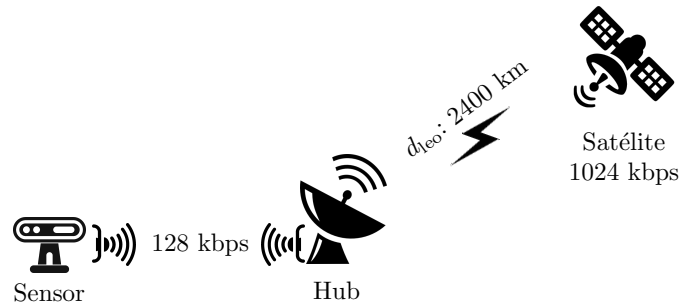


P1	
P2	

Temas 1 y 2 - Introducción. Algoritmos de encaminamiento.

Apellidos:..... Nombre:.....

**Problema 1.** Un sistema de monitorización en una zona remota utiliza un sensor con cámara para enviar imágenes estáticas a través de una red de satélites LEO. Debido a la alta interferencia electromagnética, el sensor utiliza un enlace óptico de baja capacidad (128 kbps), que le conecta con el Hub. Éste, a su vez, utiliza un enlace de 1024 kbps para enviar los datos al primer satélite disponible, tal y como se ve en la figura. Cada fotografía tiene un tamaño de 200 kBytes, y el sensor envía paquetes de 128 Bytes, con una cabecera de 28 Bytes.  
Se recuerda que 1 kByte se corresponde con  $2^{10}$  Bytes.



Se decide utilizar un protocolo de control de errores entre el satélite y el Hub. En una primera configuración, se utiliza un enlace *semi-duplex*, y se decide mandar un ACK de 128 Bytes (en el que se envían, además, parámetros de control) cada  $\psi$  paquetes de datos, de manera que el Hub no podrá enviar el siguiente paquete hasta haber recibido confirmación de los  $\psi$  anteriores.

Se asume además que el retardo de propagación en el enlace entre el sensor y el Hub, así como los tiempos de procesado en todos los nodos, son despreciables.

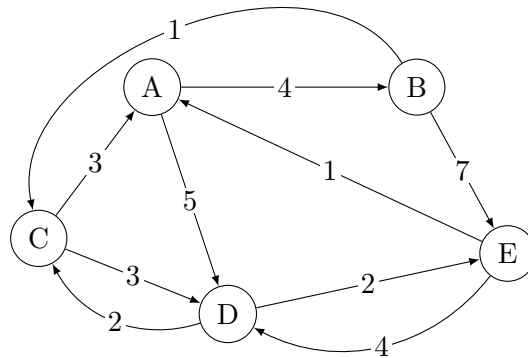
La velocidad de propagación entre el Hub y el satélite es la de la luz:  $c = 300 \text{ km/ms}$

- (a) [1 punto] Si se utiliza un valor de  $\psi = 2$ , ¿cuánto tiempo se tardaría en enviar una fotografía al satélite? ¿A qué cadencia (en paquetes por segundo) trabajaría el sensor?
- (b) [1 punto] Si se necesita transmitir la fotografía por completo en un tiempo de 19 segundos (para asegurar la conexión óptima con el satélite), ¿cuál es el valor más pequeño de  $\psi$  que se podría utilizar?

La empresa decide modificar la altura de la órbita, aumentándola hasta los 3000 km. Además, se decide modificar la configuración del enlace entre el Hub y el satélite, que pasa a ser *full-duplex*, reduciendo su capacidad hasta 512 kbps. En este caso se modifica el mecanismo de control de errores, aplicando un algoritmo de ventana deslizante, de manera que el Hub puede transmitir  $\omega$  paquetes consecutivos sin recibir confirmación, y el satélite envía *ack* de 128 Bytes para cada paquete recibido.

- (c) [1 punto] ¿Cuál es la cadencia a la que se podría enviar paquetes si  $\omega = 2$ ? ¿Cuál sería el tiempo necesario para transmitir una fotografía al satélite?
- (d) [1 punto] ¿Cuál debería ser el valor de  $\omega$  para poder utilizar la cadencia máxima posible en la fuente? ¿Cuánto se tardaría en enviar una fotografía en este caso?
- (e) [1 punto] Se decide utilizar un valor de  $\omega = 2$ , pero se pretende trabajar a la cadencia máxima de la fuente, reduciendo la altura de la órbita de los satélites. ¿Cuál es el valor máximo que se podría utilizar para  $d_{leo}$ ?

**Problema 2.** Considerar el grafo que se muestra en la figura.



- [1 punto]** Utilizar el algoritmo de *Floyd Warshall* para encontrar las rutas de coste mínimo de los nodos  $A$  y  $D$  al resto de nodos de la red.
- [1 punto]** Se sabe que la tasa (paquetes por segundo) generada por el nodo  $D$  es:  $\Gamma = [2, 4, 3, -, 1] s^{-1}$ . Calcular el coste y el número de enlaces que atravesaría, en promedio, un paquete originado en  $D$ . Si el nodo  $A$  envía 2 y 4 paquetes por segundo hacia los nodos  $B$  y  $E$ , respectivamente ¿cuál sería el flujo total en todos los enlaces del grafo?
- [1 punto]** Se decide establecer una política en la que el nodo  $E$  no puede utilizarse como nodo intermedio, ¿cuáles serían las rutas que se tendrían que utilizar desde  $A$  y  $D$ ? Indicar cómo se podría responder a esta pregunta si el nodo que se decide no utilizar fuera el  $B$ ?
- [1 punto]** Calcular el coste de enviar un paquete, desde  $A$  y  $D$ , a todos los nodos de la red, utilizando las rutas que se han obtenido en el apartado (a).
- [1 punto]** Asumiendo que todos los enlaces del grafo fueran bidireccionales (grafo no dirigido), se pide utilizar el algoritmo de *Kruskal* para establecer el MST. ¿Cuál sería el coste de enviar un paquete desde los nodos  $A$  y  $D$  al resto de nodos de la red?