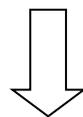
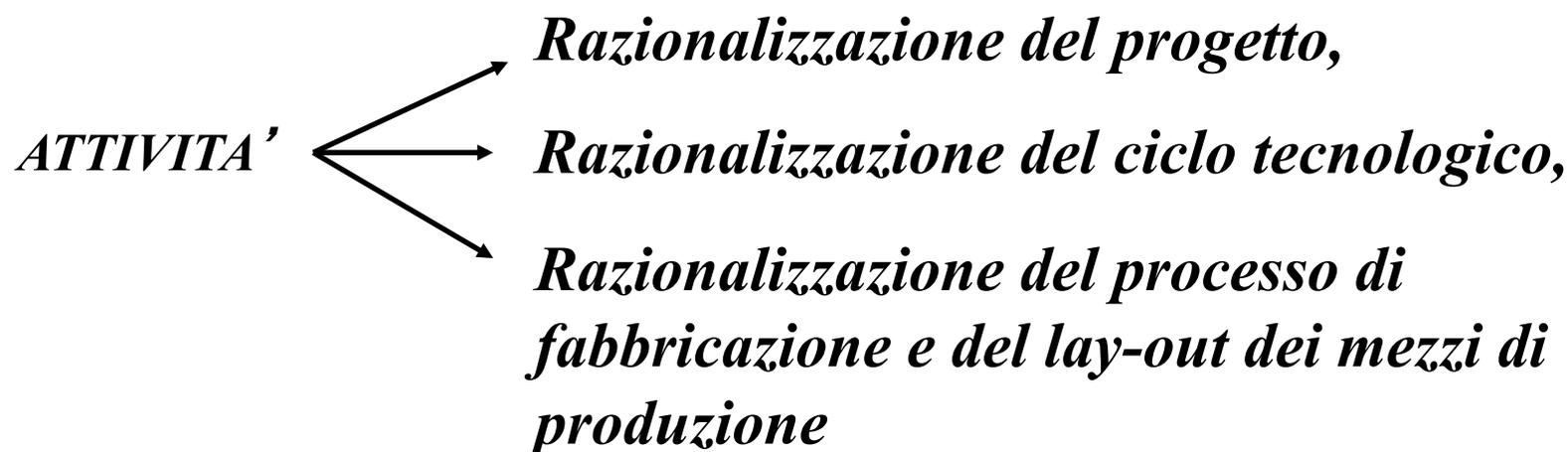


GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

Tecnica sorta e sviluppata per poter applicare i procedimenti produttivi adatti per la grande serie anche là dove si sarebbero dovuti adottare quelli adatti per la piccola media serie.



FABBRICAZIONE PER FAMIGLIE DI PEZZI



GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

Principali attività da sviluppare con conseguenti problemi:

- Identificazione delle famiglie di componenti – può comportare un tempo rilevante dovuto al numero di componenti da analizzare
- Riorganizzazione dei macchinari in celle di produzione - è un'operazione costosa in termini di tempo e di mancata produzione.

Benefici ottenibili:

- Standardizzazione di utensili e attrezzature
- Riduzione del problema del trasporto di materiali dovuta alla minore distanza tra i diversi macchinari
- Semplificazione del processo di pianificazione e di schedulazione
- Riduzione del tempo di setup con evidenti benefici in termini di riduzione del lead time di produzione e del work in process
- Maggiore soddisfazione dei lavoratori per un coinvolgimento diretto nelle attività di riprogettazione
- Incremento della qualità

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

Ha lo scopo di ridurre il numero delle voci a distinta base senza ridurre il numero delle parti componenti il prodotto ma aumentando il numero delle comunanze.

EFFETTI

UFFICIO TECNICO

- Difficoltà per rendere uguali il maggior numero di parti componenti,
- Risparmio nel tempo di esecuzione dei disegni,

APPROVIGIONAMENTO

- Si tratta un numero minore di particolari diversi,
- Possibilità di trattare quantità maggiori di uno stesso particolare

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

1. CODIFICA IN SEQUENZA (o in ORDINE PROGRESSIVO o CRONOLOGICA)

- *Semplice da realizzare;*
- *Conciso;*
- *Difficoltà nel gestire i codici;*
- *Facilità di duplicazione dei codici;*

2. CODIFICA IN SEQUENZA A SETTORI

- *Difficoltà nel decidere l'ampiezza dei settori;*

3. CODIFICA PER GRUPPI DI CARATTERI o MERCEOLOGICA

- *Più diffusa perché più facile da gestire;*

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

- **OPITZ** (numero di caratteri da 9 a 13) \implies **FFFFFF . SSSS . AAAA**

FFFFFF = *codici di formato* (attributi di progettazione)
SSSS = *codici supplementari* (attributi di interesse in fase di lavorazione)
AAAA = *codici facoltativi* (indicano il tipo e la sequenza delle operazioni)

- **CODE** (numero di caratteri 8)

Sviluppato in USA da MDSI (Manufacturing Data System Inc.) per la codificazione dei grafici e dei progetti.

- **MINCLASS** (numero di caratteri da 12 a 30)

[METAL INSTITUTE CLASSIFICATION SYSTEM]

Codice funzionale a rendere più facile l'automazione e la standardizzazione di alcune attività quali gestione dei disegni, sviluppo dei cicli di lavoro, scelta degli utensili

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

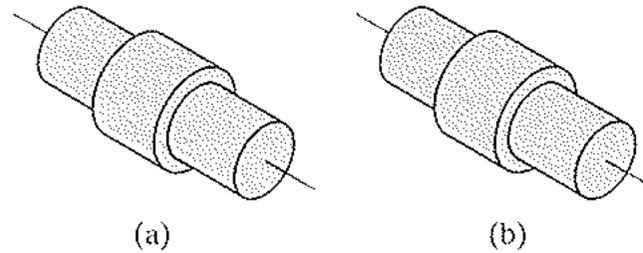


Figure 18.1 Two parts of identical shape and size but different manufacturing requirements: (a) 1,000,000 pc/yr, tolerance = ± 0.010 in., material = 1015 CR steel, nickel plate; and (b) 100 pc/yr, tolerance = ± 0.001 in., material = 18-8 stainless steel.

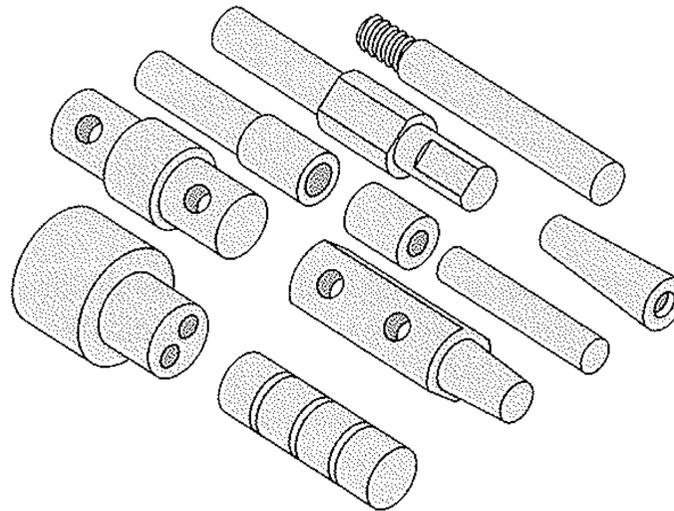


Figure 18.2 A family of parts with similar manufacturing process requirements but different design attributes. All parts are machined from cylindrical stock by turning; some parts require drilling and/or milling.

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

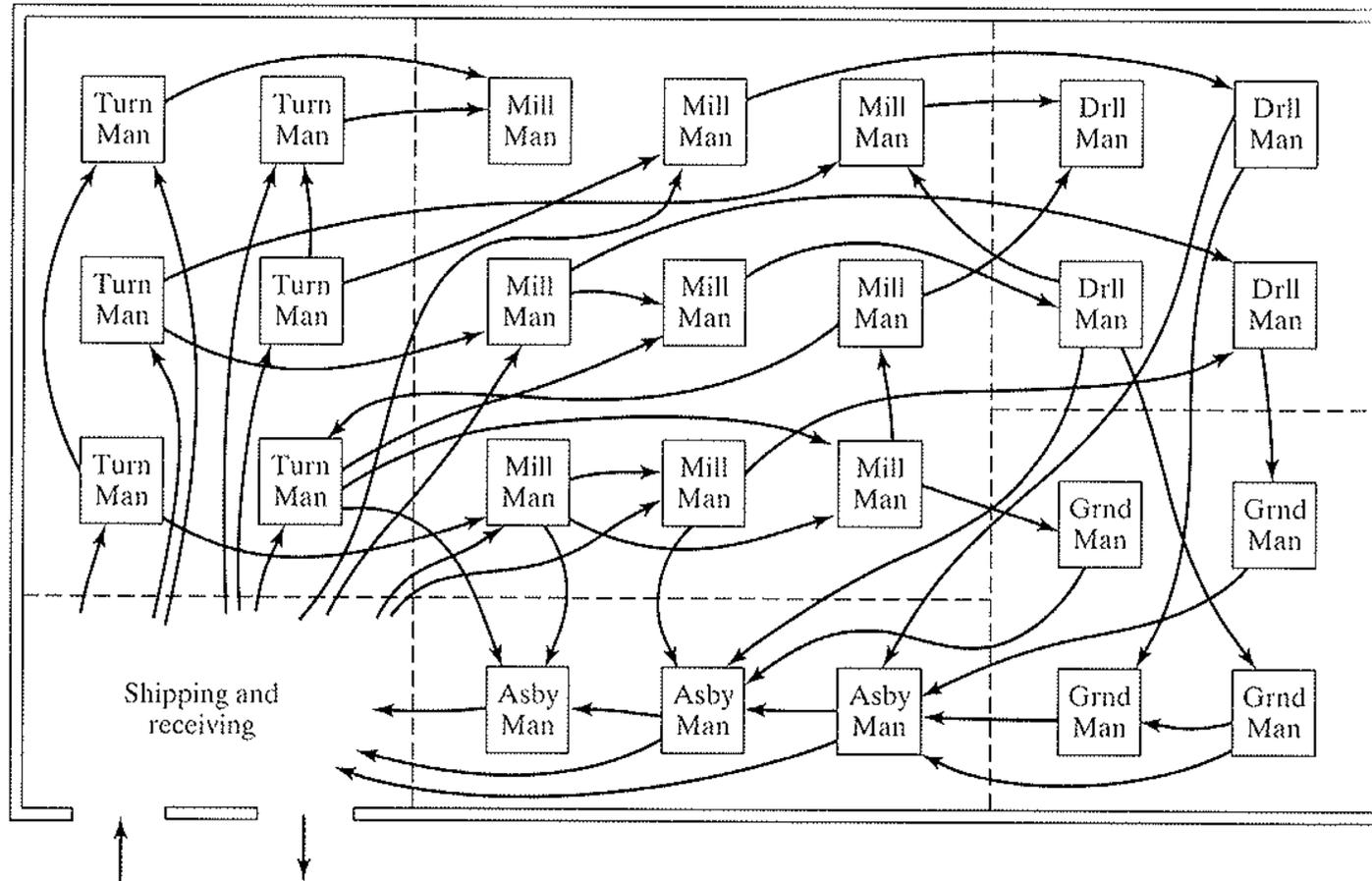


Figure 18.3 Process type plant layout. (Key: “Turn” = turning, “Mill” = milling, “Drll” = drilling, “Grnd” = grinding, “Asby” = assembly, “Man” = manual operation; arrows indicate work flow through plant, dashed lines indicate separation of machines into departments.)

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

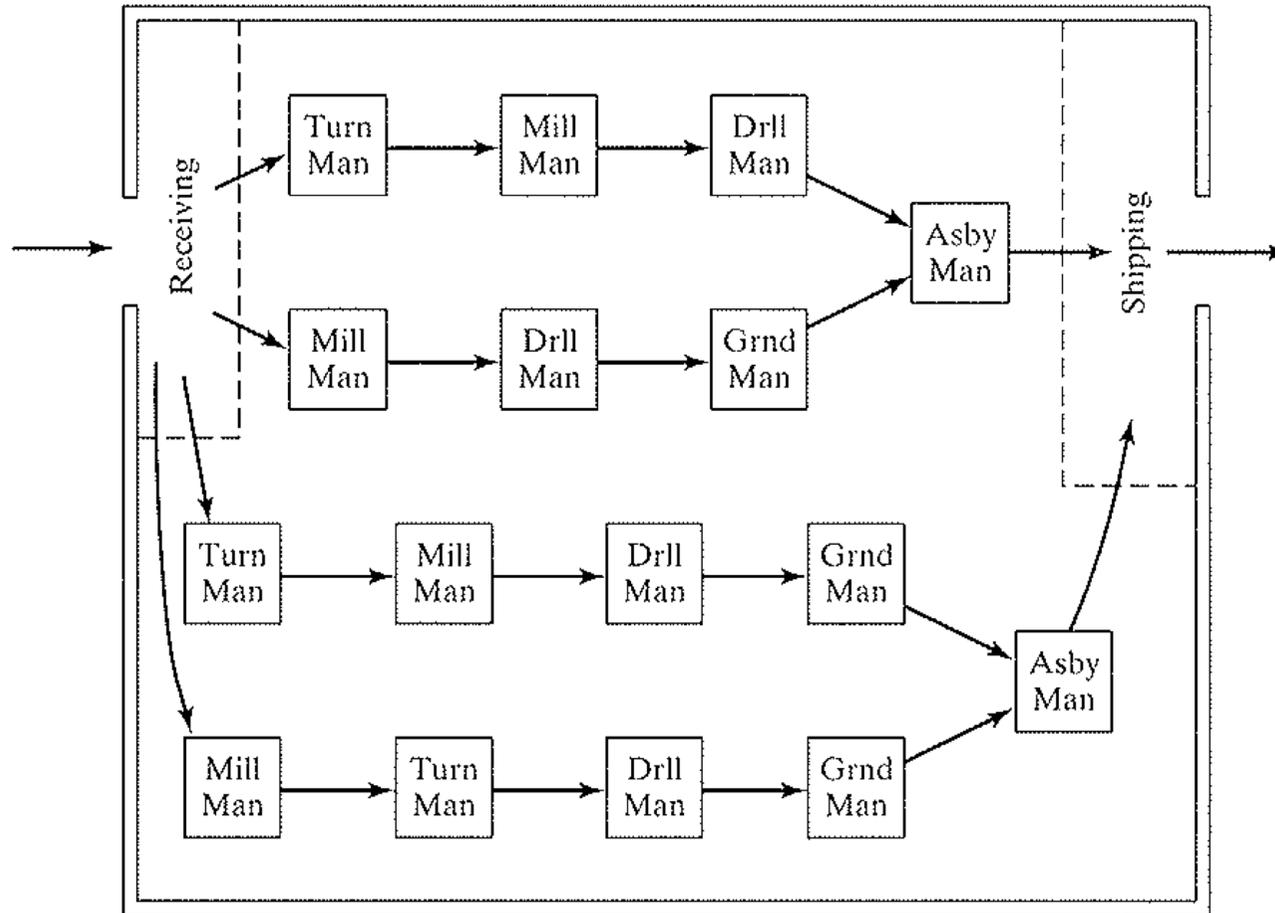


Figure 18.4 Group technology layout. (Key: “Turn” = turning, “Mill” = milling, “Drll” = drilling, “Grnd” = grinding, “Asby” = assembly, “Man” = manual operation; arrows indicate work flow in machine cells.)

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

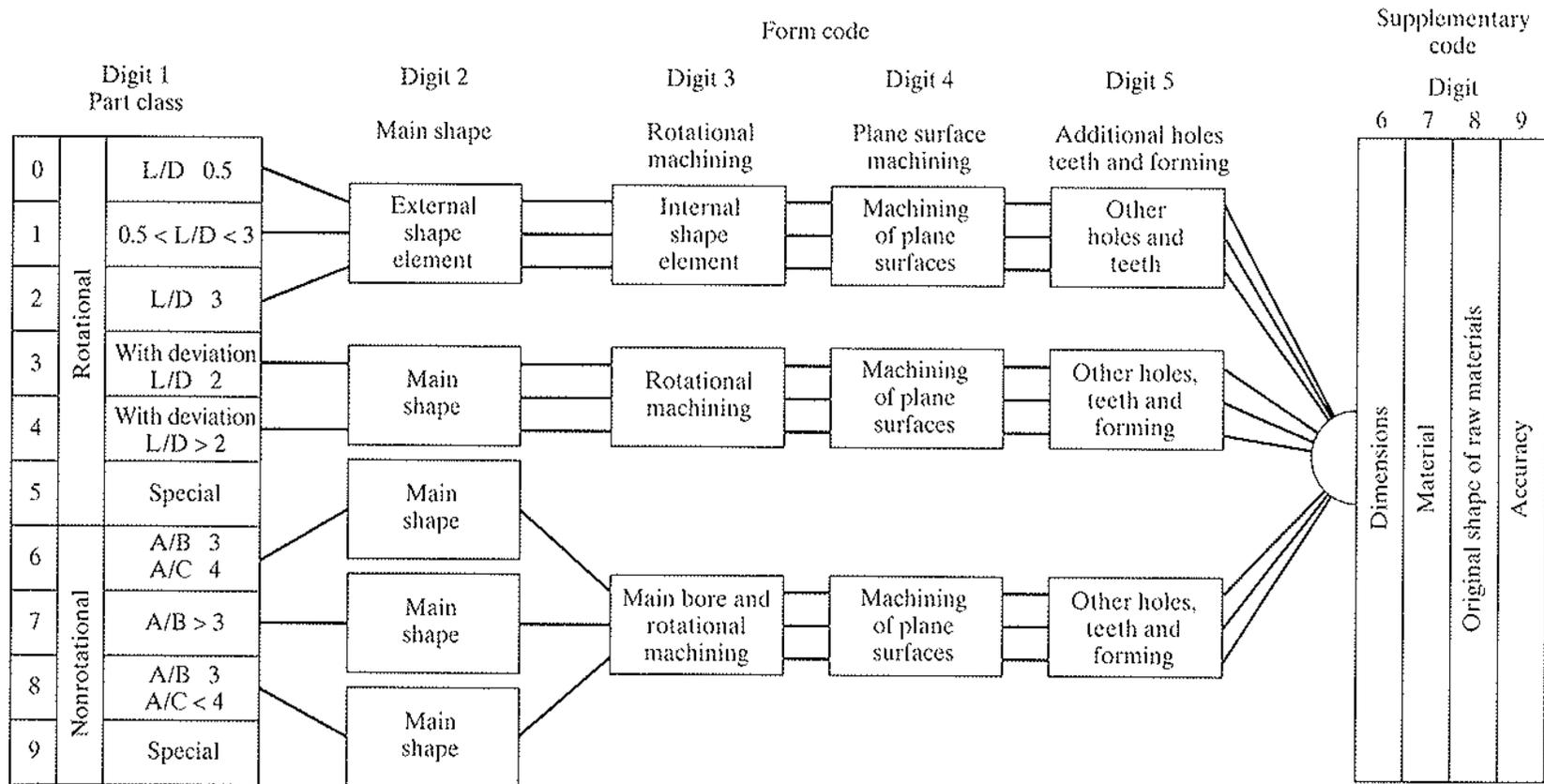


Figure 18.5 Basic structure of the Opitz system of parts classification and coding.

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

Digit 1		Digit 2		Digit 3		Digit 4		Digit 5							
Part class		External shape, external shape elements		Internal shape, internal shape elements		Plane surface machining		Auxiliary holes and gear teeth							
0 1 2 3 4 5 6	Rotational parts	0	L/D 0.5	0	Smooth, no shape elements	0	No hole, no breakthrough	0	No surface machining	0	No auxiliary hole				
		1	$0.5 < L/D < 3$	1	No shape elements	1	No shape elements	1	Surface plane and/or curved in one direction, external	1	Axial, not on pitch circle diameter				
		2	L/D 3	2 3	Stepped to one end or smooth	2	Thread	2	Thread	2	External plane surface related by graduation around the circle	2 3	No gear teeth	2	Axial on pitch circle diameter
		3	Functional groove			3	Functional groove	3	External groove and/or slot	3	Radial, not on pitch circle diameter				
		4		4 5 6	Stepped to both ends	4	No shape elements	4	No shape elements	4	External spline (polygon)	4 5 6	With gear teeth	4	Axial and/or radial and/or other direction
		5	Thread			5	Thread	5	External plane surface and/or slot, external spline	5	Axial and/or radial on PCD and/or other directions				
6	Functional groove	6	Functional groove			6	Internal plane surface and/or slot	6	Spur gear teeth						
7 8 9	Nonrotational parts	7	Functional cone	7	Functional cone	7	Internal spline (polygon)	7	Bevel gear teeth						
		8	Operating thread	8	Operating thread	8	Internal and external polygon, groove and/or slot	8	Other gear teeth						
		9	All others	9	All others	9	All others	9	All others						

Figure 18.6 Form code (digits 1 through 5) for rotational parts in the Opitz coding system. The first digit of the code is limited to values of 0, 1, or 2.

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

Length-to-diameter ratio, $L/D=1.5$	Digit 1=1
External shape: stepped on both ends with screw thread on one end	Digit 2=5
Internal shape: part contains a through-hole	Digit 3=1
Plane surface machining: none	Digit 4=0
Auxiliary holes, gear teeth, etc.: none	Digit 5=0

The form code in the Opitz system is 15100.

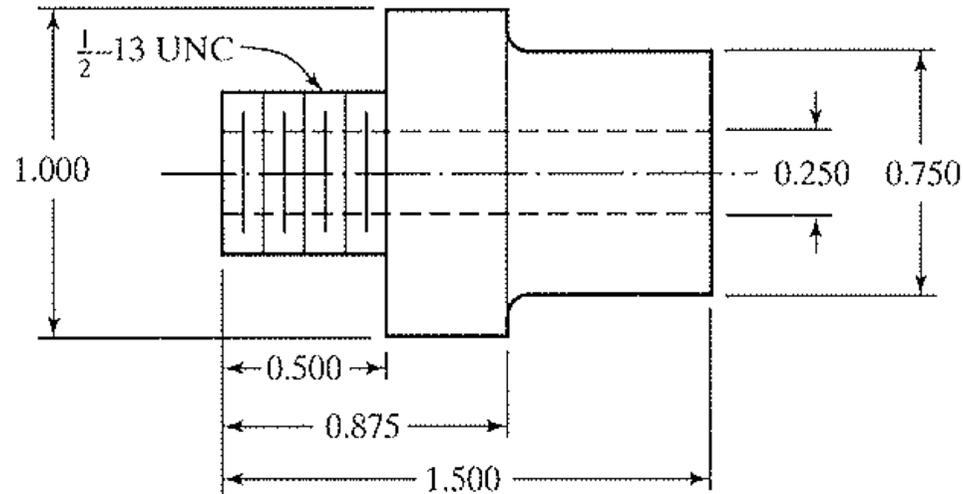


Figure 18.7 Part design for Example 18.1.

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

Production flow analysis:

- Raccolta dati – almeno l'identificazione delle parti in lavorazione e la sequenza delle operazioni che sono derivabili dai fogli di lavoro
- Raggruppamento in pacchetti– tutte le parti che hanno identici cicli di lavoro vengono raccolte in un unico pacchetto
- Tabella PFA – è una tabella che riporta in riga le macchine ed in colonna i pacchetti di parti in lavorazione (o viceversa) e riporta in corrispondenza dell'elemento (j, i) un valore pari a 1 se il pacchetto i necessita della macchina j , 0 viceversa.
- Raggruppamento in cluster – utilizzando tecniche particolari vengono identificati cluster di macchine che costituiranno le celle di produzione.

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

TABLE 18.3 PFA Chart, Also Known as a Part-Machine Incidence Matrix

Machines (<i>j</i>)	Parts (<i>i</i>)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	1			1				1	
2					1				1
3			1		1				1
4		1				1			
5	1							1	
6			1						1
7		1				1	1		

¹For clarity in the part-machine incidence matrices and related discussion, we identify parts by alphabetic character and machines by number. In practice, numbers would be used for both.

TABLE 18.4 Rearranged PFA Chart, Indicating Possible Machine Groupings

Machines (<i>j</i>)	Parts (<i>i</i>)								
	C	E	I	A	D	H	F	G	B
3	1	1	1						
2		1	1						
6	1		1						
1				1	1	1			
5				1		1			
7							1	1	1
4							1		1

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

Rank Order Clustering

Step 1. Assegnare ad ogni colonna j della matrice degli indicatori parte – macchina il peso binario $BW_j = 2^{m-j}$.

Step 2. Determinare il decimale equivalente DE del valore binario di ogni riga utilizzando la formula

$$DE_i = \sum_{j=1}^m 2^{m-j} a_{ij}$$

Step 3. Ordinare in ordine decrescente del loro valore DE le righe. Rompere i vincoli arbitrariamente. Di nuovo configurare le righe basandosi su questo ordinamento. Se nessuna riorganizzazione è necessaria, fermarsi. Altrimenti passare allo Step 4.

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

Rank Order Clustering

Step 4. per ogni riga risistemata della matrice di nuovo assegnare il peso binario $BW_j = 2^{n-j}$.

Step 5. Determinare il decimale equivalente DE del valore binario di ogni colonna utilizzando la formula

$$DE_j = \sum_{i=1}^n 2^{n-i} a_{ij}$$

Step 6. Ordinare in ordine decrescente del loro valore DE le colonne. Rompere i vincoli arbitrariamente. Di nuovo configurare le colonne basandosi su questo ordinamento. Se nessuna riorganizzazione è necessaria, fermarsi. Altrimenti passare allo Step 1.

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

TABLE 18.6(a) First Iteration (Step 1) in the Rank Order Clustering Technique Applied to Example 18.2

Binary values	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0		
	Parts									Decimal Equivalent	Rank
Machines	A	B	C	D	E	F	G	H	I		
1	1			1				1		290	1
2					1				1	17	7
3			1		1				1	81	5
4		1				1				136	4
5	1							1		258	2
6			1						1	65	6
7		1				1	1			140	3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	1			1				1	
5	1							1	
7		1				1	1		
4		1				1			
3			1		1				1
6			1						1
2					1				1

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

TABLE 18.6(b) Second Iteration (Steps 3 and 4)
in the Rank Order Clustering Technique Applied to Example 18.2

Machines	Parts									Binary values
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	1			1				1		2^6
5	1							1		2^5
7		1				1	1			2^4
4		1				1				2^3
3			1		1				1	2^2
6			1						1	2^1
2					1				1	2^0
Decimal equivalent Rank	96	24	6	64	5	24	16	96	7	
	1	4	8	3	9	5	6	2	7	

TABLE 18.6(c) Solution of Example 18.2

Machines	Parts								
	A	H	D	B	F	G	I	C	E
1	1	1	1						
5	1	1							
7				1	1	1			
4				1	1				
3							1	1	1
6							1	1	
2							1		1

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

Bond Energy
$$BE = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^p a_{j,i} (a_{j-1,i} + a_{j+1,i} + a_{j,i-1} + a_{j,i+1})$$

Con l'ovvia posizione che: $a_{0,i} = a_{m+1,i} = a_{m,0} = a_{m,p+1} = 0$

- Step 1. Setta $i = 1$. Seleziona arbitrariamente una riga qualsiasi e posizionala.
Step 2. Colloca ognuna delle $n-i$ righe in ognuna delle $i + 1$ posizioni (cioè sotto e sopra la riga già collocata i) e determina la energia di confine di riga per ogni collocazione utilizzando la formula:

$$\sum_{i=1}^{i+1} \sum_{j=1}^m a_{ij} [a_{i+1,j} + a_{i-1,j}]$$

seleziona la riga che incrementa l'energia di confine il massimo e colloca nella corrispondente posizione.

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

- Step 3. Setta $\hat{i} = i + 1$. se $\hat{i} < n$, vai allo step 2; altrimenti, vai allo step 4.
- Step 4. Setta $j = 1$. Seleziona arbitrariamente una colonna qualsiasi e posizionala.
- Step 5. Colloca ognuna delle $m-j$ colonne in ognuna delle $j + 1$ posizioni (cioè alla destra ed alla sinistra della colonna già collocata j) e determina la energia di confine di colonna per ogni collocazione utilizzando la formula:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{j+1} a_{ij} [a_{i,j-1} + a_{i,j+1}]$$

Seleziona la colonna che incrementa al massimo la energia di confine e posizionala nella posizione corrispondente.

- Step 6. Setta $j = j + 1$. se $j < m$, vai allo step 5, altrimenti fermati.

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

Esempio 2

Consideriamo la matrice di Figura 8.13. identifichiamo i raggruppamenti di macchine e parti corrispondenti utilizzando il BEA. Per questo esempio, gli input di non corrispondenza sono rappresentati da zeri.

		<i>colonne</i>			
		1	2	3	4
<i>r</i>	1	1	0	1	0
<i>i</i>	2	0	1	0	1
<i>g</i>	3	0	1	0	1
<i>h</i>	3	1	0	1	0
<i>e</i>					

Figura 8.13 matrice degli indicatori di processamento parte – macchina per l’Esempio 2.

Come prima riga viene scelta la riga 2

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

Riga selezionata	Posizionamento	Sistemazione riga	Energia di confine di riga	Massimizza l'energia
1	Sopra riga 2	1010 0101	0	No
1	Sotto riga 2	0101 1010	0	No
3	Sopra riga 2	0101 0101	4	Yes
3	Sotto riga 2	0101 0101	4	Yes
4	Sopra riga 2	1010 0101	0	No
4	Sotto riga 2	0101 1010	0	No

Tabella 8.2 Piazzamento seconda riga.

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

Riga selezionata	Posizionamento	Sistemazione riga	Energia di confine di riga	Massimizza l'energia
1	Sopra riga 2 e 3	1010 0101 0101	4	Yes
1	Fra le righe 2 e 3	0101 1010 0101	0	No
1	Sotto riga 2 e 3	0101 0101 1010	4	Yes
4	Sopra riga 2 e 3	1010 0101 0101	4	Yes
4	Fra le righe 2 e 3	0101 1010 0101	0	No
4	Sotto riga 2 e 3	0101 0101 1010	4	Yes

Tabella 8.3 Piazzamento terza riga.

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

Riga selezionata	Posizionamento	Sistemazione riga	Energia di confine di riga	Massimizza l'energia
4	Sopra riga 1, 2 e 3	1010 1010 0101 0101	8	Yes
4	Fra le righe 1 e 2	1010 1010 0101 0101	8	Yes
4	Fra le righe 2 e 3	1010 0101 1010 0101	0	No
4	Sotto riga 1, 2 e 3	1010 0101 0101 1010	4	No

Tabella 8.4 Piazzamento quarta riga.

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(a)

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(b)

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(c)

Figura 8.14 Posizionamento delle righe nelle prime tre iterazioni del BEA.

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

Colonna selezionata	Posizionamento	Sistemazione riga	Energia di confine di riga	Massimizza l'energia
2	A sinistra della colonna 1	01 01 10 10	0	No
2	A destra della colonna 1	10 10 01 01	0	No
3	A sinistra della colonna 1	11 11 00 00	8	Yes
3	A destra della colonna 1	11 11 00 00	8	Yes
4	A sinistra della colonna 1	01 01 10 10	0	No
4	A destra della colonna 1	10 10 01 01	0	No

Tabella 8.5 Piazzamento seconda colonna.

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

Colonna selezionata	Posizionamento	Sistemazione riga	Energia di confine di riga	Massimizza l'energia
2	A sinistra delle colonne 1 e 3	011 011 100 100	8	Yes
2	Fra le colonne 1 e 3	101 101 010 010	0	No
2	A destra delle colonne 1 e 3	110 110 001 001	8	Yes
4	A sinistra delle colonne 1 e 3	011 011 100 100	8	Yes
4	Fra le colonne 1 e 3	101 101 010 010	0	No
4	A destra delle colonne 1 e 3	110 110 001 001	8	Yes

Tabella 8.6 Piazzamento terza colonna.

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

Colonna selezionata	Posizionamento	Sistemazione riga	Energia di confine di riga	Massimizza l'energia
4	A sinistra delle colonne 1, 2 e 3	0110 0110 1001 1001	8	No
4	Fra le colonne 1 e 3	1010 1010 0101 0101	0	No
4	Fra le colonne 2 e 3	1100 1100 0011 0011	16	Yes
4	A destra delle colonne 1, 2 e 3	1100 1100 0011 0011	16	Yes

Tabella 8.7 Piazzamento quarta colonna.

GROUP TECHNOLOGY e PRODUZIONE A CELLE

$$\begin{array}{cc} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ (a) & (b) \end{array}$$

Figura 8.15 Posizionamento delle colonne utilizzando il BEA.

$$\left[\begin{array}{cc|cc} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ \hline 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{array} \right]$$

Figura 8.16 Cluster identificati utilizzando il BEA per la matrice in Figura 8.13.