



## Luca Veltri

(mail.to: luca.veltri@unipr.it)

Corso di Reti di Telecomunicazioni A. a. a. 2005/2006

<http://www.tlc.unipr.it/veltri>



- Il protocollo SLIP definisce 2 caratteri (byte) speciali: END=192(decimale), ESC=219(decimale)
- La procedura di byte-stuffing prevede che:
  - ogni carattere END nella trama venga sostituito con la coppia di caratteri ESC,220 (ovvero 219,220)
  - ogni carattere ESC nella trama venga sostituito con la coppia di caratteri ESC,221 (ovvero 219,221)
- La procedura di delimitazione prevede un carattere END all'inizio e uno alla fine.
- 1) data la trama (SLIP-SDU) seguente (i byte sono espressi in decimale):

11	12	9	200	219	219	220	192	14	7								
----	----	---	-----	-----	-----	-----	-----	----	---	--	--	--	--	--	--	--	--

indicare la trama inviata dal protocollo SLIP (SLIP-PDU) verso l'entità remota (e consegnata allo strato PH):

[illegible]

- 2) data invece la seguente successione di byte ricevuti dallo strato PH,

[illegible]

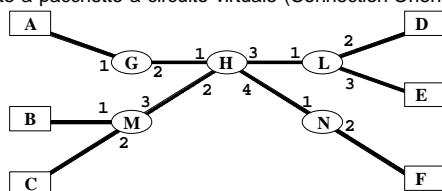
indicare la SLIP-SDU consegnata allo strato superiore

[illegible]

2



- Sia data la rete a pacchetto a circuito virtuale (Connection Oriented) rappresentata in figura:



- Si considerino le tabelle di routing indicate di seguito, in cui:
  - IN e OUT sono rispettivamente le colonne relative agli ingressi e alle uscite del nodo,
  - ogni riga si riferisce ad un circuito virtuale,
  - le colonne "link" indicano l'identificativo del link di ingresso/uscita, con i valori come indicato in figura,
  - le colonne VCI indicano l'identificativo di circuito virtuale usato per quel circuito sul particolare link di ingresso/uscita,
  - per gli identificativi VCI sono a disposizione 4 possibili valori : a=00, b=01, c=10, d=11.

Routing Table M			
IN		OUT	
Link	VCI	Link	VCI
1	a	3	b
2	a	3	c
1	b	3	a

Routing Table H			
IN		OUT	
Link	VCI	Link	VCI
2	c	3	d
2	a	3	c
2	b	3	b

Routing Table L			
IN		OUT	
Link	VCI	Link	VCI
1	b	3	d
1	d	2	a
1	c	2	d

3

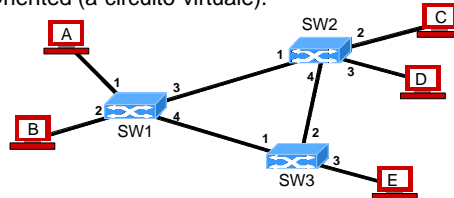


- si chiede di:
  - 1) indicare quali circuiti virtuali sono già instaurati, indicando il terminale di sorgente e di destinazione
  - 2) aggiungere nelle routing table una nuova connessione (circuito virtuale) dal terminale C al terminale E (inserire gli identificativi VCI a scelta tra quelli possibili).

4

## Esercizio F3

- Si consideri lo schema di rete in figura sottostante e si supponga che il protocollo che effettua commutazione nei nodi di rete operi in modalità Connection Oriented (a circuito virtuale).



- Date le seguenti switching table, indicare quali VC (circuiti virtuali) sono correttamente instaurati e quali errori sono stati commessi in fase di configurazione

Switching Table SW1			
IN		OUT	
Link	VCI	Link	VCI
1	25	3	8
2	25	3	8
2	33	4	8
2	19	4	17

Switching Table SW2			
IN		OUT	
Link	VCI	Link	VCI
4	8	3	20
1	8	2	42
1	8	3	16

Switching Table SW3			
IN		OUT	
Link	VCI	Link	VCI
1	8	3	16
1	17	2	8

5

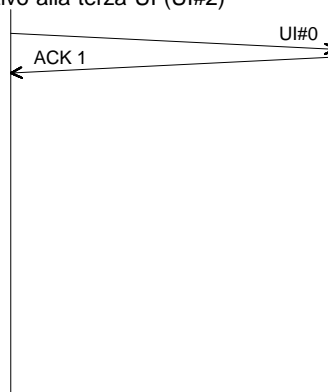
## Esercizio F4

- Si considerino tre terminali A,B,C interconnessi a stella tramite un nodo di commutazione centrale S;  
si supponga che:
  - i) la commutazione avvenga tramite un protocollo di tipo Connection Oriented (a circuito virtuale),
  - ii) si debbano instaurare 3 soli circuiti virtuali bidirezionali, ovvero 6 circuiti unidirezionali, in modo da interconnettere completamente tra loro i tre nodi ( $A \leftrightarrow B$ ,  $B \leftrightarrow C$ ,  $C \leftrightarrow A$ ),
  - iii) i circuiti virtuali relativi alla stessa coppia di terminali e di verso opposto utilizzano su uno stesso link gli stessi identificatori (VCI) in entrambi i versi
- Si chiede di:
  - a) indicare il numero minimo di bit che sarebbero strettamente necessari per il VCI negli header dei pacchetti
  - b) instaurare tali circuiti configurando la switching table del nodo di commutazione centrale S;  
le 4 colonne della tabella contengono: identificativo link di ingresso, VCI in ingresso, link di uscita, VCI in uscita

6

## Esercizio F5

- Si consideri la comunicazione tra due nodi tramite un protocollo che implementa la funzione di recupero di errore con modalità stop&wait
- si consideri l'invio (confermato) di 3 UI, a partire dalla UI#0
- indicare il diagramma dei messaggi nel caso si perda la seconda UI (UI#1) e il primo riscontro relativo alla terza UI (UI#2)



7

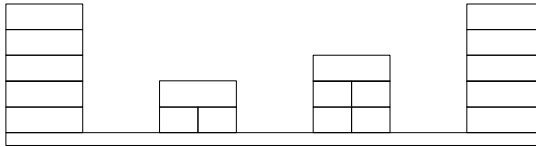
## Esercizio F6

- Si consideri la comunicazione tra due nodi A e B tramite un protocollo che implementa la funzione di recupero di errore con modalità sliding window
- si consideri l'invio di 5 UI nell'ipotesi che
  - le UI vengano numerate a partire da 0
  - la finestra di trasmissione abbia dimensione 3
  - le UI possano essere emesse da A ogni  $T_1$  secondi o più (e.g. nel caso  $T_1$  sia il tempo di trasmissione delle UI nel nodo sorgente A)
  - i riscontri possano essere emessi da B immediatamente (nell'ipotesi che sia trascurabile il tempo di trasmissione degli ACK dal nodo B)
  - il ritardo end-to-end introdotto dalla rete sia  $T_2 = 2 \cdot T_1$
- indicare il diagramma completo dei messaggi scambiati tra i nodi A e B nell'ipotesi che tutti i messaggi/riscontri vengano ricevuti correttamente

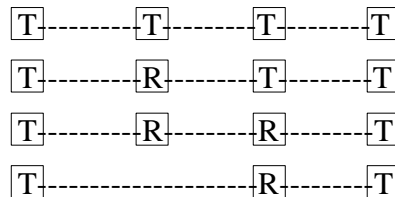
8

## Esercizio A1

- Data la seguente architettura protocollare



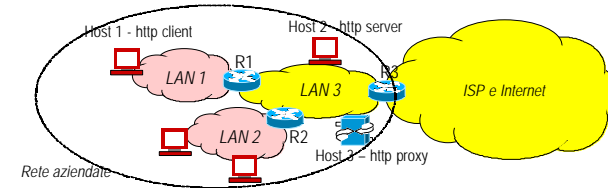
- Indicare quale di queste topologie NON rappresenta l'interconnessione tra i quattro nodi a nessun livello di questa architettura protocollare (T=terminale, R=relay-system)



9

## Esercizio A2

- Si consideri una rete aziendale composta da tre sottoreti LAN Ethernet (LAN1, LAN2, e LAN3) interconnesse attraverso due router IP (R1 e R2), e collegata con l'esterno tramite un router R3, come rappresentato nello schema in figura

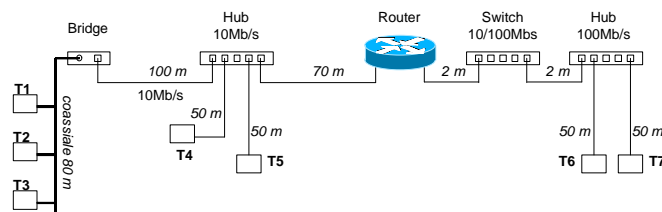


- Le LAN1 LAN2 e LAN3 sono cablate a stella e utilizzano i seguenti nodi:
  - hub in LAN1 e LAN2 (rispettivamente Hub1 e Hub2)
  - switch in LAN3 (SW3).
- Si considerino in particolare gli host H1 H2 e H3 (rif. figura), su cui vengono eseguite le seguenti tre applicazioni:
  - web browser (client HTTP), su H1,
  - web server (server HTTP), su H2,
  - proxy HTTP, su H3.
- Le prime due applicazioni si comportano da terminali del protocollo applicativo HTTP, mentre la terza (il proxy) rappresenta un nodo di rilancio (relay system) per il protocollo HTTP.
- Nell'ipotesi che HTTP utilizzi TCP come protocollo sottostante di trasporto, indicare l'architettura completa di comunicazione tra il browser su H1 e il server web su H2.

10

## Esercizio A3

- Data la seguente struttura di rete composta da due LAN Ethernet interconnesse tra loro da un router IP

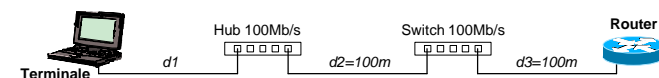


- Si chiede di:
  - a) individuare il numero di domini di collisione MAC presenti, e per ognuno di essi indicare i nodi che partecipano attivamente al protocollo MAC
  - b) indicare il massimo diametro tra i domini di collisione presenti (massima distanza tra due stazioni che partecipano allo stesso MAC)
  - c) disegnare l'architettura protocollare relativa alla comunicazione tra due applicazioni residenti nei terminali T1 e T5, nell'ipotesi che utilizzino come protocollo di trasporto UDP.

11

## Esercizio A4

- Si consideri la seguente porzione di rete Ethernet

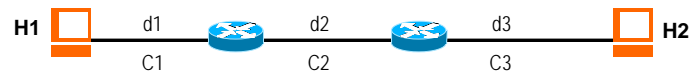


- Si calcoli l'espressione del ritardo di trasferimento di un pacchetto di  $L$  bytes dal terminale al router, sotto le seguenti ipotesi:
  - i) siano rispettivamente  $T_{HUB}$  e  $T_{SW}$  il ritardo di elaborazione e attraversamento del Hub e dello Switch,
  - ii) sia nullo il ritardo di trasmissione introdotto dall'Hub (in quanto questo rilancia direttamente le trame ricevute in ingresso, bit a bit),
  - iii) sia  $c_0=200'000$  Km/s la velocità di propagazione nel mezzo fisico
- Sapendo inoltre che la dimensione minima di trama Ethernet è fissata a 64 bytes, quale è la massima distanza possibile tra il terminale e l'hub imposta dal protocollo di accesso al mezzo CSMA/CD?

12

## Esercizio A5

- Data la seguente porzione di rete tra i nodi H1 e H2



- Si calcoli il ritardo end-to-end complessivo speso da un pacchetto di  $L=500B$  inviato da H1 verso H2, nell'ipotesi che:
  - i) sia  $T_e=4\text{ ms}$  il ritardo di elaborazione e attraversamento speso da un pacchetto all'interno di ciascun router
  - ii) sia trascurabile il ritardo speso nell'attraversamento di eventuali nodi di livello inferiore all'interno delle varie tratte di rete,
  - iii) sia  $d1=d2=d3=d4=10\text{ Km}$  la lunghezza delle singole tratte di rete
  - iv) siano  $C1=10\text{ Mb/s}$ ,  $C2=100\text{ Mb/s}$ , e  $C3=2\text{ Mb/s}$  le capacità trasmissive dei vari link di rete
  - v) sia circa  $c_0=200'000\text{ Km/s}$  la velocità di propagazione nel mezzo trasmissivo.

13

## IP: Indirizzamento

## Esercizio I1

- Si identifichi la classe a cui appartengono i seguenti indirizzi IP:

11100101 01011110 01101110 00110011

101.123.5.45

231.201.5.45

128.23.45.4

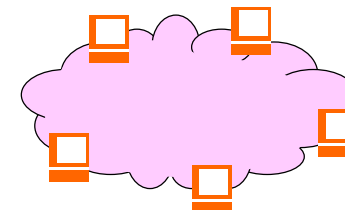
192.168.20.3

193.242.100.255

15

## Esercizio I2

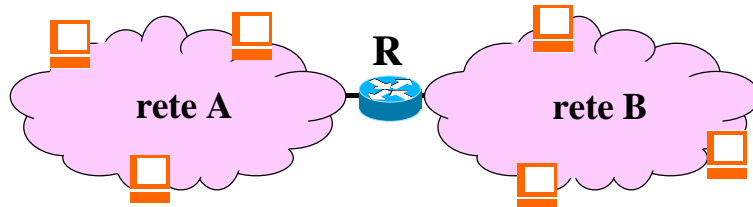
- Sia data una rete IP con 25 nodi (hosts e/o routers)
  - Determinare la netmask minima necessaria per la gestione di tale rete
  - Assegnare gli indirizzi IP ai singoli nodi a partire dallo spazio di indirizzi di classe C 193.212.100.0 (255.255.255.0)



16

### Esercizio I3

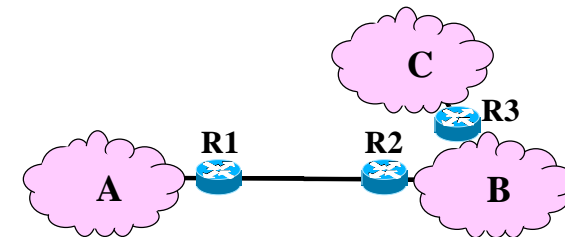
- Siano date due sottoreti IP (A e B) connesse con un router R e aventi un numero complessivo di host pari a 18.
  - Determinare una distribuzione del numero di host tra le reti A e B in modo da minimizzare il numero di indirizzi IP inutilizzabili e indicare le rispettive netmask
  - Assegnare gli indirizzi IP a partire dallo spazio di indirizzi di classe C 193.200.10.0 (255.255.255.0) in modo da mantenere contigui gli indirizzi riservati alle sottoreti



17

### Esercizio I4

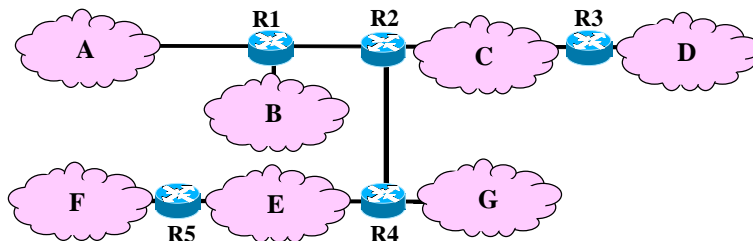
- Sia data la configurazione di rete rappresentata in figura, in cui siano  $n_A=25$ ,  $n_B=80$  e  $n_C=7$  rispettivamente il numero di host nelle reti A, B e C
  - Individuare tutte le netmask necessarie
  - A partire dallo spazio di indirizzi di classe B 151.100.0.0 (255.255.0.0), assegnare gli indirizzi IP a tutti i nodi della rete in modo da mantenere contigui i blocchi di indirizzi riservati alle sottoreti



18

### Esercizio I5

- Si consideri la rete IP la cui topologia è mostrata in figura e in cui siano presenti  $n_A=n_B=60$ ,  $n_C=n_D=10$ ,  $n_E=n_F=30$ ,  $n_G=14$  nodi (hosts+routers) rispettivamente nelle reti A, B, C, D, E, F, G.
  - Trascurando i link pto-ptto tra R1 e R2 e tra R2 e R4, si assegnino gli indirizzi alle sottoreti A,B,C,D,E,F,G a partire da un unico indirizzo di classe C uguale a 200.100.10.0/24.



19

### Esercizio I6

- Si consideri un Internet Service Provider (ISP) che abbia assegnati un blocco di 128 gruppi di indirizzi IP contigui di classe C, a partire da 194.54.0.0
 

Si chiede:

  - l'indirizzo finale dell'intervallo di indirizzi gestiti dall'ISP;
  - il numero minimo di bit di che deve essere analizzato da un router di rete per indirizzare l'ISP

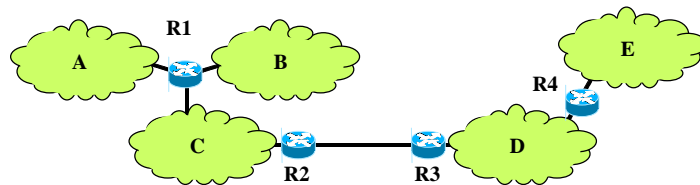
Nel caso in cui l'ISP debba a sua volta gestire 16 ISP minori di uguali dimensioni si chiede di:

  - individuare la subnet mask che individua ciascun ISP minore;
  - il numero massimo di nodi indirizzabili in ogni ISP minore.

20

## Esercizio I7

- Si consideri la configurazione di rete in figura in cui le sottoreti A,B,C,D,E hanno rispettivamente  $n_A$ ,  $n_B$ ,  $n_C$ ,  $n_D$ ,  $n_E$  hosts. Si chiede di:
  - indicare il numero totale minimo di indirizzi necessari per la gestione della rete (non si consideri il link pto-ptto);
  - a partire dall'indirizzo di rete indicato, assegnare in modo contiguo gli indirizzi alle sottoreti A,B,C,D,E e indicare le netmask utilizzate.
- N.B. Per ogni rete occorre considerare in aggiunta gli indirizzi IP riservati e quelli necessari per i router connessi.
- Si considerino i seguenti valori:
- $n_A=10$ ,  $n_B=62$ ,  $n_C=4$ ,  $n_D=60$ ,  $n_E=25$ . Indirizzo di rete di classe C da usare: 193.100.8.0



21

## Esercizio I8

- Una azienda ha a disposizione un indirizzo di rete di classe C 193.105.20.0 per gestire al suo interno quattro sottoreti A,B,C,D con rispettivamente  $n_A=40$ ,  $n_B=50$ ,  $n_C=20$ ,  $n_D=31$  nodi. Indicare quali possono essere gli indirizzi di rete assegnati alle singole sottoreti

Subnet	id	mask	first addr	last addr
A				
B				
C				
D				
E				

22

## Esercizio I9

- Un ISP (Internet Service Provider) gestisce un insieme di indirizzi IP composto da 16 reti di classe C a partire da 200.100.64.0/255.255.255.0.
- Supponendo che tali indirizzi vengano usati per
  - i) configurare circa 1000 punti di accesso IP di tipo residenziale (dial-up o ADSL), configurati in una unica rete IP (rete A),
  - ii) configurare una rete IP per uso interno al ISP a cui viene riservato un blocco (di classe C) di 256 indirizzi (rete B)
  - iii) configurare 2 reti IP di 2 grosse aziende (reti C e D) che richiedono 500 indirizzi ciascuna,
  - iv) configurare 4 reti di altrettante aziende che richiedono 50 indirizzi ciascuna (reti E1, E2, E3, E4),

mentre i restanti indirizzi vengono lasciati liberi per usi futuri.

- Si chiede di indicare l'indirizzo di rete complessiva amministrata dall'ISP e gli indirizzi delle sottoreti A, B, C, D, E1, E2, E3, E4.

Soluzioni

23

## Esercizi Indirizzamento IP

- **Esercizio I1**
  - rispettivamente D, A, D, C, C
- **Esercizio I2**
  - 2.1) netmask : 255.255.255.224 (27 bits di netmask)
  - 2.2) se si parte dai primi indirizzi utili, si possono assegnare alla sottorete gli indirizzi da 193.212.100.0 a 193.212.100.31, ovvero la sottorete: 193.212.100.0 (255.255.255.224), che con notazione diversa può essere indicata con: 193.212.100.0/27
- **Esercizio I3**
  - 3.1) dei 18 host totali se ne possono mettere 13 nella rete A e 5 nella rete B; il numero totale di indirizzi impegnati sarà:
    - rete A: 13 hosts + 1 router + 2 indirizzi riservati = 16 indirizzi
    - rete B: 5 hosts + 1 router + 2 indirizzi riservati = 8 indirizzi
    - gli indirizzi riservati sono: 1 indirizzo rete (tutti 0 nella parte host\_id) + 1 indirizzo broadcast locale (limitato alla sottorete) (tutti 1 nella parte host\_id)
  - 3.2) gli indirizzi di rete sono rispettivamente:
    - rete A: 193.200.10.0 (255.255.255.240),  
ovvero 193.200.10.0/28
    - rete B: 193.200.10.16 (255.255.255.248),  
ovvero 193.200.10.16/29

- **Esercizio I4**
  - 4.1) numero di indirizzi necessari e relative netmask:
    - rete A:  $N=25+1+2=28 \leq 32$   $\Rightarrow$  netmask 27 bits  $\Rightarrow$  255.255.255.224
    - rete B:  $N=80+2+2=84 \leq 128$   $\Rightarrow$  netmask 25 bits  $\Rightarrow$  255.255.255.128
    - rete C:  $N=7+1+2=10 \leq 16$   $\Rightarrow$  netmask 28 bits  $\Rightarrow$  255.255.255.240
  - 4.2) assegnando gli indirizzi nell'ordine B, A e C, si ha:
    - rete B: 151.100.0.0 [255.255.255.128], ovvero 151.100.0.0/25  
(indirizzi da 151.100.0.0 a 151.100.0.127)
    - rete A: 151.100.0.128 [255.255.255.224], ovvero 151.100.0.128/27  
(indirizzi da 151.100.0.128 a 151.100.0.159)
    - rete C: 151.100.0.160 [255.255.255.240], ovvero 151.100.0.160/28  
(indirizzi da 151.100.0.160 a 151.100.0.175)
- **Esercizio I6**
  - 6.1) da 194.54.0.0 a 194.54.127.255 (194.54.127.0 è l'ultima rete di classe C assegnata)
  - 6.2) 17 bits (255.255.128.0)
  - 6.3) 255.255.248.0 (21 bits)
  - 6.4)  $2^{11}=2048$