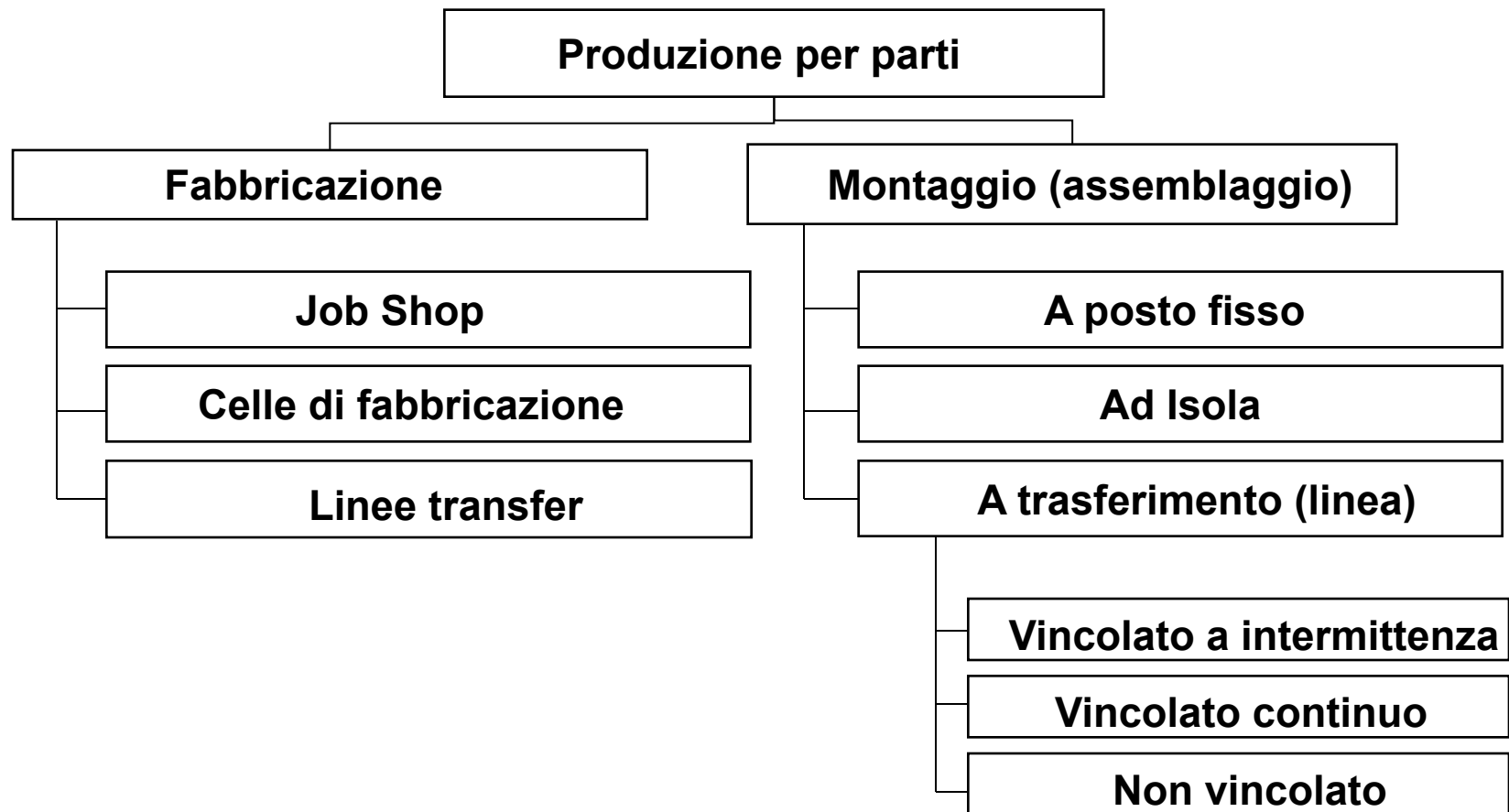




Produzioni Manifatturiere (per parti)

Produzione per parti (Classificazione Impiantistica)

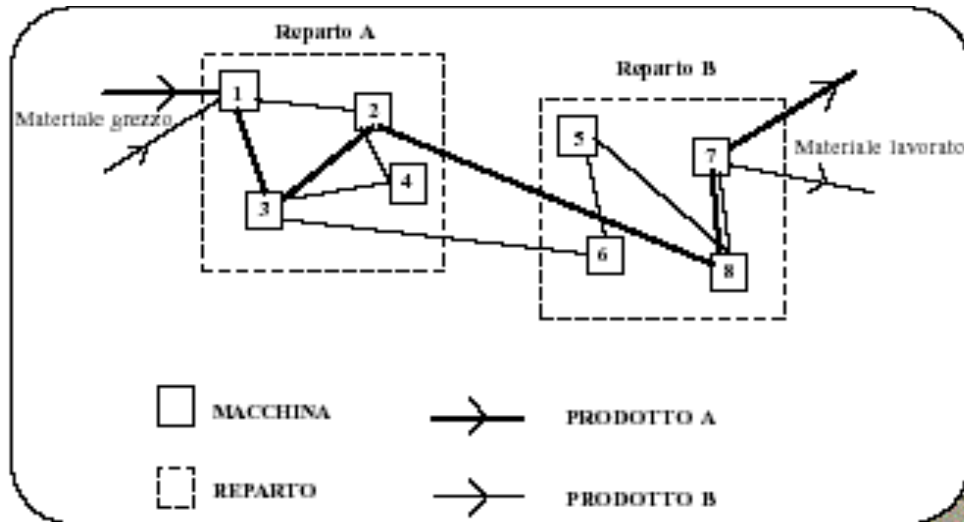




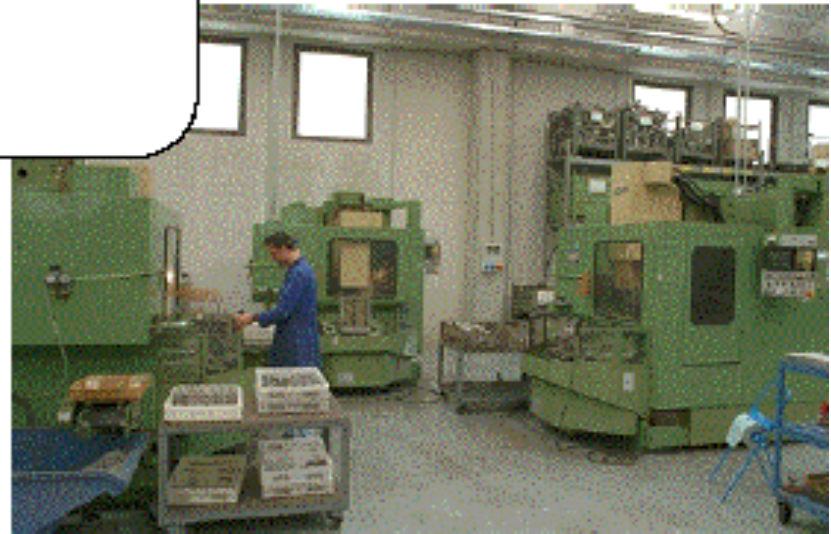
Sistemi di fabbricazione

- Sono possibili diverse tipologie a secondo di:
 - ☐ Volumi unitari di produzione
 - ☐ Valore unitario dei pezzi
 - ☐ Ampiezza mix di produzione

Il Job Shop



- È un sistema di fabbricazione realizzato per REPARTI nel quale sono presenti differenti macchine
 - I reparti sono costruiti per AFFINITA' TECNOLOGICA



Il Job Shop

- I flussi sono estremamente intrecciati
- La manodopera è spesso la risorsa critica (limitata)
- I prodotti spendono gran parte del loro tempo in ATTESE o CODE
- Ogni prodotto ha un proprio CICLO TECNOLOGICO che prevede il passaggio su alcune macchine
- Sono presenti spesso cicli alternativi

Il Job Shop

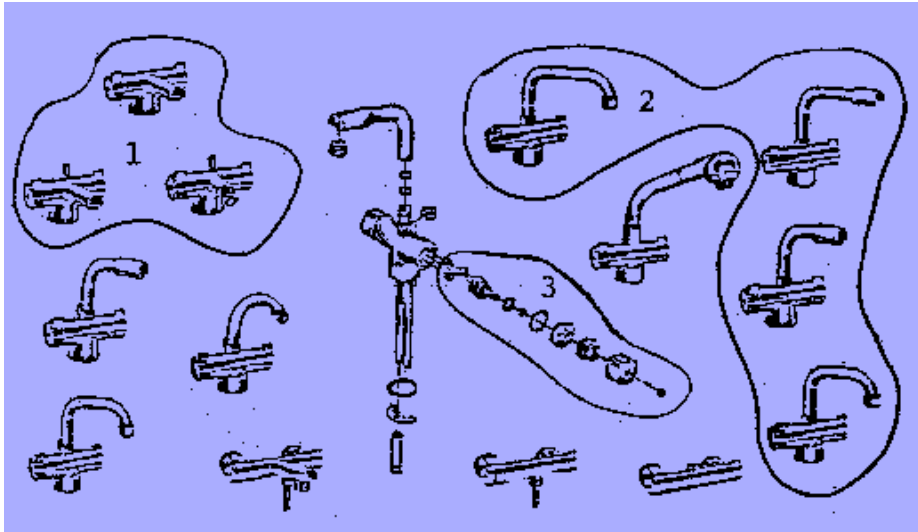
■ Difetti

- Difficoltà nel seguire i flussi dei prodotti
- Elevato Work In Progress (WIP)
- Elevati tempi di attraversamento
- Scarsa saturazione delle macchine
- Livello qualitativo poco costante
- Difficoltà nel Gestire la Produzione
- Difficoltà nel prevedere i colli di bottiglia (colli di bottiglia dinamici)
- Estrema dipendenza delle prestazioni dal mix di prodotti da lavorare

■ Pregi

- Estrema flessibilità
- Disponibilità di macchine generiche e quindi capacità di lavorare un mix potenzialmente infinito di particolari
- Disponibilità di realizzare cicli alternativi

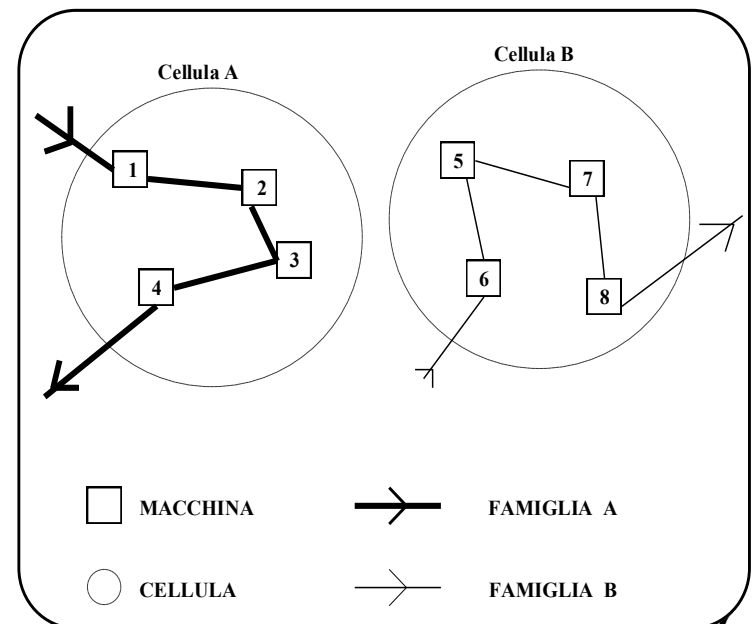
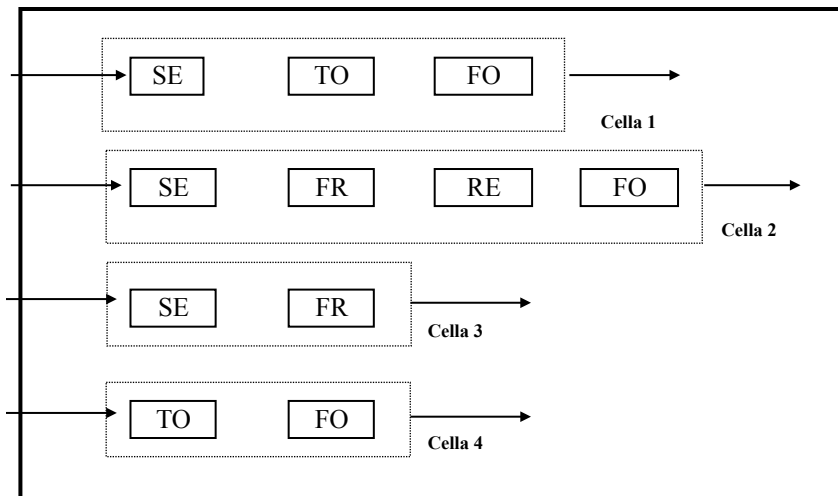
Le celle di fabbricazione



In una cella sono raggruppate tutte le macchine che servono per effettuare le lavorazioni necessarie alla produzione di una famiglia di prodotti

Le macchine sono disposte per omogeneità di PRODOTTI lavorati (FAMIGLIE)

Non esistono flussi tra cella e cella



Le celle di fabbricazione

■ Difetti

- Sbilanciamento dei carichi di lavoro tra le varie celle
- Difficoltà nell'ottenere celle completamente autonome
- Elevati costi di implementazione (per la revisione del lay-out)
- Problemi a gestire turbolenze di mix

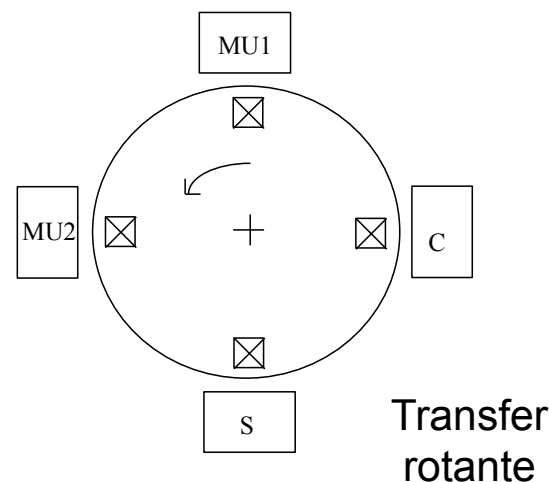
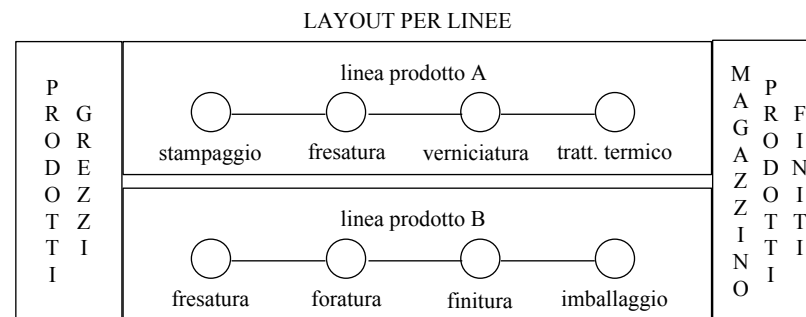
■ Pregi

- Lead time (tempo di attraversamento) più ridotti
- Work In Progress ridotto
- Orientamento al cliente
- Manodopera interfungibile
- Riduzione dei setup
- Miglior utilizzo dello spazio
- Maggior saturazione

Le linee transfer di fabbricazione

- Le stazioni sono disposte in linea (non necessariamente retta)
- Le macchine sono dedicate alla fabbricazione di un prodotto o di una famiglia di prodotto
- I ritmi produttivi sono estremamente elevati
- La soluzione è efficiente ma rigida

Transfer lineare



Esempio di transfer rotante



Lavorazione di ruote dentate per catene di biciclette ottenute da operazioni di trancitura fine.

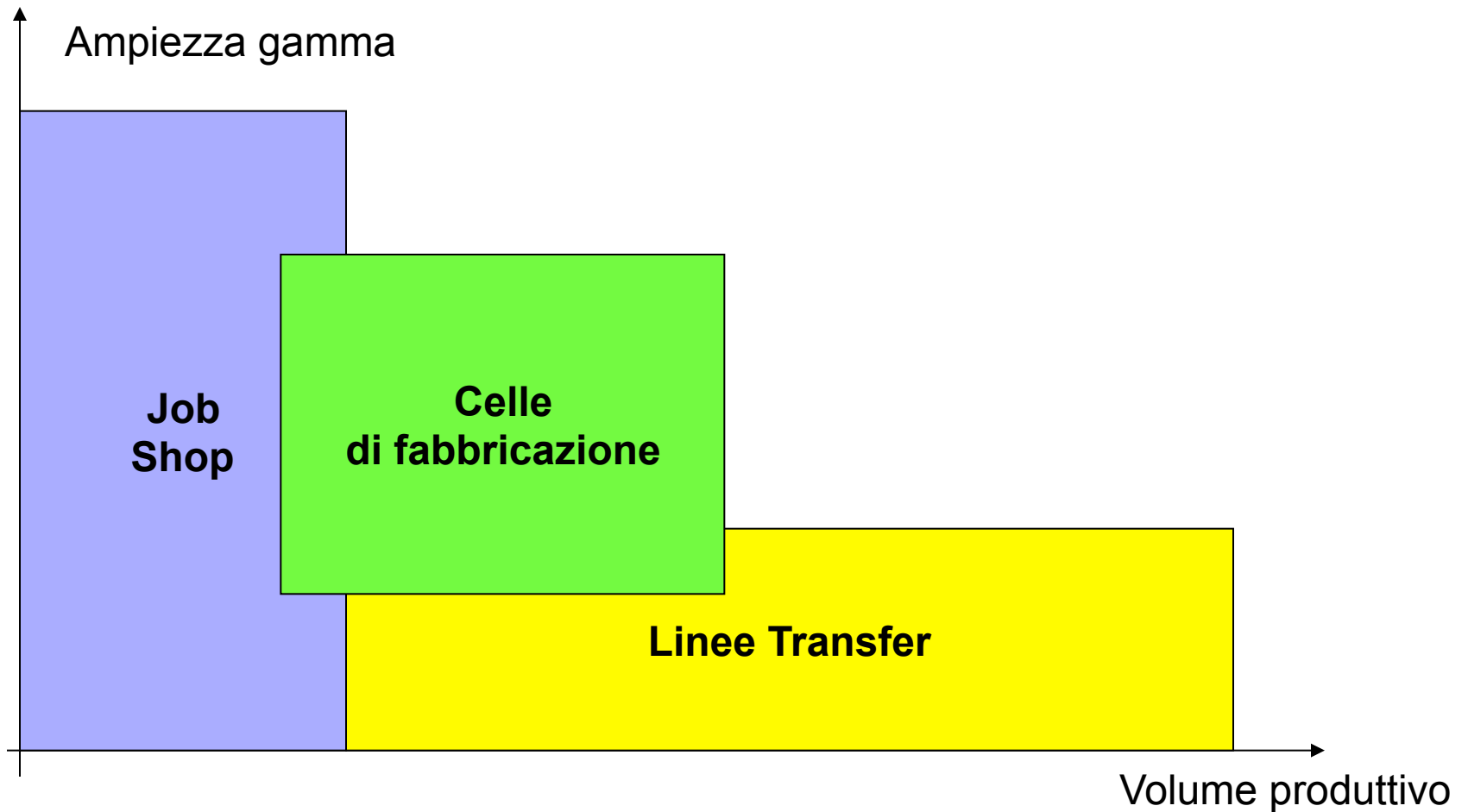
Transfer rotante con 5 stazioni di lavoro, in ogni stazione viene eseguito un diverso tipo di lavorazione:

- Tornitura smusso dente con unità su due assi controllati
- Tornitura foro centrale con unità su due assi controllati
- Smerigliatura con nastro abrasivo
- Sbavatura con planetaria a spazzole
- Sbavatura con planetaria a spazzole

Produzione oraria di circa 300 pezzi.



Sintesi dei sistemi di fabbricazione



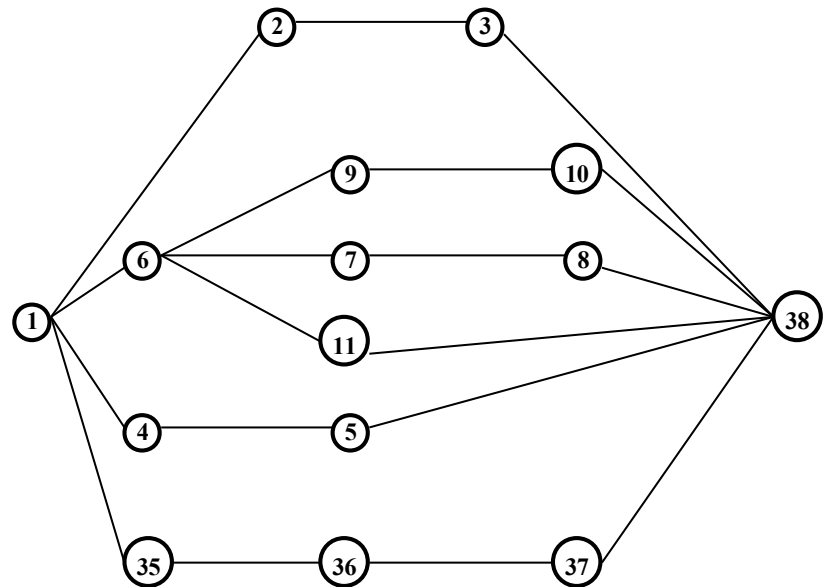
Sistemi di montaggio

- Montaggio a posto fisso: l'assieme in montaggio non subisce spostamenti durante l'effettuazione del ciclo di montaggio
- Montaggio a trasferimento (in linea)
 - Linea a trasferimento vincolato (ritmo imposto o linea sincrona) a intermittenza o a trasferimento continuo
 - Linea a trasferimento non vincolato (ritmo non imposto o linea asincrona)

Ciclo di Montaggio

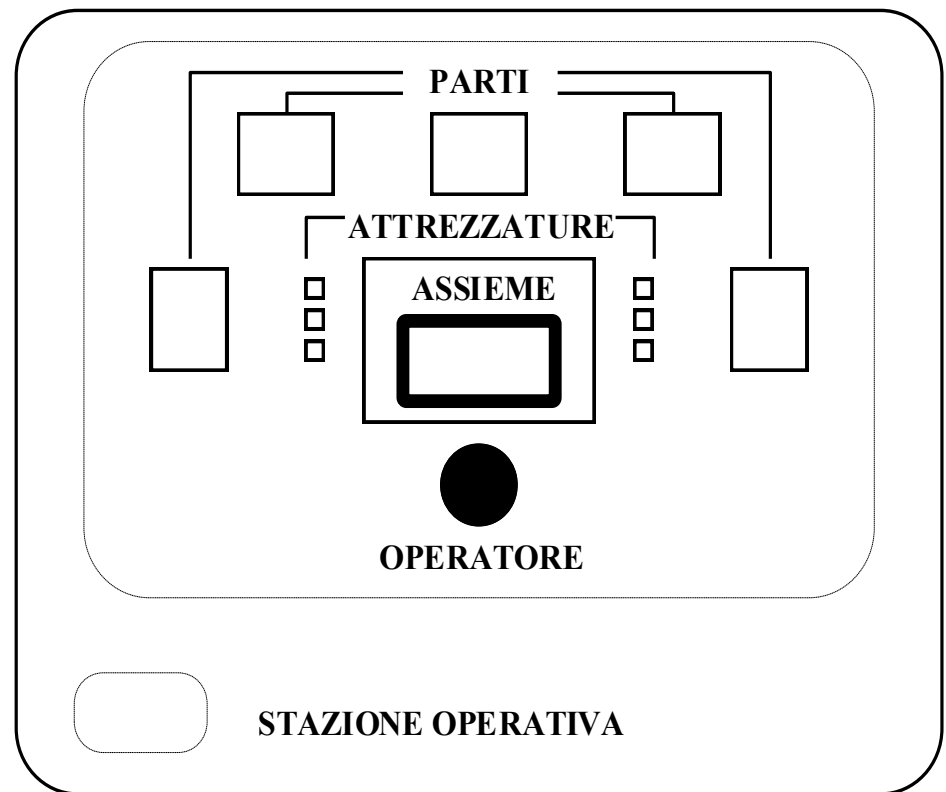
Il ciclo di montaggio (o assemblaggio) di un prodotto può essere descritto mediante un grafo che identifica le precedenze tra le operazioni

Ogni operazione è caratterizzata da un valore medio e una deviazione standard



Montaggio a posto fisso

- Adatto a montaggi di oggetti di grandi dimensioni e peso (macchine utensili, aeroplani...)
- L'oggetto da montare rimane in posizione fissa, i componenti, le attrezzature e la manodopera convergono sulla postazione



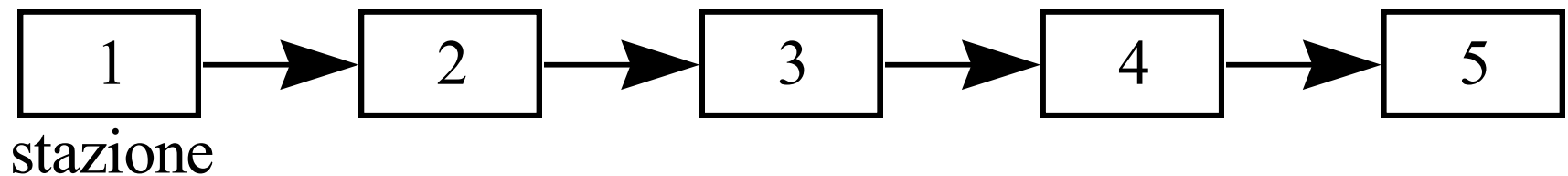
Montaggio a posto fisso

- Lavoro dell'operatore molto vario
- Rapido avvio di nuove produzioni
- Investimento ridotto
- Flusso intrecciato delle parti
- Elevato WIP
- Notevole occupazione di spazio
- Difficile addestramento della manodopera
- Elevati costi di manodopera



I sistemi a trasferimento

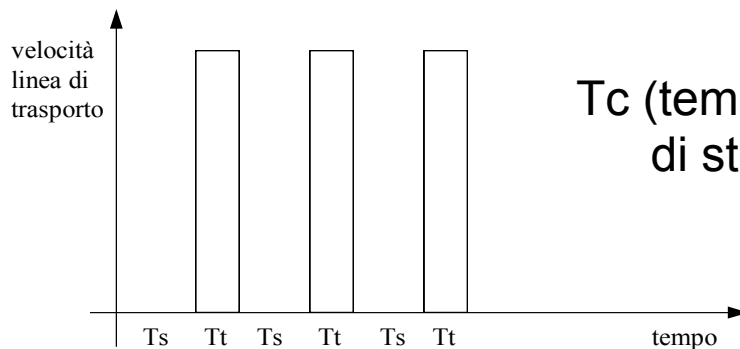
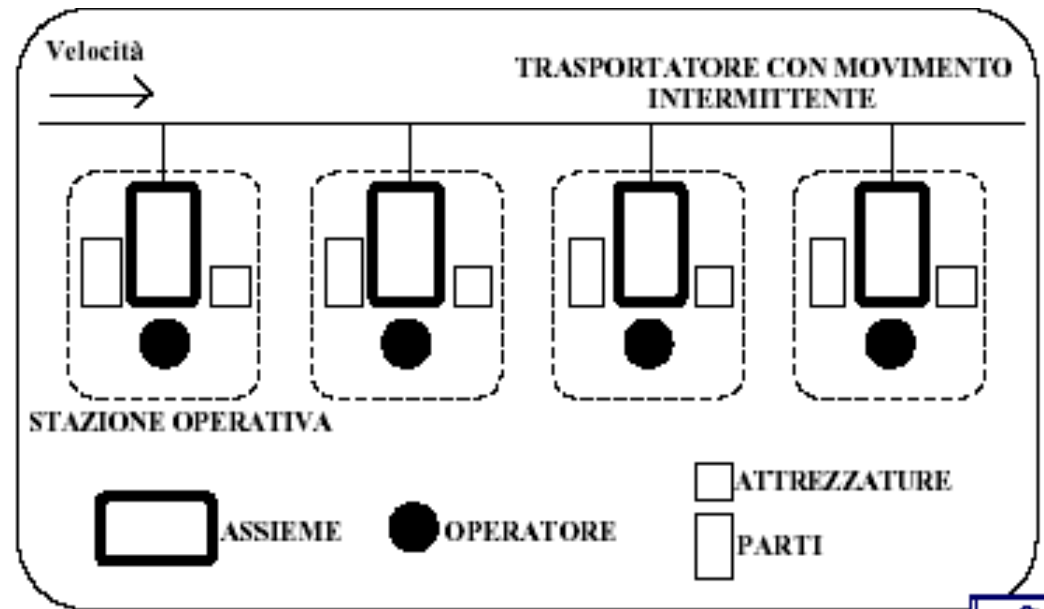
- Classica soluzione della catena (linea) di montaggio in cui vi sono una serie di stazioni in cui possono lavorare uno o più operatori a seconda delle dimensioni del pezzo



Alcune definizioni

- T_s = tempo di stazione (tempo disponibile per ogni stazione operativa)
- T_c = tempo di ciclo (tempo intercorrente tra l'uscita di un assieme e il successivo dalla linea)
- T_{m_i} = tempo di montaggio attribuito alla stazione i-esima (sommatoria dei tempi medi M_k delle operazioni assegnate alla stazione i-esima)
- T_{tm} = tempo totale di montaggio (contenuto di lavoro dell'assieme)
- $S_i = \frac{T_{m_i}}{T_s}$ = saturazione dell'operatore della stazione i-esima

Linea a trasferimento vincolato a intermittenza



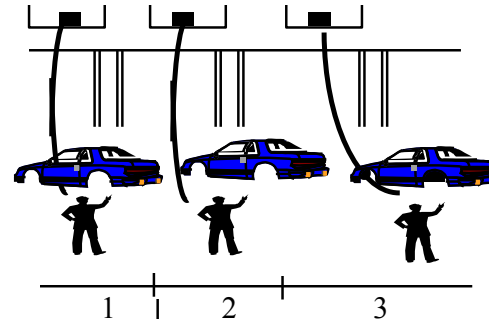
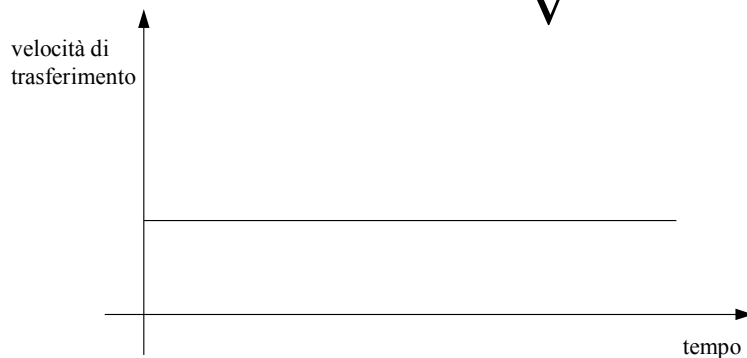
$$T_c \text{ (tempo di ciclo)} = T_s \text{ (tempo di stazione)} + T_t \text{ (tempo di trasferimento)}$$

Linea a trasferimento vincolato continuo

Il sistema di trasporto si muove a velocità costante V molto bassa, mentre le stazioni sono poste a distanza $L = \text{costante}$

In questo caso il tempo di stazione è $T_s = T_c$ (il tempo di trasferimento è mascherato) ed è dato da:

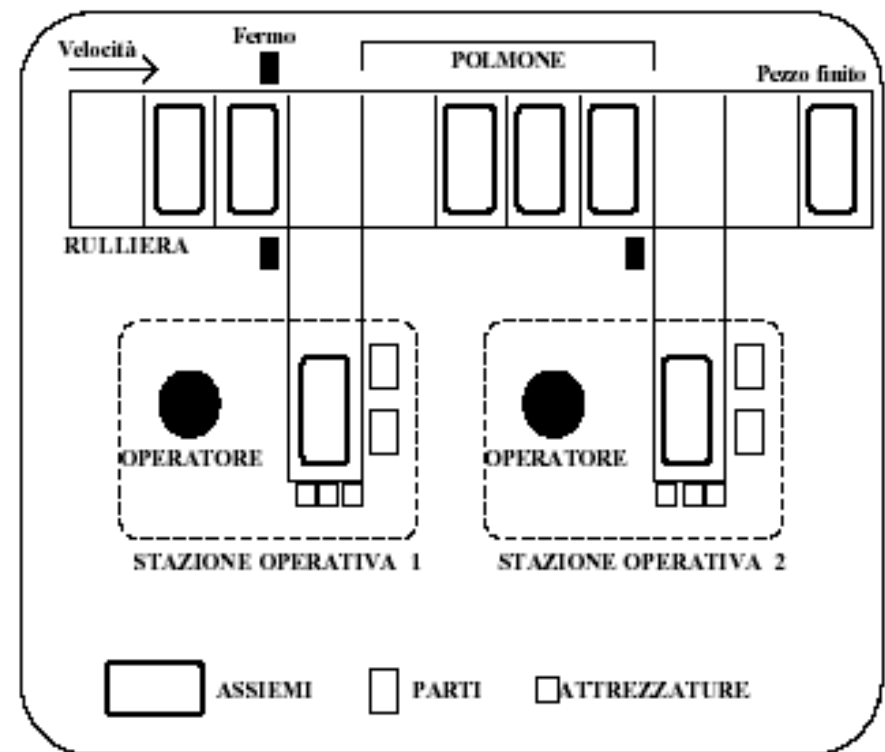
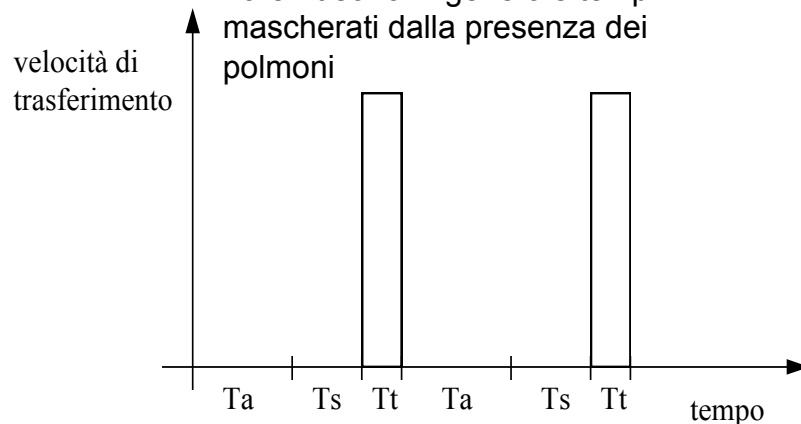
$$T_s = T_c = \frac{L}{V}$$



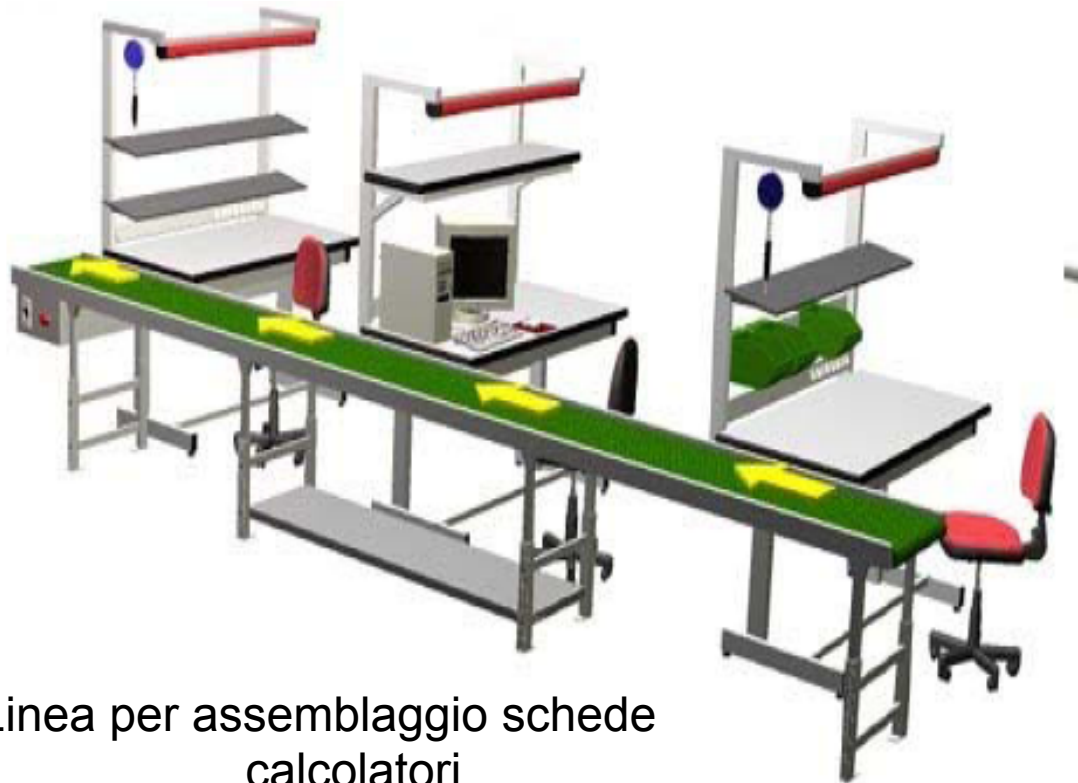
Linea a trasferimento non vincolato

- Isole di montaggio
- Presenza di "polmoni" situati tra una stazione e l'altra
- Il generico assieme in montaggio attende un tempo T_a (tempo d'attesa) prima di entrare in una stazione operativa; quando entra vi resta per il tempo di stazione T_s ; infine vi è il tempo di trasferimento T_t

- Dal punto di vista del sistema i tempi T_a e T_t sono in generale tempi mascherati dalla presenza dei polmoni



Linea a trasferimento non vincolato



Linea per assemblaggio schede
calcolatori

I sistemi a trasferimento

■ Difetti

- Il tempo di ciclo è deterministico, mentre la durata delle operazioni manuali no
- Parcellizzazione delle mansioni
- Tempo di avvio nuove produzioni elevato

■ Pregi

- Rispetto al posto fisso permette di elevati volumi produttivi con costi ed ingombri ridotti
- La soluzione in linea a trasferimento massimizza l'efficienza e la razionalità impiantistica



Sistemi ad isola di montaggio



Sintesi dei sistemi di montaggio

