

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

1. FPS (priorità esplicita e costante, con prerilascio)
2. RR (divisione di tempo, senza priorità e con quanto tempo di ampiezza 2)
3. SJF (senza considerazione di valori di priorità espliciti¹ e con prerilascio)

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

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, 4, 5, 5 (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). Si consideri un sistema composto da $m = 4$ risorse non prerilasciabili dello stesso tipo, condivise in mutua esclusione da $n = 3$ processi, ciascuno dei quali necessita simultaneamente di $k \leq 2$ risorse. Si dimostri che in un tale sistema non possono verificarsi situazioni di stallo.

Quesito 3 (punti 8). Si consideri un *file system* residente su una partizione di disco con dimensione dei blocchi logici e fisici di 512 B, dimensione dei *file* non superiori a 512 blocchi, e con tutte le informazioni su ciascun *file* già presenti in memoria principale. Per ciascuno dei tre metodi di allocazione visti a lezione (contigua, concatenata, indicizzata):

1. si illustri come gli indirizzi logici vengono fatti corrispondere agli indirizzi fisici
2. assumendo che l'ultimo accesso sia stato fatto al blocco logico 10, si determini quanti blocchi fisici debbano essere letti dal disco per accedere al blocco logico 4.

Quesito 4 (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 della rete informatica, con le seguenti caratteristiche:

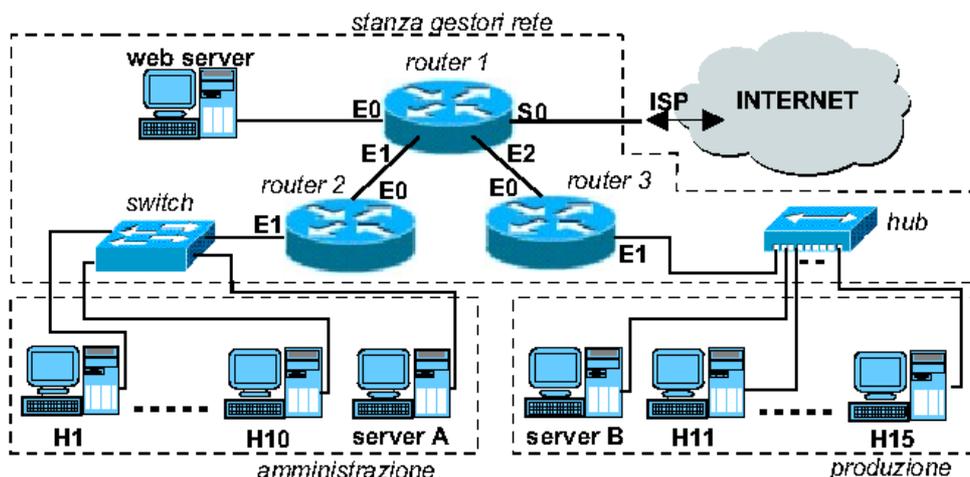


Figura 1: Articolazione della rete interna dell'Azienda.

reparto amministrazione : 10 postazioni di lavoro collegate a uno *switch* e caratterizzate da un traffico di tipo utente-servernte facente capo per l'80% al server A e per il rimanente 20% diretto verso *Internet*

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

¹Esclusi ovviamente i valori di priorità impliciti determinati dalla durata (residua) dei processi.

Sapendo che tutti i dispositivi di rete sono di standard *Fast-Ethernet* e pertanto operano a 100 Mbps, calcolare i flussi di traffico massimo determinati dalla configurazione *hardware* della rete nel caso peggiore di traffico contemporaneo da 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 suo 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 proprio router A. Si proponga una ripartizione degli indirizzi interni utili in sottoreti con *subnet* a lunghezza variabile (VLSM), 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 8).

- **FPS** (a priorità esplicita e costante, con prerilascio)

```

processo A  AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA  LEGENDA DEI SIMBOLI
processo B  --BBBBbbbbbbbbBBBB      - non ancora arrivato
processo C  -----CccccCCC         x (minuscolo) attesa
processo D  -----DD                X (maiuscolo) esecuzione
processo E  -----EE                . coda vuota

CPU        AABBBBCDDEECCCBBAAAA
coda       ..aaabcccccbbaaa...
           .....abbbbbbaaa.....
           .....aaaa.....
    
```

processo	risposta	tempo di	
		attesa	turn-around
A	0	0+14=14	14+6=20
B	0	0+ 8= 8	8+6=14
C	0	0+ 4= 4	4+4= 8
D	0	0+0=0	0+2= 2
E	0	0+0=0	0+2= 2
medie	0	5,2	9,2

- **RR** (a divisione di tempo, senza priorità e con quanto di ampiezza 2)

```

processo A  AAAAAaAA                LEGENDA DEI SIMBOLI
processo B  --bbBBbbbbBBbbbbbbBB    - non ancora arrivato
processo C  -----cccCCccccccCC     x (minuscolo) attesa
processo D  -----d-dddddDD         X (maiuscolo) esecuzione
processo E  -----e-eeeeeeEE        . coda vuota

CPU        AAAABBAACCBBDDDEECCBB
coda       ..bbaacbbddeecbb..
           .....cbbddeecbb.....
           .....ddeecbb.....
    
```

processo	risposta	tempo di	
		attesa	turn-around
A	0	2	2+6= 8
B	2	2+4+6=12	12+6=18
C	3	3+6= 9	9+4=13
D	6	6	6+2= 8
E	6	6	6+2= 8
medie	3,4	7,0	11,0

- **SJF** (senza considerazione di valori di priorità espliciti e con prerilascio)

```

processo A  AAAAAA                LEGENDA DEI SIMBOLI
processo B  --bbbbbbbbbbbbBBBBBB    - non ancora arrivato
processo C  -----ccccCCCC         x (minuscolo) attesa
processo D  -----DD                X (maiuscolo) esecuzione
processo E  -----EE                . coda vuota

CPU        AAAAAADDEECCCBBAAAA
coda       ..bbcccccbbbb.....
           .....bbbbbb.....
    
```

processo	risposta	tempo di	
		attesa	<i>turn-around</i>
A	0	0	0+6= 6
B	12	12	12+6=18
C	5	5	5+4= 9
D	0	0	0+2= 2
E	0	0	0+2= 2
medie	3,40	3,40	7,40

Soluzione 2 (punti 8). Come sappiamo (cf. diapositiva 67 della lezione S01 dell'a.a. 2006/7), 4 condizioni devono essere simultaneamente soddisfatte per il verificarsi di una situazione di stallo:

1. accesso esclusivo a risorse condivise
2. accumulo di risorse
3. inibizione di prerilascio
4. attesa circolare.

Dal quesito sappiamo che le condizioni 1 – 3 sono soddisfatte per definizione. Resta quindi solo da studiare se la condizione 4 si verifichi nel problema posto dal quesito.

È facile osservare che la condizione di attesa circolare che provochi uno stallo completo del sistema si verifica solamente nel caso in cui tutti i processi abbiano ottenuto accesso esclusivo a $t = k - 1 = 1$ risorse ma nessuno di essi abbia ottenuto tutte le risorse richieste: ciò non può verificarsi nel caso in questione perché il numero m di risorse disponibili è superiore al numero dei processi n e dunque vi sarà sempre 1 risorsa supplementare a disposizione di un processo richiedente, che potrà pertanto completare l'esecuzione e rimettere le sue risorse a disposizione degli altri processi, che potranno pertanto procedere, completare e fare lo stesso.

Soluzione 3 (punti 8). Si vedano le diapositive 211 – 220 della lezione S05-2 dell'a.a. 2006/7.

Corrispondenza tra indirizzi logici e indirizzi fisici :

Allocazione contigua : il *file* è denotato dall'indice del primo blocco fisico e dalla sua ampiezza in blocchi; vista la corrispondenza di ampiezza tra blocchi logici e fisici, ogni posizione interna al *file* (blocco logico e *offset* in esso) ha una corrispondenza diretta sul disco (blocco fisico e *offset*).

Allocazione concatenata : il *file* è denotato dagli indici del primo e dell'ultimo blocco fisico; una parte dei dati di ogni blocco contiene il puntatore al blocco successivo. La posizione interna al *file* espressa in (blocco logico i , *offset* o) viene dunque tradotta mediante l'attraversamento di i posizioni nella lista concatenata a partire dalla testa.

Allocazione indicizzata : il *file* è denotato da un blocco speciale (detto appunto "indice"), che contiene gli indici dei blocchi fisici ove risiedono i dati. La posizione interna al *file* espressa in (blocco logico i , *offset* o) viene dunque tradotta localizzando il blocco fisico denotato dalla posizione i entro il blocco indice e la posizione o al suo interno. (Come noto, il blocco indice può essere realizzato come una tabella concatenata, tipo FAT, oppure come un blocco contiguo dedicato, tipo *i-node*.)

Blocchi fisici acceduti per procedere dal blocco 10 al blocco 4 :

Allocazione contigua : 1 (direttamente il blocco 4).

Allocazione concatenata : 4 (fino al blocco 4 a partire dalla testa della lista).

Allocazione indicizzata : 1 (direttamente il blocco 4, ma solo in virtù dell'ipotesi favorevole del quesito per la quale la dimensione massima del *file* sia interamente rappresentabile con un singolo blocco indice).

Soluzione 4 (punti 8). Come è noto, il *router* separa le reti locali, isolandone i domini di diffusione. Pertanto, per il calcolo dei flussi nel caso peggiore possiamo analizzare il traffico separatamente per ogni rete locale.

Per prima cosa occorre individuare i flussi utili, secondo quanto indicato dal testo del quesito. Detti:

X flusso di dati gestito da un generico utente del reparto amministrazione ($H1 - H10$)

Y flusso di dati gestito da un generico utente del reparto produzione ($H11 - H15$)

e trascurando Z , flusso dei dati diretto verso il *Web server*, si ottiene facilmente la distribuzione rappresentata in figura 2.

Passiamo ora ad analizzare le singole sottoreti interne.

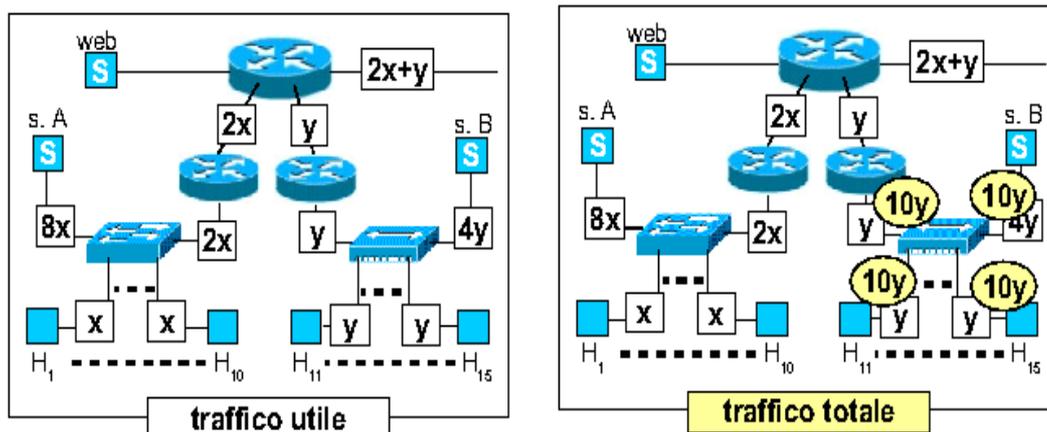


Figura 2: Ripartizione del traffico interno alla rete Aziendale.

LAN0 : connessione tra ISP e *router* aziendale (interfaccia *S0*). Il traffico segnalato dal quesito è quello diretto verso *Internet* da parte dei due reparti e vale $2X + Y$. Trascurando Z , come da specifiche del quesito, per il traffico su questo ramo vale la condizione:

$$2X + Y \leq 100 \text{ Mbps} \quad (1)$$

LAN1 : connessione tra *router* aziendale (interfaccia *E0*) e Web server. Per le specifiche del quesito l'unico traffico presente su questo ramo è Z , determinato dagli utenti esterni, e come tale può essere ignorato.

LAN2 : connessione tra *router* aziendale (interfaccia *E1*) e *router* del reparto *amministrazione* (interfaccia *E0*). Le condizioni che applica per questo ramo vale:

$$2X \leq 100 \text{ Mbps} \quad (2)$$

LAN3 : connessione tra *router* aziendale (interfaccia *E2*) e *router* del reparto *produzione* (interfaccia *E0*). Le condizioni che applica per questo ramo vale:

$$Y \leq 100 \text{ Mbps} \quad (3)$$

LAN4 : la sottorete che fa capo all'interfaccia *E1* del *router* del reparto *amministrazione* e racchiude al suo interno l'intero reparto, è gestita globalmente da uno *switch* che segmenta totalmente gli utenti e il server A senza quindi creare traffico totale superfluo. Le condizioni che applicano al traffico prodotto in questa sottorete valgono:

$$X \leq 100 \text{ Mbps} \quad (4)$$

$$2X \leq 100 \text{ Mbps} \quad (5)$$

$$8X \leq 100 \text{ Mbps} \quad (6)$$

LAN5 : la sottorete che fa capo all'interfaccia *E1* del *router* del reparto *produzione* e racchiude al suo interno l'intero reparto, è gestita globalmente da un *hub* il quale ingloba tutti gli utenti e il server B in un unico dominio di collisione. Le condizioni che applicano al traffico prodotto in questa sottorete devono pertanto considerare anche il traffico totale generato dall'*hub* e conseguentemente valgono:

$$Y \leq 100 \text{ Mbps} \quad (7)$$

$$4Y \leq 100 \text{ Mbps} \quad (8)$$

$$10Y \leq 100 \text{ Mbps} \quad (9)$$

Le condizioni più restrittive tra quelle sopra riscontrate sono chiaramente quelle di indice (6, 9), che portano ai valori teorici massimi di caso più sfavorevole:

$$X = \frac{100}{8} = 12,5 \text{ Mbps}$$

$$Y = \frac{100}{10} = 10 \text{ Mbps}$$

i quali sono compatibili con tutti i vincoli di traffico su tutti i rami, da (1) a (9). Si veda la figura 3 per l'illustrazione del traffico utile sui rami della rete che consegue da tali valori.

La configurazione della porta S0 del *router* aziendale non influenza la pianificazione degli indirizzi IP delle sottoreti interne ed è, di norma, di competenza diretta ed esclusiva 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, mentre dobbiamo utilizzare la tecnica VLSM. In assenza di informazioni contrarie possiamo assumere che i *router* interni alla rete aziendale siano tutti capaci di gestire indirizzi di sottorete di tipo "tutti_0" e "tutti_1".

Individuiamo per prima cosa le sottoreti necessarie, e le rispettive esigenze in termini di indirizzi IP (cf. figura 4).

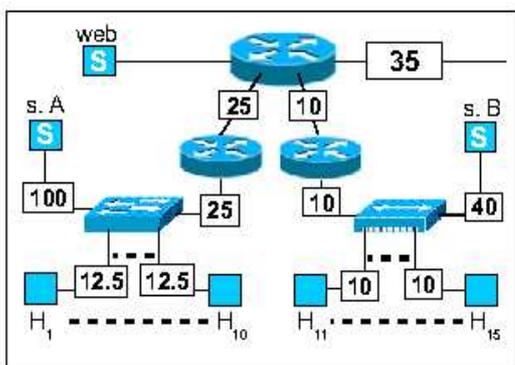


Figura 3: Traffico utile di caso peggiore sui rami della rete interna dell'Azienda.

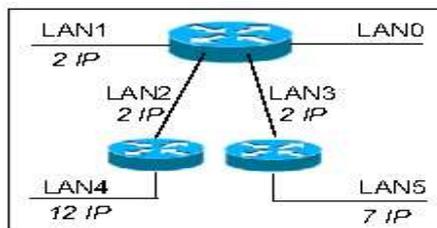


Figura 4: Esigenze di indirizzi IP nelle varie sottoreti interne dell'Azienda.

Come sappiamo, adottando la tecnica VLSM conviene iniziare l'analisi degli indirizzi a partire dalla sottorete più numerosa, LAN4 nel nostro caso. La tabella 1 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 1: Denotazione iniziale della rete interna aziendale.

Suddividiamola ora in due sottoreti, come mostrato in tabella 2.

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	255.255.255.192	

Tabella 2: Prima suddivisione della rete interna aziendale in 2 sottoreti I (LAN4) e II.

La sottorete I, con parte di nodo ampia 5 bit, dispone di $2^5 - 2 = 30$ indirizzi IP utili ed è quindi più che sufficiente per ospitare la sottorete LAN4. La sottorete II la utilizzeremo invece per realizzare le altre sottoreti mediante successive suddivisioni. Cominciamo a suddividere la sottorete II in due, come mostrato in tabella 3.

La sottorete II-1, con parte di nodo ampia 4 bit, dispone di $2^4 - 2 = 14$ indirizzi IP utile ed è quindi capiente abbastanza per ospitare la sottorete LAN5. La sottorete II-2 invece la suddivideremo in 4 parti uguali per realizzare le altre 3 sottoreti interne all'azienda, come mostrato in tabella 4.

La sottorete II-2-I, con parte di nodo ampia 2 bit dispone di $2^2 - 2 = 2$ indirizzi IP utili, ed è quindi sufficiente per la sottorete LAN1. Così si può dire della sottorete II-2-II per LAN2 e della sottorete II-2-III per LAN3. La sottorete II-2-IV non è al momento necessaria e quindi i suoi indirizzi non verranno utilizzati.

In tabella 5 riportiamo una possibile configurazione delle interfacce presenti nella rete aziendale in esame:

192.168.1.96/ 28	11000000.10101000.00000001.011 0 0000	subnet II-1	LAN5
192.168.1.112/ 28	11000000.10101000.00000001.011 1 0000	subnet II-2	
subnet mask	11111111.11111111.11111111.11110000	255.255.255.240	

Tabella 3: Suddivisione della sottorete II in 2 ulteriori sottoreti II-1 (LAN4) e II-2.

192.168.1.112/ 30	11000000.10101000.00000001.0111 0 000	subnet II-2-I	LAN1
192.168.1.116/ 30	11000000.10101000.00000001.0111 0 100	subnet II-2-II	LAN2
192.168.1.120/ 30	11000000.10101000.00000001.0111 1 000	subnet II-2-III	LAN3
192.168.1.124/ 30	11000000.10101000.00000001.0111 1 100	subnet II-2-IV	
subnet mask	11111111.11111111.11111111.1111 1 100	255.255.255.252	

Tabella 4: Suddivisione della sottorete II-2 in 4 ulteriori sottoreti II-2-I/IV destinate a LAN1 – 3.

rete	dispositivo	indirizzo IP	subnet mask	default gateway	note
LAN1		192.168.1.112	255.255.255.252		sottorete II-2-I
	web server	192.168.1.113	/30	192.168.1.114	porta web server
	router 1 (interfaccia E0)	192.168.1.114	/30		porta router 1
		192.168.1.115	/30		diffusione
LAN2		192.168.1.116	/30		sottorete II-2-II
	router 1 (interfaccia E1)	192.168.1.117	/30		porta router 1
	router 2 (interfaccia E0)	192.168.1.118	/30		porta router 2
		192.168.1.119	/30		diffusione
LAN3		192.168.1.120	255.255.255.252		sottorete II-2-III
	router 1 (interfaccia E2)	192.168.1.121	/30		porta router 1
	router 3 (interfaccia E0)	192.168.1.122	/30		porta router 3
		192.168.1.123	/30		diffusione
LAN4		192.168.1.64	255.255.255.224	192.168.1.94	sottorete II-1
	H1	192.168.1.65	/27	192.168.1.94	
	H2	192.168.1.66	/27	192.168.1.94	
	/27	...	
	H10	192.168.1.74	/27	192.168.1.94	
	server A	192.168.1.93	/27	192.168.1.94	
	router 2 (interfaccia E1)	192.168.1.94	/27		porta router 2
	192.168.1.95	/27		diffusione	
LAN5		192.168.1.96	255.255.255.240	192.168.1.62	sottorete I
	H11	192.168.1.97	/28	192.168.1.110	
	H12	192.168.1.98	/28	192.168.1.110	
	H13	192.168.1.99	/28	192.168.1.110	
	H14	192.168.1.100	/28	192.168.1.110	
	H15	192.168.1.101	/28	192.168.1.110	
	server B	192.168.1.109	/28	192.168.1.110	
	router 3 (interfaccia E1)	192.168.1.110	/28		porta router 3
		192.168.1.111	/28		diffusione

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