Esercizio 1

Definire il diagramma di flusso per la simulazione del seguente supermercato.

Il supermercato dispone di NC carrelli per il trasporto degli acquisti e di NCS casse per il pagamento.

I clienti arrivano secondo una distribuzione esponenziale con valor medio λ. Se non ci sono carrelli disponibili all'ingresso del supermercato, il cliente attende in una coda FIFO la liberazione di un carrello. Quando ottiene il carrello il cliente inizia gli acquisti che hanno durata distribuita uniformemente nell'intervallo $[DMIA, DMAA]$.

Terminati gli acquisti il cliente si presenta alla barriera delle casse: se trova una cassa libera inizia le operazioni di pagamento, altrimenti sceglie la cassa con la coda più corta. Le code delle casse sono di tipo FIFO e le operazioni di pagamento hanno durata distribuita uniformemente in $[DMIP, DMAP]$.

Al termine del pagamento il cliente riconsegna il carrello all'ingresso del supermercato ed esce dal sistema.

Relativamente ad $NMAX$ clienti usciti dal sistema, determinare

a) il numero medio di attese in coda;

b) il tempo medio trascorso nel sistema.

Esercizio 2

Definire il diagramma di flusso per la simulazione della seguente autostazione.

All'autostazione arrivano autobus secondo una distribuzione esponenziale di valor medio λ. Gli autobus arrivati sono di tipo "urbano" con probabilità P e di tipo "extraurbano" altrimenti. Per ciascun autobus arrivato è prevista una partenza dall'autostazione dopo un intervallo distribuito uniformemente in $[TP1, TP2]$ rispetto all'istante di arrivo.

Ad ogni autobus che arriva è associato un autista di tipo concorde con il tipo dell'autobus. Arrivato all'autostazione ciascun autista può, con probabilità R, dover effettuare un periodo di riposo di durata uniformemente distribuita in $[TR1, TR2]$.

Gli autisti che non devono effettuare riposo e quelli che lo hanno già effettuato sono disponibili per la guida degli autobus in partenza. All'istante previsto per la partenza di un autobus, se è disponibile un autista dello stesso tipo, l'autobus parte guidato da tale autista ed esce dal sistema. Altrimenti l'autobus attende, per al più K minuti, che un autista del suo tipo si renda disponibile (nel qual caso l'autobus parte immediatamente con tale autista); allo scadere di tale tempo, qualora sia disponibile un autista dell'altro tipo, l'autobus parte con tale autista, altrimenti la partenza viene soppressa.

Qualora, nell'istante in cui un autista si renda disponibile, più di un autobus del suo tipo lo stia attendendo, l'utista viene assegnato all'autobus il cui istante di partenza inizialmente previsto è minore.

Si termini la simulazione quando sono partiti N autobus. Si determini il ritardo medio degli autobus partiti e la percentuale di partenza soppresse.

Esercizio 3

Definire il diagramma di flusso per la simulazione del seguente ricevimento studenti da parte di un docente.

Il docente riceve uno studente alla volta, per un tempo distribuito uniformemente in $[TR1, TR2]$. Contemporaneamente, il docente risponde anche alle telefonate che gli pervengono, in un tempo distribuito uniformemente in $[TF1, TF2]$. Qualora la telefonata giunga durante il ricevimento di uno studente, il ricevimento viene interrotto e ripreso al termine della telefonata; in altre parole il tempo per rispondere alla telefonata non rientra nel tempo del ricevimento.

Gli studenti arrivano al ricevimento uno alla volta, secondo una distribuzione di Poisson di valor medio λ. Qualora il docente stia già ricevendo un altro studente o stia parlando al telefono, lo studente arrivato attende secondo una politica FIFO, altrimenti inizia subito il ricevimento.

Le telefonate giungono secondo una distribuzione di Poisson di valor medio β. Se il telefono è occupato, la telefonata giunta è persa, altrimenti il docente risponde immediatamente ad essa.

Relativamente a N studenti che hanno completato il ricevimento, si determini il tempo medio di permanenza nel sistema ed il tempo medio di attesa per il ricevimento.

Esercizio 4

Definire il diagramma di flusso per la simulazione del seguente ufficio esattoria.

L'ufficio dispone di K sportelli, ciascuno per il pagamento di una diversa tassa e di uno sportello informazioni. Ad ogni sportello è associata una coda FIFO.

Gli utenti arrivano secondo una distribuzione esponenziale di valor medio λ e devono effettuare il pagamento di una tassa relativa ad uno degli sportelli. Ogni sportello ha la stessa probabilità di essere quello a cui l'utente deve recarsi; l'utente non sa però con precisione quale sia tale sportello. Se, all'arrivo di un utente, la coda allo sportello informazioni è lunga $NMAX$ o più, egli si reca direttamente ad uno sportello a caso, scelto con uguale probabilità. Se invece la coda allo sportello informazioni contiene meno di $NMAX$ utenti, egli con probabilità PI vi si reca ed ottiene l'indicazione dello sportello che lo riguarda, con probabilità $1 - PI$ si reca direttamente ad uno sportello a caso, scelto con uguale probabilità. Il tempo necessario ad ottenere l'informazione e quello per effettuare il pagamento sono distribuiti uniformemente in $[TI1, TI2]$ e $[TP1, TP2]$, rispettivamente.

Nel momento in cui dovrebbe iniziare il pagamento, un utente che scopra di trovarsi ad uno sportello sbagliato ottiene (in tempo nullo) l'indicazione dello sportello giusto e vi si reca. Tutti gli spostamenti tra sportelli avvengono in tempo nullo.

Relativamente a N utenti serviti, si determini il tempo medio di attesa in coda e la percentuale di utenti che si recano allo sportello informazioni.

Esercizio 5

Definire il diagramma di flusso per la simulazione del seguente reparto giochi di una festa per bambini in una ludoteca. Il reparto dispone di K giochi di società ciascuno in grado di far giocare fino a NB bambini e di un'unica coda FIFO per i bambini in attesa di iniziare un gioco.

I bambini arrivano al reparto secondo una distribuzione esponenziale di valor medio λ e scelgono, con probabilità uniforme, il gioco cui desiderano giocare. Ogni bambino è accompagnato da un genitore che ne controlla il comportamento: il genitore può essere "buonista" con probabilità PB, "aggressivo" con probabilità PA, ed "indifferente" con probabilità $1 - PA - PB$.

Se il gioco scelto non ha posti disponibili il bambino ne sceglie uno qualunque altro che abbia posto; se nessun altro gioco ha posto disponibile ed in coda ci sono già almeno $BMAX$ bambini, il bambino rinuncia (esce dal sistema); altrimenti attende nella coda che si liberi un posto in un gioco qualsiasi. Non appena due bambini hanno ottenuto un particolare gioco, per questo inizia una partita che ha durata uniformemente distribuita in $[TP1, TP2]$. Si supponga, per semplicità, che i successivi bambini interessati allo stesso gioco possano iniziare a giocare in qualunque momento, ossia anche dopo l'inizio della partita.

Al termine di una partita, tutti i bambini che hanno terminato la partita e sono accompagnati da un genitore "buonista" abbandonano il gioco ed escono dal sistema. I bambini con genitore "indifferente" abbandonano il gioco dopo aver completato due partite consecutive, mentre quelli con genitore "aggressivo" abbandonano solo dopo aver completato tre partite consecutive.

La simulazione inizia all'apertura del reparto (istante 0) e termina all'arrivo della torta (istante TT). Relativamente a tale intervallo si determini il tempo medio nel sistema per i bambini che hanno completato la partita entro l'istante TT e la percentuale dei bambini che hanno rinunciato, rispetto al numero totale di bambini arrivati.

Esercizio 6

Definire il diagramma di flusso per la simulazione del seguente sistema di prenotazione posti su di un volo aereo. L'aereo dispone di NPA posti.

Le prenotazioni giungono secondo una distribuzione esponenziale di valor medio λ. All'arrivo di una prenotazione, qualora un posto sia disponibile, questa viene confermata, occupando il posto. Altrimenti, la prenotazione viene inserita in una lista d'attesa FIFO, dalla quale, con probabilità PA, verrà cancellata qualora vi rimanga per un tempo superiore a T, valore uniformemente distribuito in $[TA1, TA2]$.

Alle prenotazioni confermate viene richiesto il pagamento dei biglietti dopo un tempo TP. Trascorso tale tempo, il prenotante effettua il pagamento con probabilità PP, altrimenti rinuncia alla prenotazione. In tal caso, se vi sono prenotazioni in lista d'attesa, la prima di queste viene confermata, altrimenti il posto viene reso nuovamente disponibile.

Il sistema di prenotazione apre all'istante 0 e, a partire dall'istante TF, non considera più nuove prenotazioni in arrivo, completando la gestione delle prenotazioni di cui si stia attendendo il pagamento e di quelle in lista d'attesa. La simulazione termina o quando il numero di posti occupati complessivamente dalle prenotazioni pagate è pari a NPA, oppure, dopo l'istante TF, quando non vi è più alcuna prenotazione confermata per la quale si sta attendendo il pagamento. Relativamente alle prenotazioni che sono state in lista d'attesa, si determini il tempo medio trascorso in tale lista e la percentuale di prenotazioni che sono state confermate. Si considerino nelle statistiche anche le prenotazioni in lista d'attesa al termine della simluazione.