



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria  
de Telecomunicació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENGINYERIA TELEMÀTICA

ARQUITECTURA DE REDES  
EXAMEN FINAL. PARTE 2  
19 de Junio, 2013

Notas Provisionales Junio 25  
Alegaciones hasta: Junio 29  
Notas Definitivas: 31 Junio

Profesores: Antonio Barba, David Remondo, Alfonso Rojas

Información útil:

- Responde cada ejercicio en hojas separadas
- Responde el test en la misma hoja de enunciado del examen
- Las respuestas erróneas penalizan 1/3 en el test

**NO ES PODEN UTILITZAR CALCULADORES PROGRAMABLES**

**NO ES POT UTILITZAR EL MÒBIL NI CAP DISPOSITIU ELECTRÒNIC QUE NO SIGUI UNA CALCULADORA NO PROGRAMABLE**

Nombre y apellidos:

### TEST (40%). 20 minutos

T1- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones acerca del estándar IEEE 802.11 consideras cierta?

- a) El mecanismo distribuido de acceso al medio DCF se puede usar solamente en modo ad-hoc
- b) En el modo PCF la gestión de prioridades permite obtener una calidad de servicio de forma adecuada
- c) El mecanismo de reserva previa mediante el intercambio de mensajes RTS (Request-To-Send) y CTS (Clear-To-Send) no aporta ninguna ventaja si se trabaja en modo infraestructura
- d) Todas las afirmaciones anteriores son falsas

T2- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre los mecanismos de retransmisión en el nivel de enlace (LLC) es falsa?:

- a) Aunque no se alteren nunca los contenidos de las cabeceras de las tramas durante la transmisión, es posible que se produzca duplicación de tramas
- b) Si el número de bits que utilizamos para representar el número de secuencia es de cuatro, se podrá detectar la pérdida de 16 tramas enviadas de forma consecutiva pero no 17.
- c) El nodo que transmite procederá a retransmitir una trama si expira un RTO (Retransmission Timeout) o bien si recibe un NACK (Negative Acknowledgement)
- d) El mecanismo de repetición (o retransmisión) selectiva es más eficiente que el de Go-Back-N.

T3- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones acerca de mecanismos de acceso al medio es cierta?

- a) El CSMA no persistente es más adecuado que el 0,5-persistente para cargas bajas de tráfico
- b) El retardo medio de un mecanismo Aloha ranurado es siempre menor al de Aloha puro para cualquier nivel de carga.
- c) En CSMA, un terminal envía una señal de jamming a los demás terminales cuando no recibe un ACK dentro del plazo esperado
- d) Todas las afirmaciones anteriores son falsas

T4- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones referidas al estándar IEEE 802.3 (Ethernet) es falsa?

- a) No pueden existir dos tramas que contengan una misma dirección MAC de destino en su cabecera porque la dirección MAC de cualquier interfaz se asigna de manera única
- b) El tamaño mínimo de trama está relacionado con la velocidad de propagación del medio
- c) Los bridges y switches (puentes y conmutadores) necesitan espacio de memoria para poder almacenar tramas
- d) El mecanismo cut-through reduce el tiempo de transmisión entre dos terminales conectados a puertos diferentes de un switch (conmutador) respecto al mecanismo store-and-forward

T5- En Internet, señala la respuesta correcta,

- a) El protocolo UDP tiene control de flujo de ventana deslizante
- b) El protocolo TCP tiene control de flujo, y de errores extremo a extremo
- c) El protocolo IP utiliza circuitos virtuales
- d) Todas las afirmaciones anteriores son falsas

T6- Un mecanismo de Aloha, señala la afirmación correcta

- a) Siempre es adecuado para redes LAN
- b) Puede utilizar un algoritmo de backoff del tipo exponencial binario truncado
- c) Las colisiones son debidas al retardo de propagación del paquete
- d) Todas las afirmaciones anteriores son falsas

T7- Sea una red tipo Ethernet con topología en bus de 2 km de longitud. Cualquier estación precisa recibir al menos 17 bits para detectar colisión en el medio. La velocidad de transmisión es de 50 Mb/s y la velocidad de propagación es de  $\frac{2}{3} c$  ( $c=3 \cdot 10^8$  m/s).

Calcula cuál es la longitud de trama mínima, expresada en Bytes, que permite asegurar el perfecto funcionamiento del algoritmo de acceso CSMA/CD.

- a)  $40 \text{ Bytes} \leq L < 126 \text{ Bytes}$
- b)  $126 \text{ Bytes} \leq L < 140 \text{ Bytes}$
- c)  $140 \text{ Bytes} \leq L < 164 \text{ Bytes}$
- d)  $164 \text{ Bytes} \leq L$

T8- Respecto al parámetro MTU, qué respuesta es correcta.

- a) En una red de comunicaciones podemos mandar más bytes en cada trama que los especificados en la MTU
- b) En una red de comunicaciones las tramas deben ser exactamente de longitud MTU bytes
- c) El protocolo IP por defecto construye datagramas con tamaño máximo la MTU de la red a la que está conectado el dispositivo
- d) Todas las afirmaciones anteriores son falsas

T9- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones consideras falsa?

- a) La arquitectura TCP/IP es más estructurada que la OSI (de ISO)
- b) El protocolo TCP es orientado a conexión y garantiza fiabilidad extremo a extremo
- c) El protocolo UDP ofrece una calidad de servicio prácticamente idéntica a la del IP
- d) Funciones tales como: dotación de la noción de sesión, seguridad (cifrado), compatibilidad de los formatos de datos entre sistemas, en TCP/IP suelen implementarse en la capa de Aplicación

T10- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa?

- a) El mecanismo de ventana deslizante vuelta atrás no es adecuado en canales full-duplex
- b) El mecanismo de rechazo selectivo (o retransmisión selectiva) en general es más eficiente que uno de vuelta atrás
- c) El mecanismo de parada y espera es más simple que el de ventana deslizante
- d) Si ninguna de las afirmaciones anteriores es falsa marca esta respuesta

## Problemas. 70 minutos

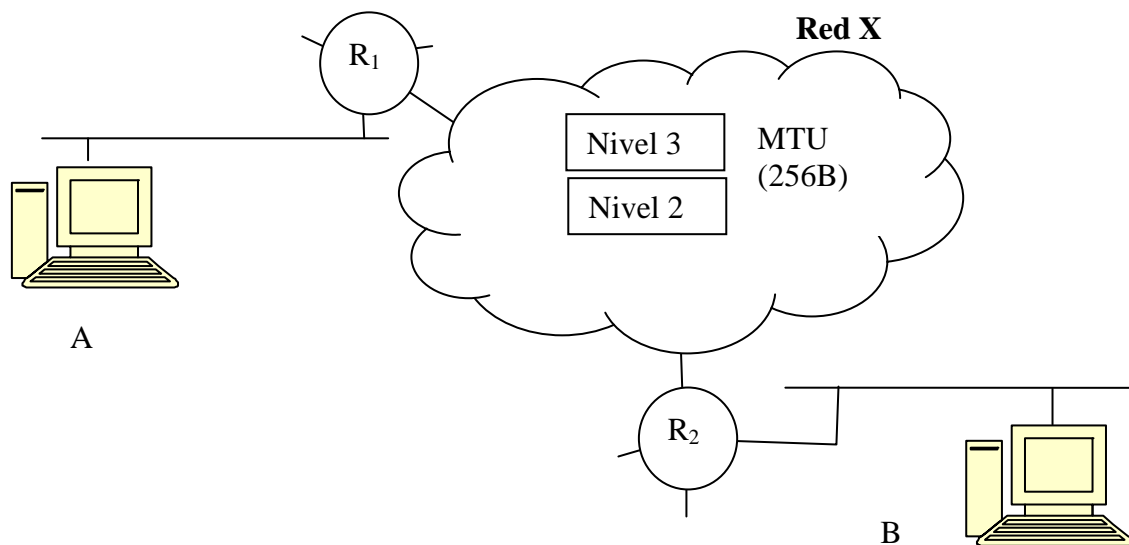
### Ejercicio 1 (20%)

Establece las direcciones IP de red, broadcast y máscara para cada una de las 7 subredes que requiere una empresa, tres de ellas con capacidad para 345 máquinas, dos para 167 y las otras dos para 125 máquinas. Ordena las redes lo mejor posible para que la numeración sea contigua y también que las direcciones sin asignar ocupen el menor número de subredes posible. Encuentra asimismo la máscara que debe contratarse al operador para 154.33.128.0.

### Ejercicio 2 (20%)

Dos estaciones de trabajo A y B se intercambian información TCP/IP gracias a la puerta de enlace y el acceso a la **red X no IP** de datagramas de la figura. Los datagramas IP tienen 520B.

Comenta razonadamente cómo los paquetes IP alcanzan el destino teniendo en cuenta la MTU de nivel 3 de la red X. Incide asimismo cómo se lleva a cabo el encaminamiento. Detalla también cómo es un paquete que viaja por esta red indicando el *overhead* de todos los niveles 2 y 3 para un segmento TCP



### Ejercicio 3 (20%)

En una red que emplea el mecanismo DCF de IEEE 802.11 sin mecanismo de reserva del canal hay tres terminales, E1, E2, y E3, asociados a un AP (Access Point), que transmiten a 2 Mbit/s y que forman tramas para transmitir en los instantes  $t=0$  en el caso de E1;  $t=130$  us en el caso de E2; y  $t=150$  us en el caso de E3. El tamaño total de cada una de las tramas es de 92 Bytes para las tramas de E1 y E2, y de 184 Bytes para la trama que quiere transmitir E3. Supongamos que las secuencias de valores de back-off que eligen los terminales son (300, 150, 100) para E1; (200, 250, 300) para E2; y (200, 100, 200) para E3, todos expresados en us. Si el SIFS es de 40 us, el DIFS es de 140 us y la transmisión del ACK dura 188 us, y consideramos que los tiempos de propagación son despreciables. Realiza un cronograma de la transmisión y calcula el tiempo total entre que la E1 intenta su primera transmisión hasta que todas las estaciones han podido transmitir con confirmación sus tramas.



Profesor: Jordi Altés, Antonio Barba
Información útil: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responde cada ejercicio en hojas separadas</li> <li>• Responde el test en la misma hoja de enunciado del examen</li> <li>• Las respuestas erróneas penalizan 1/3 en el test</li> </ul>
<b>NO ES PODEN UTILITZAR CALCULADORES PROGRAMABLES</b> <b>NO ES POT UTILITZAR EL MÒBIL NI CAP DISPOSITIU ELECTRÒNIC QUE NO SIGUI UNA CALCULADORA NO PROGRAMABLE</b>
Nombre y apellidos:

**TEST (40%). 20 minutos**

T1. Respecto Internet, señala la respuesta correcta:

- A) Está basada en estándares del IEEE
- B) Está basada en estándares del UIT
- C) Está basada en estándares del ISO
- D) Todas las afirmaciones anteriores son falsas

T2. En relación a la torre de protocolos OSI, marca la respuesta correcta:

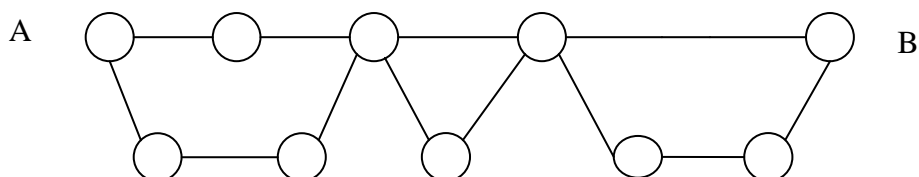
- A) La compresión de información corresponde al nivel de sesión
- B) Es competencia del nivel de red la interconexión entre terminales de distintas redes
- C) El control de flujo sólo se realiza a nivel de enlace
- D) Todas las afirmaciones anteriores son falsas

T3. En un modelo de colas M/M/C en régimen estable podemos afirmar que:

- A) Se trata de un sistema de pérdidas, adecuado para telefonía
- B) En promedio, si se duplican el número de procesadores, el retardo en salir del sistema es la mitad
- C) En promedio, si se duplica la tasa de entrada, se duplica el tiempo de espera en el sistema
- D) Todas las afirmaciones anteriores son falsas

T4. En el esquema de la figura, la probabilidad de pérdidas entre A y B aplicando la fórmula de Lee, siendo p la PP de cada enlace es:

- A)  $P=1-p^2 q t$  ; siendo:  $q=[1-(1-p)^2][1-(1-p)^2]$ ;  $t=p[1-(1-p)^2]$
- B)  $P=1-(1-s)(1-q)(1-t)$  ; siendo  $q=[1-(1-p)^2][1-(1-p)^3]$ ;  $t=p[1-(1-p)^2]$ ;  $s=p[1-(1-p)^3]$
- C)  $P=1-(1-p)^2(1-q)(1-t)$  ; siendo:  $q=[1-(1-p)^2]^3$ ;  $t=1-(1-p)^2$
- D) Todas las afirmaciones anteriores son falsas



T5. En relación a la jerarquía digital plesiócrona, marca la respuesta falsa.

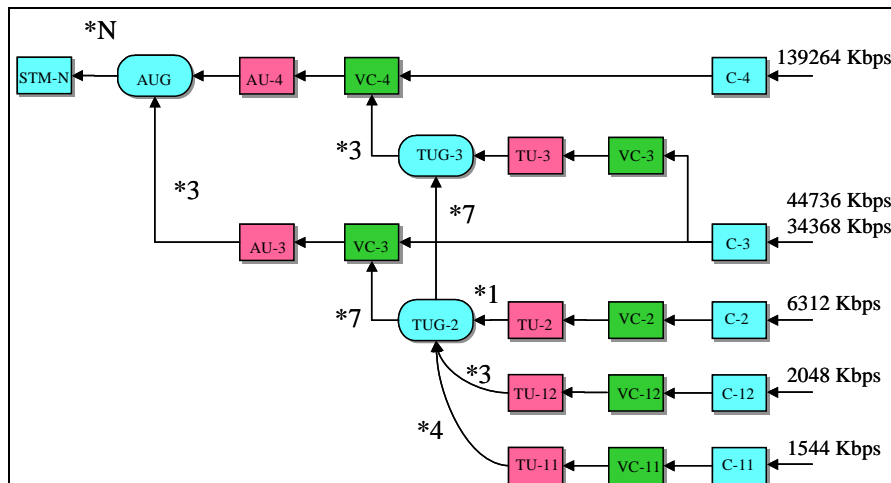
- A) El enlace primario de 2.048 Kbps permite disponer de 30 ó 31 conversaciones telefónicas simultáneas
- B) PDH utiliza multiplexación de tipo TDM para formar sus jerarquías de transporte
- C) PDH utiliza entrelazado a nivel de byte
- D) Si ninguna de las afirmaciones anteriores es falsa marca esta respuesta

T6. En el bucle de abonado telefónico analógico, señalar la respuesta correcta:

- A) La central telefónica suministra corriente continua al terminal telefónico
- B) La digitalización no consigue mejorar la calidad de servicio
- C) No es necesario regenerar la señal analógica por medio de amplificadores
- D) Todas las afirmaciones anteriores son falsas

T7. En relación a un sistema SDH con la estructura de alineamiento STM1 de la figura, señala la respuesta correcta

- A) Existe la opción de incluir hasta 70 canales de 2.048 Kbps en un STM1
- B) En un STM1 caben hasta 90 canales de 1,5 Mbps
- C) La capacidad de un STM1 es de 21 TUG2
- D) Todas las afirmaciones anteriores son falsas



T8. En relación a un acceso básico RDSI, indica la falsa:

- A) Permite la comunicación simultánea de 2 conversaciones telefónicas
- B) El canal de señalización es de 64 kbps
- C) Es posible realizar una transmisión a 128 Kbps
- D) Si ninguna de las afirmaciones anteriores es falsa marca esta respuesta

T.9. Según la torre de protocolos OSI, marca la respuesta correcta

- A) El nivel de transporte se encarga del encaminamiento hacia el destino
- B) En el nivel de red se definen direcciones OSI de red
- C) La compresión se realiza a nivel de transporte
- D) Define 5 capas de protocolos

T10. En un sistema M/M/1 estable es cierto que:

- A) La probabilidad de demora coincide con el porcentaje de ocupación del servidor
- B) El tiempo de servicio es determinista
- C) La probabilidad de pérdidas depende de la tasa de llegadas
- D) Todas las afirmaciones anteriores son falsas

## Problemas. 60 minutos

### Ejercicio 1 (30 %)

Considere el esquema de la figura 1 en donde aparecen cuatro centrales telefónicas: A, B, C y D. Todos los enlaces son unidireccionales. Se parte de una ruta directa AB con tráficos en ambos sentidos, AB y BA. Existen desbordamientos de AB hacia ACB y ADB y por otra parte, de BA con desbordamientos en BCA y BDA. Considere los desbordamientos de igual magnitud en ambas rutas alternativas

Dados unos tráficos ofrecidos como los siguientes:  $TOAB = 3 \text{ Er}$ ,  $TOBA = 3 \text{ Er}$ , con una  $PP < 5\%$  en cada sección, hallar:

- El número de circuitos unidireccionales en cada sección de la red.
- Halla la PP entre A y B
- Considere ahora el esquema de la figura 2 y tenga en cuenta una  $PP < 5\%$  en cada sección. Si se utiliza un solo desbordamiento para cada ruta directa AB, BA, halle el número de circuitos y el tráfico perdido en cada sección.

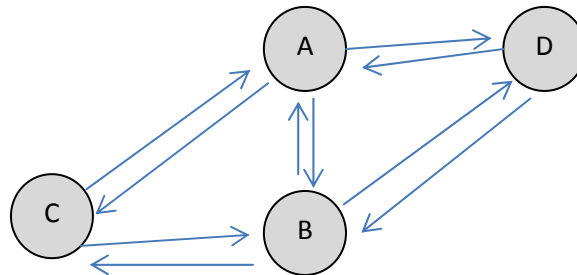


Figura 1

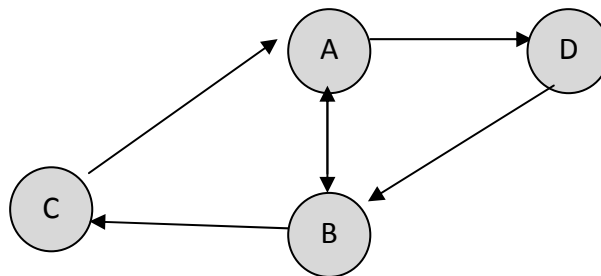


Figura 2.

### Ejercicio 2 (30 %)

En una red formada por 12 nodos conectados linealmente (en serie), se tienen los siguientes datos:

Tiempo de transmisión de paquete  $T_t = 1 \text{ ms}$

Tiempo de propagación despreciable

Tiempo de procesado en los nodos  $T_p = 0,5 \text{ ms}$

- Calcular el retardo total entre los nodos extremos A y B en el caso de transmitir 10 paquetes. Dibuja el cronograma correspondiente.
- Teniendo ahora en cuenta un tiempo de procesado de los paquetes en los nodos  $T_p = 2 \text{ ms}$ , hallar el retardo total entre A y B. Dibuja también el cronograma.
- Suponiendo que cada nodo pueda representarse con un modelo de dos M/M/1 en serie. El primer M/M/1 modela el procesado del paquete con un tiempo de proceso medio de 0,7 ms. El segundo M/M/1 modela la transmisión del paquete con un tiempo medio de 1ms. Halle el retardo total medio entre los nodos A y B si se envían, en media, 7 paquetes cada 10 ms.

## PARTE 2

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
D	B	D	A	B	B	B	C	A	A

**Ejercicio 1**

Una posible solución sería utilizar FLSM para 8 subredes de 512 máquinas. Esto supondría contratar un prefijo /20.

Aplicando VLSM se obtienen soluciones más ajustadas al tamaño de cada subred. Para ello se debe contratar igualmente un prefijo /20.

El mínimo número de subredes es 8.

Aplicando FLSM todas tienen de prefijo /23 y:

Dirección de red	Dirección de broadcast
154.33.128.0	154.33.128.63
154.33.128.64	154.33.128.127
154.33.128.128	154.33.128.191
154.33.128.192	154.33.128.255
154.33.129.0	154.33.129.63
154.33.129.64	154.33.129.127
154.33.129.128	154.33.129.191
154.33.129.192	154.33.129.255

Para que conseguir números contiguos no debería utilizarse la primera o la última de las subredes.

**Ejercicio 2**

La máquina A debe realizar un encaminamiento indirecto para alcanzar la máquina B. Para ello pasa la máscara de subred y advierte que B no pertenece a su subred por lo que encapsula el datagrama IP, con la dirección IP de B, en un nivel 2 como por ejemplo Ethernet con la dirección física del Router.

El Router encuentra en su tabla de rutas que debe alcanzar la red de B a través del segundo Router por lo que le envía los datagramas encapsulados con el nivel 3 y luego con el nivel 2 de la red X:

Cabecera Nivel 2 (red X)	Cabecera Nivel 3 (red X)	Cabecera IP	Cabecera TCP	INFORMACIÓN	Cola Nivel 3 (red X)	Cola Nivel 2 (red X)
--------------------------------	--------------------------------	----------------	-----------------	-------------	----------------------------	----------------------------

El Router destino realiza un encaminamiento directo para alcanzar la máquina B. Las máquinas A y B no han percibido que se ha utilizado la red X, solamente necesitan conocer las direcciones IP. Estas direcciones se pueden encontrar consultando si es necesario un DNS.

Como la MTU de nivel 3 de la red X es de 256B y los datagramas enviados son de 520B el Router debe fragmentarlos en datagramas de  $256 - (256 - 20) \bmod 8 = 232$  bytes. Por tanto por cada datagrama envía 2 de 252 (= 232 + 20 de cabecera) bytes y uno de 56 (= 36 + 20) bytes. Es el destino, en este caso la máquina B, quien recompone el datagrama original dados los offset de cada fragmento: 0, 29 y 58. El último fragmento lleva el bit de "more fragments" a 0 indicando que es el último.

Ejercicio 3 (IEEE 802.11):

Tiempo de tx de tramas de 92 B es 368 us; de la de 184 B es 736 us.

E1 transmite entre  $t = 140\text{us}$  y  $508\text{us}$ , y recibe el ACK entre los instantes  $t = 548\text{us}$  y  $736\text{us}$ .

E2 y E3 comienzan a transmitir en el instante  $1076\text{us}$  ( $736\text{us} + 140\text{us}$  de DIFS +  $200\text{us}$  de Backoff), produciéndose una colisión. E3 acaba de transmitir (bajo colisión) en  $t = 1076\text{us} + 736\text{us} = 1812\text{us}$  (E2 acaba antes, en el instante  $1444\text{us}$ ).

Tras la colisión, E2 y E3 esperan un tiempo DIFS a partir de  $1812\text{us}$  (instante en el que el medio vuelve a estar libre), eligen un nuevo tiempo de Backoff, y E3 transmite con éxito desde  $t = 1812\text{us} + 140\text{us} + 100\text{us} = 2052\text{us}$  hasta  $2788\text{us}$ . E3 habrá recibido su ACK en  $t = 2788\text{us} + 40\text{us} + 188\text{us} = 3016\text{us}$ .

E2 habrá interrumpido su cuenta de backoff cuando empieza a transmitir E3 por segunda vez, y usará los  $150\text{us}$  restantes de backoff en la siguiente oportunidad, por lo que empieza a transmitir su trama en  $t = 3016\text{us} + 140\text{us} + 150\text{us} = 3306\text{us}$ , y habrá acabado de transmitir su trama en  $3306\text{us} + 368\text{us} = 3674\text{us}$ . Ahora bien, E2 todavía ha de recibir un ACK, que terminará de llegar en  $t = 3674\text{us} + 40\text{us} + 188\text{us} = 3902\text{us}$ .



## PARTE 1

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
D	B	D	B	C	A	C	B	B	A

### Ejercicio 1

a)

El ejercicio se puede resolver usando simetría. Es decir, equivale a resolver un único triángulo de nodos ABC con sección de desbordamiento entre BC y CA .

Caso de utilizar tráfico desbordado mitad:

$$TO_{AB} = 3 \text{ Er}$$

$Erb(3, C_{AB}) < 0,05$ ,  $Erb(3,7) < 0,021$ , luego  $C_{AB} = 7$  circuitos. Por simetría  $C_{BA} = 7$

$$TP_{AB} = 3 * Erc(3,7) = 0.063 \text{ Er}$$

$TO_{BC} = 0,063/2 = 0,0315 \text{ Er}$ , luego  $Erc(0,0315, C_{BC}) < 0,05$  luego,  $C_{BC} = 1$  y por simetría  $C_{BD} = 1$ ,  $C_{AC} = C_{AD} = 1$

$TC_{BC} = TO_{BC}(1 - Frb(TO_{BC}, C_{BC}))$  equivale a  $TO_{CA}$

$$ErB(TO_{CA}, C_{CA}) < 0,05$$

Se obtiene  $C_{CA} = 1$ , con  $C_{DA} = C_{AC} = C_{AD} = 1$

b)

Aplicando la fórmula de Lee:

$$PP \text{ Total}_{AB} = PP_{AB} (1 - (1 - PP_{AC})(1 - PP_{CB}))^2$$

c)

Mismo planteamiento que en a) pero sin dividir por 2 el tráfico desbordado.

Se obtienen los mismos resultados numéricos en las rutas directas  $C_{AB} = C_{BA} = 10$

### Ejercicio 2

a)

$$\text{Retardo total} = \text{Num.paq} * T_{\text{trans}} + (N - 1) T_{\text{proc}} + (N - 2) T_{\text{trans}}$$

b)

$\text{Retardo total} = (N - 2)(T_{\text{proc}} + T_{\text{trans}}) + \text{Num.paq} * T_{\text{proc}} + T_{\text{trans}}$  siendo N el número de nodos

c)

Retardo total medio:

$\lambda = 0,7 \text{ paq/ms}$ , entonces  $0,7 * 0,7 = 0,49 \text{ Erlangs}$ . Retardo M/M/1 es  $0,7/(1 - A) = 1,37 \text{ ms}$  referente al tiempo de proceso.

Para el tiempo de transmisión  $3,33 \text{ ms}$

$$\text{Retardo total medio} = 12(1,37) + 12(3,33) = 16,44 + 39,96 = 56,4 \text{ ms}$$