COGNOME: Compito A NOME: MATRICOLA:

Indicare se si deve verbalizzare solo i 5 (o 6) crediti di AutMan o i 10 di Rob+Aut:

25/2/2011

☐ 5CR
☐ 6CR
☐ 10CR

N.B. Il presente foglio va consegnato unitamente al compito

1. Un sistema di produzione produce 5 tipi di parti (A,B,C,D,E) utilizzando 6 diverse macchine (1,2,3,4,5,6), secondo la tabella seguente.

Parte	Tasso produttivo richiesto (pz/ora)	Ciclo produttivo
A	5	3 → 1 → 6 → 1
B	7	3 → 1
C	8	4 → 5 → 4
D	2	3 → 6 → 2 → 6
E	10	2 → 4

   a) Applicando l'algoritmo di Rank Order Clustering, mostrare come, sdoppiando la macchina 2, sia possibile partizionare il sistema in due celle in ciascuna delle quali viene lavorata una famiglia di parti. [6pt]

   b) Indicare qual è la sequenza delle macchine suggerita dall'algoritmo di Hollier, determinando anche la percentuale di flussi di parti all'indietro. Indicare inoltre, giustificando la risposta, se può esistere una sequenza di macchine che assicura una percentuale nulla di flussi all'indietro. [4+1+2pt]

2. Si consideri una macchina soggetta a guasti con tempi di funzionamento e di guasto a distribuzione esponenziale con parametri $q_d = 1$ e $q_u = 10$ rispettivamente. Siano $d = 20$ il tasso della domanda e $\mu = 25$ quello massimo di produzione.

   (a) Mostrare che il sistema è stabilizzabile e calcolare la percentuale di tempo di funzionamento della macchina. [2+2pt]

   (b) Determinare la scorta ottima nel caso si abbia una funzione di penalizzazione di scorte e arretrati pari a $g(x) = c_p x^+ + c_m x^-$, con $c_p = 1$ e $c_m = 10$. [6pt]

   (c) Sempre nel caso di $g(x) = c_p x^+ + c_m x^-$, indicando con r il rapporto $\frac{c_m}{c_p}$, riportare in un grafico l'andamento della scorta ottima z^* in funzione di $r \geq 0$. [4pt]

3. Con riferimento al modello Bottleneck esteso, mostrare analiticamente che il numero complessivo di macchine e unità di trasporto (cioè $\sum_{i=1}^{n+1} s_i$) è maggiore o uguale al numero N^* di pezzi che assicurano tasso produttivo massimo senza tempi di attesa nelle code. In quale caso si ha l'uguaglianza (cioè $\sum_{i=1}^{n+1} s_i = N^*$)? [3+1pt]

Es. 1 a) La matrice di incidenza parte-macchina in questo caso è (dalla tabella):

$$
\begin{array}{c|ccccc}
 & A & B & C & D & E \\
\hline
1 & \times & \times & & & \\
2 & & & & \times & \times \\
3 & \times & \times & & \times & \\
4 & & & \times & & \times \\
5 & & & \times & & \\
6 & \times & & & \times &
\end{array}
\xrightarrow[\text{le righe}]{\text{riordino}}
\begin{array}{c|ccccc}
 & A & B & C & D & E \\
\hline
3 & \times & \times & & \times & \\
1 & \times & \times & & & \\
6 & \times & & & \times & \\
4 & & & \times & & \times \\
5 & & & \times & & \\
2 & & & & \times & \times
\end{array}
\xrightarrow[\text{colonne}]{\text{riordino le}}
\begin{array}{c|ccccc}
 & A & B & D & C & E \\
\hline
3 & \times & \times & \times & & \\
1 & \times & \times & & & \\
6 & \times & & \times & & \\
4 & & & & \times & \times \\
5 & & & & \times & \\
2 & & & \times & & \times
\end{array}
$$

$$
\xrightarrow[\text{le righe}]{\text{riordino}}
\begin{array}{c|ccccc}
 & A & B & D & C & E \\
\hline
3 & \times & \times & \times & & \\
1 & \times & \times & & & \\
6 & \times & & \times & & \\
2 & & & \times & & \times \\
4 & & & & \times & \times \\
5 & & & & \times &
\end{array}
\xrightarrow[\text{macchine ② e riordino}]{\text{duplico le}}
\begin{array}{c|ccc|cc}
 & A & B & D & C & E \\
\hline
3 & \times & \times & \times & & \\
1 & \times & \times & & & \\
6 & \times & & \times & & \\
2a & & & \times & & \\
\hline
4 & & & & \times & \times \\
5 & & & & \times & \\
2b & & & & & \times
\end{array}
$$

famiglia - cella

1) $\{A, B, D\} - \{1, 2a, 3, 6\}$

2) $\{C, E\} - \{2b, 4, 5\}$

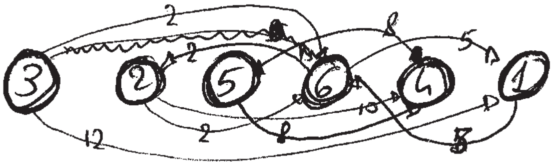
▨

b) Osservando la tabella data costruisco la matrice necessaria per applicare il metodo di Hollier:

	1	2	3	4	5	6	from
1						5	5
2				10		2	12
3	12					2	14
4					8		8
5				8			8
6	5	2					7
to	17	2	0	18	8	9	

$$\frac{\text{from}}{\text{to}} = \left\{ \overset{①}{\frac{5}{17}}, \overset{②}{6}, \overset{③}{\infty}, \overset{④}{\frac{4}{8}}, \overset{⑤}{1}, \overset{⑥}{\frac{7}{8}} \right\}$$

Ordinando le macchine in base all'ordine decrescente di from/to ottengo la sequente:



(non sono indicati: flussi scambiati con l'esterno)

I flussi all'indietro sono: 8 (da 4 a 5) + 2 (da 6 a 2) + 5 (da 1 a 6) = 15

Il totale dei flussi è 54 ⇒ % all'indietro = $\frac{15}{54} \cdot 100\% = \underline{\underline{27.8\%}}$.

Non esiste una sequenza senza flussi all'indietro perché ci sono cicli (p. esempio le parti c: ).

Es. 2

a) $\frac{\mu q_u}{q_d + q_u} = 22.7 > 20 = d \Rightarrow$ è stabilizzabile.

La percentuale del tempo di funzionamento è $100 \cdot \frac{q_u}{q_d + q_u} = \underline{\underline{90.9\%}}$

b) $C_p = 1, \quad C_m = 10$

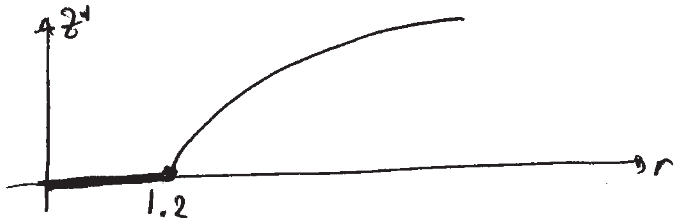
$$\gamma = 0.545 < 0.91 = \frac{C_m}{C_p + C_m} \Rightarrow z^* = \frac{1}{\alpha} \log\left[(1-\gamma)\frac{C_m + C_p}{C_p}\right] = \underline{\underline{5.36}}$$

c) $r = C_m / C_p \Rightarrow \frac{C_m}{C_p + C_m} = \frac{r}{r+1}$ per cui $\gamma < \frac{C_m}{C_p + C_m}$ diventa $\gamma < \frac{r}{r+1}$ $\boxed{1.2}$

$$\gamma < \frac{r}{r+1} \iff (r+1)\gamma < r \iff r(\gamma - 1) < -\gamma \iff r(1-\gamma) > \gamma \iff r > \boxed{\frac{\gamma}{1-\gamma}}$$

Se $r > 1.2 \rightarrow z^* = \frac{1}{\alpha} \log\left[(1-\gamma)(1+r)\right] = 3.3 \cdot \log\left[0.45 \cdot (1+r)\right]$

altrimenti $z^* = 0$



Es. 3

$$N^* = R_p^* \cdot MLT_1 =$$

$$\min_i \frac{S_i}{WL_i} \sum_{j=1}^{n+1} WL_j \leq \sum_{j=1}^{n+1} WL_j \cdot \frac{S_j}{WL_j} = \sum_{j=1}^{n+1} S_j \quad ▨$$

Si ha $N^* = \sum_{j=1}^{n+1} S_j \iff \min_i \frac{S_i}{WL_i} \equiv \frac{S_j}{WL_j} \; \forall j$, cioè $\iff$

ogni stazione è collo di bottiglia del sistema ▨