

ROBOT

Esame di abilitazione per l'esercizio della professione dell'Ingegnere
 Ingegneria Gestionale - Tema impiantistico
 Novembre 2000

OK

Si supponga di avere una lavorazione che presuppone un ciclo produttivo che sia alternativamente realizzabile attraverso due soluzioni impiantistiche differenti ma ugualmente efficaci: la prima prevede l'uso di 3 macchine e la seconda di 4 macchine. In particolare:

soluzione A

	T di lavoro $T_i(\text{min})$	T di servizio* $T_{si}(\text{min})$	Costo orario (£/h)
Macchina M1	2	1	250.000
Macchina M2	6	2	600.000
Macchina M3	4	1	150.000

* carico + scarico

soluzione B

*Tempo di ciclo
 → migliore della
 macchina in questione*

	T di lavoro $T_i(\text{min})$	T di servizio* $T_{si}(\text{min})$	Costo orario (£/h)
Macchina M4	2 <i>25</i>	1	250.000
Macchina M5	3 <i>40</i>	1	160.000
Macchina M6	4 <i>15</i>	1	200.000
Macchina M7	3 <i>20</i>	1	250.000

7:2 = 50:20

L'azienda dispone di 2 robot antropomorfi da mettere al servizio della cella eventualmente progettata dal costo orario di £ 50.000. Si ipotizzi un funzionamento a ciclo indipendente.

- 1) Determinare la configurazione che rende minimo il fattore di inattività, avendo la facoltà di impiegare 1 o 2 robot
 - 2) Determinare la produttività di ciascuna delle configurazioni di cella indagate, intendendo come prodotti in uscita quelli realizzati dalla macchina M3 ovvero M7.
 - 3) Determinare il costo di produzione unitario per ciascuna configurazione
 - 4) Esprimere delle considerazioni in merito ad una produzione attesa di 100 pz/giorno. Il fattore ore lavorative al giorno sia una variabile su cui è possibile agire
 - 5) Determinare una taglia di massima dei magazzini fra le varie macchine della configurazione scelta come migliore
- Fac: Prendendo come riferimento i valori dei tempi di lavoro della soluzione B costruire la curva caratteristica di prodotto.

→ vedere tutti i dati della soluzione B con 1 robot o 2 macchine diverse a pag. 2 e 3

ROBOT

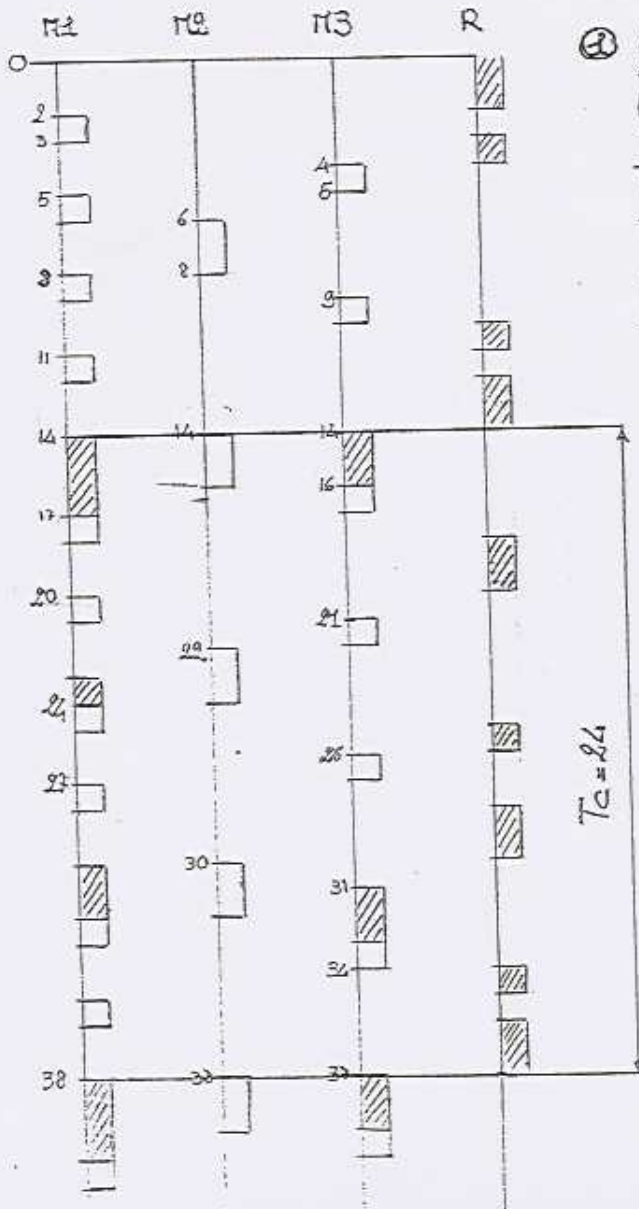
1. DETERMINO LA CONFIGURAZIONE CHE MINIMIZZA IL FATTORE DI INATTIVITÀ

$$F = \frac{1}{N} \left(\frac{\sum_{i=1}^4 T_{ui}}{T_c} \right) + \frac{1}{P} \left(\frac{\sum_{j=1}^P T_{rj}}{T_c} \right)$$

\leftarrow no. macchine
 \leftarrow no. robot

CRITERI POSSIBILI: COSTO ORARIO, FIFO, NO. DI CICLI FATTI

Criterio utilizzato x il carico: 1) FIFO
 2) no. cicli fatti
 3) costo orario



② { 1 ROBOT
 3 MACCHINE

$$T_c = 24$$

$$T_{u1} = 6$$

$$T_{u2} = 0$$

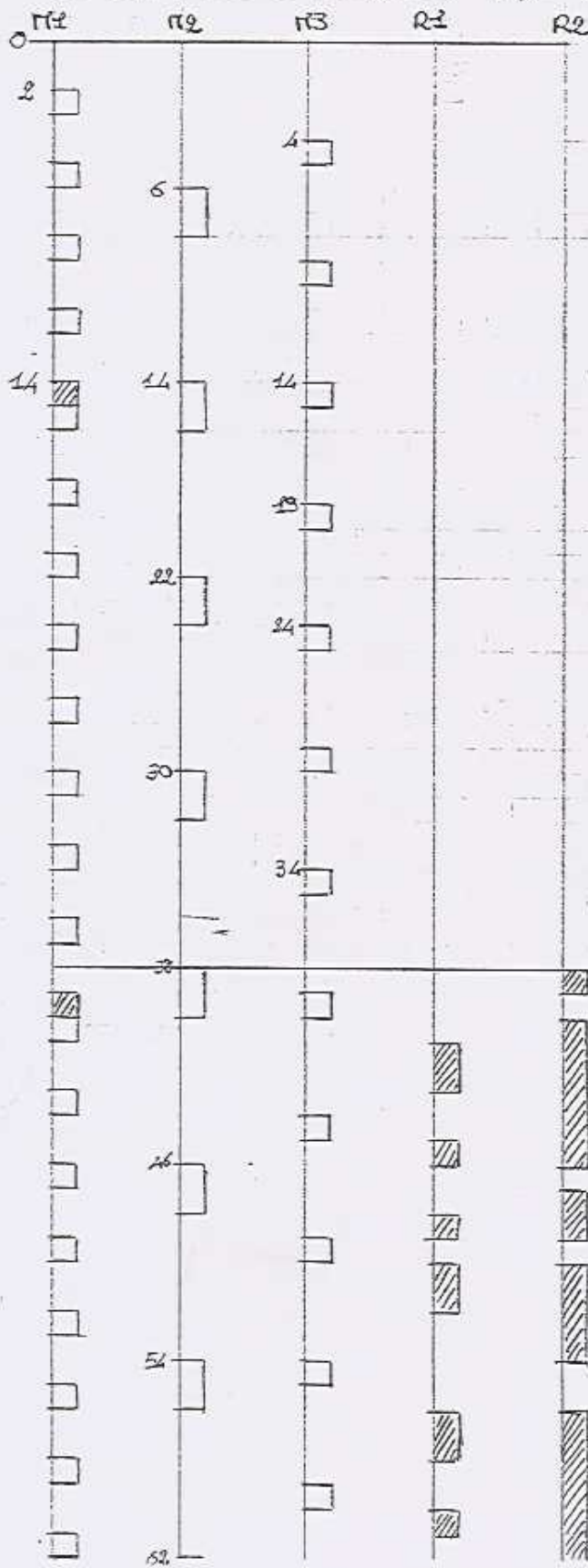
$$T_{u3} = 4$$

$$T_r = 8$$

$$F_1 = \frac{1}{3} \left(\frac{6+0+4}{24} \right) + \frac{1}{3} = 0,47$$

2) 2 ROBOT
3 MACCHINE

Critero robot: se può, lavora sempre R1 sulla macchina
uscita precedente e precedenti
criteri



$$T_C = 40$$

$$T_{u1} = 1$$

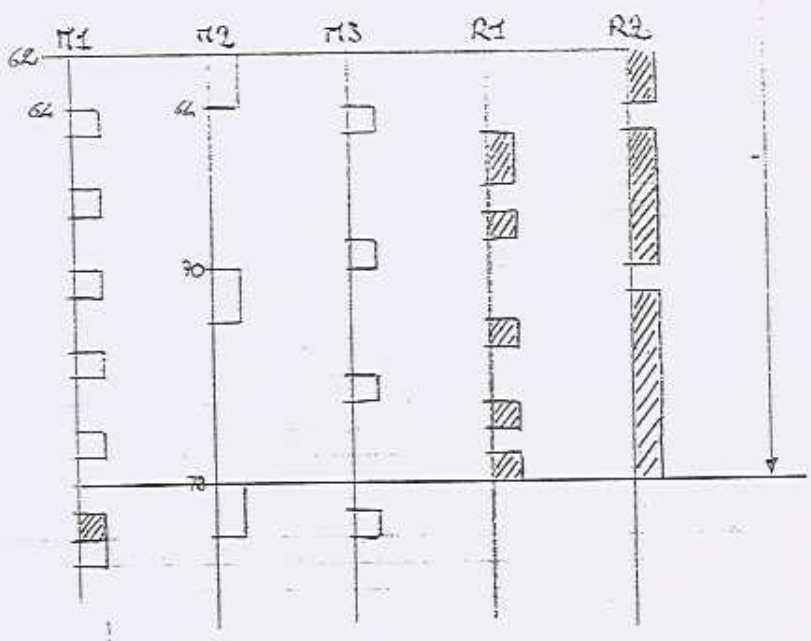
$$T'_{u2} = T'_{u3} = 0$$

$$T'_{r1} = 13$$

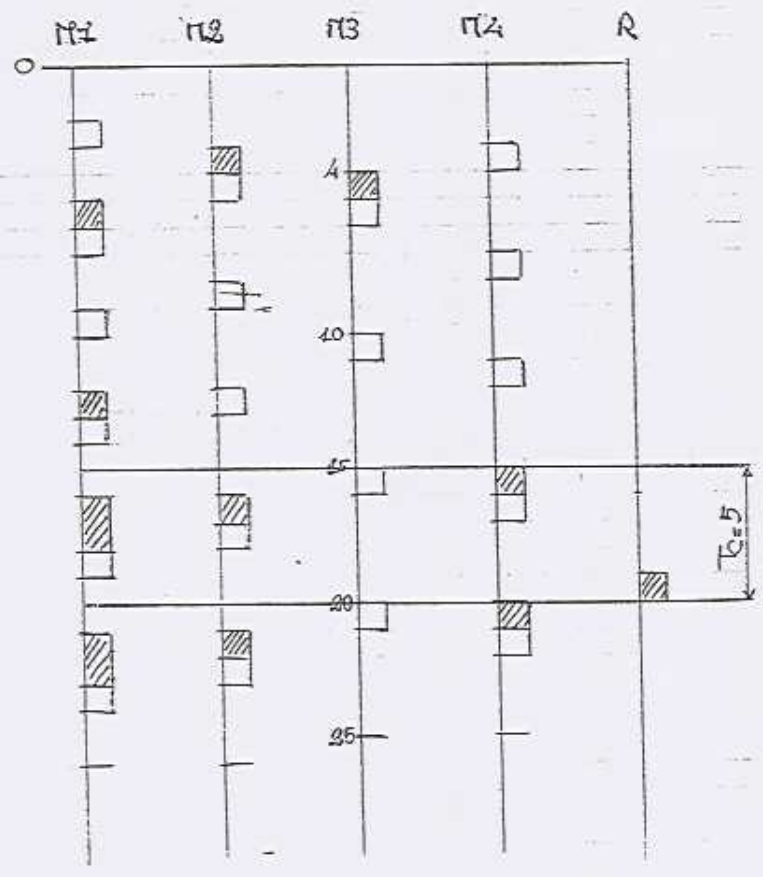
$$T'_{r2} = 33$$

$$F_2 = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{40} \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{13+33}{40} \right) = 0,58$$

$$T_C = 40$$



③ 1 ROBOT
4 MACCHINE



$$T_c = 5$$

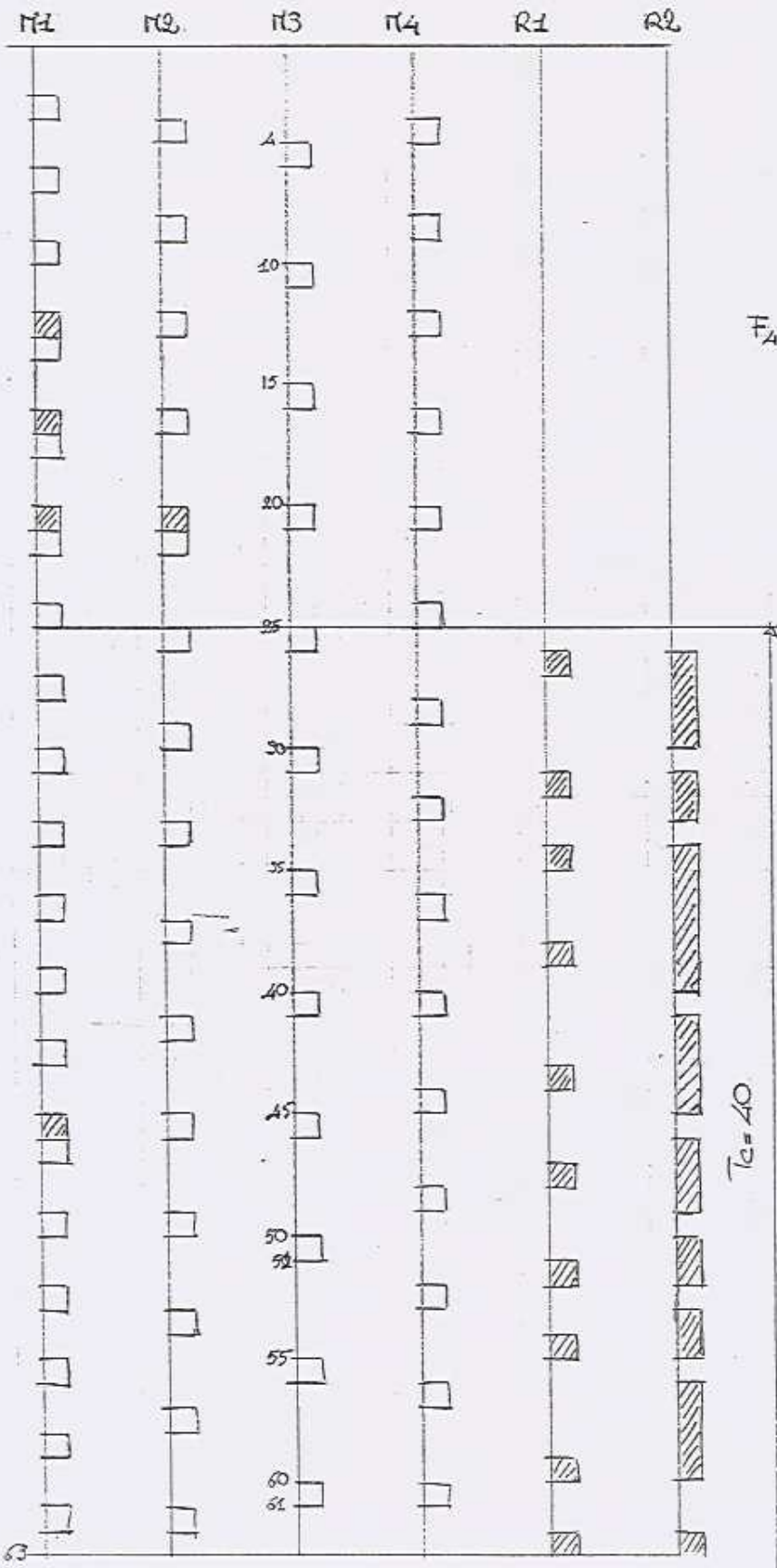
$$T_{us2} = 2$$

$$T'_{us2} = T_{us3} = 1 = T_r$$

$$T'_{us3} = 0$$

$$F_3 = \frac{1}{4} \left(\frac{2+1+0+1}{5} \right) + \frac{1}{5} = 0,4$$

④ 2 ROBOT
4 MACHINE



$$T_c = 40$$

$$T'_{M1} = 1$$

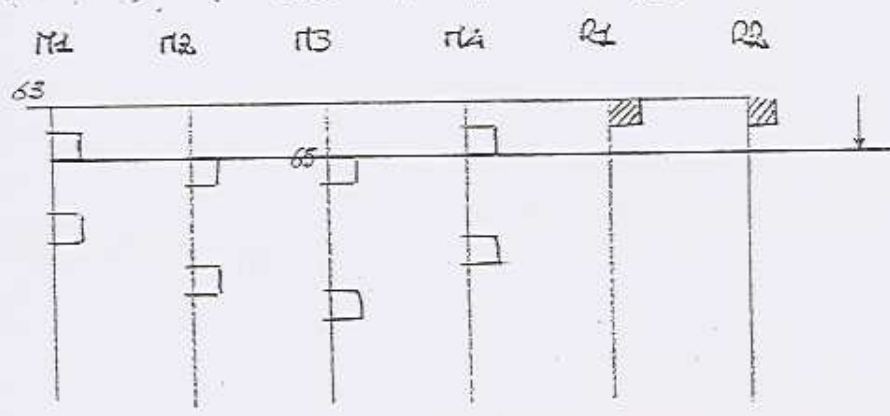
$$T'_{M2} = T'_{M3} = T'_{M4} = 0$$

$$T'_{R1} = 11$$

$$T'_{R2} = 29$$

$$F_A = \frac{1}{4} \left(\frac{1}{40} \right) + \frac{1}{8} \cdot \frac{40}{40} = 0,5$$

$T_c = 40$



Quindi la configurazione che minimizza F è $\begin{cases} 1 \text{ ROBOT} \\ 4 \text{ MACCHINE} \end{cases}$

2. PRODUTTIVITÀ DELLE DIVERSE CONFIGURAZIONI (CONSIDERANDO M3 E M7)

① $\begin{cases} 1 \text{ ROBOT} \\ 3 \text{ MACCHINE} \end{cases}$

$$4 \text{ units/ciclo} = \frac{4 \text{ units}}{24 \text{ minuti}} = 0,167 \text{ units/min} \quad (M3)$$

② $\begin{cases} 2 \text{ ROBOT} \\ 3 \text{ MACCHINE} \end{cases}$

$$7 \text{ units/ciclo} = \frac{7 \text{ units}}{40 \text{ min}} = 0,175 \text{ units/min} \quad (M3)$$

③ $\begin{cases} 1 \text{ ROBOT} \\ 4 \text{ MACCHINE} \end{cases}$

$$1 \text{ unit/ciclo} = 0,2 \text{ units/min} \quad (M7)$$

④ $\begin{cases} 2 \text{ ROBOT} \\ 4 \text{ MACCHINE} \end{cases}$

$$10 \text{ units/ciclo} = 0,25 \text{ units/min} \quad (M7)$$

3. COSTO DI PRODUZIONE UNITARIO PER OGNI CONFIGURAZIONE (13 e 17)

- ① $\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ ROBOT} \\ 3 \text{ MACCHINE} \end{array} \right.$

Realizzo 4 unità ogni 24 una

$$\text{Costo unitario} = \frac{1}{4} \left(\frac{250'000 + 600'000 + 250'000}{60} \times 24 + \frac{50'000}{60} \times 24 \right) = 105'000 \frac{\text{€}}{\text{pz}}$$

- ② $\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ ROBOT} \\ 3 \text{ MACCHINE} \end{array} \right.$

7 unità ogni 40 una

$$\text{Costo unitario} = \frac{1}{7} \left(\frac{250'000 + 600'000 + 250'000}{60} \times 40 + \frac{2 \times 50'000}{60} \times 40 \right) \approx 104'762 \frac{\text{€}}{\text{pz}}$$

- ③ $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ ROBOT} \\ 4 \text{ MACCHINE} \end{array} \right.$

1 unità ogni 5 una.

$$\text{Costo unitario} = \left(\frac{250'000 + 160'000 + 200'000 + 250'000}{60} \times 5 + \frac{50'000}{60} \times 5 \right) \approx 75'833 \frac{\text{€}}{\text{pz}}$$

- ④ $\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ ROBOT} \\ 4 \text{ MACCHINE} \end{array} \right.$

10 unità ogni 40 una.

$$\text{Costo unitario} = \frac{1}{10} \left(\frac{250'000 + 160'000 + 200'000 + 250'000}{60} \times 40 + \frac{100'000}{60} \times 40 \right) \approx 60'667 \frac{\text{€}}{\text{pz}}$$

4. CONSIDERAZIONI RELATIVE AD UNA PRODUZIONE. ATTESA DI 100 pz/GIORNO

① $\begin{cases} 1 \text{ ROBOT} \\ 3 \text{ MACCHINE} \end{cases}$

Ho $0,167 \text{ pz/uiu} \Rightarrow 1 \text{ pz ogni } 6 \text{ uiu} \Rightarrow \text{per fare } 100 \text{ pz uiu servono } 10 \text{ ore lavorative al giorno}$

② $\begin{cases} 10 \text{ ROBOT} \\ 3 \text{ MACCHINE} \end{cases}$

$0,175 \text{ pz/uiu} \Rightarrow 1 \text{ pz ogni } 5,71 \text{ uiu} \Rightarrow \text{per fare } 100 \text{ pz uiu servono } 8 \text{ ore e } 31 \text{ uiu lavorativi al giorno}$

③ $\begin{cases} 1 \text{ ROBOT} \\ 4 \text{ MACCHINE} \end{cases}$

$0,2 \text{ pz/uiu} \Rightarrow 1 \text{ pz ogni } 5 \text{ uiu} \Rightarrow \text{per } 100 \text{ pz uiu servono } 8 \text{ ore e } 20 \text{ uiu lavorativi al giorno}$

④ $\begin{cases} 2 \text{ ROBOT} \\ 4 \text{ MACCHINE} \end{cases}$

$0,25 \text{ pz/uiu} \Rightarrow 1 \text{ pz ogni } 4 \text{ uiu} \Rightarrow \text{per } 100 \text{ pz uiu servono } 6 \text{ ore e } 40 \text{ uiu lavorativi al giorno}$

5. CURVA CARATTERISTICA DI PRODOTTO

q = volume di produzione del prodotto in esame (pz/ora)

t_i = tempo di ciclo unitario della macchina i -esima (min/pz)

u_i = no. macchine ^{operanti} di tipo i presenti nella stazione

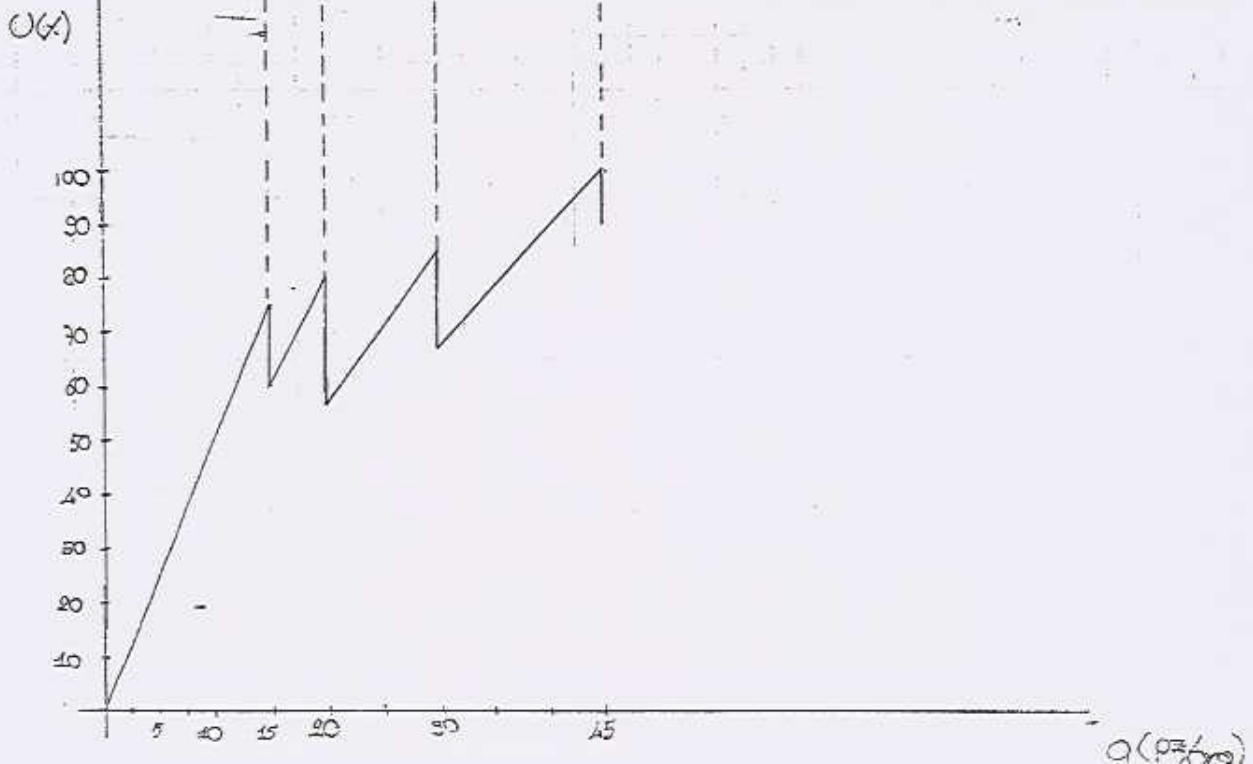
Config. con 4 macchine:

MACCHINA	t_i	$q_{is} = 60/t_i$
4	2	30
5	3	20
6	4	15
7	3	20

u_i = tasso di utilizzazione staz. i = $\frac{q t_i}{60 u_i}$

U = tasso di utilizzazione medio della linea = $\frac{\sum_{i=1}^n u_i t_i}{\sum_{i=1}^n u_i} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{q t_i}{60 u_i} u_i}{\sum_{i=1}^n u_i} = \frac{q \cdot \sum_{i=1}^n t_i}{60 \sum_{i=1}^n u_i}$

M4				+1
M5			+1	
M6		+1		+1
M7			+1	



Valori della capacità produttiva per i quali bisogna aggiungere macchine (pz/ora)	U (%)
15 (= 9 ₆₀)	75 60
20 (= 9 ₅₀ = 9 ₇₅)	80 57,1
30 (= 9 ₄₀ = 9 ₆₀)	85,7 66,7
45 (= 39 ₆₀)	100 90

$$U_{60} = \frac{15 \cdot 12}{60 \cdot 4} = 0,75$$

$$U'_{60} = \frac{15 \cdot 12}{60 \cdot 5} = 0,60$$

$$U_{50} = U_{75} = \frac{20 \cdot 12}{60 \cdot 5} = 0,80$$

$$U'_{50} = U'_{75} = \frac{20 \cdot 12}{60 \cdot 7} = 0,571$$

$$U_{40} = \frac{30 \cdot 12}{60 \cdot 7} = 0,857 \quad (= U_{60})$$

$$U'_{40} = \frac{30 \cdot 12}{60 \cdot 9} = 0,667 \quad (= U'_{60})$$

$$U_{60} = \frac{45 \cdot 12}{60 \cdot 9} = 1$$

$$U'_{60} = \frac{45 \cdot 12}{60 \cdot 10} = 0,9$$