

Cognome \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_ Matr. \_\_\_\_\_

*Ogni esercizio di AnyLogic vale 7,5 punti*

**Avvertenze:**

Per ciascuno dei due esercizi si deve **scegliere il paradigma di modellazione più opportuno** (eventi discreti o system dynamics) **motivando la scelta**.

Per la modellazione in **system dynamics**:

a) rappresentare graficamente il modello di simulazione utilizzando i simboli di AnyLogic, e cioè:



Stock o Livello



Flusso



Costante o variabile ausiliaria



Connettore

b) indicare l'unità di tempo scelta per la simulazione;

c) indicare, per ogni variabile utilizzata:

- l'equazione secondo cui è calcolata, utilizzando le funzioni di AnyLogic;
- il tipo di variabile (stock, costante, variabile, flusso);
- l'unità di misura.

Per la modellazione a **eventi discreti**

a) rappresentare graficamente il modello di simulazione utilizzando i simboli di AnyLogic;

b) indicare l'unità di tempo scelta per la simulazione;

c) fornire i dettagli necessari per consentire ad una persona esperta di Anylogic di implementare fedelmente il modello.

**Esercizio A (Anylogic).** Uno studio dentistico riceve due tipi di clienti. Il primo tipo riguarda clienti che hanno bisogno di otturazioni, il secondo riguarda clienti che hanno bisogno di revisioni ortodontiche. Lo studio è aperto dalle 10:00 alle 19:00 e di solito si lavora su appuntamento. Tuttavia i clienti non sono solitamente puntuali e, inoltre, la maggior parte dei clienti preferisce gli orari compresi tra le 12:00 e le 14:00 e tra le 16:00 e le 19:00 (ore di punta). Si è osservato che gli arrivi dei clienti del primo tipo avvengono a intervalli distribuiti secondo un'esponenziale di media 15 minuti nelle ore di punta e 30 minuti nelle restanti ore; gli arrivi dei clienti del secondo tipo avvengono secondo una distribuzione esponenziale di media 30 minuti nelle ore di punta e 45 minuti nelle restanti ore. Tutti i clienti sono curati da un solo dentista. I clienti del primo tipo ricevono cure con durata distribuita secondo una normale di media 12 minuti e deviazione standard di 5 minuti. Inoltre il 30% di questi clienti deve ripassare dal dentista dopo un'attesa minima di 20 minuti: in questo caso, i clienti hanno priorità. I clienti del secondo tipo ricevono cure con durata distribuita secondo una gamma di media 8 minuti e varianza 2. Alcuni di questi clienti, in misura del 10% dei clienti del secondo tipo, hanno cure molto veloci distribuite secondo una triangolare con valore minimo di 1 minuto, valore massimo di 4 minuti e moda di 2 minuti: in questo caso i clienti hanno priorità. Si fornisca un modello di simulazione del sistema descritto e si dica come si può utilizzare per poter studiare mediante simulazione il tempo mediamente speso nel sistema dai clienti del primo tipo, dai clienti del secondo tipo "normali" e dai clienti del secondo tipo con priorità. Descrivere l'eventuale possibilità di utilizzare grafici e controlli a tempo di simulazione che possano facilitare l'analisi richiesta.

**Esercizio B (Anylogic).** Una raffineria vuole studiare i livelli dei serbatoi di due tipi di combustibile (A e B) prodotti nei prossimi 100 giorni. La produzione avviene nelle seguenti fasi:

- (i) arrivo del petrolio grezzo: il petrolio viene stoccato in un primo serbatoio;
- (ii) raffinamento del combustibile A: gli impianti prelevano petrolio grezzo dal primo serbatoio e riversano il combustibile A in un apposito serbatoio di stoccaggio dedicato;
- (iii) raffinamento del combustibile B: una parte del combustibile A viene trasformato in combustibile B e stoccato in un apposito serbatoio dedicato;
- (iv) distribuzione dei combustibili: i combustibili vengono prelevati dai rispettivi serbatoi di stoccaggio per la distribuzione ai clienti tramite oleodotti.

I parametri dell'impianto sono i seguenti:

- il flusso di arrivo del petrolio grezzo è una normale di media 100 barili all'ora e deviazione standard di 5;
- il tempo di raffinamento per ottenere il combustibile A nella fase (ii) è mediamente di 15 ore, e la capacità dell'impianto è di 1800 barili al giorno;
- il tempo di raffinamento per ottenere il combustibile B nella fase (iii) è mediamente di 10 ore, e la capacità del corrispondente impianto è regolata dalla stessa domanda di combustibile B: istante per istante, la quantità di combustibile A che viene trasformata in combustibile B è pari alla domanda di combustibile B un'ora prima;
- per motivi organizzativi (manutenzioni, controlli etc.), gli oleodotti per la distribuzione del combustibile A sono aperti ciclicamente per 16 ore e chiusi per 8 ore. Quando l'oleodotto è aperto, il prelievo avviene secondo una distribuzione esponenziale di media 1920 barili al giorno;
- il prelievo di combustibile B è regolato da una distribuzione gamma di media 20 barili all'ora e deviazione standard di 2 barili all'ora

Fornire un modello per la simulazione del sistema descritto e descrivere l'utilizzo del modello per l'analisi dimensionale dei serbatoi, considerando la possibile variazione della capacità oraria dell'impianto di raffinamento per l'ottenimento del combustibile A. Descrivere l'eventuale possibilità di utilizzare grafici e controlli a tempo di simulazione che possano facilitare l'analisi richiesta.