



Programmazione della produzione nei sistemi automatizzati

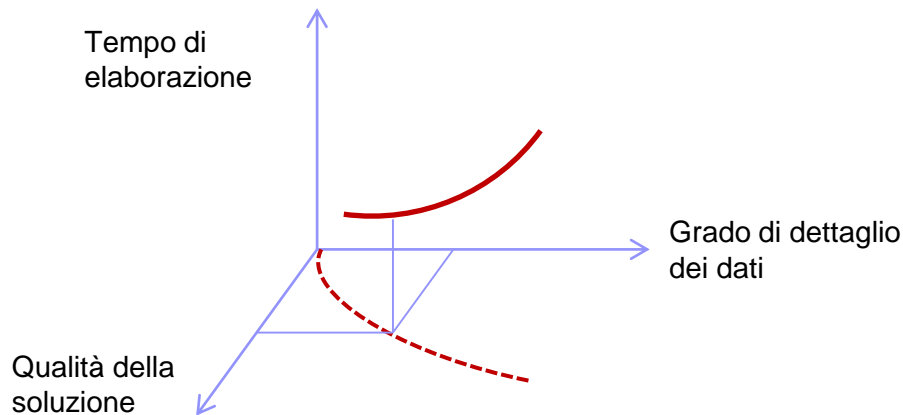
Programmazione della produzione

- Pianificazione di lungo periodo: quali prodotti collocare sul mercato (livello strategico)
- Pianificazione aggregata o di medio periodo: formulazione di un piano principale di produzione (livello strategico)
- Programmazione di breve termine: allocazione delle risorse produttive
- Controllo operativo: collegamento e sincronizzazione fasi del processo produttivo

Nel caso di sistemi automatizzati le metodologie tradizionali non supportano le fasi di programmazione a breve termine e controllo operativo

Programmazione operativa

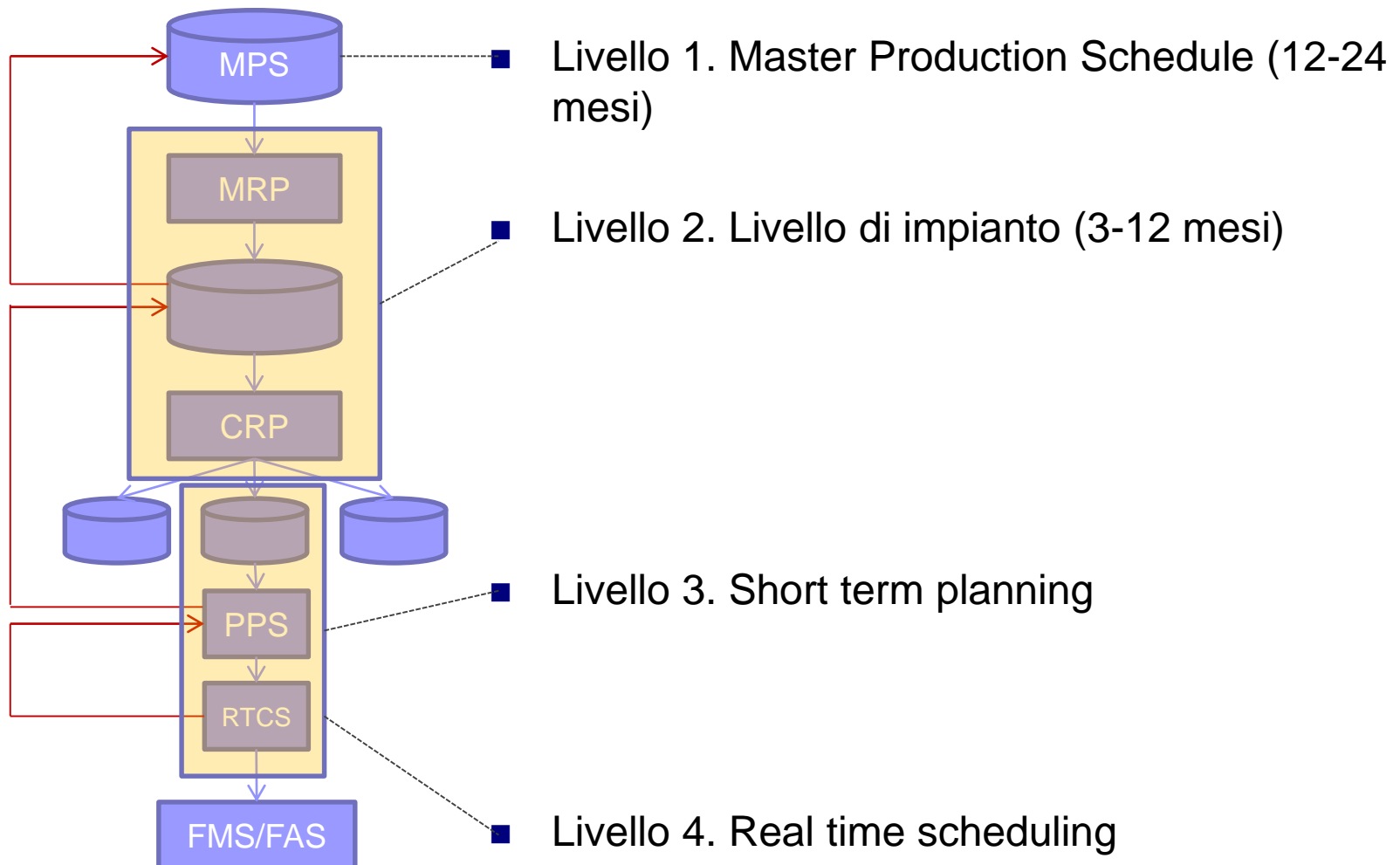
- Un sistema automatizzato ha risposte più prevedibili (minor incidenza del fattore umano)
- Il sistema di supervisione dell'impianto è costantemente a conoscenza dello stato delle macchine e dell'avanzamento dei lavori (maggiori informazioni disponibili)
- Scelta del grado di dettaglio dei dati rispetto a qualità della soluzione e tempo di elaborazione



Programmazione operativa

- Si spezza il problema in sotto-problemi (suddivisione in fasi), ciascuno dei quali considera una fase con diversi orizzonti di programmazione
- E' possibile programmare un periodo di tempo sufficientemente lungo senza che penalizzare tempi di calcolo e qualità della soluzione
- Si utilizzano dati dettagliati ma in quantità ridotta per istanti di tempo prossimi all'istante di avvio della produzione e dati più aggregati per le fasi a monte
- Con questo approccio:
 - Migliore gestione delle modifiche al portafoglio ordini
 - Disaccoppiamento delle fasi, che genera una migliore gestione delle decisioni
 - Diverse fasi consentono diversi gradi di sofisticazione degli algoritmi usati
 - Programmi più snelli e facilmente mantenibili
 - Migliore gestione di funzionamenti degradati in quanto si rimandano al più tardi le decisioni, reagendo solo nelle fasi interessate.

Programmazione operativa



Production planning system (PPS)



Production planning system (PPS) - Obiettivi

- saturazione delle macchine;
- minimizzazione del WIP;
- minimizzazione dei cambi;
- rispetto delle date di consegna;
- minimizzazione del Flow time;
- minimizzazione del Tardiness;
- minimizzazione del Makespan;
- una combinazione dei precedenti.

Production planning system (PPS) - Vincoli

- Disponibilità di attrezzature
- disponibilità dei grezzi e dei componenti (rispettivamente nel caso di fabbricazione e di montaggio);
- capacità produttiva (non si può programmare un numero di job che superi la capacità produttiva, senza incorrere in ritardi);
- capacità fisica di contenimento o capacità del sistema;
- date di consegna (divengono un vincolo nel momento della programmazione);
- cicli (è necessario verificare che nell'archivio CAD\CAM i cicli siano disponibili).

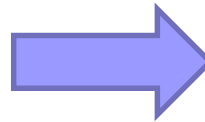
Real Time Control System (RTCS) - Attività

- **LOADING**, che comprende le fasi di:
 - loading: cioè quale tipo di parte caricare nel sistema;
 - timing: scelta del momento in cui caricare una nuova parte nel sistema.
- **OPERATION SEQUENCING**, che comprende le fasi di:
 - routing: quale macchina fisica deve lavorare una certa parte a fronte di più macchine alternative;
 - dispatching: quale parte deve entrare in macchina tra quelle in coda.

Real Time Control System (RTCS) – Regole di loading

■ REGOLA BL1

$$IB_j = \frac{\sum_{i=1}^m F_{ij}}{\max\{F_{ij}\} \times m}$$



Scelgi j tale che:

$$IB_j = \max\{IB_j\}$$

- $i = 1, \dots, m$: indice della macchina
- m : numero di macchine;
- j : indice del job
- C_i : carico di lavoro attuale sulla macchina i ;
- T_{ij} : tempo di lavoro del job j sulla macchina i ;
- $F_{ij} = C_i + T_{ij}$: carico di lavoro sulla macchina i conseguente al caricamento del job j nel sistema.

Real Time Control System (RTCS) – Regole di loading

■ REGOLA BL2

$$IB_j^* = \sum_{i=1}^m \left[\frac{Cs_i}{\max\{Cs_i\}} - \frac{F_{ij}}{\max\{F_{ij}\}} \right]^2$$

Scelgi j tale che:

$$IB_j^* = \min \left\{ IB_j^* \right\}$$

- Cs_i è il carico complessivo sulla macchina i relativo ad un assegnato orizzonte temporale.

Real Time Control System (RTCS) – Regole di loading

■ REGOLA BL3

$$IB_j^{**} = \sum_{i=1}^m \left[\frac{Cs_i}{\max\{Cs_i\}} - \frac{F_{ij}}{F_j} \right]^2$$

Scelgi j tale che:

$$IB_j^{**} = \min_j \left\{ IB_j^{**} \right\}$$

- F_j è il carico di lavoro presente nel sistema, conseguente alla introduzione del job j , sulla macchina che ha il carico massimo nell'orizzonte temporale considerato per il calcolo di Cs_i (macchina per la quale risulta $Cs_i = \max$).

Real Time Control System (RTCS) – Regole di loading

- Regola RND (RANDOM)
 - *Criterio di loading:* scegli j casualmente.
- Regola BN2
 - *Criterio di loading:* scegli j con il massimo tempo di lavorazione sulla macchina che ha il maggior carico di lavoro rimanente (calcolato solo tenendo conto dei job non ancora introdotti nel sistema).

Real Time Control System (RTCS) – Regole di dispatching

- SPT (Shortest Processing Time) o SIO (Shortest Imminent Operation) o semplicemente SI: viene caricato il job che ha il tempo di lavorazione più breve sulla macchina considerata.
- LPT (Longest Processing Time): viene caricato il job che ha il tempo di lavorazione più lungo sulla macchina considerata.
- TSPT (Truncated SPT): vale la regola SPT, ma quando un job supera un tempo di attesa prefissato viene forzato fuori dalla coda con la regola FIFO (descritta in seguito).

Real Time Control System (RTCS) – Regole di dispatching

- LWKR (Least Work Remaining): viene caricato il job che ha minor tempo complessivo di lavorazione sulle macchine ancora da visitare.
- TWORK (Total Work): viene caricato il job il cui ciclo presenta il minimo tempo di lavorazione complessivo (somma dei tempi di tutte le operazioni del job).
- MSUT (Minimum Setup Time): viene schedulato il job che comporta, dato lo stato della macchina, il minimo tempo di setup.

Real Time Control System (RTCS) – Regole di dispatching

- FIFO (First In First Out): viene selezionato il primo job entrato in coda.
- LIFO (Last In First Out): viene selezionato l'ultimo job entrato in coda.
- FISFS (First In the System First Served): viene selezionato il job entrato per primo nel sistema nel suo complesso.

Real Time Control System (RTCS) – Regole di dispatching

- FROP (Fewest Remaining Operations): viene selezionato il job con il minor numero di operazioni ancora da eseguire (cioè più vicino al completamento).
- MROP (Most Remaining Operations): viene selezionato il job con il maggior numero di operazioni ancora da eseguire.
- EDD Earliest Due Date
- Slack
- Slack per operations