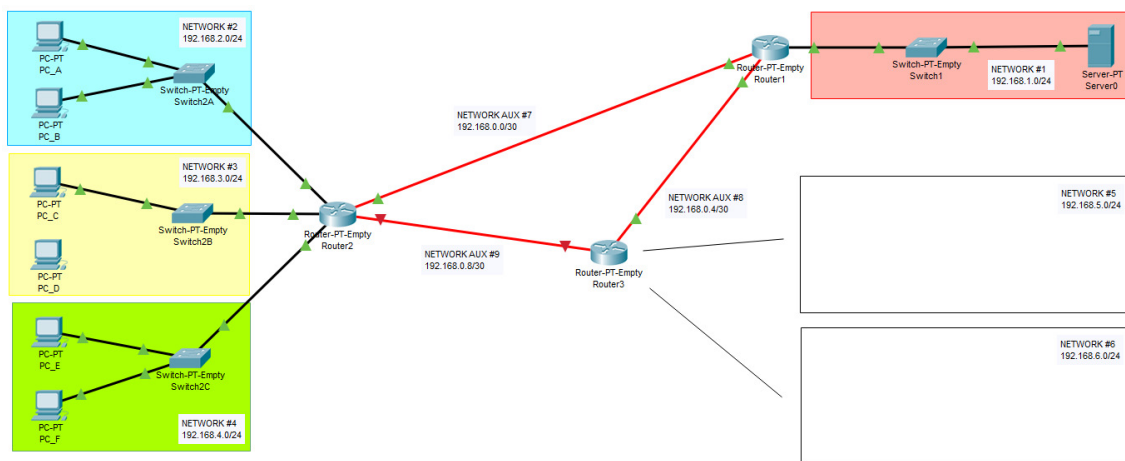


Figura 3: Topología inicial de la red de computadores de la PEC2 (Parte 2).

**Ejercicio 13 [0,5p]:** ¿Por qué crees que se han escogido las topologías en el núcleo central de routers (Figura 4a) y en la subred de usuarios (Figura 4b), respectivamente? ¿Qué otros tipos de topologías conoces? ¿Qué ventajas podrían ofrecer respecto a las topologías escogidas?

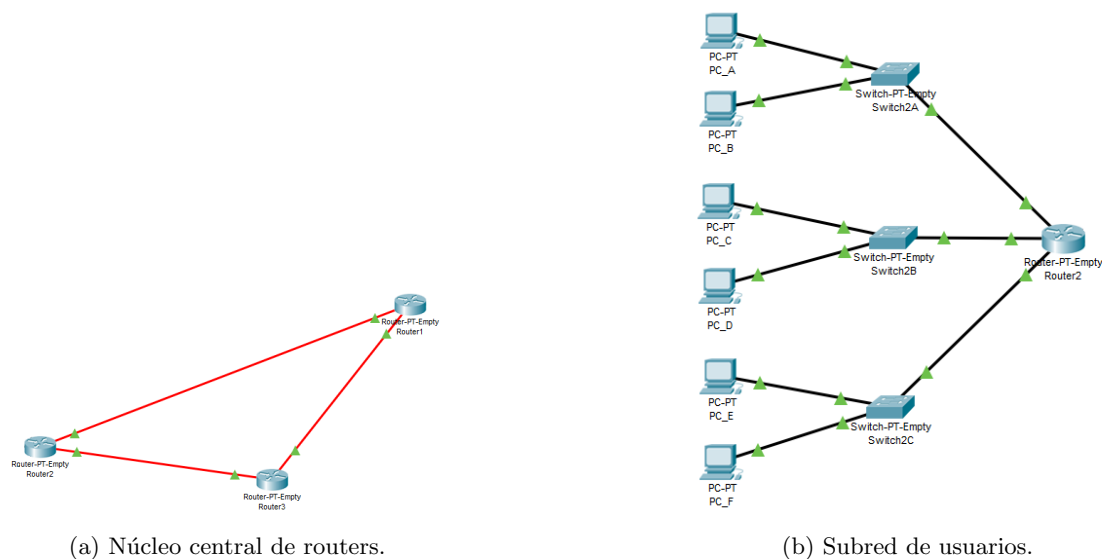


Figura 4: Detalle de topologías de red.

## 2.2. Detectar y reparar errores en la configuración de red

Este apartado consiste en la detección y reparación de posibles errores de configuración de la red corporativa. En cuanto a los routers presentes en la red, estos han sido parcialmente configurados. En concreto, podemos asumir sobre ellos que:

- Disponen de todas las interfaces de red necesarias para la comunicación entre las diferentes subredes.
- Disponen de todas las rutas necesarias para poder enviar paquetes a cualquier dispositivo de la red.<sup>6</sup>

Sin embargo, hay otros ámbitos de la configuración de los routers que tendrán que ser revisados para asegurar su correcto funcionamiento. En concreto:

<sup>6</sup>Es muy importante NO apagar ninguno de los routers, puesto que se perderían todas las rutas y no podría completarse correctamente la parte 2 de la PEC2. En caso de que un router se apagara de forma accidental, se recomienda volver a cargar el fichero PEC2-2.pkt.

- La verificación de que todos sus puertos estén encendidos.
- La asignación de una dirección IP apropiada por cada una de sus interfaces de red.

En cuanto al resto de la red corporativa, podemos asegurar el buen funcionamiento de la subred #1, pero no así de las subredes #2, #3 y #4, cuyos dispositivos (switchs y PC) pueden contener errores de configuración que tienen que ser subsanados.

**Ejercicio 14 [1,5p]:** En la configuración de la red corporativa del archivo **PEC2-2.pkt** existen 5 errores que impiden la total conectividad de todos sus dispositivos. Describe a continuación los errores que has detectado y cómo los has solucionado.

### 2.3. Completar las subredes restantes

Finalmente, hay que completar el diseño de esta red corporativa con 2 nuevas subredes (subred #5 y subred #6). Cada una de estas subredes tendrá que contener 1 switch (del tipo *Switch-PT-Empty*). La subred #5 tiene que contener 2 PC (del tipo *PC-PT*) completamente configurados, y la subred #6 tiene que contener 4 PC de forma que puedan acceder a cualquier otro dispositivo de la red.

La topología de las nuevas subredes tiene que ser la misma que en las subredes #2, #3 y #4. Los PC, además, se tendrán que cambiar de nombre, de forma que **PC\_G** y **PC\_H** pertenezcan a la subred #5 y **PC\_I**, **PC\_J**, **PC\_K** y **PC\_L** pertenezcan a la subred #6. De manera similar, el **Switch3A** se tendrá que instalar en la subred #5 mientras que el **Switch3B** estará ubicado en la subred #6.

Los 2 nuevos switch se tendrán que conectar al **Router3** mediante cable de cobre con tecnología **Fast Ethernet**. Las conexiones entre switchs y PC también serán mediante cable de cobre con tecnología **Fast Ethernet**. Finalmente, también será necesario configurar las direcciones IP de las interfaces de red del **Router3** correspondientes a estas dos nuevas subredes.

**Ejercicio 15 [2p]:** Completa la Tabla 1 con los parámetros IP que hayas asignado en el **Router3** y a los nuevos PC. Guarda el archivo .pkt resultante y envíalo junto con la resolución de los ejercicios en el REC para su evaluación. Comprueba la conexión de los PC que has configurado.

Cuadro 1: Tabla de parámetros IP.

Subred	Dispositivo	Dirección IP	Máscara de red	Gateway per defecto
Subred #5	Router3			-
	PC_G			
	PC_H			
Subred #6	Router3			-
	PC_I			
	PC_J			
	PC_K			
	PC_L			

Una vez hayas finalizado toda la configuración de la red, nos centraremos en uno de sus parámetros principales de funcionamiento: el throughput ( $S$ ). Para calcular el throughput utilizaremos la fórmula  $S = \frac{L}{d}$ , donde  $L$  es la longitud en bits de un *ping* y  $d$  es el tiempo en segundos entre *ping* y *ping*. La definición de throughput es aplicable a todo tipo de transmisión de datos.

**Ejercicio 16 [0,5p]:** Las subredes 5 y 6 quieren transmitir paquetes cada 4 segundos. ¿Cuál es el tamaño máximo de datos (en bytes) para que se pueda retransmitir la información a todos los PC de la subred **simultáneamente** en cada caso durante este intervalo de tiempo, teniendo en cuenta que el switch está conectado mediante Fast Ethernet (100 Mbps) al router? Justifica todas las respuestas.