

MUSP

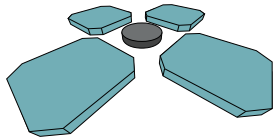
Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

Laboratory for innovation

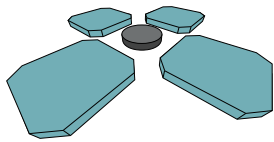
MUSP

**Macchine utensili e sistemi di
produzione**

Laboratorio MUSP
www.musp.it



- La schedulazione della produzione
- Gli obiettivi nella schedulazione
- Le problematiche legate alla schedulazione della produzione
- I principali approcci matematici alla schedulazione
- I principali approcci software alla schedulazione
- Problemi aperti



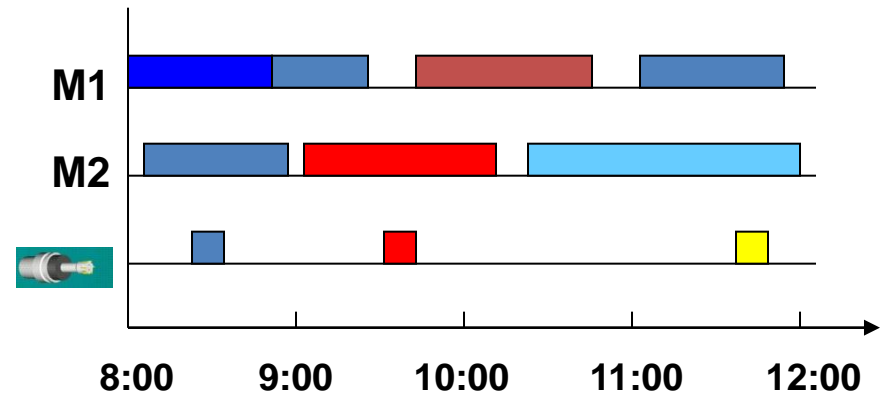
MUSP

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

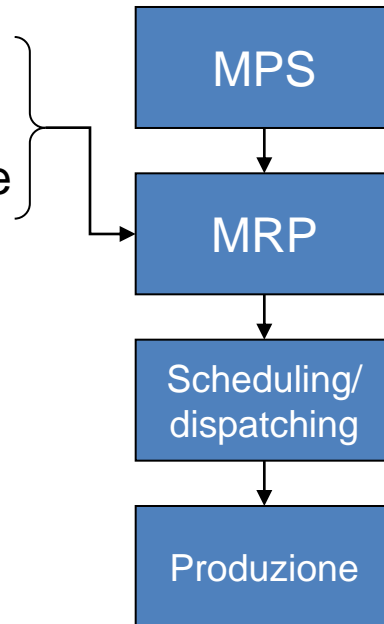
Scheduling

Allocare temporalmente, secondo specifici criteri ben definiti, un insieme di risorse (limitate) ad attività da eseguire.

Risorse



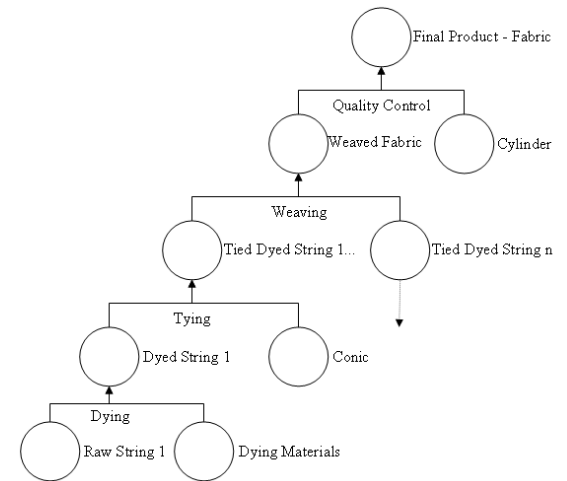
Distinta base
Fasi e tempi
Risorse produttive

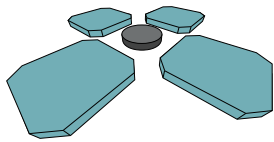


piano aggregato

data di rilascio
data di consegna

piano di dettaglio



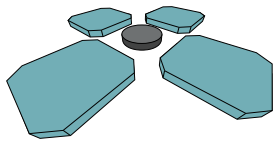


MUSP

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

Obiettivi

- Elevata soddisfazione del cliente:
puntualità delle consegne
- Bassi livelli di scorte e semilavorati: WIP (Work In Process) e FGI (Finished Good Inventories)
- Alto utilizzo dei macchinari

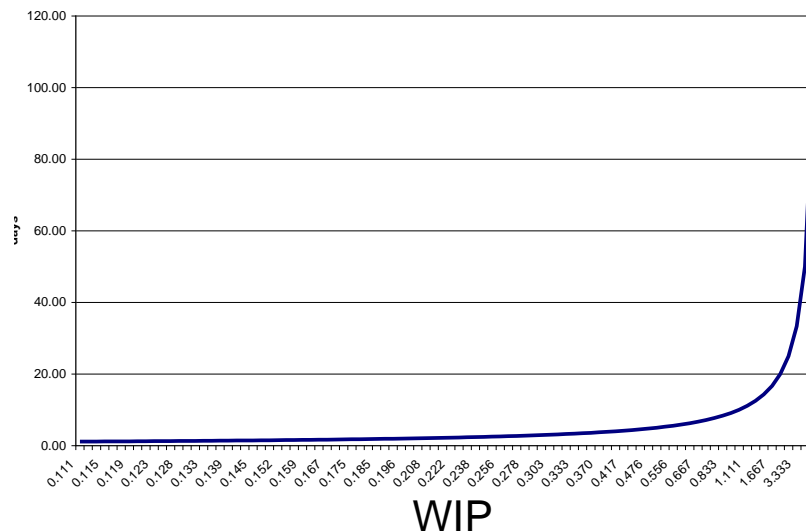


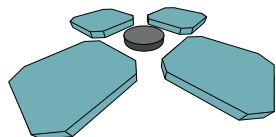
- **Livello di servizio:** percentuale/frazione di ordini consegnati in tempo. Frequentemente utilizzato in sistemi Make to order.
- **Tasso di riempimento:** percentuale/frazione di domanda soddisfatta da FGI. Frequentemente utilizzato in sistemi Make to stock.
- **Lateness:** differenza fra la data in cui l'ordine deve essere consegnato (due date) e la data di consegna. Il valore medio ha poco senso pratico, più utile una misura di variabilità.
- **Ritardo:** uguale a *lateness* se l'ordine è in ritardo, valore nullo se in anticipo. Il valore medio è utile per il controllo della produzione.

Riduzione del WIP \Rightarrow
riduzione del tempo nel
sistema produttivo

- Riduzione dei costi:
meno denaro in scorte
- Aumento della qualità:
rapida identificazione
dei difetti
- Maggiore flessibilità nel
rilascio degli ordini di
produzione
- Miglioramento delle
previsioni

Lead time

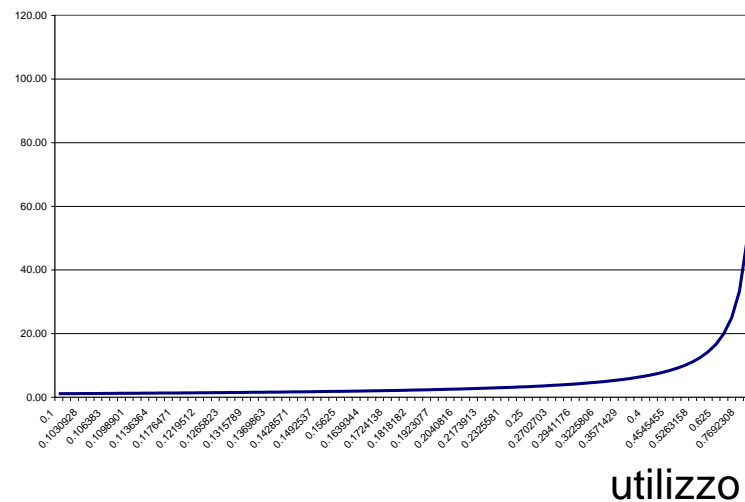


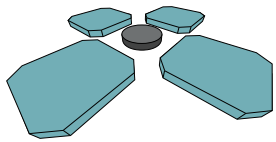


Elevati utilizzi portano al raggiungimento di alti valori di ROI (Return On Investment)

- 100% di utilizzo è impossibile
- Il valore massimo raggiungibile è strettamente legato alla variabilità del processo
- Il valore target di utilizzo è una decisione strategica

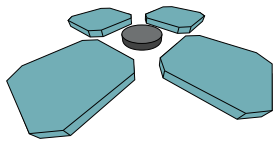
Lead time



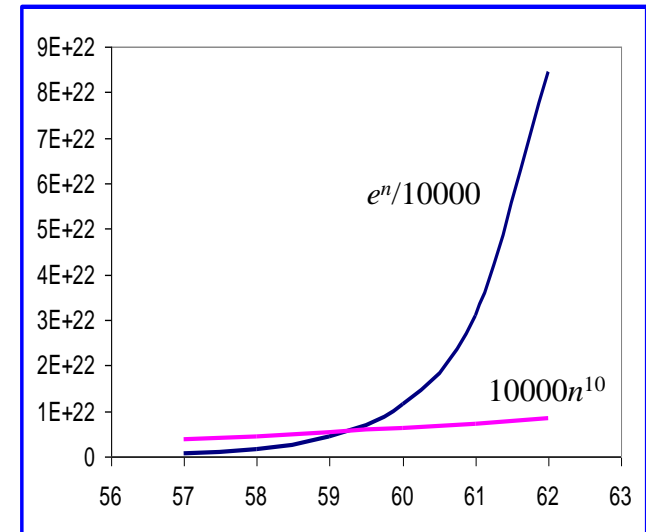


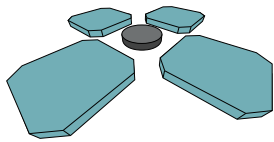
Il piano di schedulazione deve rispettare un insieme di vincoli specifici dell'azienda:

- precedenze tecnologiche
- finestre temporali in cui eseguire le attività
- capability delle macchine
- disponibilità dei materiali



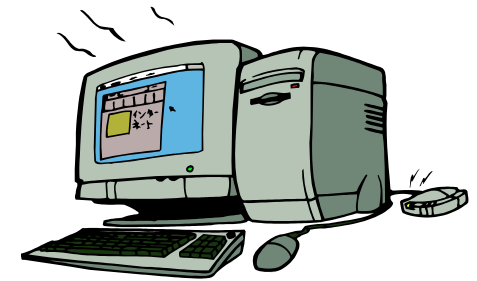
- Classi di complessità:
 - Classe P: i problemi P hanno soluzione polinomiale.
 - Classe NP: i problemi NP **non** hanno soluzione polinomiale.
- Esempio: **I problemi di sequenziamento crescono come n!**
 - $3! = 6,$
 - $4! = 24,$
 - $5! = 120,$
 - $6! = 720,$
 - ...
 - $10! = 3,628,800,$
 - ...
 - $13! = 6,227,020,800$
 - $25! = 15,511,210,043,330,985,984,000,000$



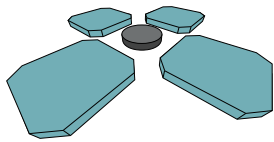


- **Quante attività possiamo schedulare in modo ottimo ?**

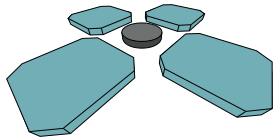
Number of Jobs	Computer Time
5	0.12 microsec
6	0.72 microsec
7	5.04 microsec
8	40.32 microsec
9	362.88 microsec
10	3.63 millisecc
11	39.92 millisecc
12	479.00 millisecc
13	6.23 sec
14	87.18 sec
15	21.79 min
⌚	⌚
20	77,147 years



© Wallace J. Hopp, Mark L. Spearman, 1996-2002

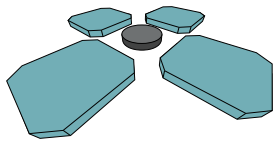


- **Tempi di calcolo: algoritmi NP algorithms sono lenti.**
- **Tecnologia: computer più veloci non aiutano a risolvere problemi NP**
- **Complessità: i problemi reali di schedulazione hanno complessità NP**
- **Dimensioni: centinaia di ordini di produzione da sequenziare; impossibile trovare la soluzione ottima.**
- **Robustezza: presumibilmente, oltre alla soluzione ottima, esistono diverse altre “buone” soluzioni.**
- **Euristiche: algoritmi polinomiali possono essere utilizzati per trovare buone soluzioni. Alcuni esempi:**
 - Simulated Annealing
 - Tabu Search
 - Algoritmi genetici

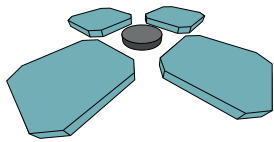


- **Schedulazione classica:**
 - **Vantaggi** – Sequenze ottime
 - **Problemi** – ipotesi non corrette.
 - Tutti i materiali sono disponibili all'inizio dell'orizzonte di schedulazione.
 - Tempi di processo deterministici.
 - Setup non ammissibili.
 - Guasti non ammissibili.
 - Preemption non ammissibili.
 - Unica funzione obiettivo.

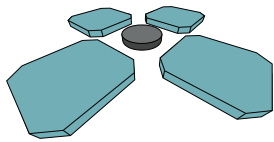
Esiste la soluzione ottima per il caso 2 macchine in sequenza



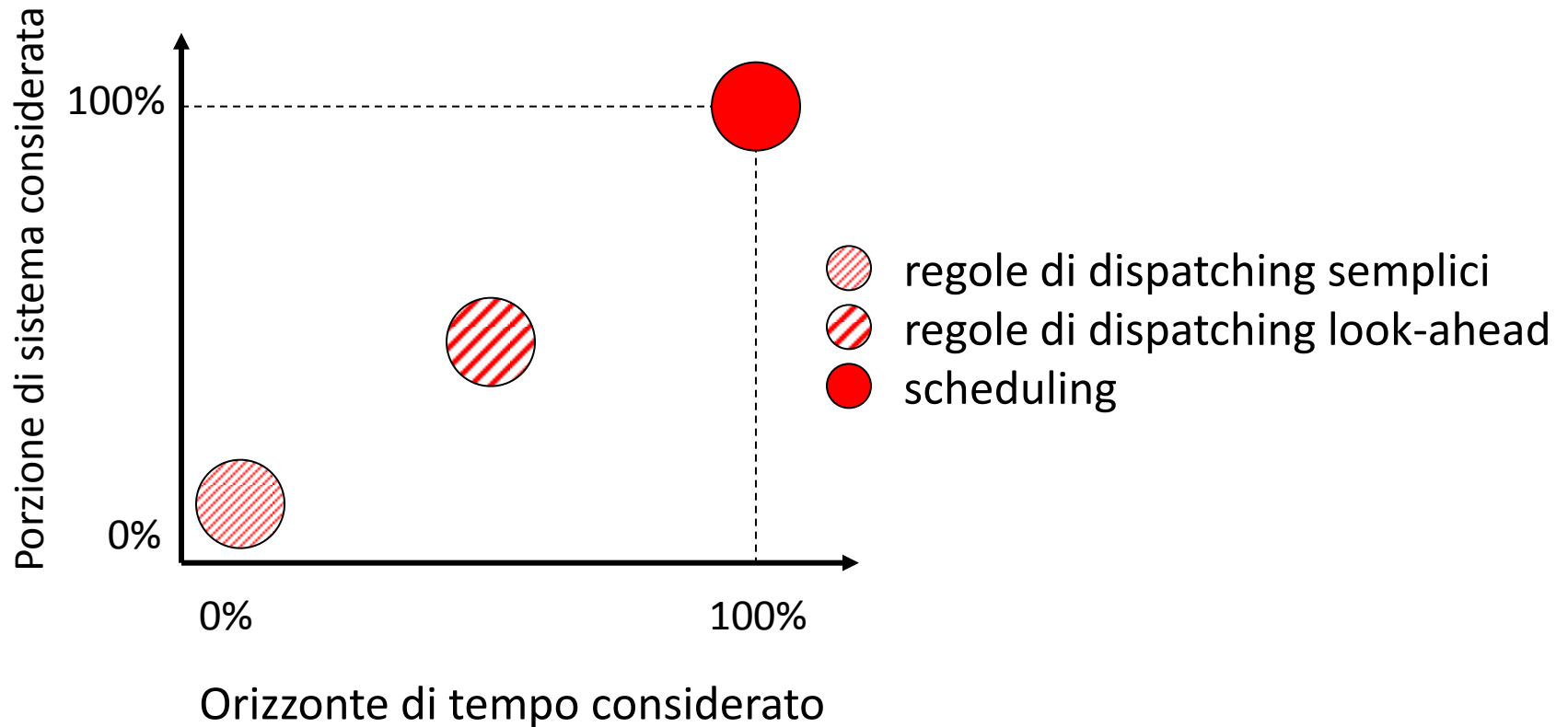
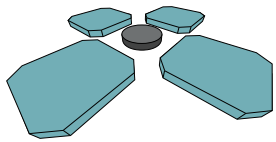
- Violazione delle ipotesi:
 - Ci sono sempre più di 2 macchine da schedulare.
 - I tempi di processo non sono deterministici.
 - Non tutti i materiali sono disponibili dall'inizio.
 - I tempi di processo dipendono dalla sequenza.
- Difficoltà del problema:
 - Non è possibile trovare la soluzione ottima in un problema reale di schedulazione.
 - Gli approcci polinomiali, come il dispatching, potrebbero non funzionare bene .

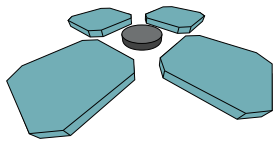


- Date di consegna: **possiamo decidere le date di consegna.**
- Divisione dei job: **possiamo ottenere job più piccoli dividendo job grandi.**
- Schedule ammissibili: **non dobbiamo trovare un piano di schedulazione ottimo, ma solo un buon piano ammissibile.**
- Focus sul collo di bottiglia: **concentrarsi sul processo collo di bottiglia semplifica il problema (macchina singola).**
- Capacità produttiva: **la capacità può essere aggiustata dinamicamente (straordinari, lavoro interinale, ecc.) per rendere il problema di schedulazione ammissibile.**

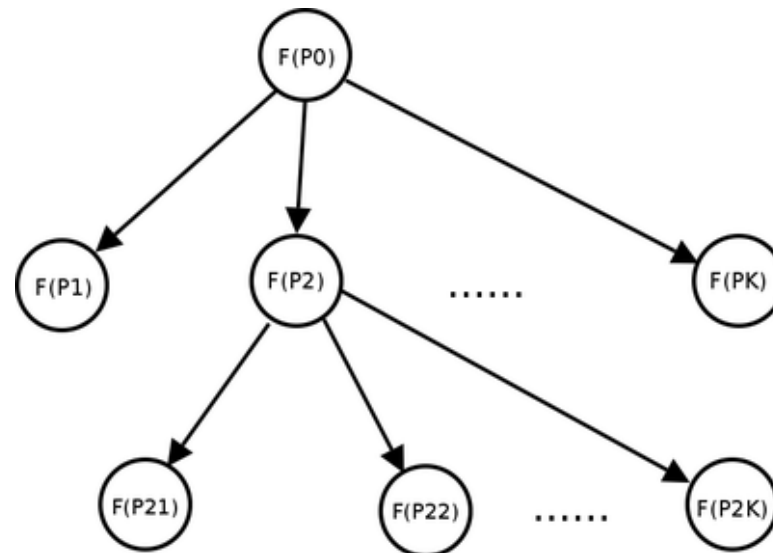


- Dispatching: ordinamento dei job alla macchina (classe P).
- Regole di dispatching:
 - FIFO (First In First Out): La regola più semplice.
 - SPT (Shortest Processing Times): Funziona bene con date di consegna stringenti.
 - EDD (Earliest Due Date): Funziona bene quando i job hanno circa la stessa grandezza.
 - ATCS (Apparent Tardiness Cost with Setups): E' una regola combinata (priorità clienti, set-up, date di consegna).
 -
- Problemi risolti con dispatching:
 - Presentano soluzioni non ottime (a volte anche pessime) e miopi.

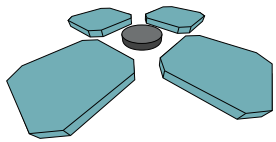




- Branch & bound

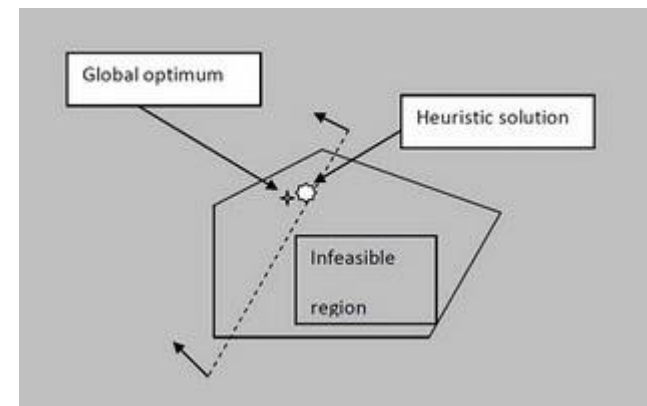
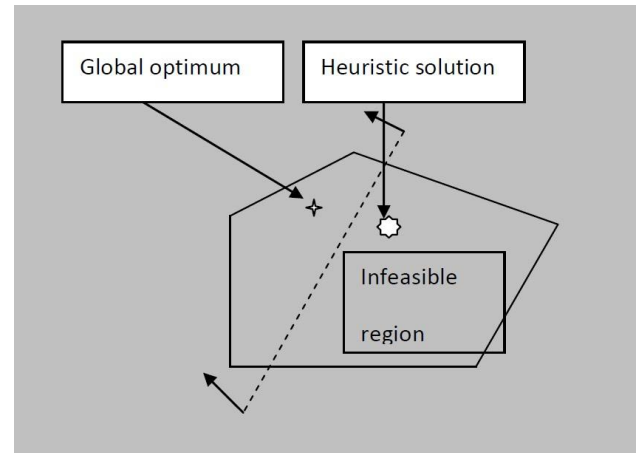
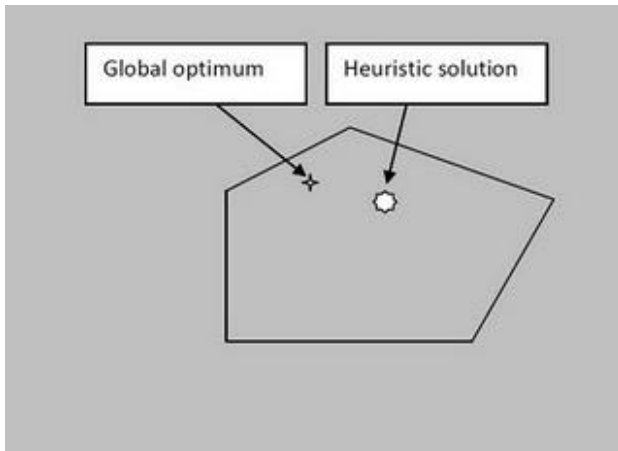


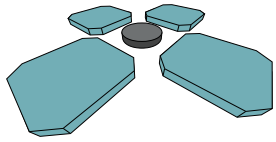
Enumerazione implicita delle alternative



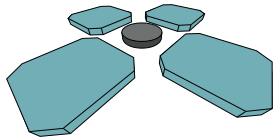
- Piani di taglio

Esempio

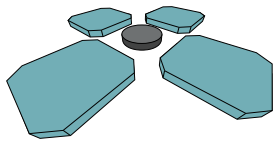




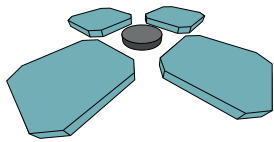
- Constraint programming
- Decomposizione (Master e sottoproblemi)
- Aggregazione (macroattività)



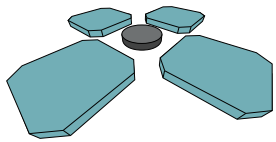
- Hill-Climbing
- Min-Conflicts
- Simulated Annealing
- Tabu-Search
- GSAT
- WalkSat



- Evolutionary algorithms
 - Genetic algorithms
 - Memetic algorithms
- Population based algorithms.
 - Particle swarm algorithms
 - Ant colony algorithms
 - Bees algorithms

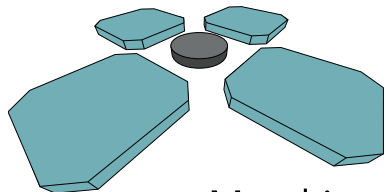


- Fixed leadtime backward scheduling (MRP)
- Rule based forward scheduling (FACTOR)
- AI/Expert System approaches (MIMI)
- Bottleneck scheduling (OPT)
- Heuristics (MADEMA/PROMIS)
- Diagnostic (backward) scheduling (MRP-C)
- Perturbation scheduling



Cosa risolvere ancora ?

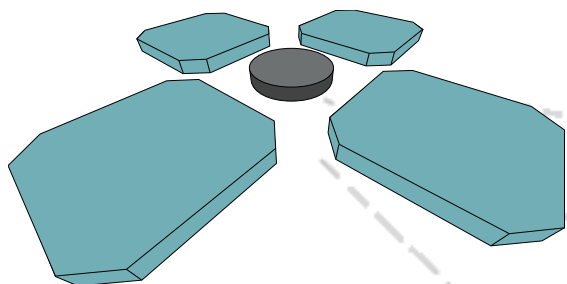
- Dinamico vs statico
- Multi-obiettivo
- Stochastic scheduling
- Distributed scheduling
- Interazione con MRP
- Comprensione dei risultati
- Riconfigurabilità degli algoritmi
- Self-adaptability



MUSP

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

Laboratory for innovation



MUSP

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

Contatti:

www.musp.it

info@musp.it

0523-623190

Grazie

Laboratorio MUSP
www.musp.it