



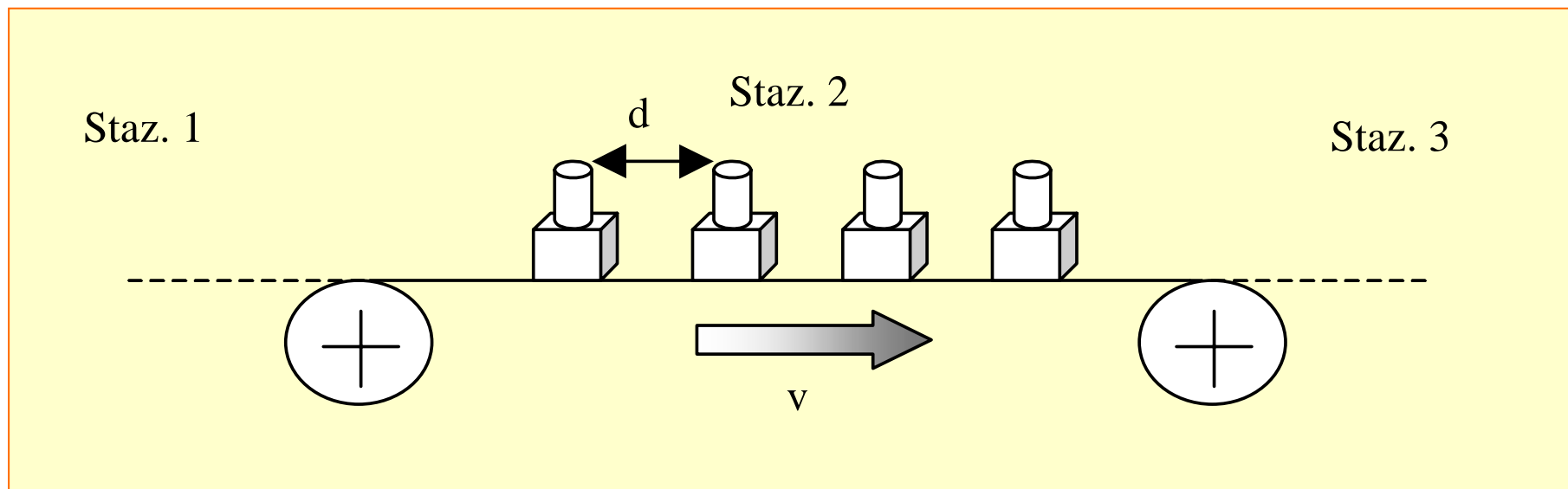
Linee di fabbricazione

Prof. Sergio Cavalieri
Progettazione Impianti
Industriali

Nota: Parte del materiale è stato steso a cura di Giovanni Miragliotta del Politecnico di Milano e Marco Perona dell'Università degli Studi di Brescia.

Definizione

- Una linea di fabbricazione si dice **a ritmo imposto** (o anche “**Linea transfer**”) nel caso in cui tutte le stazioni che la compongono siano collegate **rigidamente** attraverso un sistema di movimentazione.
- L'avanzamento avviene di una lunghezza pari alla ***distanza d*** che separa due pezzi in lavorazione ad **intervalli di tempo definiti**



- Si definisce **tempo di ciclo** (T_c , [minuti/pezzo]) l'intervallo di tempo che separa due avanzamenti.

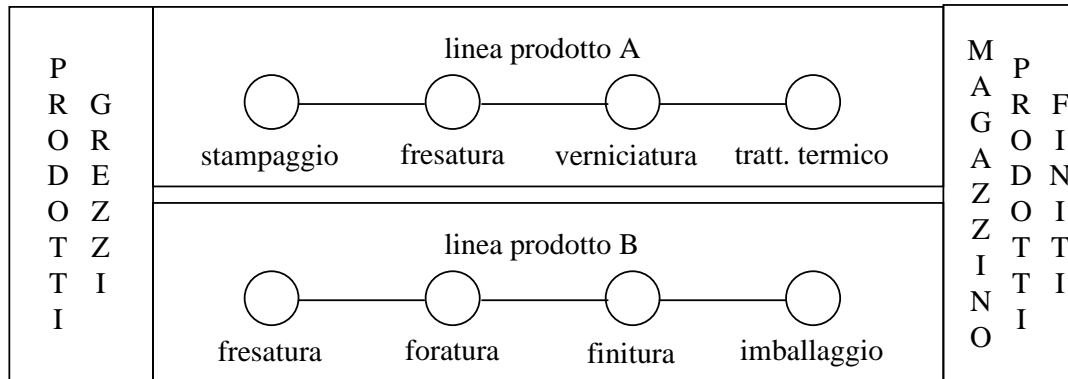


Caratteristiche

- Disposizione sequenziale delle risorse di produzione
- Realizzazione di un unico prodotto o, al più, prodotti molto simili tra loro
- Assenza di cicli alternativi
- Flussi produttivi estremamente lineari
- Produzione scandita da un ritmo (tempo di ciclo)
- Macchinari ed utensili ad elevata specializzazione
- Grado di automazione medio-alto

Tipologie

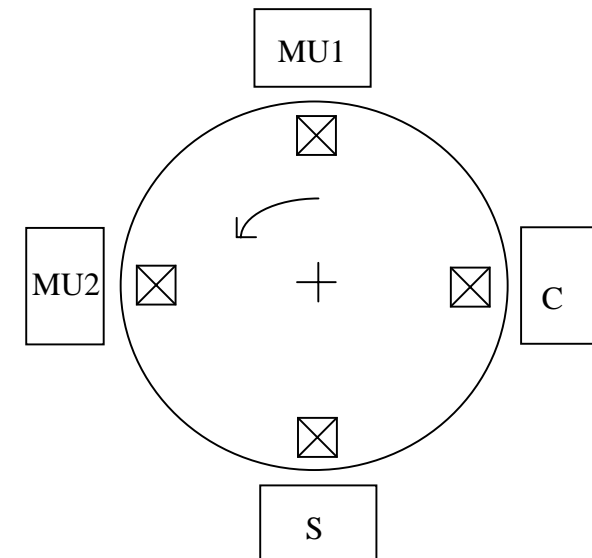
LAYOUT PER LINEE



Transfer lineare

Transfer rotante

- + Adatta per lavorazioni di precisione
- Numero di stazioni ridotto
- Difficoltà ad inserire buffer
- Bassa espandibilità





Punti di forza

- ↖ Facilità gestionale
- ↖ Ridotto fabbisogno di manodopera
- ↖ Limitata superficie per unità di prodotto
- ↖ Elevata saturazione delle macchine
- ↖ Ridotti tempi di attraversamento
- ↖ Ridotto WIP
- ↖ Ridotta variabilità dei tempi di attraversamento
- ↖ Elevata uniformità delle caratteristiche qualitative dei prodotti



Punti di debolezza

- ↖ Bassa flessibilità
 - ↖ di gamma
 - ↖ di mix
 - ↖ di prodotto
 - ↖ di espansione
 - ↖ di volume
- ↖ Investimento elevato
- ↖ Esigenza di un corretto bilanciamento
- ↖ Rischio di rapida obsolescenza
- ↖ Elevata vulnerabilità ai guasti
- ↖ Elevato tempo di avvio di nuove produzioni



Dimensionamento (caso monoprodotta e senza buffer)

- 1) Sviluppo del ciclo di lavorazione del pezzo.
- 2) Individuazione delle macchine necessarie e assegnazione operazioni
- 3) Calcolo della potenzialità produttiva teorica

$$PT = 3600 / TC$$

- 4) Calcolo della potenzialità produttiva effettiva:

$$PE = PT * A * (1-CS) = 3600 * A * (1-CS) / TC$$

dove:

A = disponibilità della linea;

CS = coefficiente di scarto.

- 5) Confronto tra potenzialità produttiva effettiva e potenzialità produttiva richiesta; eventuale modifica e/o ribilanciamento della linea e ritorno al punto 3.

Dimensionamento (caso multiprodotto e senza buffer) - 1

Ipotesi:

- la produzione avviene a lotti (vengono lavorati i pezzi di tipo A, poi i pezzi di tipo B, ecc. e al cambio del lotto la linea deve essere svuotata e riattrezzata);
- la produzione avviene a campagne e in ogni campagna viene realizzato un lotto di ciascun tipo di pezzo;
- i setup non dipendono dalla sequenza di realizzazione dei lotti.

Passi di dimensionamento:

- 1) Individuazione di un mix produttivo di riferimento.
- 2) Sviluppo dei cicli di lavorazione dei pezzi.
- 3) Individuazione delle macchine necessarie e bilanciamento della linea (per ogni prodotto).
- 4) Calcolo del tempo di ciclo per ciascun tipo-pezzo j:

$$TC_j = \max_h \{ TL_{jh} \}$$

dove:

TL_{jh} = tempo di lavorazione di un pezzo di tipo j alla stazione h [sec/ pz]



Dimensionamento (caso multiprodotto e senza buffer) - 2

- 5) Calcolo del tempo necessario per la produzione di un lotto di pezzi di tipo j:

dove:

$$T_j = TC_j * H + TC_j * Q_j + TPL_j$$

H = numero di stazioni della linea

Q_j = numero di pezzi di tipo j in un lotto [pz/lotto];

TPL_j = tempo di setup della linea per produrre il prodotto j [sec/lotto].

- 6) Calcolo del tempo necessario per la realizzazione di una campagna:

$$T = \sum_{j=1}^J T_j$$

dove N rappresenta il numero di tipi-pezzo.



Dimensionamento (caso multiprodotto e senza buffer) - 3

7) Calcolo della potenzialità produttiva media teorica [pezzi/ora]:

$$PT = \frac{3600}{T} \cdot \sum_{j=1}^N Q_j$$

8) Calcolo della potenzialità produttiva effettiva:

$$PE = PT * A * (1 - CS)$$

dove:

A = disponibilità della linea

CS = coefficiente di scarto

9) Confronto tra potenzialità produttiva effettiva e potenzialità produttiva richiesta; eventuale modifica e/o ribilanciamento della linea e ritorno al punto 4.



Utilizzo dei buffer

- Possono essere usati per bilanciare le stazioni solo nel caso in cui i lotti di produzione siano piccoli
- Servono a riassorbire piccoli stand-by e piccole fermate affidabilistiche; il loro dimensionamento va fatto confrontando la copertura (in termini di tempo) con le durate stimate di eventi di questo tipo
- I buffer vanno collocati a monte di stazioni collo di bottiglia
- Non permettono comunque di eliminare eventuali sbilanciamenti della linea