

**Quesito 1 (punti 5).** Cinque processi *batch*, identificati dalle lettere *A – E* rispettivamente, arrivano all'elaboratore agli istanti 0, 1, 3, 5, 8 rispettivamente. Tali processi hanno un tempo di esecuzione stimato di 3, 7, 4, 6, 2 unità di tempo rispettivamente. Per ognuna delle seguenti politiche di ordinamento:

1. FCFS (un processo per volta, fino al completamento)
2. Round Robin (a divisione di tempo, senza priorità e con quanto tempo di ampiezza 2)
3. Round Robin (a divisione di tempo, con prerilascio per priorità e con quanto di tempo di ampiezza 2)
4. SJF (senza considerazione di valori di priorità espliciti<sup>1</sup>, e con prerilascio)

determinare, trascurando i ritardi dovuti allo scambio di contesto: (i) il tempo medio di risposta; (ii) il tempo medio di *turn around*; (iii) il tempo medio di attesa.

Ove la politica di ordinamento in esame consideri i valori di priorità, tali valori, mantenuti staticamente per l'intera durata dell'esecuzione, sono rispettivamente: 2, 3, 5, 3, 2 (con 5 valore maggiore).

Nel caso di arrivi simultanei di processi allo stato di pronto, fatta salva l'eventuale considerazione del rispettivo valore di priorità, si dia la precedenza ai processi usciti dallo stato di esecuzione rispetto a quelli appena arrivati.

**Quesito 2 (punti 8).** Descrivere a livello progettuale le principali strutture dati (p.es.: code, orologi, etc.) e le procedure d'uso necessarie per la realizzazione della politica di ordinamento *Shortest Job First*.

**Quesito 3 (punti 3).**

[3.A]: Indicare quale tra i seguenti criteri di valutazione quantitativa non è applicabile alla comparazione tra politiche di ordinamento di processi:

- 1: *throughput*
- 2: *bandwidth*
- 3: tempo di attesa
- 4: tempo di risposta.

[3.B]: L'utilizzo di un *hub* entro una rete locale determina una topologia:

- 1: Logica a stella e fisica a *bus*.
- 2: Logica a stella e fisica a stella.
- 3: Logica a *bus* e fisica a *bus*.
- 4: Logica a *bus* e fisica a stella.

[3.C]: Indicare quale tra le seguenti affermazioni è errata:

- 1: La distinzione tra le classi si basa sui primi *bit* dell'indirizzo IP.
- 2: Nelle reti di classe B il numero totale di reti utilizzabili eguaglia il numero di nodi indirizzabili in ogni singola rete.
- 3: Gli indirizzi di classe A assicurano il maggior numero di indirizzi IP disponibili per denotare nodi.
- 4: In Internet sono utilizzabili più reti di classe C che reti di classe A.

**Quesito 4 (punti 8).** Un utente applicativo residente su un nodo di indirizzo IP 192.168.114.131 richiede al proprio *Web browser* di accedere per la prima volta all'URL `www.math.unipd.it`. Assumendo che l'indirizzo del *server* DNS locale del dominio di appartenenza di tale utente sia noto a priori e valga: [147.162.22.93 : 53], ricostruire quanto più possibile della struttura del datagram contenente l'interrogazione preparata dal Name Resolver dell'utente per l'invio verso il DNS locale di riferimento.

**Quesito 5 (punti 8).** Lo schema logico riportato in figura 1 rappresenta la rete dati di una piccola Azienda composta da due reparti operativi e una stanza per i gestori direte, con le seguenti caratteristiche:

**reparto** amministrazione : 10 postazioni di lavoro collegate ad uno *switch*, caratterizzate da un traffico al 80% di tipo utente-servente e facente capo al Server A, e per il rimanente 20% diretto verso *Internet*

**reparto** produzione : 5 postazioni di lavoro collegate ad un *hub*, caratterizzate da un traffico al 80% di tipo utente-servente e facente capo al Server B, e per il rimanente 20% diretto verso *Internet*.

<sup>1</sup>Esclusi ovviamente i valori di priorità impliciti determinati dalla durata dei processi.

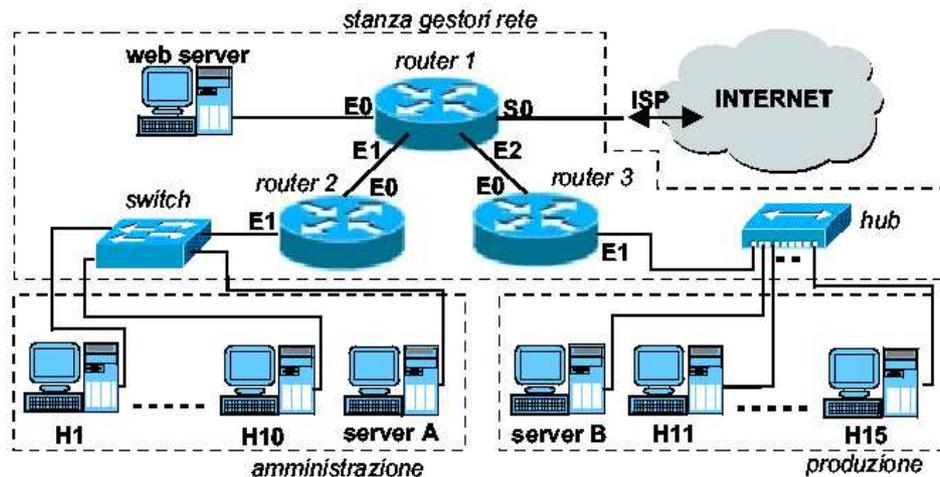


Figura 1: Articolazione della rete interna dell'Azienda.

Sapendo che tutti i dispositivi di rete sono di standard *Fast-Ethernet*, pertanto operanti a 100 Mbps, calcolare i flussi di traffico massimo determinati dalla configurazione *hardware* della rete nel caso peggiore di traffico contemporaneo di tutti gli utenti. Il traffico proveniente dall'esterno e diretto verso il Web Server può essere trascurato.

L'Azienda accede a *Internet* mediante un unico indirizzo IP statico fornito direttamente dal proprio ISP. Al proprio interno, invece, intende condividere gli indirizzi privati di una sottorete di classe C (192.168.1.64/26), sfruttando la funzione di traduzione degli indirizzi (NAT, *Network Address Translation*) realizzata all'interno del Router 1. Tutti i *router* della rete aziendale sono capaci di utilizzare tutte le possibili denotazioni (incluse quelle "tutti 0" e "tutti 1") per esprimere gli indirizzi delle sottoreti interne.

Sotto queste ipotesi si proponga una ripartizione degli indirizzi interni utili in sottoreti con *subnet mask* a lunghezza variabile (*VLSM*, *variable-length subnet mask*), e si compili una tabella riassuntiva che riporti, per ciascun dispositivo di rete dell'Azienda, l'indirizzo IP ad esso attribuito, la *subnet mask* corrispondente e il *default gateway* di riferimento.

**Soluzione 1 (punti 5).**

- FCFS (un processo per volta, fino al completamento)

```

processo A   AAA                               LEGENDA DEI SIMBOLI
processo B   -bbBBBBBBB                     - non ancora arrivato
processo C   ---ccccccCCCC                  x (minuscolo) attesa
processo D   -----dddddddddDDDDDD        X (maiuscolo) esecuzione
processo E   -----eeeeeeeeeeEE

CPU          AAABBBBBBBCCCCDDDDDEE
coda        .bbccccccddddeeeeee..
           .....ddddeeee.....
           .....ee.....
    
```

processo	risposta	tempo di	
		attesa	turn-around
A	0	0	0+3=3
B	2	2	2+7=9
C	7	7	7+4=11
D	9	9	9+6=15
E	12	12	12+2=14
medie	6,00	6,00	10,40

- Round Robin (a divisione di tempo, senza priorità e con quanto di ampiezza 2)

```

processo A   AaaaA                               LEGENDA DEI SIMBOLI
processo B   -bBBbbbBBbbbbbbBBbbb          - non ancora arrivato
processo C   ---ccCccccC                      x (minuscolo) attesa
processo D   -----dddDDdddDDdDD          X (maiuscolo) esecuzione
processo E   -----eeeeEE                    . coda vuota

CPU          AABBACCBBDDCCEEBDDDBDD
coda        .baacbddcceebbddbbd..
           ...cbddcceebbd.....
           .....ebbd.....
    
```

processo	risposta	tempo di	
		attesa	turn-around
A	0	2	2+3=5
B	1	1+3+6+2=12	12+7=19
C	2	2+4=6	6+4=10
D	4	4+6+1=11	11+6=17
E	5	5	5+2=7
medie	2,40	7,20	11,60

- Round Robin (a divisione di tempo, con prerilascio per priorità e con quanto di tempo di ampiezza 2)

```

processo A   AaaaaaaaaaaaaaaaaAA           LEGENDA DEI SIMBOLI
processo B   -BBbbbBBbbBBbbb              - non ancora arrivato
processo C   ---CCCC                       x (minuscolo) attesa
processo D   -----dddDDdDDdDD           X (maiuscolo) esecuzione
processo E   -----eeeeeeeeeeEE          . coda vuota

CPU          ABCCCCBBDDDBDDDAEE
coda        .aabbbdbbdddadaee..
           ...aadaaaaaaaaaee....
           .....aa.eeeeeee.....
    
```



<b>posizione (bit)</b>	0	4	8	16	20
<b>prefisso datagram</b>	versione	lunghezza prefisso	tipo servizio	lunghezza totale	
<b>valore</b>	4 <sub>10</sub>	20 <sub>10</sub>	...	...	
<b>prefisso datagram</b>	identificatore			flag di frammento	offset
<b>valore</b>	...			0100 <sub>2</sub> = frammento singolo	000000000000 <sub>2</sub>
<b>prefisso datagram</b>	time to live		protocollo	checksum	
<b>valore</b>	...		17 <sub>10</sub> = UDP	...	
<b>prefisso datagram</b>	indirizzo sorgente				
<b>valore</b>	192.168.114.131				
<b>prefisso datagram</b>	indirizzo destinazione				
<b>valore</b>	147.162.22.93				
<b>dati [prefisso UDP]</b>	porta mittente			porta destinazione	
<b>valore</b>	...			53	
<b>dati [prefisso UDP]</b>	lunghezza			checksum	
<b>valore</b>	...			...	
<b>dati [dati UDP]</b>	... www.math.unipd.it ...				

Tabella 1: Ricostruzione parziale del contenuto del datagram individuato dal quesito.

si ottiene facilmente la distribuzione rappresentata in figura 2.

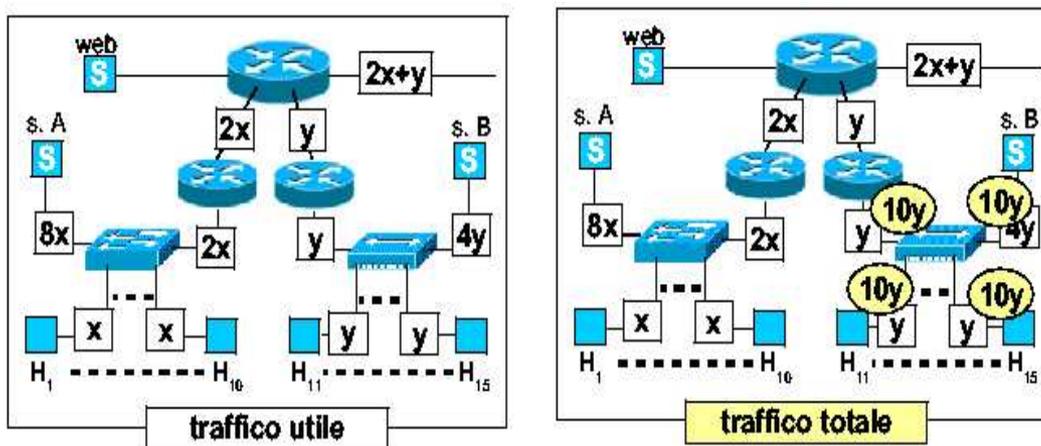


Figura 2: Ripartizione del traffico interno alla rete Aziendale.

Passiamo ora ad analizzare le singole reti.

LAN0 : connessione tra ISP e Router 1 (porta S0). L'unico traffico rilevante ai fini del quesito vale:  $2X + Y$ ; trascurando il traffico proveniente dall'esterno, si ricava la condizione:

$$2X + Y \leq 100 \text{ Mbps} \tag{1}$$

LAN1 : connessione tra Router 1 e Web Server (porta E0). L'unico traffico che insiste su questo ramo è quello generato dai visitatori esterni del sito aziendale, che il quesito definisce come trascurabile.

LAN2 : connessione tra Router 1 (porta E1), e Router 2 (porta E0). La condizione imposta da questo ramo vale:

$$2X \leq 100 \text{ Mbps} \tag{2}$$

LAN3 : connessione tra Router 1 (porta E2) e Router 3 (porta E0). La condizione imposta da questo ramo vale:

$$Y \leq 100 \text{ Mbps} \tag{3}$$

LAN4 : questa rete interna fa capo alla porta E1 del Router 2 e racchiude il reparto amministrazione essa è governata da uno switch che segmenta totalmente gli utenti e il server locale. La determinazione del traffico utile segue immediatamente dai dati forniti dal quesito. Inoltre, grazie alla presenza dello switch, non dobbiamo preoccuparci di stimare il traffico totale, concentrando il nostro interesse solo sul traffico utile. Le condizioni che applicano a questo reparto valgono:

$$X \leq 100 \text{ Mbps} \tag{4}$$

$$2X \leq 100 \text{ Mbps} \tag{5}$$

$$8X \leq 100 \text{ Mbps} \tag{6}$$

LAN5 : questa rete interna fa capo alla porta E1 del Router 3 e racchiude al suo interno il reparto produzione; essa è governata da un hub che include in un unico dominio di collisione tutti gli utenti e il server locale. Anche in questo caso la determinazione del traffico utile segue immediatamente dai dati forniti dal quesito. A causa della presenza dell'hub dobbiamo tenere conto anche del traffico totale calcolato come la somma di tutti i valori di traffico utile presente su ciascuna porta dell'hub. Le condizioni che applicano a questo reparto valgono:

$$Y \leq 100 \text{ Mbps} \tag{7}$$

$$4Y \leq 100 \text{ Mbps} \tag{8}$$

$$10Y \leq 100 \text{ Mbps} \tag{9}$$

Chiaramente le condizioni più restrittive sono poste dalle disequazioni (6) e (9), che portano ai seguenti valori teorici massimi di caso peggiore, che sono poi riassunti in figura 3:

$$X \leq 12,5 \text{ Mbps} \tag{10}$$

$$Y \leq 10,0 \text{ Mbps.} \tag{11}$$

La configurazione della porta S0 del Router 1 non influenza la pianificazione degli indirizzi IP della rete interna Aziendale ed è, di norma, di competenza dell'ISP. I dati di progetto specificano che per gli altri dispositivi abbiamo a disposizione la sottorete di indirizzi riservati 192.168.1.64/26, che dobbiamo utilizzare la tecnica VLSM e che i 3 Router interni sono capaci di utilizzare tutte le possibili denotazioni (incluse quelle "tutti 0" e "tutti 1") per esprimere gli indirizzi delle sottoreti interne.

Usando la figura 4 individuiamo per prima cosa le sottoreti necessarie e le rispettive esigenze in termini di indirizzi IP.

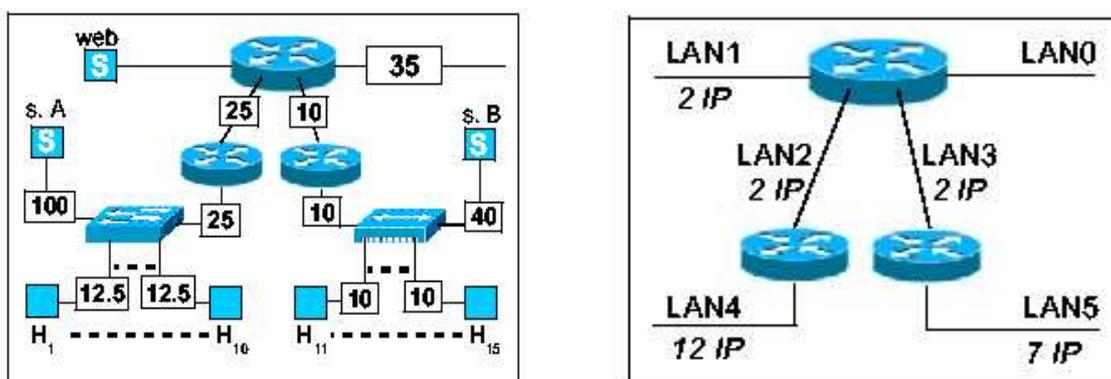


Figura 3: Traffico utile di caso peggiore sui rami della Figura 4: Esigenze di indirizzi IP nelle varie sottoreti interne dell'Azienda.

Adottando la tecnica VLSM conviene iniziare l'analisi degli indirizzi a partire dalla sottorete più numerosa, LAN4 nel nostro caso. La tabella 2 mostra la sottorete di partenza.

192.168.1.64/26	11000000.10101000.00000001.01000000	rete interna
subnet mask	11111111.11111111.11111111.11000000	255.255.255.192

Tabella 2: Denotazione iniziale della rete interna aziendale.

192.168.1.64/27	11000000.10101000.00000001.01000000	subnet I	LAN4
192.168.1.96/27	11000000.10101000.00000001.01100000	subnet II	
subnet mask	11111111.11111111.11111111.11100000	255.255.255.224	

Tabella 3: Prima suddivisione in 2 sottoreti I (LAN4) e II.

Suddividiamola ora in due sottoreti (vedi tabella 3).

La sottorete I, con parte di nodo ampia 5 bit, offre  $2^5 - 2 = 30$  indirizzi IP utili ed è quindi ampiamente sufficiente per ospitare l'intera LAN4. La sottorete II possiamo invece utilizzarla per realizzare le altre sottoreti di minore capienza.

Cominciamo a suddividerla in altre due sottoreti (vedi tabella 4).

192.168.1.96/28	11000000.10101000.00000001.01100000	subnet II-1	LAN5
192.168.1.112/28	11000000.10101000.00000001.01110000	subnet II-2	
subnet mask	11111111.11111111.11111111.11110000		

Tabella 4: Suddivisione della sottorete II in 2 ulteriori sottoreti II-1 (LAN5) e II-2.

La sottorete II-1, con parte di nodo ampia 4 bit, offre  $2^4 - 2 = 14$  indirizzi IP utili ed è quindi ampiamente sufficiente per ospitare l'intera sottorete LAN5.

La sottorete II-2 possiamo invece suddividerla ulteriormente per realizzare le altre 3 sottoreti, di capienze molto limitate.

Suddividiamo allora la sottorete II-2 in altre 4 > 3 sottoreti (vedi tabella 5).

192.168.1.112/30	11000000.10101000.00000001.01110000	subnet II-2-a	LAN1
192.168.1.116/30	11000000.10101000.00000001.01110100	subnet II-2-b	LAN2
192.168.1.120/30	11000000.10101000.00000001.01111000	subnet II-2-c	LAN3
192.168.1.124/30	11000000.10101000.00000001.01111100	subnet II-2-d	
subnet mask	11111111.11111111.11111111.11111100		

Tabella 5: Suddivisione della sottorete II-2 in 4 ulteriori sottoreti II-2-a (LAN1), II-2-b (LAN2), II-2-c (LAN3), II-2-d.

La sottorete II-2-a, con parte di nodo ampia 2 bit offre  $2^2 - 2 = 2$  indirizzi IP utili, ed è sufficiente per la sottorete LAN1. La sottorete II-2-b ha le stesse caratteristiche ed è quindi sufficiente per la sottorete LAN2. La sottorete II-2-c ha ovviamente ancora le stesse caratteristiche ed è quindi sufficiente per la sottorete LAN3. La quarta sottorete II-2-d non ci è invece necessaria, e pertanto i suoi indirizzi non verranno utilizzati.

In tabella 6 riportiamo una possibile assegnazione di indirizzi IP per i dispositivi aziendali interni.

rete	dispositivo	indirizzo IP	subnet mask	default gateway	note
LAN 4		192.168.1.64	255.255.255.224	192.168.1.94	subnet 1
	H1	192.168.1.65	/27	...	
	H2	192.168.1.66	/27	...	
	H3	192.168.1.67	/27	...	
	H4	192.168.1.68	/27	...	
	H5	192.168.1.69	/27	...	
	H6	192.168.1.70	/27	...	
	H7	192.168.1.71	/27	...	
	H8	192.168.1.72	/27	...	
	H9	192.168.1.73	/27	...	
	H10	192.168.1.74	/27	...	
	Server A	192.168.1.93	/27	...	
Router 2	<u>192.168.1.94</u>	/27		porta E2 diffusione	
		192.168.1.95	/27		
LAN 5		192.168.1.96/28	255.255.255.224	192.168.1.110	subnet II-1
	H11	192.168.1.97	/28	...	
	H12	192.168.1.98	/28	...	
	H13	192.168.1.99	/28	...	
	H14	192.168.1.100	/28	...	
	H15	192.168.1.101	/28	...	
	Server B	192.168.1.109	/28	...	
	Router 3	<u>192.168.1.110</u>	/28		porta E1 diffusione
		192.168.1.111	/28		
LAN 1		192.168.1.112/30	255.255.255.252		subnet II-2-a
	Web Server	192.168.1.113	/30	192.168.1.114	
	Router 1	<u>192.168.1.114</u>	/30		porta E0 diffusione
		192.168.1.115	/30		
LAN 2		192.168.1.116	/30		subnet II-2-b
	Router 1	192.168.1.117	/30		porta E1
	Router 2	<u>192.168.1.118</u>	/30		porta E0
		192.168.1.119	/30		diffusione
LAN 3		192.168.1.120	/30		subnet II-2-c
	Router 1	192.168.1.121	/30		porta E2
	Router 3	<u>192.168.1.122</u>	/30		porta E0
		192.168.1.123	/30		diffusione

Tabella 6: Una possibile attribuzione di indirizzi IP interni alle postazioni delle 5 sottoreti aziendali.