



Informacions addicionals:

- NO ES PODEN UTILITZAR CALCULADORES PROGRAMABLES
- NO ES POT UTILITZAR EL MÒBIL NI CAP DISPOSITIU ELECTRÒNIC QUE NO SIGUI UNA CALCULADORA NO PROGRAMABLE
- Marcar les respostes del test en el mateix full
- Les preguntes de test errònies descompten 1/3.
- Cada problema ha de fer-se en un full a part

Nom Alumne:

TEST (3 PUNTOS. 60 MINUTOS)

T1. Quina de les següents afirmacions és CERTA:

- A) $Er-B(2000, 2000) < Er-B(3000, 3000)$
- B) A iguals condicions de λ i μ , el trànsit cursat per un sistema M/M/C/C és major que el trànsit cursat per un sistema M/M/C/C+1
- C) Donat un sistema M/M/1 estable amb un temps mig de servei d' $1/\mu$, llavors la seva taxa mitjana de sortida és μ
- D) Totes les anteriors són falses

T2. Quina de les següents afirmacions és FALSA? SI TOTES SÓN CORRECTES SENYALAR LA D

- A) Un sistema M/M/5/8 és un sistema amb una cua de 3 posicions.
- B) A igual trànsit ofert i $A < C$, la taxa mitja de trucades perdudes d'un sistema M/M/C és igual a la d'un sistema D/D/C.
- C) L'ocupació mitjana per circuit en un sistema M/M/C/C amb $A=C$, és menor que l'ocupació mitjana per circuit en un sistema M/M/2C/2C amb $A=2C$.
- D) TOTES LES ANTERIORS SÓN CORRECTES.

T3. La probabilidad de que el servidor se encuentre ocupado en una cola M/M/1 (tasa de llegadas λ y de servicio μ , con $\lambda < \mu$) es:

- A) $1-\mu / \lambda$
- B) $1-\lambda / \mu$
- C) λ
- D) Ninguna de las otras es correcta.

T4. Respecto a una red de conmutación de paquetes en modo datagrama (DG) y una en modo circuito virtual (CV), ¿qué afirmación es CIERTA?

- A) El modo DG tiene un tiempo de establecimiento de la comunicación superior al CV.

- B) El modo DG puede desordenar los paquetes de una transmisión.
- C) El modo CV es más robusto a las caídas de enlaces.
- D) Ninguna de las anteriores es cierta.

T5. Comparant la commutació de paquets en mode datagrama (DG) i en mode circuit virtual (CV), quina afirmació és FALSA:

- A) Un avantatge del DG és que s'adapta millor a les caigudes d'enllaços a la xarxa.
- B) Un avantatge del DG és que sol tenir un temps de procés en els nodes menor que el temps de procés del CV.
- C) Un avantatge del CV és que sol tenir unes capçaleres més curtes que les del DG.
- D) Un avantatge del CV és que no desordena paquets.
- E)

T6. En una red multisalto de conmutación de paquetes en modo datagrama en la que los enlaces tienen una capacidad de 64 Kbps, el tiempo de proceso en todos los nodos de conmutación es $t_{proceso}=10mseg$, entonces es CIERTO que:

- A) El tiempo entre paquetes recibidos consecutivamente en el destino está determinado solamente por el tiempo de proceso de los nodos
- B) El tiempo entre paquetes recibidos consecutivamente en el destino está determinado solamente por la tasa de generación de paquetes de la fuente
- C) El tiempo entre paquetes recibidos consecutivamente en el destino está determinado solamente por la capacidad del enlace
- D) Ninguna de las anteriores es cierta

T7. Quina de les següents afirmacions és CERTA:

- A) Les centrals SDH estan perfectament sincronitzades i per tant les xarxes SDH no

requereixen de cap mecanisme per controlar desajustos temporals.

- B) Una diferencia de PDH i SDH és que PDH és de commutació de circuits i SDH de commutació de paquets en mode circuit virtual.
- C) En PDH, els bits de control de justificació indiquen si s'han d'enviar o no els bits de justificació.
- D) En PDH el nombre de bits enviats d'una trama agregada és sempre el mateix estigui o no justificada.

T8. Es CIERTO que

- A) PDH establece estándares de multiplexación compatibles en USA, Japón y Europa.
- B) PDH es una tecnología de multiplexación que se realiza a nivel de byte.
- C) El nivel E1 de PDH puede transportar 30 canales de voz de 64 kb/s
- D) Las tramas E1 pueden ser extraídas independientemente, mediante ADMs., de tramas multiplexadas de orden superior, ya sea con PDH o con SDH, sin necesidad de descomponer todo el multiplex.

T9. Respecto a las arquitecturas de protocolos OSI y TCP/IP, qué afirmación consideras FALSA:

- A) La arquitectura OSI no sólo es más antigua que TCP/IP sino que además está más extendida en redes reales.
- B) TCP/IP puede funcionar sobre redes LAN con MAC de tipo determinista.
- C) En la arquitectura TCP/IP el control de congestión extremo a extremo se realiza a nivel de transporte.
- D) TCP/IP es una arquitectura de protocolos abierta (no propietarias).

T10. Quina de les següents afirmacions és CORRECTE?

- A) Una de les tasques del nivell físic és la comprovació del checksum.
- B) Una de les tasques del nivell de presentació és el control de congestió.
- C) Una de les tasques del nivell de presentació és el xifrat de la informació.
- D) Totes les anteriors són falses

T11. En las Arquitecturas de protocolos, qué afirmación es CIERTA:

- A) La división en muchas capas reduce la complejidad de la arquitectura de protocolos y de cada una de sus capas

- B) La división en 7 capas es la más óptima
- C) Si es abierta, las especificaciones de sus protocolos deben ser públicas
- D) Ninguna de las anteriores es cierta.

T12. Quina afirmació és la FALSA. SI TOTES SÓN CORRECTES SENYALAR LA D:

- A) La probabilitat de col·lisió d'un protocol MAC Aloha no depèn del retard de propagació.
- B) La probabilitat de col·lisió d'un protocol MAC CSMA/CD depèn del retard de propagació.
- C) L'eficiència d'un aloha ranurat amb el temps de transmissió de paquet inferior al temps de ranura és superior a un amb el temps de transmissió igual al temps de ranura.
- D) TOTES LES ANTERIORS SÓN CORRECTES.

T13. Quina de les següents afirmacions és FALSA en igualtat de condicions:

- A) El CSMA no persistent té un temps d'accés mig a la xarxa superior al del CSMA 1 persistent.
- B) El CSMA no persistent té una probabilitat de col·lisió superior a la del CSMA 1 persistent.
- C) El CSMA-0.5 persistent té una probabilitat de col·lisió superior a la del CSMA no persistent.
- D) Les col·lisions del CSMA tenen una durada superior a les del CSMA/CD.

T14. Quina és l'expressió del throughput per un protocol MAC aloha ranurat on el temps de paquet és 4 vegades major que el temps de slot ($T_p = 4 \cdot T_s$):

- A) $S = G \cdot e^{-7G}$
- B) $S = G \cdot e^{-\frac{7}{4}G}$
- C) $S = G \cdot e^{-4G}$
- D) Cap de les anteriors.

T15. Quina de les següents afirmacions és FALSA? SI TOTES SÓN CORRECTES SENYALAR LA D

- A) Un dels principals problemes que ha de superar l'ADSL és que l'atenuació del bucle d'abonat varia amb la freqüència.
- B) Una diferència entre l'ADSL i l'ADSL2+ és que l'ADSL2+ utilitza més amplada de banda freqüencial que l'ADSL.
- C) La tècnica de transmissió més típica de l'ADSL és la DMT, on s'assegura que els seus components, anomenats bins, tenen tots el mateix nivell de soroll.
- D) TOTES LES ANTERIORS SÓN CORRECTES.

T16. Quina de les següents afirmacions és FALSA respecte TCP/IP?

- A) L'establiment de la connexió es realitza amb l'intercanvi de tres paquets.
- B) Un servidor no pot tenir dues connexions establertes simultàniament amb el mateix client.
- C) El mecanisme de control de flux del TCP utilitza una finestra lliscant de mida variable.
- D) Quan es descarta un paquet erroni en recepció no s'envia cap NACK.

T17. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es CORRECTA?

- A) El protocolo TCP ofrece un servicio de control de flujo de datos extremo a extremo.
- B) La cabecera de UDP no contiene los números del puerto origen y del puerto destino.
- C) UDP no es capaz de multiplexar varias conexiones de transporte en un mismo host.
- D) La cabecera de UDP es más grande que la de TCP para facilitar su tratamiento posterior.

T18.Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera

- A) El protocolo UDP realiza control de congestión
- B) El valor de RTO (Temporizador de Retransmisión) asignado a TCP no es un parámetro crítico para el rendimiento de la comunicación
- C) El campo de TCP de Número de secuencia indica el número de secuencia del último byte que transporta el segmento TCP
- D) Ninguna de las anteriores es cierta

T19. Quina de les següents afirmacions és FALSA:

- A) El protocol UDP pot utilitzar els mateixos números de port que el TCP.
- B) El protocol UDP no realitza correcció d'errors però sí que fa control de flux.
- C) El protocol TCP utilitza temporitzadors de retransmissió que varien en funció del retard de la xarxa.
- D) El protocol TCP pot enviar dades i confirmacions en un mateix paquet.

T20. Quina afirmació és FALSA? SI TOTES SÓN CORRECTES SENYALAR LA D

- A) La capçalera TCP té un camp per indicar prioritat al paquet (ToS - Type of Service).
- B) La capçalera TCP té un camp per indicar la mida del nombre màxim de bytes que pot acceptar el receptor pel control de flux.
- C) La capçalera TCP té un camp per indicar un port origen.
- D) TOTES LES ANTERIORS SÓN CORRECTES.

T21. Si la BER d'un canal és de 10^{-5} , la PER d'un paquet de 1500 bytes és:

- A) $PER < 10^{-3}$
- B) $10^{-3} \leq PER < 10^{-2}$
- C) $10^{-2} \leq PER < 10^{-1}$
- D) $10^{-1} \leq PER$

T22. Para el control de errores a nivel de enlace, entre una fuente y un destino separados por una red multisalto, es CIERTO que:

- A) Su implementación debe ser siempre extremo a extremo.
- B) Requiere que la fuente de la transmisión almacene los datos hasta que sean recibidos en el extremo destino.
- C) Siempre podremos recuperar el 100% de los paquetes perdidos.
- D) Todas las anteriores son falsas.

T23. Quina de les següents afirmacions és FALSA:

- A) Els paquets IP amb TTL=0 són descartats pels routers.
- B) La desfragmentació dels paquets IP es fa en qualsevol punt de la xarxa IP
- C) L'adreça MAC de la trama que transporta un paquet IP va canviant a cada salt d'encaminament.
- D) L'adreça IP destí de cada datagrama no varia en cada salt de l'encaminament

T24. Quina de les següents afirmacions és CORRECTE?

- A) L' Ethernet utilitza una longitud de trama màxima per poder detectar totes les col·lisions
- B) Una Ethernet que utilitzi commutadors full-dúplex no requeriria una longitud de trama mínima.
- C) La Ethernet utilitza el mecanisme MAC anomenat CSMA No Persistent.
- D) Totes les anteriors són falses

T25. Quina de les següents afirmacions és CORRECTE respecte a una WLAN IEEE 802.11?

- A) Per detectar si hi ha col·lisió, un ordinador escolta el canal mentre transmet el seu paquet.
- B) Si una estació vol transmetre un paquet, primer espera que el canal quedi lliure i després el transmet immediatament.
- C) Dins la mateixa xarxa no és possible tenir una estació transmetent a 2 Mbps i una altra a 11 Mbps.
- D) Totes són falses.

T26. En el caso de redes inalámbricas, señalar la respuesta CIERTA.

- A) El acceso PCF utilizado en redes WIFI se basa en prioridad por polling.
- B) En redes ad-hoc se emplea un punto de acceso.
- C) El acceso DCF utilizado en redes WIFI se basa en CSMA/CD 1-persistente.
- D) Todas las anteriores son falsas

T27. Quina afirmació és CERTA?

- A) L'activació del sistema RTS/CTS en una xarxa Wi-Fi suprimeix totalment les col·lisions.
- B) En una xarxa Wi-Fi amb infraestructura, si un terminal ha d'enviar un paquet a un altre terminal del mateix BSS i tenen visibilitat directa, ho fa directament, sense passar per l'AP.
- C) En una xarxa Wi-Fi, quan un terminal detecta col·lisió, atura la transmissió immediatament i entra en procés de backoff.
- D) Totes les anteriors són falses.

T28. En una xarxa Frame Relay amb velocitat d'accés 2 Mbps i un flux mig garantit de 512 Kbps, quina afirmació és CERTA:

- A) Aquest contracte permet transmetre de forma contínua a 2 Mbps.
- B) Aquest contracte no permet transmetre més ràpid de 512 Kbps.

- C) L'operador pot descartar tots aquells paquets que excedeixin la taxa de 512 Kbps.
- D) L'operador sempre descarta aquells paquets que excedeixin la taxa de 512 Kbps.

T29. Quina de les següents afirmacions és CERTA:

- A) Un paquet ARP sempre és contestat pel destinatari del paquet IP.
- B) Un paquet ARP es contesta en mode broadcast.
- C) Un paquet ARP sempre és contestat pel router de sortida de la xarxa.
- D) Un paquet ARP s'envia en mode broadcast.

T30. Quina afirmació és FALSA? SI TOTES SÓN CORRECTES SENYALAR LA D

- A) ICMP es pot utilitzar per indicar que el paquet no pot arribar al destí per algun problema d'enrutament o perquè el host destí no té obert el port/protocol adequat.
- B) El protocol ICMP es pot utilitzar per enviar una notificació quan un router descarta un paquet perquè ha expirat el seu temps de vida (TTL).
- C) El protocol UDP és millor que TCP en transmissions de dades poc sensibles al retard i sense requeriments de fiabilitat.
- D) TOTES LES ANTERIORS SÓN CORRECTES.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
D	D	D	B	B	D	D	C	A	C	C	C	B	B	C	B	A	D	B	A

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
D	D	B	B	D	A	D	C	D	D



Escola Tècnica Superior d'Enginyeria
de Telecomunicació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

DEPARTAMENT D'ENGINYERIA

TELEMÀTICA

ARQUITECTURA DE XARXES – Final

08 de Gener de 2014

Data notes provisionals: 20 de gener de 2014

Període d'al·legacions: 20-22 de gener de 2014

Data notes definitives: 24 de gener de 2014

Informacions addicionals:

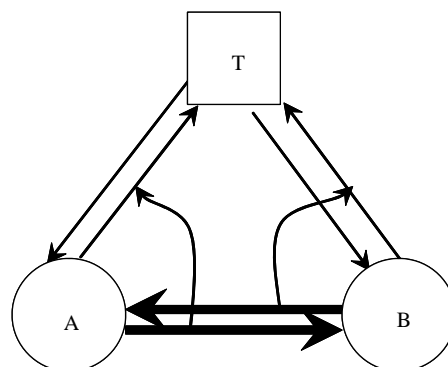
- **NO ES PODEN UTILITZAR CALCULADORES PROGRAMABLES**
- **NO ES POT UTILITZAR EL MÒBIL NI CAP DISPOSITIU ELECTRÒNIC QUE NO SIGUI UNA CALCULADORA NO PROGRAMABLE**
- Les preguntes de test errònies descompten 1/3.
- Marcar les respostes del test en el mateix full
- Cada problema ha de fer-se en un full a part

Nom Alumne:

PROBLEMAS (7 PUNTOS. 70 MINUTOS)

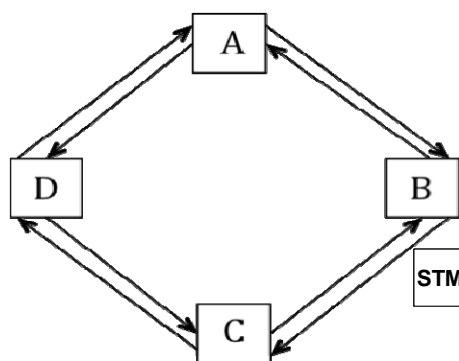
Problema 1 (1 punto) 10 minutos

En la siguiente red en la que los enlaces son unidireccionales, el tráfico de A a B y de B a A es de 10 Erlangs. El número de circuitos de las secciones directas es de 5 en cada caso, y el de todas las secciones finales es de 2 circuitos. Calcular el GoS de la red

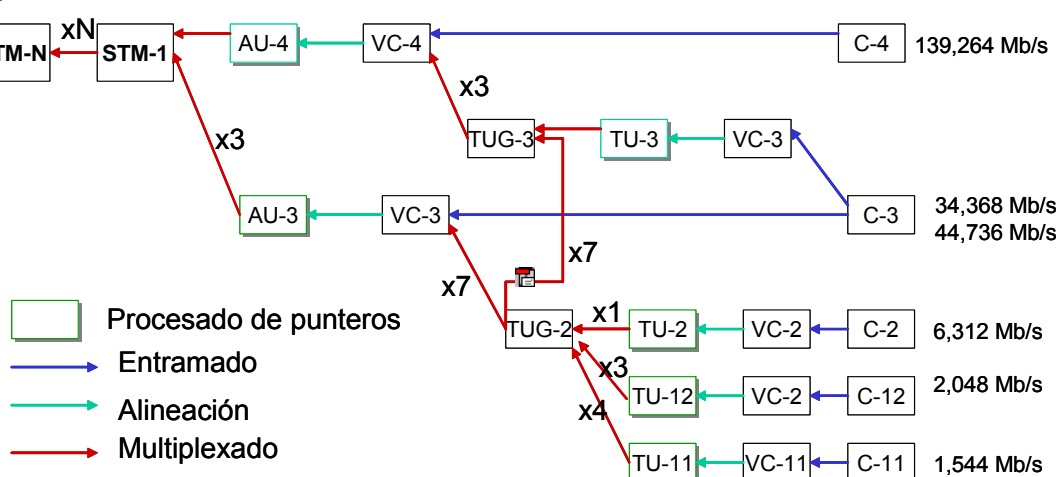


Problema 2 (0,5 puntos) 5 minutos

Suposi una xarxa SDH amb dues fibres actives (una en cada sentit) com la de la figura següent, on cada fibra suporta un STM-1: Partint de la xarxa buida, doni una configuració per poder tenir:



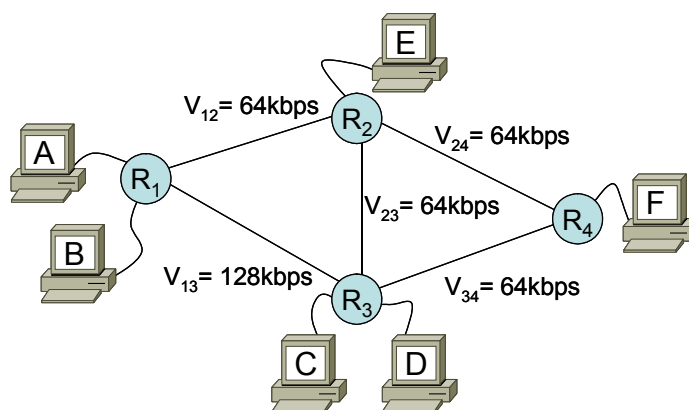
- 4 circuits de 44 Mbps símplex de C a D
- 10 circuits de 2 Mbps full-dúplex de C a D
- 38 circuits d' 1,5 Mbps símplex de C a D
- 2 circuits d' 1,5 Mbps símplex de B a A



Problema 3 (1 puntos) 10 minutos

En una red de conmutación de paquetes como la de la figura se quieren intercambiar los siguientes flujos de paquetes:

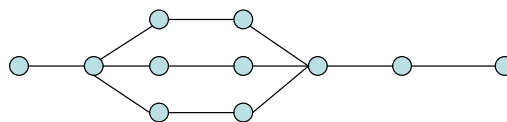
Flujo	ruta			Tasa (paquetes/segundo)
λ_{AC}	1	3		3
λ_{AF}	1	3	4	4
λ_{ED}	2	3		5



Asumir que los paquetes tienen una longitud exponencial de media de 1000 bytes y que la generación de paquetes es según un proceso de Poisson. Los tiempos de proceso y propagación son nulos. Calcular la Utilización media de los enlaces.

Problema 4 (0.5 puntos) 5 minutos

Calcula el GoS (Grau de Sevei) del següent graf de canal si tots els enllaços tenen una probabilitat de pèrdua de p



Problema 5 (1 puntos) 10 minutos



Se ha producido la colisión de dos paquetes procedentes de dos terminales WLAN funcionando en modo infraestructura y mecanismo DCF con reserva de recursos (RTS/CTS). Según los datos de la calcular el retardo adicional a la transmisión tras la colisión

DIFS = $128\mu s$ V_{tx} wireless = 1Mbps
SIFS = $28\mu s$ CTS=ACK= 14 Bytes
RTS=20Bytes

Problema 6 (1 puntos) 10 min

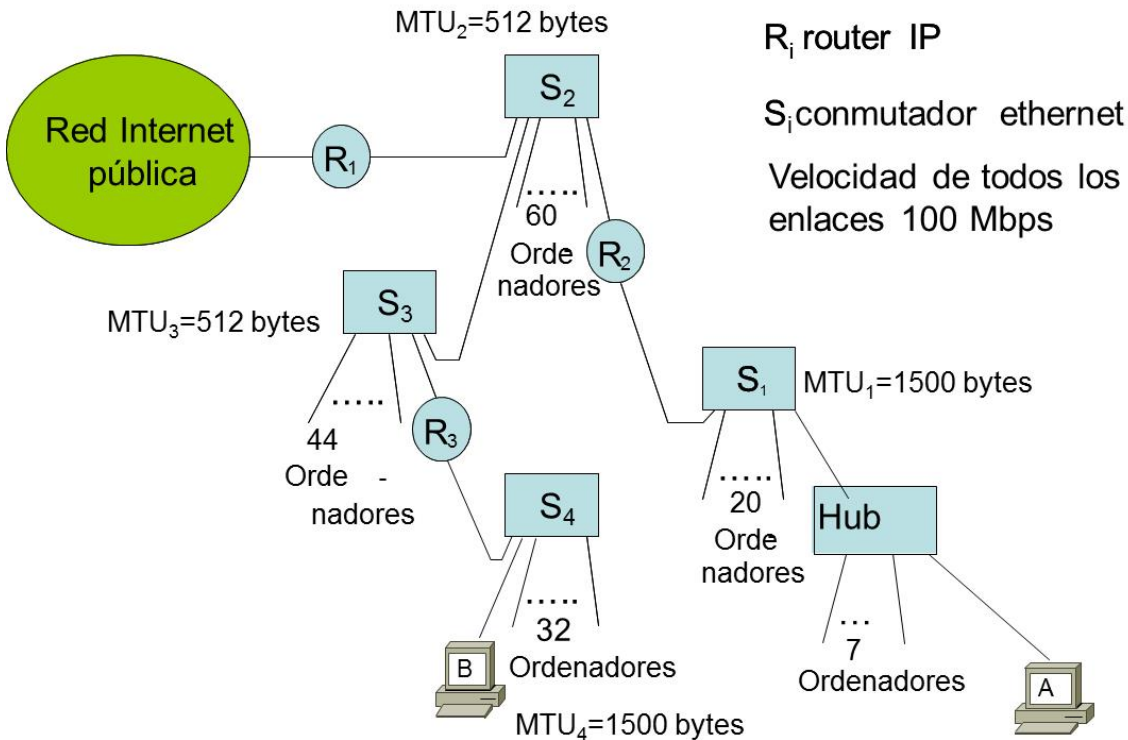
Un multiplexor plesiócrono que multiplexa 3 tributarias, tiene a la salida una señal de 12 bits de alarmas y sincronismo, 3 bits de control de justificación por cada tributario y 2 bits de justificación también para cada

tributario. Además de 255 bits de información por tributario. La velocidad nominal del canal agregado es de 6,3 Mbps.

- Velocidad mínima permitida a la entrada del multiplexor.
- Tanto por ciento de tramas que deberían justificarse si la velocidad del tribuario a la entrada es de 2,045 Mbps
- Velocidad de control de justificación por tributario

Problema 7 (2 puntos) 20 minutos

Se desea configurar el direccionamiento IP de una red como la de la figura y se dispone para tal fin de un rango de direcciones definido por 147.83.39.0/24.



1. Marque en la figura los interfaces de cada dispositivo de red (debe entregar el enunciado).
2. Asigne de forma óptima utilizando el mínimo número de direcciones IP un rango de direcciones para cada sub-red:
 - a. indicando la dirección de subred
 - b. el rango de direcciones de dispositivos utilizado en cada subred
 - c. la dirección de broadcast de cada subred
 - d. el Router por defecto (default gateway) en cada una de las subredes
3. Realizar el cronograma de un paquete IP encapsulado en un protocolo de capa MAC con una cabecera de 18 bytes enviado desde el ordenador A hacia el B. El tamaño del datagrama generado por A es de tamaño máximo. La cabecera a nivel IP es de tamaño mínimo. Especificar y calcular todos los tiempos y tamaños de los paquetes.

SOLUCIONS ALS PROBLEMES

P1

Xarxa simètrica en tràfic i en enllaços.

Enllaços unidireccionals.

Per tant només cal avaluar la meitat de la xarxa.

$TO_{circuitsCTB} = 10 * [ErB(10,5) - ErB(10,7)] = 1,54 \text{ Erlangs}$ que aproximem per 1,6 Erlangs

$GoS_{AB} = GoS_{BA} = GoS_{XARXA} = ErB(10,7) + (ErB(10,5) - ErB(10,7)) * ErB(1.6,2) = 46\%$

P2

Tots els fluxes són simplex excepte els 10 circuits de 2Mbps entre C i D.

Anem posant els grans primer i després completem

1STM1=3 TUG-3=21 TUG2

# fibres/	A->B	B->C	C->D	D->A
STM1			-	
TUG-3			44	
TUG-3			44	
TUG-3			44	
TUG-2			-	
TUG-2			-	
TUG-2			-	
TUG-2			-	
TUG-2			-	
TUG-2			-	
TUG12			-	
TUG12			-	
TUG12			-	
TUG-2			-	
TUG11			-	
TUG11			-	
TUG11			-	
	A<-B	B<-C	C<-D	D<-A
STM1	-	-		-
TUG-3	44	44		44
TUG-3	1,5	1,5		1,5
TUG-3	-	-	-	-
TUG-2	2	2	2	2
TUG-2	2	2	2	2
TUG-2	2	2	2	2
TUG-2	1,5	1,5		1,5
TUG-2	1,5	1,5		1,5
TUG-2	-	-		-
TUG12	2	2	2	2
TUG12	2	2	2	2
TUG12				
TUG-2	-	-		-
TUG11	1,5	1,5		1,5
TUG11	1,5	1,5		1,5
TUG11	1,5			
TUG11	1,5			

Necessitem

4 circuits de 44 Mbps	C a D	4 TUG-3. 1 STM1 + 1TUG-3
10 circuits de 2 Mbps	C a D	4 TUG-2 (sobra 1 TUG-12)
10 circuits de 2 Mbps	D a C	4 TUG-2 (sobra 1 TUG-12)
38 circuits d' 1,5 Mbps	C a D	10 TUG-2 (que equivalen a 1 TUG-3 més 3 TUG2 i sobren 2 TUG-11)
2 circuits d' 1,5 Mbps	B a A	1 TUG-2 (sobren 2 TUG-11) Concretament els posem en els TUG 11 que han sobrat d'abans. No podem posar-ho en els TUG12 ja que l'esquema de multiplexació no inclou que poguem barrejar circuits de 1,5Mbps i de 2Mbps

Anem emplenant les fibres i veiem que sí que podem transportar tots aquests circuits i encara queden circuits lliures entre alguns dels nodes de la xarxa.

P3

Cadascun dels nodes i el seu enllaç de sortida el podem modelar amb un sistema M/M/1 on les arribades són la suma de fluxes que trobem en la xarxa de commutació, i el temps mig de servei el temps mig que triguem a enviar un paquet per l'enllaç corresponent.

$$1/\mu = T_{txpaquet} = L_{paquet}/V$$

Veiem doncs que:

$$\mu_{12} = \mu_{24} = \mu_{23} = \mu_{34} = 64\text{Kbps}/(8000\text{bits/paquet}) = 8 \text{ paquets/segon}$$

$$\mu_{13} = 128\text{Kbps}/(8000\text{bits/paquet}) = 16 \text{ paquets/segon}$$

Utilització = $U = TC = TO = \lambda/\mu$ (en cas de que $TO < 1$), si $TO \geq 1$, llavors Utilització = 100%

Enllaç 13: flux AC més flux AF, per tant 7 Erlangs

Enllaç 34: flux AF, per tant 4 Erlangs

Enllaç 23: flux ED, per tant 5 Erlangs

Enllaç 12 i Enllaç 24: no hi ha flux

Per tant:

$$U_{12} = U_{24} = 0\%$$

$$U_{13} = 7/16 = 43,75\%$$

$$U_{34} = 4/8 = 50\%$$

$$U_{23} = 5/8 = 62,5\%$$

P4

Aplicant el mètode de Lee amb les propietats sèrie i paral·lel obtenim:

$$GoS = PB = 1 - (1-p)^3 \cdot [1 - [1 - (1-p)^3]^3]$$

P5

En un accés amb RTS/CTS únicament es pot produir col·lisió en l'enviament del missatge de RTS, per tant veiem el procés:

|DIFS (128μ)|BACKOFF-A(500 μ)|RTS(160 μ)|SIFS(28 μ)|CTS(112 μ)|DADES|SIFS(28 μ)|ACK(112 μ)|DIFS(128 μ)|RESTO BACKOFF-B(250 μ)|.....

El retard addicional a la transmissió degut a la col·lisió serà:

Estació A:

- sense col·lisió hagués trigat **DIFS+RTS+SIFS+CTS+DADES A+SIFS+ACK**
- amb col·lisió: **DIFS+RTS+DIFS +BACKOFF A+ RTS+SIFS+CTS+DADES+SIFS+ACK**

Haurà trigat 128+500+160=**788 μs de més**

Estació B:

- sense col·lisió hagués trigat **DIFS+RTS+SIFS+CTS+DADES B+SIFS+ACK**

- amb col·lisió: **DIFS+RTS+DIFS +BACCKOFF A+RTS+SIFS+CTS+DADES A+SIFS+ACK+ DIFS+RESTA BACKOFF B+RTS+ SIFS+CTS+DADES B+SIFS+ACK**

Haurà trigat $128+500+160+28+112+DADESA+28+112+128+250+160=1606 \mu s \text{ de més}$ + DADESA

P6

$\text{Tag}=792\text{bits}/6,3\text{Mbps}=125,72 \mu s$

$V_{\text{min}}|\text{multiplexor}=255/\text{Tag}=2,028\text{Mbps}$

$V_{\text{max}}|\text{multiplexor}=257/\text{Tag}=2,044\text{Mbps}$

La velocitat que proposen és superior, fora del rang del multiplexor, per tant el 100% de les trames aniran justificades però la informació no serà la correcta i el multiplexor es saturarà, per tant **no podem donar cap resultat donat que la velocitat està fora del rang del multiplexor**

$V_{\text{control de justificació}}=3\text{bits}/\text{Tag}=23,86\text{kbps}$

P7

Els elements que requereixen adreces IP són els ordinadors i els Routers. Els commutadors i els hub no són elements de nivell 3, per tant no requereixen adreça IP.

En la xarxa proposada hi ha diverses solucions a plantejar. La primera és la més senzilla i donat que no hi ha cap requeriment a nivell de nombre de subxarxes a plantejar és la recomanada. La resta també s'accepten, però cal definir clarament quins elements formen cadascuna de les subxarxes. En tots els casos hi ha prou rang per poder planificar-les.

En la xarxa proposada hi ha **3 subxarxes físiques IP:**

	ordinadors	routers	adreça de xarxa	adreça de broadcast	Total	Bits necessaris
Subxarxa 1	60+44	3	1	1	109	7
Subxarxa 2	32+1	1	1	1	36	6
Subxarxa 3	20+7+1	1	1	1	31	5

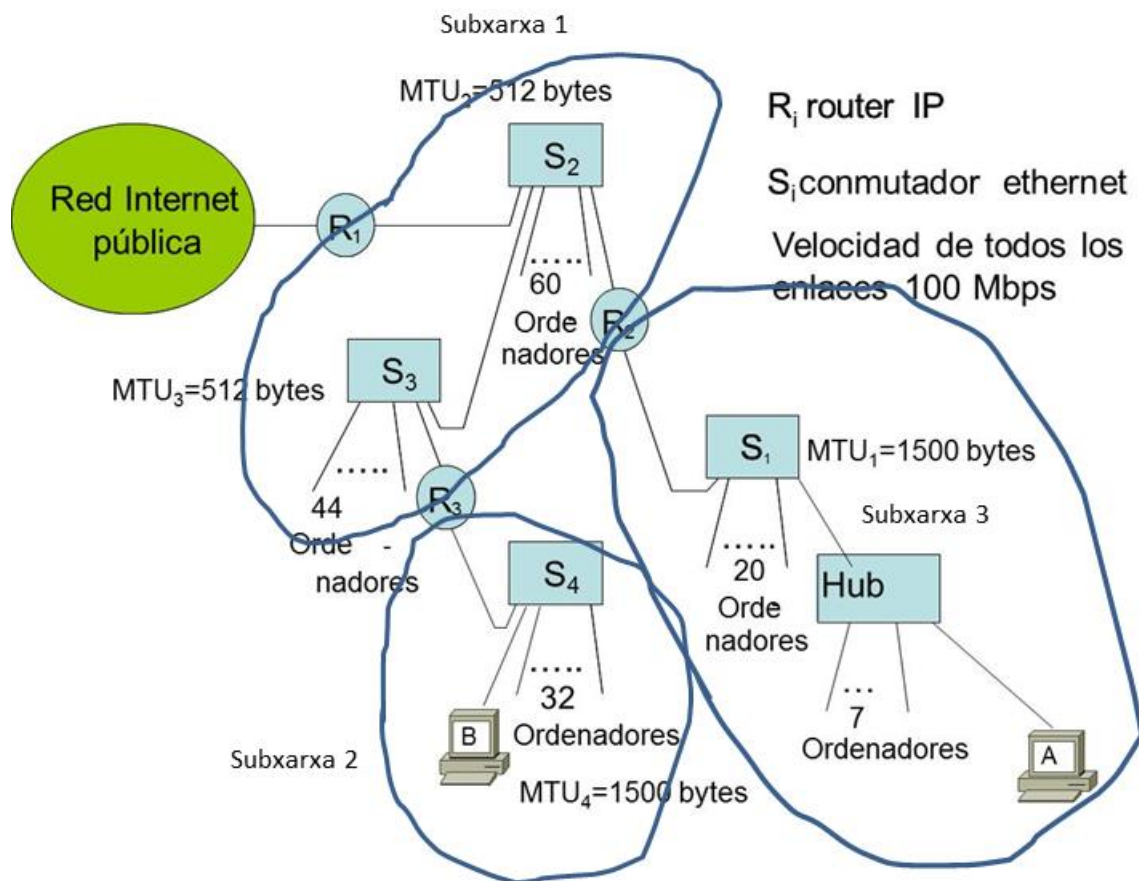
Es podria pensar que hi ha **4 subxarxes lògiques IP:**

	ordinadors	routers	adreça de xarxa	adreça de broadcast	Total	Bits necessaris
Subxarxa 1	60	2	1	1	64	6
Subxarxa 2	44	1	1	1	47	6
Subxarxa 3	32+1	1	1	1	36	6
Subxarxa 4	20+7+1	1	1	1	31	5

Es podria pensar que hi ha **5 subxarxes lògiques IP:**

	ordinadors	routers	adreça de xarxa	adreça de broadcast	Total	Bits necessaris
Subxarxa 1	60	2	1	1	64	6
Subxarxa 2	44	1	1	1	47	6
Subxarxa 3	32+1	1	1	1	36	6
Subxarxa 4	20	1	1	1	31	5
Subxarxa 5	7+1	-	1	1	10	4

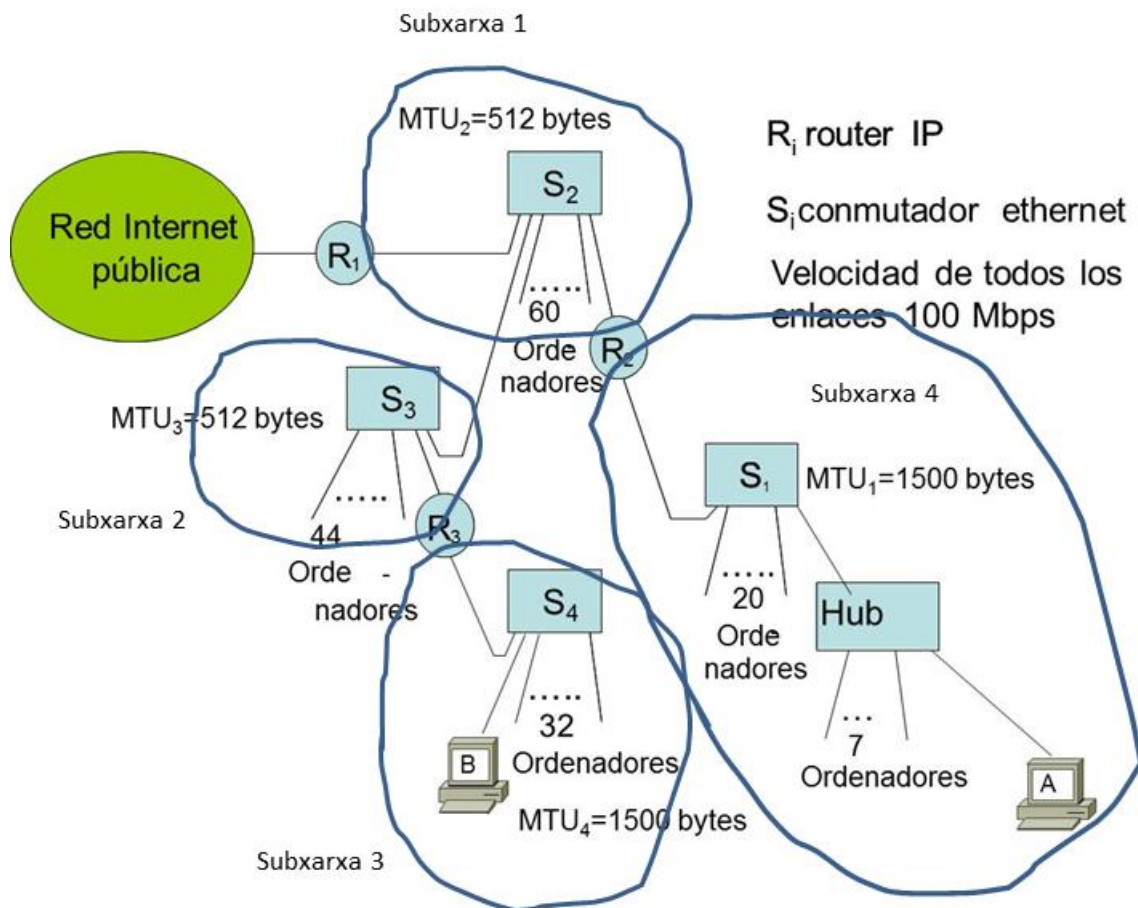
Cas de 3 subxarxes:



	@Subxarxa	@Broadcast	@Dispositius	@sobrants	Default gateway
Subxarxa 1	147.83.39.0/25	147.83.39.127	R1: 147.83.39.1 R2: 147.83.39.2 R3: 147.83.39.3 147.83.39.4- >147.83.39.107	147.83.39.108- >147.83.39.126	147.83.39.1
Subxarxa 2	147.83.39.128/26	147.83.39.191	R3: 147.83.39.129 147.83.39.130- >147.83.39.162	147.83.39.163- >147.83.39.190	147.83.39.129
Subxarxa 3	147.83.39.192/27	147.83.39.223	R2: 147.83.39.193 147.83.39.194- >147.83.39.221	147.83.39.222	147.83.39.193
Rang sobrant	147.83.39.224/27				

El total d'adreces sobrants són: 19+28+1+32= 80. Això no vol dir que puguem posar 80 dispositius més ja que al anar fent subxarxes anem perdent adreces per dispositius.

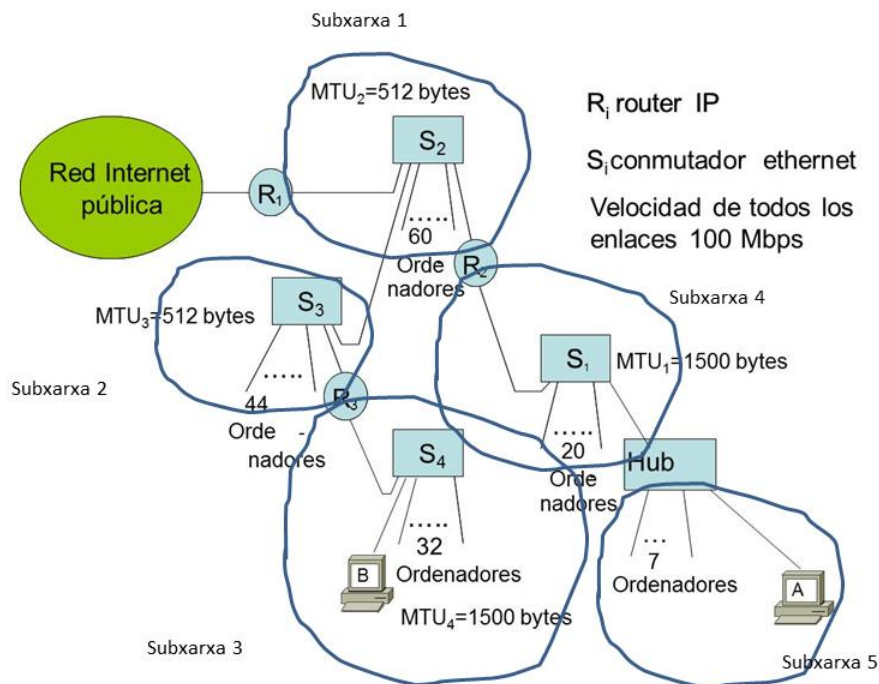
Cas de 4 subxarxes:



	@Subxarxa	@Broadcast	@Dispositius	@sobrants	Default gateway
Subxarxa 1	147.83.39.0/26	147.83.39.63	R1: 147.83.39.1 R2: 147.83.39.2 147.83.39.3->147.83.39.62	-	147.83.39.1
Subxarxa 2	147.83.39.64/26	147.83.39.127	R3: 147.83.39.65 147.83.39.66->147.83.39.109	147.83.39.110->147.83.39.126	147.83.39.1
Subxarxa 3	147.83.39.128/26	147.83.39.191	R3: 147.83.39.129 147.83.39.130->147.83.39.162	147.83.39.163->147.83.39.190	147.83.39.129
Subxarxa 4	147.83.39.192/27	147.83.39.223	R2: 147.83.39.193 147.83.39.194->221	147.83.39.222	147.83.39.193
Rang sobrant	147.83.39.224/27				

El total d'adreces sobrants són: 17+28+1+32= 78.

Cas de 5 subxarxes:



	@Subxarxa	@Broadcast	@Dispositius	@sobrants	Default gateway
Subxarxa 1	147.83.39.0/26	147.83.39.63	R1: 147.83.39.1 R2: 147.83.39.2 147.83.39.3- >147.83.39.62	-	147.83.39.1
Subxarxa 2	147.83.39.64/26	147.83.39.127	R3: 147.83.39.65 147.83.39.66- >147.83.39.109	147.83.39.110- >147.83.39.126	147.83.39.1
Subxarxa 3	147.83.39.128/26	147.83.39.191	R3: 147.83.39.129 147.83.39.130- >147.83.39.162	147.83.39.163- >147.83.39.190	147.83.39.129
Subxarxa 4	147.83.39.192/27	147.83.39.223	R2: 147.83.39.193 147.83.39.194- >147.83.39.221	147.83.39.222	147.83.39.193
Subxarxa 5	147.83.39.224/28	147.83.39.239	147.83.39.225- >147.83.39.232	147.83.39.233- >147.83.39.238	147.83.39.193
Rang sobrant	147.83.39.240/27				

Adreces sobrants 17+28+1+6+16=68.

La segona part de l'enunciat demana fer un cronograma. Per fer-ho necessitem aplicar els següents conceptes:

- Model de commutació de HUB: retard despreciable o retard d'1 bit (0,01µs)
- Model de Commutació de COMMUTADOR: Store&Forward (espera rebre tot el paquet per fer el reenviament) o Cut-through (en té prou amb les adreces de nivell MAC, o capçalera a nivell MAC. Com que no sabem els camps de la capçalera ho apliquem amb la recepció dels 18 bytes de capçalera MAC: 1,44µs)
- Model de commutació de ROUTER IP: Store&Forward de tot el paquet IP (paquet sencer 121µs)

Quan el paquet de mida 1500+18 bytes arriba al R2, aquest l'ha de fragmentar ja que la MTU de la següent xarxa és menor. Els fragments excepte l'últim han de ser múltiples de 8 bytes, resultant 3 fragments de 18+20+488 bytes y un fragment de 18+20+16 bytes (veiem que $488 \cdot 3 + 16$ fan els 1480 bytes de dades del fragment original). Recordar que els fragments excepte l'últim ha de ser múltiples de 8 bytes ($488/8=61$). La figura següent mostra el cronograma d'A cap a B i el temps (expressats en microsegons).

