

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). Si vuole studiare un impianto per la produzione di succo fresco d'arancia e concentrato a partire da arance sanguinella e tarocco e da acqua. Il processo produttivo impiega dei silos di stoccaggio per i due tipi di arance (due magazzini distinti), per il concentrato e per il succo fresco. Per dimensionare correttamente i silos e valutare la quantità di acqua necessaria, si vuole capire come evolve la quantità di arance, concentrato e succo, nonché il consumo di acqua nei prossimi 20 giorni. Il processo produttivo è il seguente:

- (i) arance tarocco e sanguinella arrivano agli impianti a una velocità media distribuita secondo una normale di media 8 quintali all'ora e deviazione standard di 1 per le tarocco, e media di 3 quintali all'ora e deviazione standard di 0,7 per le sanguinella;
- (ii) le arance tarocco vengono pre-trattate e spremute da impianti che le prelevano dai silos di stoccaggio e le riversano in un silos intermedio per le tarocco. Il tempo medio di lavorazione è di 3 ore e gli impianti hanno una capacità di 300 quintali al giorno. La resa degli impianti è del 65% (il 35% del peso delle arance vengono scartate);
- (iii) le arance sanguinella sono pre-trattate e spremute da appositi impianti che le prelevano dai silos di stoccaggio e le riversano in un silos intermedio per le sanguinella. Il tempo medio di lavorazione è di 4 ore e gli impianti hanno una capacità di 200 quintali al giorno. La resa degli impianti è del 75% (il 25% del peso delle arance viene scartato);
- (iv) gli impianti di produzione del concentrato prelevano il succo di sanguinella e lo impiegano in un processo della durata media di 2 ore che consuma 25 quintali all'ora di sanguinella, con una resa del 25% in peso di concentrato e del restante 75% in peso di acqua. Il concentrato ottenuto viene immagazzinato in un apposito silos. L'acqua ottenuta viene riutilizzata nella produzione del succo fresco, e quindi viene stoccata in una vasca (inizialmente vuota);
- (v) gli impianti di produzione del succo fresco prelevano il succo di tarocco e sanguinella e li impiegano in un processo della durata media di 0,5 ore che miscela 8 quintali all'ora di tarocco e 4 quintali all'ora di sanguinella. Il processo utilizza inoltre acqua in quantità pari al doppio del peso complessivo del succo tarocco e sanguinella (l'acqua proviene dalla vasca di raccolta e, quando necessario, dalla rete idrica). Il succo fresco ottenuto viene immagazzinato in un apposito silos;
- (vi) il succo fresco viene prelevato dal silos per essere venduto. La vendita avviene per 10 ore ogni 24 ore (il negozio è aperto 10 ore al giorno). Quando il negozio è aperto, le vendite procedono secondo una distribuzione gamma di media 10 quintali all'ora e varianza di 2 quintali all'ora;
- (vii) il concentrato viene prelevato dal silos per la vendita. Le vendite di concentrato seguono una distribuzione esponenziale di media 15 quintali al giorno.

Si chiede di modellare il sistema descritto e di descrivere come il modello andrebbe utilizzato per l'analisi dimensionale dei silos e lo studio del consumo di acqua dalla rete idrica. Descrivere l'eventuale possibilità di utilizzare grafici e controlli a tempo di simulazione che possano facilitare l'analisi richiesta.

Esercizio A (Anylogic). Considerare un sistema flessibile di lavorazione formato da tre macchine m_a , m_b , m_c e da un sistema di handling, costituito da una macchina m_h per il carico dei pezzi dall'esterno e lo spostamento dei pezzi da una macchina all'altra o da una macchina verso lo scarico all'esterno. I tempi di lavoro delle macchine m_a , m_b , m_c sono supposti deterministici e dipendono dal tipo di pezzo da lavorare, mentre il tempo di lavoro della macchina m_h è distribuito secondo una densità gamma di media 0,2 minuti e devstd 0,05 minuti. Ogni pezzo in arrivo viene caricato e trasportato dalla macchina m_h , lavorato da una prima macchina, trasportato dalla macchina m_h verso una seconda macchina di lavorazione, lavorato sulla seconda macchina, eventualmente trasportato verso una terza macchina di lavorazione, scaricato all'esterno dalla macchina m_h . I pezzi di tipo p_1 , p_2 , p_3 e p_4 arrivano con tempo di interarrivo distribuito secondo una normale di parametri dipendenti dal tipo come segue:

- p_1 : media 10 min devstd 2 min;
- p_2 : media 3 min devstd 0.2 min;
- p_3 : media 5 min devstd 1 min;
- p_4 : media 7 min devstd 2 min;

a partire dal tempo 0 e nelle seguenti quantità:

- p_1 : 100 pezzi,
- p_2 : 300 pezzi,
- p_3 : 200 pezzi,
- p_4 : 150 pezzi,

e subiscono le seguenti lavorazioni (tempi costanti):

- p_1 : 4 min su m_a , 3 min su m_b , 1 min su m_c ;
- p_2 : 1 min su m_a , 2 min su m_b ;
- p_3 : 5 min su m_a , 1 min su m_c ;
- p_4 : 1 min su m_b , 1 min su m_c ;

Fornire un modello di simulazione del sistema, e si descriva come usarlo per individuare per via simulativa eventuali colli di bottiglia e di dimensionare il numero di serventi sulla macchina m_a , considerando anche l'eventuale supporto tramite grafici e controlli di interfaccia in fase di simulazione.