

**Primo Appello - 12 Giugno 2007**

**Tempo a disposizione per lo svolgimento: 1 ora e 30 minuti**

**Avvertenza:** Si ricordi di indicare sui fogli consegnati nome, cognome e numero di matricola

**Esercizio 1**

Si consideri un sistema a code caratterizzato da un server e nessun posto in coda.  
Si supponga che il processo degli arrivi sia Poissoniano con valor medio  $\lambda$  pacchetti/secondo e che il tempo di trasmissione sia una variabile casuale Erlangiana di ordine 3 con media pari ad  $1/\mu$  secondi.

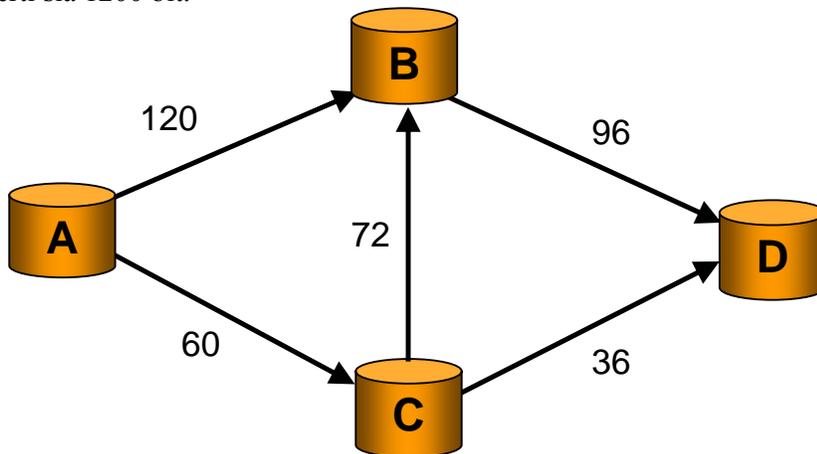
- 1) Si indichi per quali valori di  $\lambda$  (fissato  $\mu$ ) il sistema è stabile, ovvero raggiunge uno stato stazionario.
- 2) Si descriva, tramite una catena di Markov, il sistema in esame, specificando con precisione gli stati introdotti e le transizioni tra tali stati.

Si consideri quindi il caso  $\lambda = \mu/2$ . In questa ipotesi:

- 3) Si calcoli la distribuzione stazionaria del numero di pacchetti nel sistema.
- 4) Si determini il numero medio di pacchetti nel sistema
- 5) Si determini il tempo medio totale di permanenza dei pacchetti che entrano nel sistema
- 6) Si determini il tempo medio di attesa in coda dei pacchetti che entrano nel sistema
- 7) Si determini il rate medio dei pacchetti scartati dal sistema

**Esercizio 2**

Si consideri la rete rappresentata in figura in cui sono indicate le velocità di trasmissione dei vari collegamenti espresse in kbit/s. Il traffico offerto alla rete tra le varie coppie di nodi ingresso/destinazione (espresso anch'esso in kbit/s) è specificato nella matrice R, assieme all'instradamento scelto per ogni flusso di traffico. Si supponga che la lunghezza media dei pacchetti offerti sia 1200 bit.



$R =$

	A	B	C	D
A	---	<b>36</b> AB	<b>24</b> AC	<b>24</b> ACD
B	0	---	0	<b>36</b> BD
C	0	<b>24</b> CB	---	<b>36</b> CBD
D	0	0	0	---

1) Si calcoli il ritardo medio in rete (grado di servizio) che si ottiene utilizzando tale instradamento.

2) Si supponga ora di dover instradare, in aggiunta al traffico offerto espresso tramite la matrice dei traffici offerti  $R$ , un ulteriore flusso di 6 kbit/s con ingresso al nodo C ed uscita al nodo D. Tale flusso non può essere suddiviso, e deve dunque essere instradato su un unico cammino.

2.a) Si determini su quale cammino risulta conviene instradare tale nuovo flusso al fine di minimizzare il ritardo medio in rete (grado di servizio).

2.b) Si calcoli quindi il nuovo valore del grado di servizio della rete, ottenuto utilizzando l'instradamento individuato al punto precedente.

### Esercizio 3

Si consideri una connessione ottica che viene trasmessa su un cammino (path) lungo 1500 km. Questo cammino è soggetto a guasti (failures) che vengono stimati essere in media pari a 4 failures/anno/1000 km (ovvero, 4 failures per anno ogni 1000 km di fibra). Il tempo medio di riparazione di un guasto (Mean Time To Repair, MTTR) risulta pari in media a 18 ore.

1) Si determini l'availability media di tale connessione.

2) Si supponga che si voglia garantire per tale connessione un'availability non inferiore al 99.99% (classe di servizio "Gold"). A tal fine si stabilisca (mostrando il procedimento svolto) quale (o quali) tra le due seguenti soluzioni sia quella che rispetta tale vincolo di affidabilità:

A) proteggere la connessione in modo dedicato utilizzando un cammino di backup di uguale lunghezza e link-disjoint rispetto al cammino della connessione principale (protezione 1:1).

B) proteggere la connessione in modo dedicato utilizzando due cammini di backup di uguale lunghezza e link-disjoint rispetto al cammino della connessione principale (protezione 2:1).

Si indichi qual è l'availability ottenuta utilizzando la soluzione scelta.

### Domanda

Si enunci e si dimostri con chiarezza e precisione il Teorema di Little (*Little's Result*), riportando la dimostrazione di Stidham.