
ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
PRIMA SESSIONE 2016 – SEZIONE A
SETTORE INFORMAZIONE
Prova Pratica di Progettazione
TEMA N. 6: RICERCA OPERATIVA

A) Definire il diagramma di flusso per la simulazione della rete di vendita e assemblaggio di prodotti elettronici.

Un'azienda vende sei tipi differenti di prodotti elettronici (M 1, M 2, M 3, M 4, M 5, M 6). La struttura distributiva è caratterizzata da RI rivenditori che effettuano vendite indipendentemente gli uni dagli altri. Il clienti arrivano con distribuzione esponenziale di valor medio λ e con probabilità PM1 desiderano acquistare il prodotto di tipo M1, con probabilità PM2 il prodotto di tipo M2, con probabilità PM3 il prodotto di tipo M3, con probabilità PM4 il prodotto di tipo M4, con probabilità PM5 il prodotto di tipo M5 e con probabilità rimanente il prodotto di tipo M6. All'arrivo di un potenziale cliente questo può decidere di acquistare online, con probabilità PO, oppure acquistare presso un punto vendita, con probabilità $1 - P O$. In caso di acquisto online il prodotto viene spedito immediatamente dal magazzino centrale, decrementando la disponibilità del prodotto NC(I) con $(I=1, \dots, 6)$. In caso di acquisto in punto vendita, il cliente consulta il sito internet dell'azienda le disponibilità dei vari rivenditori. Se il prodotto desiderato è subito disponibile per l'acquisto presso un punto vendita allora il cliente vi si reca altrimenti, con probabilità P R decide di rinunciare all'acquisto e con probabilità $1 - P R$ decide di comprare online il prodotto. Nel caso di acquisto in punto vendita il cliente si reca presso il punto vendita individuato in un tempo distribuito uniformemente in $[T V 1, T V 2]$. All'arrivo presso il rivenditore, il cliente, nel caso il prodotto desiderato sia ancora disponibile, procede con l'acquisto altrimenti riesegue la ricerca tra tutti i punti vendita. Se il prodotto desiderato è subito disponibile per l'acquisto presso un rivenditore allora il cliente vi si reca altrimenti, con probabilità P R decide di rinunciare all'acquisto e con probabilità $1 - P R$ decide di comprare online il prodotto.

Ciascun punto vendita all'inizio della simulazione dispone a magazzino di ND prodotti elettronici di ogni tipo, raggiunto il livello di riordino LR la scorta deve essere reintegrata in base al lotto ottimale di acquisto Q.

Gli ordini di prodotti arrivano all'impianto di assemblaggio secondo due canali di vendita: (i) vendite online, (ii) riordino fornitori. Gli ordini online vengono evasi tramite il magazzino centrale che, all'inizio della simulazione, dispone di NC prodotti elettronici di ogni tipo. Il magazzino centrale viene reintegrato raggiunto il livello di riordino LRC di una quantità QC. Gli ordini da fornitore vengono evasi dal magazzino centrale immediatamente, se questo ha una disponibilità di prodotti superiore al livello di riordino (per evitare rotture di stock nella vendita online), altrimenti attendono il reintegro del magazzino.

Ciascun ordine di reintegro del magazzino centrale è caratterizzato dalla tipologia del prodotto da assemblare. All'arrivo dell'ordine vengono attivate le operazioni di assemblaggio. I prodotti ordinati richiedono come prima operazione un assemblaggio manuale della scheda madre con il telaio. Nel reparto di assemblaggio manuale sono presenti NO operatori cui è associata una coda FIFO condivisa. All'interno del reparto di assemblaggio sono presenti inoltre due bancali, contenenti all'inizio della simulazione rispettivamente NS schede madre e NT telai. Per ogni prodotto facente parte del lotto di riordino se vi è un operatore libero e sono presenti nei bancali i componenti necessari, le operazioni di assemblaggio vengono terminate in un tempo uniformemente distribuito in $[T A1, T A2]$, altrimenti il prodotto attende nella coda condivisa che un operatore si liberi.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
PRIMA SESSIONE 2016 – SEZIONE A
SETTORE INFORMAZIONE
Prova Pratica di Progettazione
TEMA N. 6: RICERCA OPERATIVA

Se all'inizio di un'operazione di assemblaggio l'operatore rileva che presso i bancali sono disponibili meno di NR componenti (schede madre o telai) prima di iniziare l'assemblaggio si reca presso il magazzino materie prime dell'impianto e provvede al rifornimento dei bancali del reparto. Le operazioni di rifornimento hanno una durata uniformemente distribuita in $[TR1, TR2]$ e non possono essere accorpate, ossia se sia il bancale schede madre che quello telai richiede un rifornimento sono necessari due viaggi distinti a magazzino. Durante le operazioni di rifornimento l'operatore risulta occupato e non può svolgere operazioni di assemblaggio.

Gli operatori hanno una pausa pranzo di durata TPR dopo TSTOP minuti dall'inizio della simulazione. All'inizio della pausa pranzo se un operatore sta eseguendo un assemblaggio lo sospende fino al termine del pranzo.

Terminato l'assemblaggio della scheda madre con il telaio il prodotto semilavorato procede al reparto di assemblaggio automatico per l'installazione dei sensori. Il reparto assemblaggio automatico è caratterizzato da NM macchine, ciascuna alimentata da due buffer. Il primo buffer fornisce in ingresso i sensori (si consideri per facilità di trattazione che il magazzino abbia disponibilità infinita). Il secondo buffer alimenta la macchina con il prodotto semi-assemblato. I buffer di prodotti semi-assemblati vengono gestiti secondo la seguente politica: al termine dell'assemblaggio manuale l'operatore controlla lo stato delle macchine automatiche, se una è libera allora viene occupata e le operazioni di assemblaggio possono iniziare, altrimenti la lavatrice viene caricata sul buffer più scarico (con meno componenti in coda). Le operazioni di assemblaggio automatico hanno una durata fissa pari a TAA.

Dopo un tempo TROTT ogni macchina, con probabilità PROTT può guastarsi. In caso di guasto la macchina deve essere riparata in tempo TRIP e tutti i prodotti in coda vengono ridistribuiti sulle macchine funzionanti.

Terminate le operazioni di assemblaggio automatico tutti i prodotti devono essere sottoposti ad un controllo di qualità. Il controllo qualità è eseguito da un operatore dedicato ed hanno una durata uniformemente distribuita in $[T C1, T C2]$. Al termine del controllo qualità l'operatore può dover sostituire uno o più componenti del prodotto. La scheda madre ha una probabilità di malfunzionamento pari a PM, il telaio pari a PT e i sensori pari a PO. La sostituzione di una scheda madre richiede un tempo distribuito uniformemente in $[T M R1, T M R2]$, la sostituzione di un telaio richiede un tempo distribuito uniformemente in $[TTR1, TTR2]$ e la sostituzione di un sensore richiede un tempo distribuito uniformemente in $[T OR1, T OR2]$. Per poter procedere alla sostituzione di una scheda madre o di un telaio l'operatore del reparto controllo qualità preleva i componenti presso i bancali del reparto assemblaggio manuale ma non è soggetto all'obbligo di rifornimento degli stessi.

Terminato il controllo qualità e l'eventuale riparazione i prodotti vengono raggruppati in pallet di capienza CPAL. Una volta riempito il pallet i prodotti vengono portati nel magazzino in tempo uniformemente distribuito $[TTRAS1, TTRAS2]$.

La simulazione si considera terminata dopo che sono stati venduti NV EN prodotti.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
PRIMA SESSIONE 2016 – SEZIONE A
SETTORE INFORMAZIONE
Prova Pratica di Progettazione
TEMA N. 6: RICERCA OPERATIVA

Relativamente agli ordini evasi si desiderano raccogliere le seguenti statistiche:

1. Tempo medio di evasione dell'ordine;
2. Percentuale di rinunce;
3. Numero di prodotti che hanno richiesto un riassettaggio fuori linea durante il controllo qualità;
4. Tempo di inattività dell'addetto al controllo qualità.

B) Definire il modello di Programmazione Lineare Intera (PLI) per le operazioni di consegna a domicilio degli ordini online.

Dati n ordini in attesa di consegna presso la baia di carico e V E veicoli a disposizione, si determini quali prodotti verranno consegnati da ciascun veicolo e il viaggio eseguito da ciascuno di essi al fine di minimizzare il costo complessivo del trasporto.