



## Esercizi Reti di TLC A Parte I

Luca Veltri

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

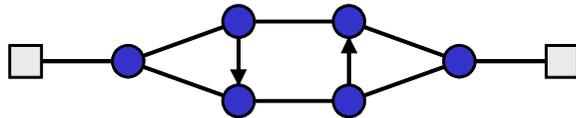
Corso di Reti di Telecomunicazioni A, a.a. 2009/2010

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

## Introduzione alle Reti di TLC

### Esercizio 1.1

- Data la topologia di rete in figura



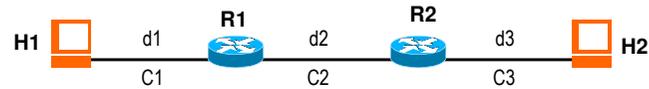
- 1) indicare il numero totale di percorsi possibili tra i nodi A e B nei quali non venga attraversato più di una volta lo stesso ramo
- 2) indicare il numero minimo di tagli di rami (esclusi i 2 rami di accesso) in grado di rendere B irraggiungibile da A

### Esercizio 1.2

- Dati quattro nodi di rete, si disegnino i relativi schemi di rete con:
  - 1) i quattro nodi collegati a maglia completa
  - 2) i quattro nodi collegati a stella

### Esercizio 1.3

- Si consideri il seguente collegamento tra due nodi terminali T1 e T2



- dove:
  - $v_0$  = velocità di propagazione nel mezzo = 200'000 Km/s
  - $C_i$  = capacità di trasferimento (bit-rate) sul link  $i$  = 100Mb/s
  - $d_i$  = lunghezza del link  $i$ :  $d_1=100m$ ,  $d_2=200m$ ,  $d_3=100m$
  - $T_{elab}$  = tempo di elaborazione e attraversamento di un nodo = 2ms
  - $L_{UI}$  = lunghezza (in byte) delle UI = 500B
- Si chiede di:
  - 1) calcolare il tempo complessivo di ritardo da estremo a estremo
  - 2) ripetere lo stesso calcolo nel caso  $C_1=C_3=1Mb/s$  e  $C_2=10Mb/s$

5

### Esercizio 1.4

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



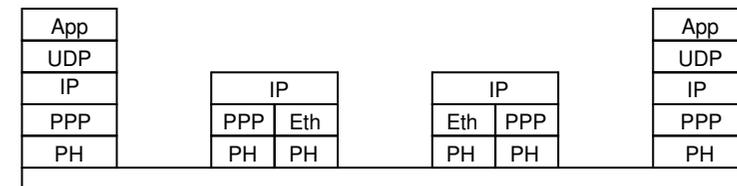
- Si calcoli il ritardo end-to-end complessivo speso da un pacchetto di  $L=500B$  inviato da H1 verso H2, nell'ipotesi che:
  - i) sia  $T_e=1$  ms il ritardo di elaborazione e attraversamento speso da un pacchetto all'interno di ciascun router
  - ii) sia trascurabile il ritardo speso nell'attraversamento di eventuali nodi di livello inferiore all'interno delle varie tratte di rete,
  - iii) sia  $d_1=d_2=d_3=d_4=20$  Km la lunghezza delle singole tratte di rete
  - iv) siano  $C_1=C_2=100$  Mb/s,  $C_3=10$  Mb/s, e  $C_4=1$  Mb/s le capacità trasmissive dei vari link di rete
  - v) sia circa  $c_0=200'000$ Km/s la velocità di propagazione nel mezzo trasmissivo.

6

## Architetture e protocolli di comunicazione

### Esercizio 2.1

- Data la seguente architettura protocollare



- Supponendo che:
  - il protocollo App nel nodo terminale sinistro generi delle UI di 160B (byte) a cadenza regolare, una ogni 20ms, dirette verso il terminale destro
  - i protocolli UDP, IP, PPP, e Eth introducano rispettivamente 8B, 20B, 8B, e 18B di overhead (PCI)
- In corrispondenza del link di livello PH tra i 2 nodi intermedi, si chiede:
  - 1) struttura delle UI (tutti i PCI e SDU) presenti sul link nel flusso di byte PH
  - 2) overhead (%) complessivo per singolo pacchetto
  - 3) bit rate medio

8

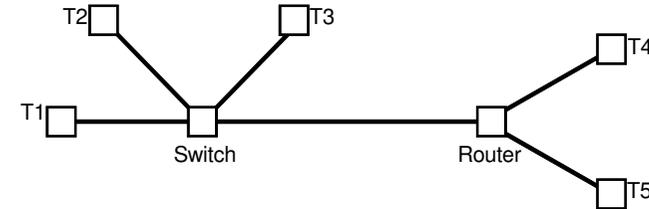
### Esercizio 2.2

- Si consideri una rete LAN a 100Mb/s, con struttura a stella con uno SW centrale (che opera relay a livello DL)
- Nell'ipotesi che:
  - due applicazioni A e B su due terminali distinti si scambino delle UI dati (da A a B) di 320B (byte), con ritmo pari a 1 UI dati ogni 20ms
  - i terminali implementino una architettura a strati con la seguente pila di protocolli: App,UDP,IP,DL,PH
  - tali protocolli abbiano un header (PCI) di lunghezza (in byte) rispettivamente:  $L_{AppH}=12B$ ,  $L_{UDPH}=8B$ ,  $L_{IPH}=20B$ ,  $L_{DLH}=18B$ ,  $L_{PHH}=8B$
  - $d$  = distanza tra i terminali e SW = 100m
  - $T_{elab}$  = tempo di elaborazione e attravers. dello SW = 2microsec
  - $L_{dati}$  = lunghezza (in byte) delle UI dati = 320B
- Si chiede di:
  - 1) rappresentare l'architettura protocollare complessiva della comunicazione
  - 2) tempo di ritardo end-to-end per il trasferimento delle UI dati
  - 3) throughput (carico) medio a livello IP

9

### Esercizio 2.3

- Data la seguente topologia di rete, sapendo che i terminali T implementino una architettura a strati con i seguenti protocolli: Applicazione,UDP, IP, Ethernet-MAC, Ethernet-PH

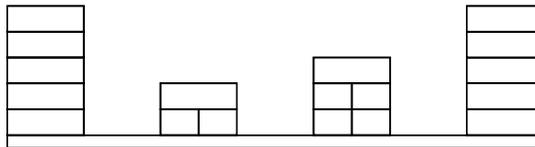


- Rappresentare l'architettura di comunicazione tra T1 e T4 (Nota: SW è nodo di relay Ethernet-MAC, Route è nodo di relay IP)

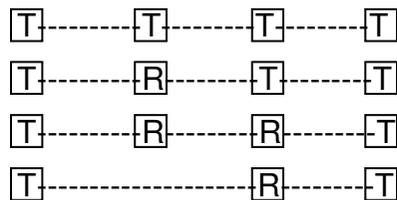
10

### Esercizio 2.4

- Data la seguente architettura protocollare



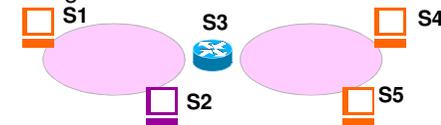
- Indicare quale di queste topologie NON è rappresentativa dell'interconnessione tra i quattro nodi a nessun livello protocollare (T=terminle, R=relay-system)



11

### Esercizio 2.5

- Si consideri il seguente schema di rete:

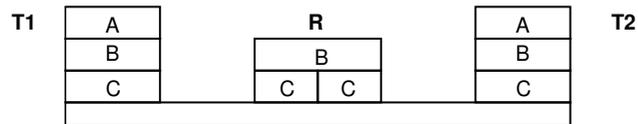


- Nell'ipotesi che:
  - tutti i nodi implementano lo stesso stack protocollare con la successione dei protocolli A,B,C e D (A è il protocollo di livello più alto)
  - S3 è nodo di rilancio (relay system) per il protocollo C
  - S2 è nodo di rilancio (relay system) per il protocollo A
- Si chiede di rappresentare l'architettura protocollare delle seguenti comunicazioni:
  - S1---S3
  - S1---S3---S4
  - S1---S2---S3---S4

12

## Esercizio 2.6

- Data la seguente architettura protocollare



- Nell'ipotesi che:
  - A è protocollo CO (connecion oriented)
    - per instaurare la connessione utilizza 3 PDU di controllo (solo PCI)
    - per abbattere la connessione utilizza 2 PDU di controllo (solo PCI)
    - durante il trasf. dati non vengono inviate ulteriori PDU di controllo
  - B e C sono protocolli CL (connection less)
  - A, B, C utilizzano PDU con PCI rispettivamente di lung. 20, 20 e 10
  - una entità del protocollo A in T1 instaura una connessione tra con entità alla pari su T2, invia 5 PDU dati con SDU di dimensione di 800B, abbatte la connessione
  - non ci sono perdite di pacchetti
- Si chiede:
  - 1) Numero totale di UI scambiate a livello C nei due versi
  - 2) grado di utilizzazione (frazione byte utili su byte totali) a livello C

13

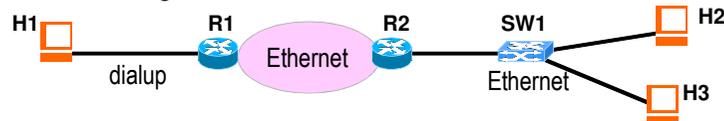
## Esercizio 2.7

- A partire dallo scenario di comunicazione dell'esercizio precedente,
- nell'ipotesi che:
  - il protocollo B abbia un limite sulla lunghezza delle proprie PDU pari a 500B
  - e che in caso di PDU di livello superiore di lunghezza maggiore di 480B il protocollo B possa operare frammentazione e riassemblaggio
- Si chiede:
  - 1) numero totale di UI scambiate a livello C nei due versi
  - 2) grado di utilizzazione (frazione byte utili su byte totali) a livello C

14

## Esercizio 2.8

- Si consideri il seguente schema di rete



- dove:
  - R1 e R2 sono nodo di commutazione di livello IP (router) mentre SW1 è nodo di commutazione di livello Ethernet
  - i nodi terminali  $H_i$  comunicano tra di loro attraverso la seguente pila di protocolli App/TCP/IP/DL/PH, dove
    - DL=PPP su Dialup, DL=MAC-Eth su Ethernet
- Si chiede:
  - architettura protocollare rappresentativa della comunicazione tra H1 e H2
  - topologia della rete distinguendo tra nodi terminali e intermedi
    - a livello 2 (DL)
    - a livello 3 (IP)
    - a livello 5 (App)

15

## Esercizio 2.9

- A partire dallo scenario di comunicazione dell'esercizio precedente,
- nell'ipotesi che:
  - il terminale H1 invia ad H2 una UI (App-PDU)
  - $L_{App-PCI}=12$ ,  $L_{TCP-PCI}=20$ ,  $L_{IP-PCI}=20$ ,  $L_{PPP-PCI}=8$ ,  $L_{Eth-PCI}=18$ ,  $L_{PH-PCI}=0$
  - $L_{App-SDU}=500$  B (bytes)
  - $T_{SW}$ =tempo commutazione in SW=1ms
  - $T_R$ =tempo commutazione in router=2ms
  - $C_{Dialup}$ =capacità link dialup=200kb/s
  - $C_{Ethernet}$ =capacità link ethernet=100Mb/s
  - lunghezza rami (partendo da sinistra)  $d_1=2$ Km,  $d_2=200$ m,  $d_3=d_4=100$ m
- Si chiede il tempo che impiega la UI per essere inviata da H1 a H2

16

## Esercizio 2.10

- Facendo sempre riferimento allo scenario di comunicazione dell'esercizio precedente,
- sapendo che sia il protocollo PPP che MAC-Ethernet fanno controllo di errore (rivelazione di errore),
- nell'ipotesi che la probabilità di errore sul bit (BER) su singolo ramo sia:
  - $BER_{\text{Dialup}} = p_d = 10^{-3}$
  - $BER_{\text{Ethernet}} = p_e = 10^{-5}$
- Si chiede di calcolare:
  - la probabilità di pacchetto errato su ciascun ramo (indicare eventuali ipotesi fatte)
  - la probabilità che un pacchetto non arrivi a destinazione (venga scartato)

## Funzioni e protocolli

17

## Esercizio 4.1

- 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):

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

88	100	192	5	6	220	219	221	219	220	220	192	192	44						
----	-----	-----	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	--	--	--	--	--	--

indicare la SLIP-SDU consegnata allo strato superiore

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

19

## Esercizio 4.2

- Un protocollo DL delimita le UI mediante due flag di 8 bit=01111110
- La procedura di bit-stuffing prevede che ad ogni sequenza di 5 bit ad "1" consecutivi venga aggiunto un bit "0"

- 1) data la seguente UI senza flag di delimitazione

1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

indicare la effettiva sequenza di bit passati allo strato PH

- 2) data invece la seguente sequenza di bit ricevuti dallo strato PH

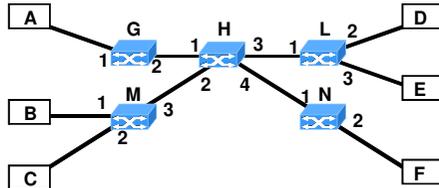
0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

indicare la eventuale UI estratta

20

### Esercizio 4.3

- 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	e
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

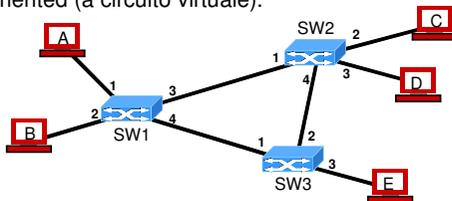
21

- 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).

22

### Esercizio 4.4

- 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

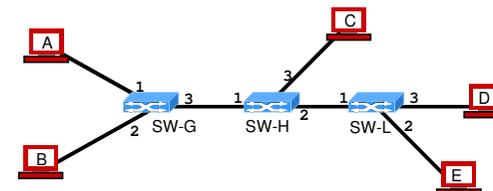
Switching Table SW2			
IN		OUT	
Link	VCI	Link	VCI
4	8	3	20
1	8	2	42
1	8	3	16

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

23

### Esercizio 4.5

- Si consideri un protocollo di rete che effettua commutazione con modalità Connection Oriented (a circuito virtuale); si supponga che l'header delle UI preveda per l'identificativo di circuito virtuale un campo VCI di 2 bit;
- Si consideri la seguente topologia di rete:



- Si chiede di configurare le tabelle di switching sottostanti dei nodi in modo da instaurare i seguenti collegamenti:
- A-C, A-D, B-C, B-E, C-D

24

- Nota: nelle tabelle di switching,
  - IN e OUT indicano rispettivamente 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, in accordo ai valori indicati in figura,
- le colonne VCI indicano l'identificativo di circuito virtuale usato per quel circuito sul particolare link di ingresso/uscita.

Switching Table G			
IN		OUT	
Link	VCI	Link	VCI

Switching Table H			
IN		OUT	
Link	VCI	Link	VCI

Switching Table L			
IN		OUT	
Link	VCI	Link	VCI

### Esercizio 4.6

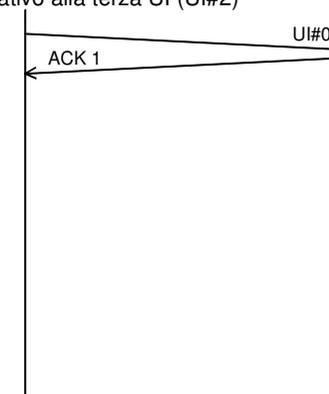
- Si consideri la comunicazione tra due nodi tramite un protocollo che implementa la funzione di recupero di errore con modalità stop&wait
- Nell'ipotesi che:
  - $T_u$  = tempo di trasmissione di una UI dati
  - $T_a$  = tempo di trasmissione di un ACK
  - $T_{e2e}$  = tempo di trasferimento end-to-end nella rete, escluso il tempo di trasmissione nel nodo sorgente (Nota: nel caso di un unico link rappresenterebbe il tempo di propagazione nel mezzo)
  - no n si verificano errori trasmissivi (UI dati e ACK ricevuti corretti)
- Si chiede di calcolare:
  - 1) il tempo complessivo necessario per inviare una UI e ricevere il riscontro
  - 2) il rendimento o grado di utilizzazione massimo del canale di comunicazione
  - 3) la quantità del punto 2) nell'ipotesi che  $T_u = T_a$
  - 4) la quantità del punto 2) nell'ipotesi che  $T_u \gg T_a$
  - 5) la quantità del punto 2) nell'ipotesi che  $T_{e2e} \gg T_u$

### Esercizio 4.7

- Si consideri la comunicazione tra due nodi tramite un protocollo che implementa la funzione di recupero di errore con modalità stop&wait
- Nell'ipotesi che:
  - $T_u$  = tempo di trasmissione di una UI dati
  - $T_a$  = tempo di trasmissione di un ACK
  - $T_p$  = tempo di trasferimento end-to-end nella rete, escluso il tempo di trasmissione nel nodo sorgente (Nota: nel caso di un unico link rappresenterebbe il tempo di propagazione nel mezzo)
  - timeout di ritrasmissione circa uguale al tempo complessivo necessario per inviare una UI e ricevere il riscontro
  - $P = Pr$  {non si riceve un ACK relativo ad una UI dati inviata}
- Si chiede di calcolare:
  - 1) il numero medio di tentativi per inviare una UI e ricevere il riscontro correttamente
  - 2) il rendimento o grado di utilizzazione medio del canale di comunicazione

### Esercizio 4.8

- 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)



## Esercizio 4.9

- 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
- Indicando con:
  - $T_u$  = tempo di trasmissione di una UI dati
  - $T_a$  = tempo di trasmissione di un ACK
  - $T_p$  = tempo di trasferimento end-to-end all'interno della rete, escluso il tempo di trasmissione speso nel nodo sorgente (Nota: nel caso di un unico link rappresenterebbe il tempo di propagazione nel mezzo)
  - $W_T$  = dimensione della finestra di trasmissione
- Nell'ipotesi che:
  - no n si verifichino errori trasmissivi (UI dati e ACK ricevuti corretti)
- Si chiede di calcolare:
  - il tempo complessivo necessario per inviare N UI consecutive e correttamente riscontrate, nel caso che  $N < W_T$

29

## Esercizio 4.10

- 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
- Indicando con
  - $T_u$  = tempo di trasmissione di una UI dati
  - $T_a$  = tempo di trasmissione di un ACK
  - $T_p$  = tempo di trasferimento end-to-end all'interno della rete, escluso il tempo di trasmissione speso nel nodo sorgente (Nota: nel caso di un unico link rappresenterebbe il tempo di propagazione nel mezzo)
  - $W_T$  = dimensione della finestra di trasmissione
  - N = numero UI dati che si vogliono inviare (e di cui si vuole ricevere riscontro positivo)
- Nell'ipotesi che:
  - $T_a = T_u$
  - $W_T = 3$
  - N = 5
  - $T_p = 2T_u$
  - non si verifichino errori trasmissivi (UI dati e ACK ricevuti corretti)
- Si chiede di calcolare:
  - il tempo complessivo necessario per inviare le N UI (e riceverne riscontro positivo)

30

## Esercizio 4.11

- 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 di tipo selective repeat
- si consideri l'invio di 5 UI nell'ipotesi che
  - le UI sono numerate a partire da 0
  - la finestra di trasmissione ha dimensione  $W_T = 7$
  - $T_u$  = tempo di trasmissione di una singola UI dati
  - $T_a$  = tempo di trasmissione di un ACK =  $T_u/2$
  - i riscontri sono emessi da B immediatamente
  - $T_p$  = tempo di trasferimento end-to-end all'interno della rete = circa 0 (trascurabile)
  - TO = timeout di ritrasmissione =  $5 T_u$
- Si chiede di:
  - indicare il diagramma completo dei messaggi scambiati tra i nodi A e B nell'ipotesi che si perda (o arrivi errata) l'ACK relativo alla seconda UI
  - indicare il diagramma completo dei messaggi scambiati tra i nodi A e B nell'ipotesi che si perda (o arrivi errata a destinazione) la seconda UI

31

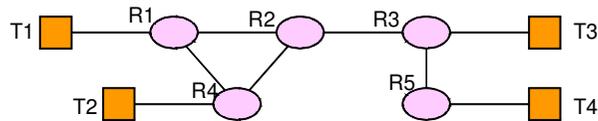
## Esercizio 4.12

- Si consideri un protocollo X che implementa la funzione di delimitazione delle UI tramite inserimento di byte di tipo A all'inizio e alla fine di ogni UI
- tale procedura è preceduta dalla seguente operazione di byte-stuffing:
  - byte di tipo A vengono sostituiti con sequenze (coppie) C|B
  - byte di tipo C vengono sostituiti con sequenze (coppie) C|C
- in ricezione si effettuano le operazioni opposte.
- Si chiede di calcolare la percentuale di overhead (extra-informazione di controllo) introdotta nell'ipotesi che
  - i byte da trasmettere siano equamente distribuiti tra 0 e 255
  - byte successivi siano statisticamente indipendenti tra loro
  - la lunghezza media di UI da trasmettere (esclusa informazione introdotta per la funz. di delimitazione) sia pari a  $L_m$
- Suggestivo: calcolare prima overhead per byte-stuffing e poi quello per delimitazione in senso stretto

32

### Esercizio 4.13

- Si consideri il seguente schema di rete:



- Nell'ipotesi che i nodi operino rilancio delle UI in accordo ad un protocollo CL (a datagramma) e che utilizzino delle tabelle di routing del tipo:

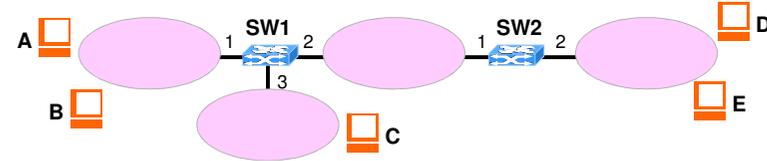
Dest.	Next Hop

- dove nella colonna "Dest." sono riportati come possibili destinatari solo i nodi terminali
- Si chiede di:
  - riempire le tabelle di routing dei nodi intermedi (di rilancio) R1, R2, e R3 in accordo ad una strategia di cammino minimo tra nodi terminali
  - indicare la tabella di routing del nodo T1

33

### Esercizio 4.14

- Si consideri la seguente topologia di rete in cui i nodi SW1 e SW2 operano funzione di commutazione in modalità a datagramma (Connection Less)

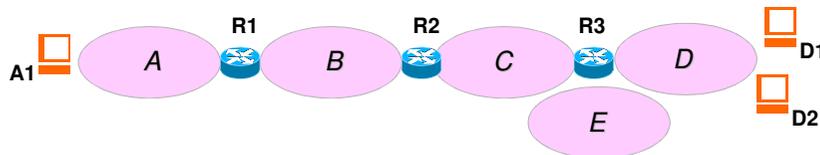


- Supponendo che le tabelle di routing siano composte da due colonne: "destination" e "output"
  - "destination" contiene l' indirizzi del terminale di destinazione (A,B,C,etc)
  - "output" contiene l'identificativo del link di uscita (1, 2, o 3)
- Calcolare le tabelle di routing dei nodi SW1 e SW2

34

### Esercizio 4.15

- Si consideri la seguente topologia di rete in cui i nodi Ri operano funzione di commutazione in modalità a datagramma (Connection Less)

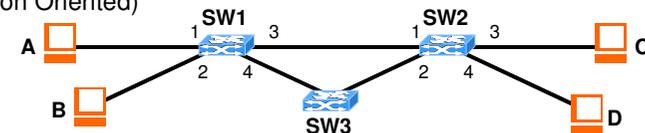


- Supponendo che:
  - gli indirizzi dei terminali siano composti da l'identificativo della rete (A,B,C,D,E) e da un numero che identifica il terminale nella rete (e.g. A1,A2,..)
  - le tabelle di routing siano composte da due colonne: "destination" e "next-hop"
    - "destination" può contenere sia indirizzi di host (A1,A2,..) che di rete (A,B,..)
    - "next-hop" contiene l'identificativo del nodo successivo (R1, R2, o R3) o nulla se ultimo nodo
- Calcolare le tabelle di routing dei nodi R1, R2 e R3

35

### Esercizio 4.16

- Si consideri la seguente topologia di rete in cui i nodi SW1 e SW2 operano funzione di commutazione in modalità a circuito virtuale (Connection Oriented)

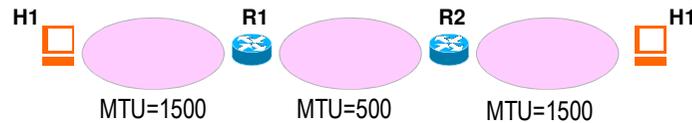


- Supponendo che
  - le tabelle di switching siano composte da quattro colonne: "in-if", "in-VCI", "out-if", "out-VCI", riportanti l'identificativo dell'interfaccia di ingresso e di uscita e i corrispondenti VCI (Virtual Circuit Identifier)
  - siano già instaurate le seguenti connessioni (con i rispettivi VCI)
    - A→C: A-Sw1-SW2-C (a,b,a)
    - A→D: A-Sw1-SW3-SW2-D (b,b,c,d)
- Si chiede di
  - indicare le switching table dei nodi SW1 e Sw2
  - aggiungere la connessione B→C: B-SW1-SW2-C scegliendo i VCI più bassi tra quelli disponibili

36

### Esercizio 4.17

- Si consideri il seguente schema di rete di rete IP:

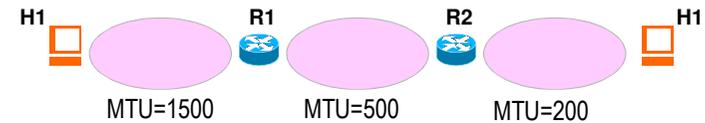


- Sapendo che il protocollo IP:
  - implementa la funzione di frammentazione dei pacchetti sia sui nodi terminali (host) che intermedi (router)
  - riassembla i pacchetti solo a destinazione
  - ogni pacchetto ha un IP-PCI di 20 Byte ( $L_{IPH}=20B$ )
- Nell'ipotesi che H1 invii ad H2 un pacchetto IP contenente 1000B di dati (dimensione della IP-SDU) e che le dimensioni massime possibili dei pacchetti (MTU) nelle tre sottoreti siano rispettivamente 1500B, 500B, 1500B
- Indicare quanti pacchetti IP vengono inoltrati nelle 3 sottoreti e la loro dimensione

37

### Esercizio 4.18

- Si consideri il seguente schema di rete di rete IP:



- Sapendo che il protocollo IP:
  - implementa la funzione di frammentazione dei pacchetti sia sui nodi terminali (host) che intermedi (router)
  - riassembla i pacchetti solo a destinazione
  - ogni pacchetto ha un IP-PCI di 20 Byte ( $L_{IPH}=20B$ )
- Nell'ipotesi che H1 invii ad H2 un pacchetto IP contenente 1000B di dati (dimensione della IP-SDU) e che le dimensioni massime possibili dei pacchetti (MTU) nelle tre sottoreti siano rispettivamente 1500B, 500B, 200B
- Indicare quanti pacchetti IP vengono inoltrati nelle 3 sottoreti e la loro dimensione

38

### Esercizio 4.19

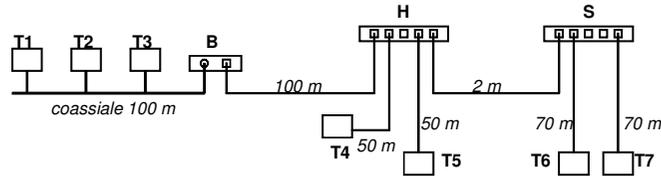
- Si consideri la comunicazione tra due nodi A e B tramite un protocollo che implementa la funzione di recupero di errore con modalità sliding window di tipo selective repeat
- si consideri l'invio di 3 UI nell'ipotesi che:
  - le UI sono numerate a partire da 0
  - la finestra di trasmissione ha dimensione  $W_T = 5$
  - $T_u =$  tempo di trasmissione di una singola UI dati
  - $T_a =$  tempo di trasmissione di un ACK =  $T_u/2$
  - i riscontri sono emessi da B immediatamente
  - $T_p =$  tempo di trasferimento end-to-end all'interno della rete = circa 0 (trascurabile)
  - TO = timeout di ritrasmissione =  $4 T_u$
- Si chiede di
  - riportare il diagramma completo dei messaggi scambiati tra i nodi A e B nell'ipotesi che si perda (o arrivi errata a destinazione) la seconda UI
  - calcolare il tempo complessivo per inviare tutte le UI

LAN

39

### Esercizio 7.1

- Data la seguente topologia di rete Ethernet (B= Bridge, H=hub e S=Switch)

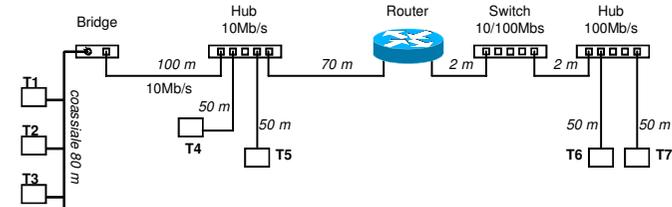


- Si chiede di:
  - a) individuare il numero di domini di collisione MAC presenti, e per ognuno di essi indicare i nodi che partecipano attivamente al MAC
  - b) indicare il massimo diametro tra i domini di collisione presenti (massima distanza tra due stazioni che partecipano allo stesso MAC)
  - c) disegnare l'architettura protocollare relativa alla comunicazione tra due applicazioni residenti nei terminali T1 e T6, nell'ipotesi che utilizzino come protocollo di trasporto UDP

41

### Esercizio 7.2

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

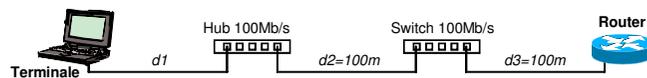


- Si chiede di:
  - a) individuare il numero di domini di collisione MAC presenti, e per ognuno di essi indicare i nodi che partecipano attivamente al protocollo MAC
  - b) indicare il massimo diametro tra i domini di collisione presenti (massima distanza tra due stazioni che partecipano allo stesso 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.

42

### Esercizio 7.3

- Si consideri la seguente porzione di rete Ethernet

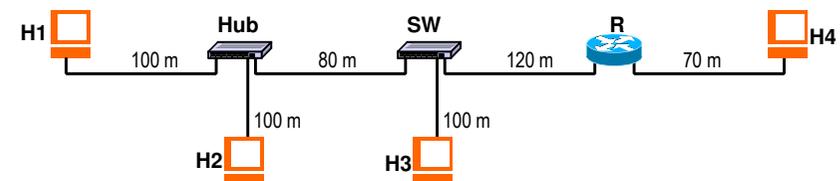


- Si calcoli l'espressione del ritardo di trasferimento di un pacchetto di  $L$  bytes dal terminale al router, sotto le seguenti ipotesi:
  - i) siano rispettivamente  $T_{HUB}$  e  $T_{SW}$  il ritardo di elaborazione e attraversamento del Hub e dello Switch,
  - ii) sia nullo il ritardo di trasmissione 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?

43

### Esercizio 7.4

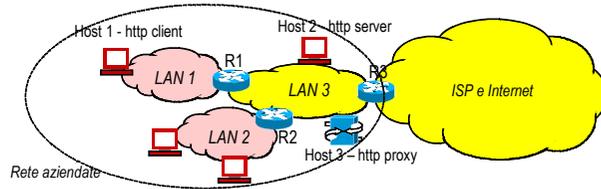
- Data la seguente topologia di rete basata su DL Ethernet a 100Mb/s, si chiede di:
  - a) individuare tutti i domini di collisione MAC presenti, indicando per ognuno di essi i nodi che partecipano al MAC e il relativo diametro max
  - c) indicare dove eventualmente sarebbe possibile utilizzare Ethernet in modalità full-duplex
  - b) disegnare l'architettura protocollare relativa alla comunicazione tra due applicazioni basate su TCP/IP e residenti nei nodi H1 e H4



44

## Esercizio 7.5

- 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.