

Presentación

En esta actividad os proponemos una serie de preguntas teóricas a la vez que nos convertiremos en verdaderos diseñadores de una red de computadores sin salir de casa. Para ello, utilizaremos el software de simulación y visualización de redes Packet Tracer creado por Cisco, una de las empresas más importantes en el área de las telecomunicaciones y que utiliza dicha herramienta para formar a miles de estudiantes en todo el mundo.

Competencias

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

- Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
- Comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión en el marco de la ciencia de datos.
- Uso y aplicación de las TIC en el ámbito académico y profesional.

Objetivos

Los objetivos específicos de esta PEC son:

- Entender la importancia de las redes de computadores en el ciclo de vida de los datos.
- Reconocer las principales magnitudes físicas implicadas en la transmisión de datos.
- Identificar los principales elementos de una red de computadores, su topología lógica y el flujo de transmisión de los datos.
- Obtener una visión general del funcionamiento de Internet y de las pilas de protocolos OSI y TCP/IP.

- Ser capaz de describir el papel que juegan las redes de computadores en las distintas fases del ciclo de vida de los datos.
- Ser capaz de utilizar un simulador básico de red.
- Conocer las herramientas básicas de red de un sistema operativo.

Descripción de la PEC a realizar

Esta PEC hará que pongas en práctica los conocimientos y procedimientos asociados a este reto. Para ello, partiremos de una red de computadores como la que utilizamos habitualmente para conectarnos a Internet desde nuestras casas, a la que progresivamente le iremos añadiendo (y configurando) nuevos dispositivos.

Nos aseguraremos de que los nuevos dispositivos no sólo estén correctamente conectados a nivel físico, sino que permitan la conectividad entre cualquier elemento de la red, utilizando además las herramientas necesarias para detectar cualquier error y poder subsanarlo.

En cuanto a los ejercicios contenidos en esta PEC, se combinan preguntas teóricas referentes a los principales conceptos de este reto junto con cuestiones referentes a diversas simulaciones de red realizadas en Packet Tracer.

Recursos

Recursos Básicos

- El papel de las redes de computadores en el ciclo de vida de los datos
- Computer Networking: A Top-Down Approach, Kurose, 7th edition (Capítulo 1)

Recursos Complementarios

- Manual de Packet Tracer

Criterios de valoración

- La PEC debe resolverse de manera individual.
- Es necesario 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 al inicio de cada enunciado.

Los ejercicios de esta PEC constituyen la parte correspondiente del cómputo de la evaluación continua de la asignatura: $AC = 0,2 \cdot PEC1 + 0,3 \cdot PEC2 + 0,3 \cdot PEC3 + 0,2 \cdot PEC4$

Para más información sobre el modelo de evaluación de la asignatura os remitimos al Plan Docente.

Formato y fecha de entrega

La entrega de esta PEC estará formada por dos archivos:

1. La memoria de la práctica en formato *.pdf* que contenga las respuestas correspondientes a todos los Ejercicios planteados, siguiendo el formato específico:
PEC1Apellido1Apellido2Nombre.pdf
2. El archivo *.pkt* de Packet Tracer con la topología resultante de la red de computadores, siguiendo el formato específico:
PEC1Apellido1Apellido2Nombre.pkt

Estos archivos deberán enviarse a través de la herramienta REC (Registro de Evaluación Continua) del aula antes de las 23:59 del día 15/10/2021. **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, asegurados de comprobar que el fichero entregado es el correcto, pues es responsabilidad del alumnado realizar las entregas correctamente. No se aceptarán entregas fuera de plazo.

1. Creación de una red en Packet Tracer

1.1. Iniciar Packet Tracer

Utiliza el recurso *Manual de Packet Tracer* para instalar y obtener una primera visión de conjunto del aplicativo. Se recomienda utilizar la versión de **Cisco Packet Tracer 8.0**.

Para iniciar la PEC, haz doble click en el icono de Packet Tracer en tu escritorio o navega hasta el directorio que contiene el archivo ejecutable e inicia Packet Tracer (haz login si es necesario). La aplicación debe abrirse de forma predeterminada con la ventana de visualización del modo lógico en blanco.

1.2. Cargar el fichero de la red de computadores

Abre el archivo **PAC1.pkt** que encontrarás en el aula. Una vez abierto, aparecerá en la pantalla de visualización una red de computadores como la de la Figura 1.¹

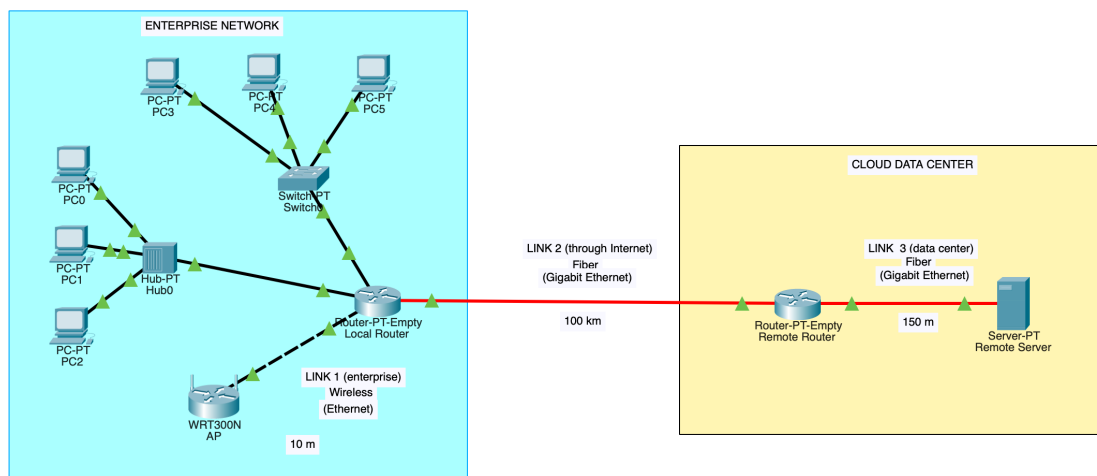


Figura 1: Topología inicial de la red de computadores de la PEC1.

¹Es muy importante **NO apagar ninguno de los routers** durante el desarrollo de la PEC, puesto que se perderían todas las rutas de transmisión preconfiguradas. En caso de que un router se apagara de forma accidental, se recomienda volver a cargar el archivo **PAC1.pkt**.

1.3. Conexión a un *data center*

La Figura 1 muestra la topología de una red de computadores que conecta, a través de Internet, los principales elementos de la infraestructura local de una empresa con uno de sus servidores ubicado en un *cloud data center*. Los servidores son ordenadores de altas prestaciones encargados de suministrar información a una serie de clientes, que pueden ser tanto personas como otros dispositivos conectados. Son un elemento crucial en el *data center*, ya que se encargan de realizar todas las operaciones y cálculos asociados al procesamiento de datos.

Ejercicio 1 [0,75p]: En un *data center*, típicamente se almacenan datos para ser proporcionados bajo demanda. ¿Cuáles son las principales arquitecturas de almacenaje de datos? ¿Qué ventajas e inconvenientes tiene cada una de estas arquitecturas? ¿Cuál se adecúa más a un proveedor de servicios *cloud* bajo demanda? Elabora las respuestas con palabras propias.

Ejercicio 2 [0,5p]: Otra cuestión importante a la hora de utilizar servicios de un *data center* es decidir su ubicación. En este sentido encontramos dos tipos: *on-premises* y *cloud*. Realiza una comparativa de estos dos tipos de *data centers* e identifica el tipo de empresas que asumirían cada tipo de solución.

1.4. Redes de acceso

Las redes de acceso son un tipo de redes de computadores que conectan a los suscriptores (clientes) con su proveedor de servicios correspondiente. Básicamente, se trata de las redes con las que accedemos habitualmente a Internet desde nuestras casas o nuestros trabajos. La parte izquierda de la topología de red incluida en la Figura 1 muestra la infraestructura local de una empresa, donde se encuentra su red de acceso.

Todos los elementos de una red de acceso se conectan entre sí mediante diferentes medios físicos. Packet Tracer utiliza una representación diferente para cada uno de estos medios físicos de acuerdo al menú de conexiones ubicado dentro del menú de dispositivos y componentes. Por encima de estos medios, las distintas tecnologías de red definen los protocolos que habilitan la comunicación entre dispositivos.

En la red empresarial mostrada en la Figura 1 hay varios tipos de usuarios (ordenadores) conectados a diferentes elementos de red. Específicamente, encontramos un **Switch**, un **Hub** y un **Access Point (AP)**.

Ejercicio 3 [0,5p]: Describe los elementos de red citados y especifica la capa de la pila TCP/IP donde trabajan. ¿En qué casos es más adecuado utilizar un *Hub*, un *Switch* o un *Access Point*?

2. Modificación de los elementos de una red

2.1. Añadir elementos de red

Como usuarios de la red empresarial mostrada en la Figura 1 nos queremos conectar al Access Point (AP) desde un portátil, a través de un enlace inalámbrico. Para hacerlo, necesitaremos instalar la interfaz de red adecuada, la cual debe incluir un módulo de radiofrecuencia compatible con la tecnología inalámbrica en cuestión (Wi-Fi, 3G/4G/5G).

En primer lugar, selecciona el ordenador portátil **Laptop** (*Laptop-PT*) de la lista de dispositivos que aparecen después del primer icono en **End Devices** y arrástralo dentro del área de la infraestructura local de la ventana de visualización, bien cerca del **Access Point** (AP). Para acercar el portátil al AP, ve a la vista **Physical**, donde verás el mapa físico de la red (por defecto, Packet Tracer muestra la visión lógica de la red).

***Ejercicio 4 [0,5p]:** Ve a la configuración del ordenador portátil donde aparecen las diferentes tarjetas de red (clica en el portátil y abre la pestaña Physical). ¿Qué interfaces inalámbricas encuentras? ¿Qué tecnología utiliza cada una?*

***Ejercicio 5 [0,5p]:** También en la configuración Physical del portátil, ¿qué módulos que utilicen cable hay disponibles? ¿Qué tipo de cable se puede conectar? ¿Qué velocidades de conexión ofrecen?*

2.2. Configuración física de la red

Haz click en el botón **Physical** para cambiar al modo físico. El botón **Physical** se encuentra al lado del botón **Logical**, en la parte superior izquierda de la ventana de visualización. En el modo físico, la visualización por defecto se llama *Intercity*, ya que muestra un mapa físico en el que pueden ubicarse diferentes ciudades.

Para hacer más realista el modo físico, vamos a cambiar la imagen de fondo por un mapa del mundo. Para ello, desde la visualización por defecto *Intercity* mostrada en la Figura 2, pulsa el botón **Set Background Image**. En el menú correspondiente, pulsa **Browse**, carga el archivo **map_world.jpg** y selecciona **Apply**.

A continuación, cambia el nombre del cuadro de la parte superior izquierda indicado como *Home City* a *Barcelona* y muévelo hasta aproximadamente la posición correcta de dicha ciudad en el mapa del mundo. Haz click en dicho cuadro, accediendo así a la ciudad. Finalmente, y de forma análoga al ejemplo anterior, aplica la visualización de la ciudad de Barcelona ofrecida por el archivo

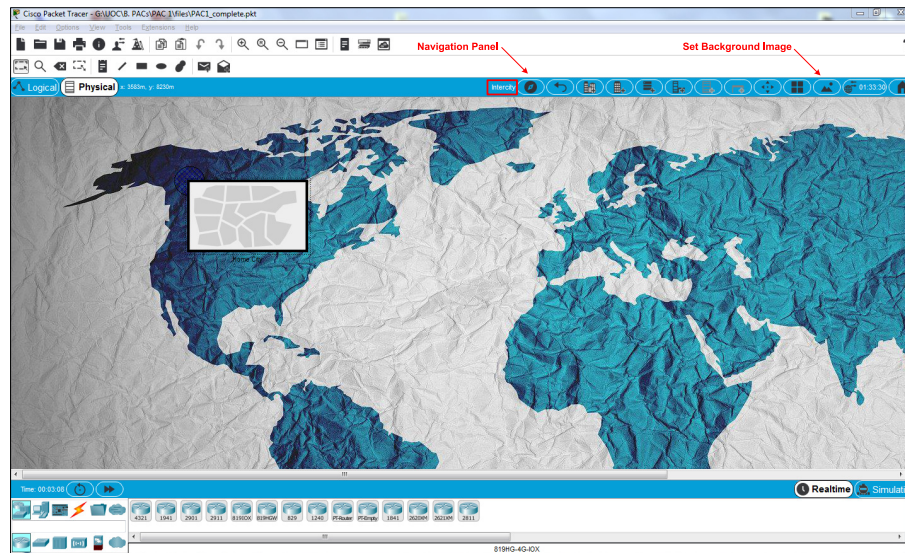


Figura 2: Menú de visualización físico de Packet Tracer.

map_barcelona.png.

Haz click ahora en el cuadro correspondiente a *Cloud Data Center*. Muévete si es necesario con las herramientas **Zoom In** y **Zoom Out** a lo largo y ancho de la oficina que se muestra por pantalla.

Ejercicio 6 [0,25p]: Localiza y anota los elementos existentes en las diferentes estancias de *Enterprise network*. Clica ahora en el cuadro correspondiente a *Main Wiring Closet* y anota los elementos instalados en el rack. Anota también la distancia entre uno de los PCs y el Switch, así como la distancia entre el Local Router y el Remote Router. Proporciona capturas de pantalla para justificar tu respuesta.

Para salir del menú de visualización físico y volver al lógico, haz click en el botón **Logical** situado en la esquina superior izquierda de la ventana de visualización de Packet Tracer.

2.3. Configurar elementos de red

A continuación vamos a configurar el ordenador portátil que acabamos de instalar para que pueda acceder a la red.

Antes de configurar las características técnicas del ordenador, vamos a cambiarle su nombre identificativo. Para ello, desde la pantalla de visualización, haz click en el propio portátil y abre la pestaña **Config**. En la casilla **Display Name**, cambia el nombre que aparece (Laptop1) por otro con la siguiente estructura: **Laptop_TuNombre**.

Ahora, ve a la pestaña **Physical**, tal y como se muestra en la Figura 3, y selecciona la tarjeta de red inalámbrica **WPC300N**. Antes de poder hacer cambios físicos en el ordenador portátil, apágalo haciendo click en el botón **ON/OFF** y después arrastra la tarjeta de red existente hasta la parte izquierda de la pantalla de configuración (justo debajo de la lista de elementos encabezados por la palabra **MODULES**). A continuación, ya podrás arrastrar la tarjeta **WPC300N** hasta el hueco que ha quedado libre en el ordenador portátil. Finalmente, enciende de nuevo el ordenador portátil pulsando el botón **ON/OFF**.

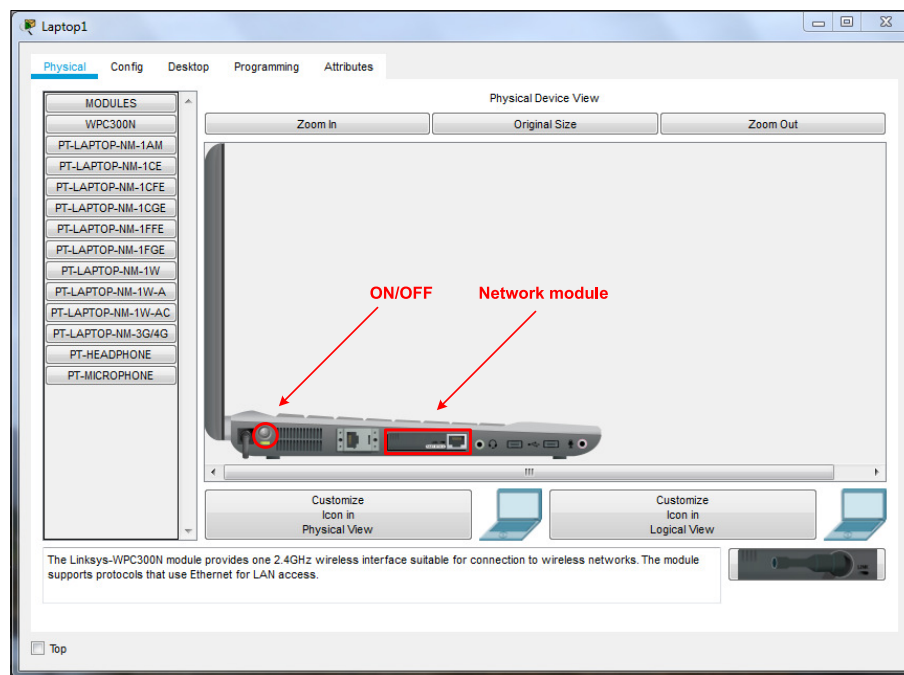


Figura 3: Menú de configuración del ordenador portátil.

A continuación, pulsa la pestaña **Desktop** y después la aplicación **PC Wireless**. Se abrirá el menú de configuración de la conexión inalámbrica. Dicho menú simula las conexiones de red inalámbricas disponibles que tendría un ordenador portátil ubicado en esa posición. Más con-

cretamente, en la columna llamada **Wireless Network Name** aparecen las redes inalámbricas disponibles en ese momento. En nuestro caso debe aparecer la red *HomeNetwork* proporcionada por el AP; si no fuera así, sería necesario pulsar el botón **Refresh**.² Para conectarnos a dicha red, simplemente hay que seleccionarla y pulsar el botón **Connect**. El último paso consistirá en introducir la contraseña *uoc_1234*, correspondiente al protocolo de seguridad WPA2-PSK.³

Ejercicio 7 [0,25p]: Muestra la configuración resultante una vez conectado el portátil al access point. ¿Qué potencia de señal recibe el portátil? Añade capturas de pantalla para justificar tu respuesta.

A continuación, modificaremos la posición del portátil para comprobar el nivel de señal de la red inalámbrica proporcionada por el AP. En primer lugar, vamos a volver a visualizar el área de *Local Infrastructure* pulsando el botón **Back level**.

En segundo lugar, si no está ya activada por defecto, vamos a activar la visualización de la cobertura de las comunicaciones inalámbricas. Será necesario acceder a **Options, Preferences**, pestaña **Show/Hide** y activar la casilla correspondiente a **Show Wireless Color Gradient**. Opcionalmente, también se puede visualizar el alcance máximo de la cobertura en la casilla **Show Wireless Boundary**.

Finalmente, coloca el ordenador portátil en el despacho más alejado de donde está ubicado el AP, pero dentro del edificio *Enterprise Network*. A continuación, haz click sobre el ordenador portátil y ve a la pestaña **Desktop**. Después, abre la aplicación **PC Wireless** y prueba de asociar el portátil con el AP.

Ejercicio 8 [0,5p]: ¿Cuál es el nivel de la señal de la red *HomeNetwork* observado por el ordenador portátil en la nueva ubicación? Justifica tus observaciones.

Para mejorar la cobertura del AP, accede a la configuración del mismo y, en la interfaz *Wireless* (en la pestaña **Config**), cambia el rango de cobertura (*coverage range*).

Ejercicio 9 [0,25p]: ¿Cuál es el nivel de señal observado ahora por el ordenador portátil?

2.4. Configuración IP

Una dirección IP es un conjunto de números que identifica de manera única, lógica y jerárquica una conexión de red de un dispositivo (por ejemplo, un PC, un smartphone o un router). Las

²Si la red *HomeNetwork* sigue sin aparecer, es probable que haya que acercar el ordenador portátil al AP desde el modo físico de Packet Tracer.

³Se recomienda escribir manualmente la contraseña en Packet Tracer en vez de utilizar *copiar y pegar*.

direcciones IP son la principal característica de aquellos dispositivos que utilizan el protocolo IP, correspondiente al nivel de red del modelo TCP/IP.

Para configurar la IP del portátil, ve a la pestaña **Config** y asegúrate de que la opción DHCP en el menú **Gateway/DNS IPv4** está marcada, tal y como se muestra en la Figura 4.

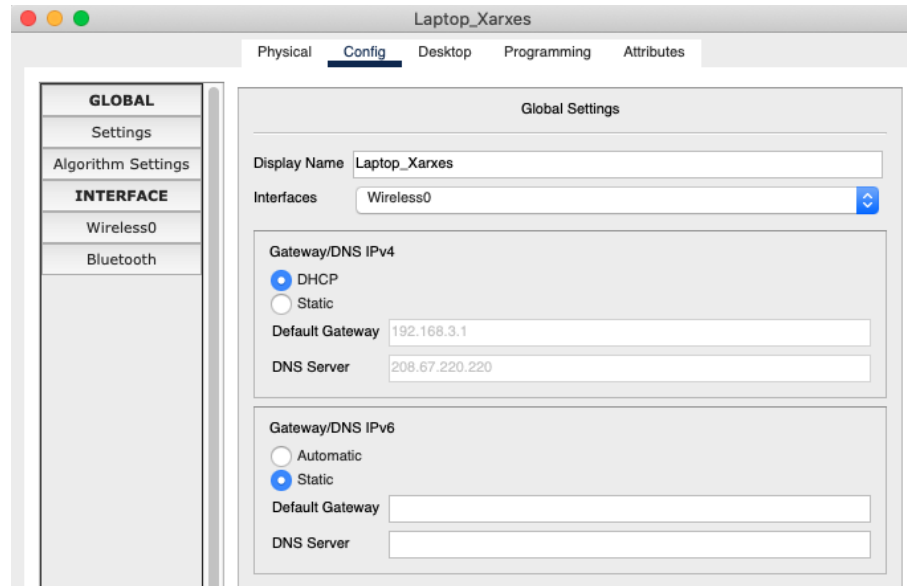


Figura 4: Menú de configuración del portátil.

Ejercicio 10 [0,5p]: Describe el protocolo DHCP con tus propias palabras y enumera los tipos de mensajes más importantes que define el protocolo a la hora de asignar una nueva IP.

La conectividad de nuestra red será verificada mediante la realización de *pings* en modo comando. *Ping* es una utilidad de diagnóstico de red que comprueba el estado de la comunicación entre dos dispositivos que implementan IP.

Para hacer un *ping* en modo comando en Packet Tracer primero es necesario hacer click sobre el equipo origen del *ping*; en nuestro caso, seleccionaremos **PC0**. Después seleccionaremos la pestaña **Desktop** y, a continuación, la aplicación **Command Prompt**, que simula un terminal (por ejemplo, la consola CMD de Windows) para interactuar con dicho PC. A continuación será necesario escribir el comando *ping* seguido de la dirección IP de destino; en nuestro caso, la correspondiente

al servidor: 142.250.184.3. Por tanto, el comando a introducir será: `ping 142.250.184.3`.⁴

Ejercicio 11 [0,5p]: Haz un ping a través de comandos desde el portátil (recuerda que has tenido que cambiarle el nombre al inicio de la práctica) hasta el Remote Server y adjunta una captura de pantalla con el resultado. ¿Cuál es el valor obtenido de RTT mínimo, máximo y medio? Completa también la tabla adjunta con los resultados obtenidos.

	Ping portátil -> Remote Server
RTT mínimo	
RTT máximo	
RTT medio	

2.5. Analizar el funcionamiento de aplicaciones de red

Un *data center* como el mostrado en el archivo **PAC1.pkt** se suele utilizar para almacenar y procesar datos de diversas aplicaciones y servicios desarrollados desde la infraestructura local. Buenos ejemplos de ello pueden ser el envío de consultas desde un ordenador de la red de acceso a una base de datos ubicada en el *data center* o la publicación de documentos en línea. Un protocolo muy extendido para enviar ficheros es File Transfer Protocol (FTP), en el cual nos centraremos para el resto de esta PEC. FTP trabaja en la capa de aplicación y sigue una arquitectura cliente-servidor, de manera que un dispositivo determinado puede gestionar ficheros de un servidor a través de comandos.

Ejercicio 12 [0,5p]: En la topología de la Figura 1, utilizamos el portátil para descargar ficheros del Remote Server, los cuales se envían en paquetes de longitud $L = 1,500$ bytes. En función de la localización del portátil obtenemos diferentes tasas de error de bit, siendo $BER_A = 0,00005$ cuando estamos cerca del AP, o bien $BER_B = 0,00020$ cuando estamos en la habitación más alejada de la empresa. Basándonos en estos datos, calcula la tasa de error de paquete (PER) en cada caso (no hace falta realizar simulaciones en Packet Tracer).

Ejercicio 13 [0,5p]: Con los valores de PER obtenidos en el ejercicio anterior, calcula el número de paquetes necesarios para descargar un fichero de tamaño $F = 1,85$ GBytes desde cada una de las localizaciones del portátil.

Ejercicio 14 [1p]: Calcula el delay de propagación asociado a la transmisión de uno de los paquetes de 1.500 Bytes, para cada uno de los enlaces (Links) mostrados en la Figura 1. Ten en cuenta que

⁴En ocasiones, debido a la configuración inicial que aplica Packet Tracer a ciertos elementos de red, es necesario repetir la operación *ping* para que funcione correctamente.

la velocidad de propagación de cada enlace es de $v_{prop} = 3 \cdot 10^8$ m/s. Calcula también el delay de transmisión de cada enlace, teniendo en cuenta que la velocidad de transmisión del Link 1 es de 15 Mbps, y que el resto de Links tienen capacidad 1 Gbps. Justifica todas tus respuestas con los cálculos necesarios.

A continuación observaremos el intercambio de mensajes FTP en Packet Tracer desde el modo Simulación. Para ello, haz click en el botón **Simulation** situado en la esquina inferior derecha de la ventana de visualización de Packet Tracer para abrir el menú de simulación. La información correspondiente a la transmisión de los datos aparecerá en la parte derecha de la pantalla, en **Simulation Panel**. El **Simulation Panel** puede mostrar información correspondiente a todos los protocolos de red implicados en la comunicación. Para mostrar únicamente los mensajes correspondientes a FTP y obviar los mensajes provenientes de otros protocolos, haz click en el botón **Show All/None** del panel de simulación, después haz click en **Edit Filters** y, finalmente, selecciona únicamente los mensajes del tipo **FTP** de la pestaña **Misc..**

Para visualizar el desarrollo del envío de mensajes FTP en modo simulación, existen 2 opciones: pulsar el botón **Play** para visualizar todo el proceso de forma automática o pulsar de forma secuencial los botones de avance (**Forward**) y retroceso (**Back**). Sea cual sea la opción elegida, a medida que se vayan reenviando mensajes se irá llenando de eventos la **Event List** de la parte superior del panel de simulación.

Ahora, para conectarte al servidor FTP (el *Remote server*) desde el portátil, accede a la aplicación **Command Prompt** y envía el comando `ftp 142.250.184.3`.

Ejercicio 15 [1p]: En el modo simulación de Packet Tracer, conéctate al servidor FTP desde el portátil introduciendo el usuario y la contraseña *fonaments / xarxes*. Describe el proceso observado en Packet Tracer y proporciona los detalles de los mensajes enviados por el servidor mediante capturas de pantalla. **Para conectarte al servidor FTP, tendrás que utilizar comandos en la aplicación Command Prompt que encontrarás en la pestaña Desktop de la configuración del portátil.**

Ejercicio 16 [1p]: Sal del modo simulación (clica en *Realtime*) y transfiere un fichero que hayas creado desde el portátil al servidor FTP, el cual se puede hacer desde la aplicación *Desktop > Text Editor*. Para enviar el fichero, busca información sobre los comandos FTP para transferir ficheros. Demuestra que el fichero ha sido recibido por el servidor e indica el tiempo de transferencia del fichero.

2.6. Guardar el archivo *.pkt* resultante

Para guardar la red completa, haz click en la pestaña **File** de la barra de menú de Packet Tracer y luego selecciona **Save As** en el menú desplegable. En la ventana **Save file**, elige un directorio para guardar el archivo y asígnale un nombre apropiado. La extensión por defecto de cualquier actividad en Packet Tracer es *.pkt*. Haz click en **Save** para guardar el archivo.

***Ejercicio 17 [1p]:** Comprueba la conectividad de todas las conexiones, guarda el archivo *.pkt* resultante y envíalo junto con la resolución de los ejercicios al REC para su evaluación.*