



Ing. Lorenzo Betti – Business Process Re-engineering and Automation

PROGETTAZIONE DI CELLE ROBOTIZZATE

Ing. Lorenzo Betti, 03/05/2006

FASI GENERALI:

- 1) identificazione problema del committente
- 2) comprensione del processo produttivo
- 3) analisi del flusso logico e sintesi del software
- 4) scelta hardware della cella

FASE 1: IDENTIFICAZIONE PROBLEMA DEL COMMITTENTE

per gli asservimenti: \Longrightarrow **AUTOMAZIONE vs UOMINI**

in generale:

- RIDURRE COSTO DELLA PRODUZIONE - ECONOMIE DI SCALA
- MAGGIORE AFFIDABILITA', QUALITA', RIPETIBILITA'
- VELOCIZZARE – AUMENTARE CAPACITA' PRODUTTIVA

→ N. battute / min.

→ Tempo lavoro effettivo / Tempo turno

→ Tempo di ciclo $\left\{ \begin{array}{l} T_{\text{macchinario}} + T_{\text{uomo}} - T_{\text{parallelo}} \\ T_{\text{macchinario}} + T_{\text{robot}} - T_{\text{parallelo}} \end{array} \right.$

FASE 2: COMPrensione DEL PROCESSO PRODUTTIVO

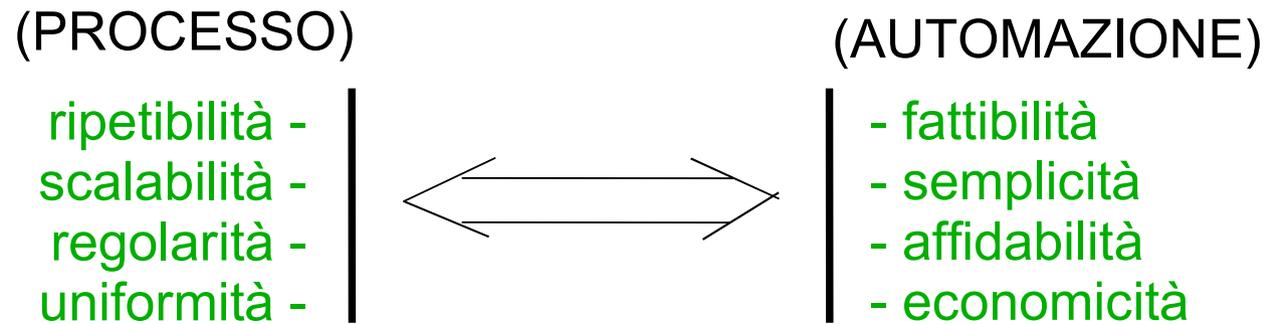
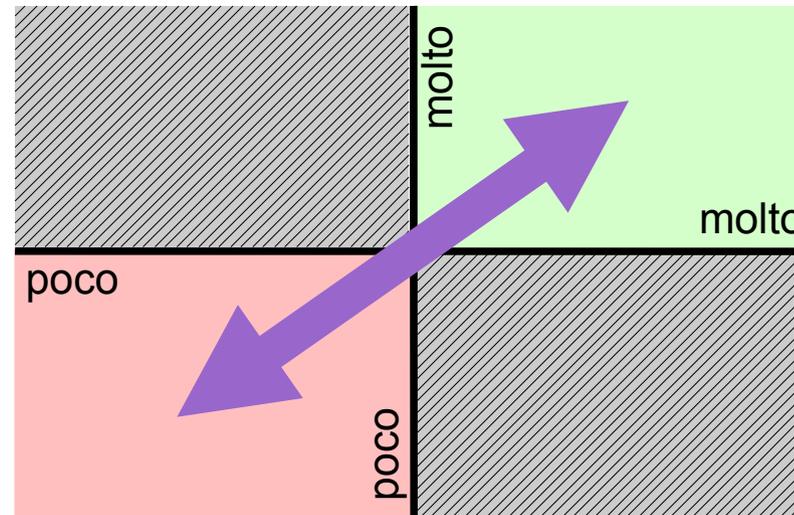


Grafico di raffronto: ripetibilità processo <> fattibilità automazione

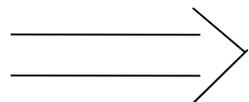


- **Prima di tutto: strutturare il processo produttivo esistente!** -

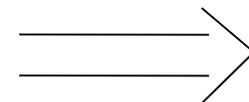
FASE 3: ANALISI FLUSSO LOGICO E SINTESI del SOFTWARE

Fasi salienti:
 (per asservimento)

- singularizzazione (separazione fisica dal gruppo o riconoscimento ottico)
- identificazione (rilevamento caratteristiche peculiari dello specifico pezzo: taglia, colore, dimensione, ecc., rilevamento coordinate e orientamento del pezzo)
- afferraggio (comunicazione con il macchinario, verifiche, movimenti di approccio, gestione delle collisioni, comando attuatori, verifica della presa)
- manipolazione (calcolo punti per traiettorie parametriche, movimenti)
- rilascio (movimenti parametrizzati per rilascio in magazzini a matrice, comando attuatori, comunicazione con nastri trasportatori e macchinari)



analisi operazioni elementari



sintesi routine software

SCELTA HARDWARE DELLA CELLA

- **fattibilità tecnica** (distanze e velocità, incompatibilità, presenza acqua, ambiente aggressivo, settore alimentare, ecc.)
- **end-effector** (pinze, ventose a depressione, mandrini, ugelli, ecc.)
- **scelta robot** (antropomorfo, a portale, cartesiano, scara)
- **spazio di lavoro** (in metri, “curva a fagiolo”)
- **payload** (da 0,5 kg a 250 kg)
- **precisione del robot** (alcuni decimi di millimetro)
- **attrezzature** (posizionatori, tavole portapezzo, nastri trasportatori, ecc.)
- **gradi di libertà** (assi esterni interpolati, g.d.l. reali per portali)
- **assiemaggio in fabbrica o in loco** (plinto in c.a. o telaio, morsetti o connettori)
- **tipi di sensori** (fotocellule a riflessione, a soppressione di sfondo, laser, a infrarossi, proximity, capacitivi, scanner codici a barre, tag RFID, microswitch, ecc.)
- **fattibilità economica!**

ROBOT LEVASTIVALI

FASE 1: Identificazione problema del committente



“TOGLIERE OPERATORE DA FASE DI ESTRAZIONE”

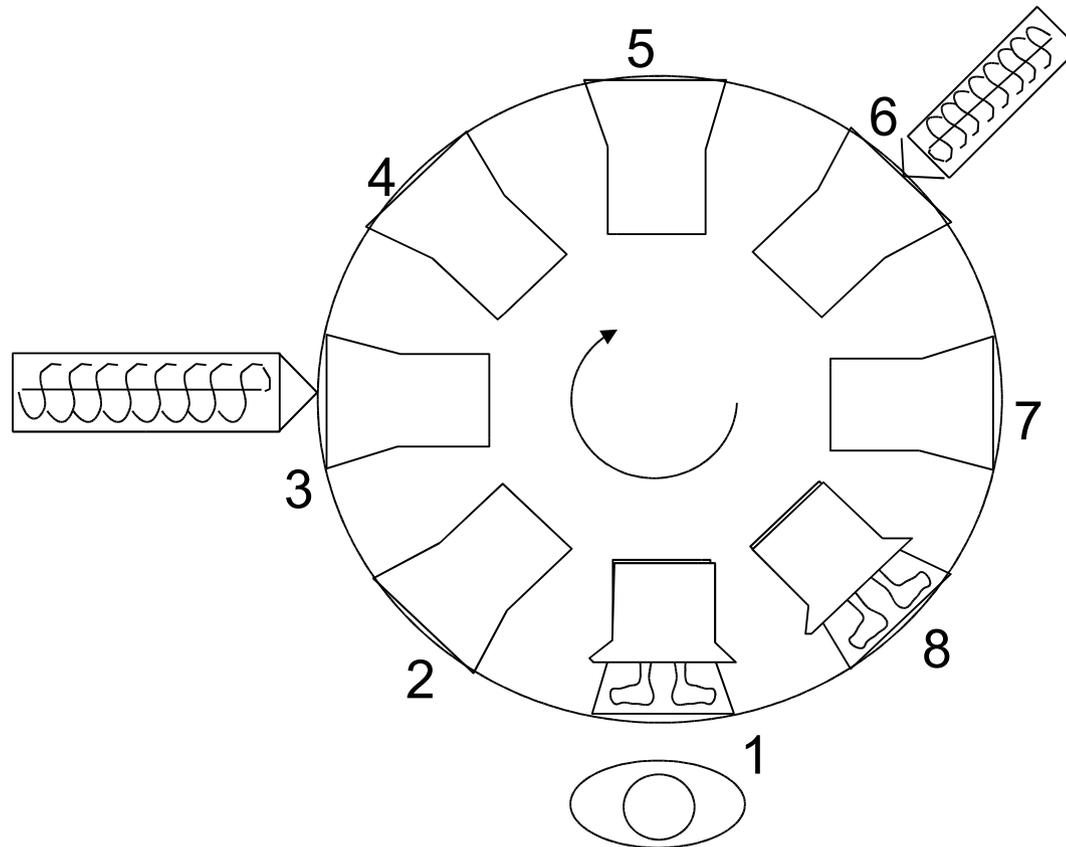
- lavoro faticoso e usurante
- frequenti pause
- ritmo rallentato
- destinarlo ad altro
- ridurre tempo di ciclo
- aumentare tempo di lavoro effettivo

ROBOT LEVASTIVALI

FASE 2: Comprensione del processo produttivo



Copyright© 2006 - Ing. L. Betti
LEVASTIVALI FASE2



REGOLAZIONI preliminari processo:

- **altezza di apertura stampi** (bloccafilotti)
- **timer** (registri del PLC)
- **temperatura** (potenziometri)
- **sistema di raffreddamento** (ripristino condotti)

Sequenza GIOSTRA

(dal sist. rif. stampo)

staz.1: aperto per calza

staz.2: chiude e verifica

staz.3: iniettore colore 1

staz.4: raffredda

staz.5: ruota stampo suola

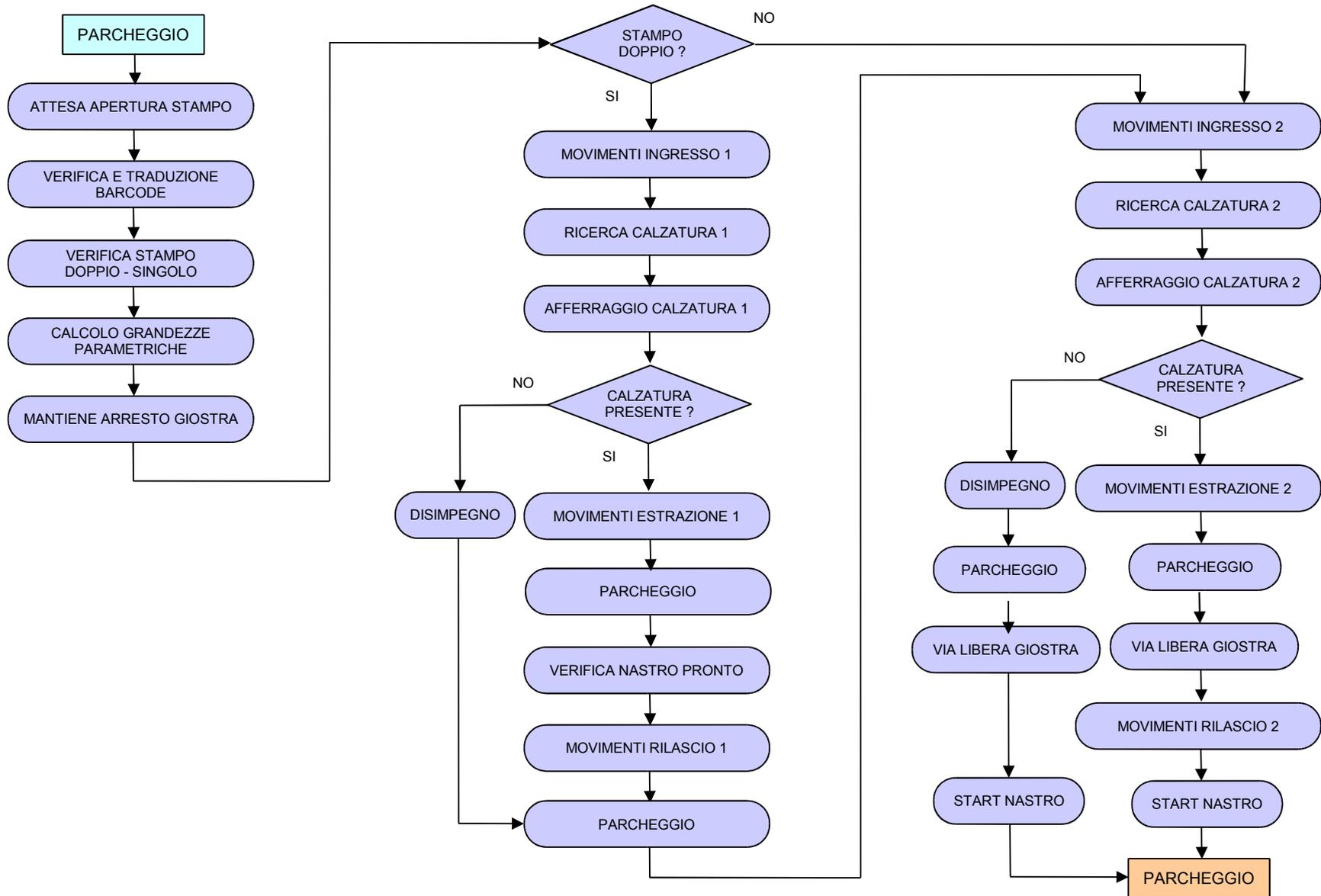
staz.6: iniettore colore 2

staz.7: raffredda

staz.8: apre per estrazione

ROBOT LEVASTIVALI

FASE 3: Analisi del flusso logico e sintesi del software

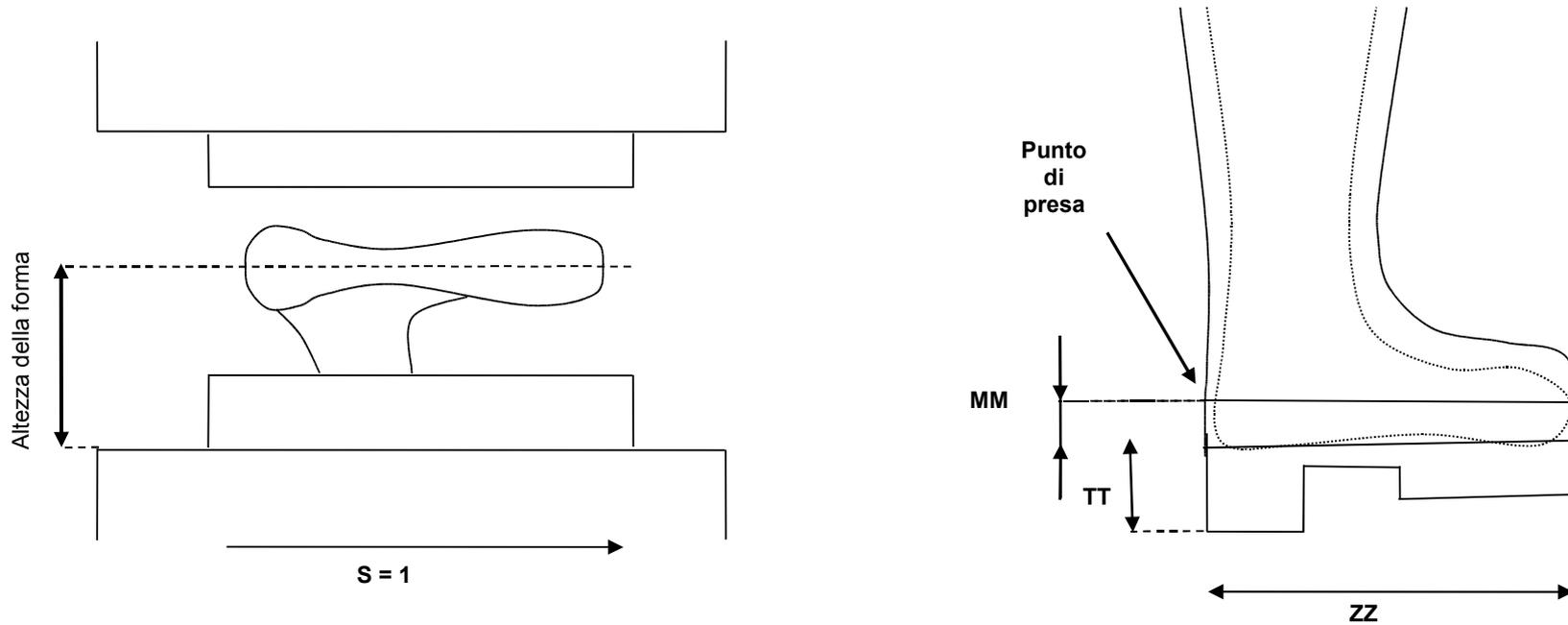


ROBOT LEVASTIVALI

FASE 3 bis: Sintesi del software – grandezze caratteristiche

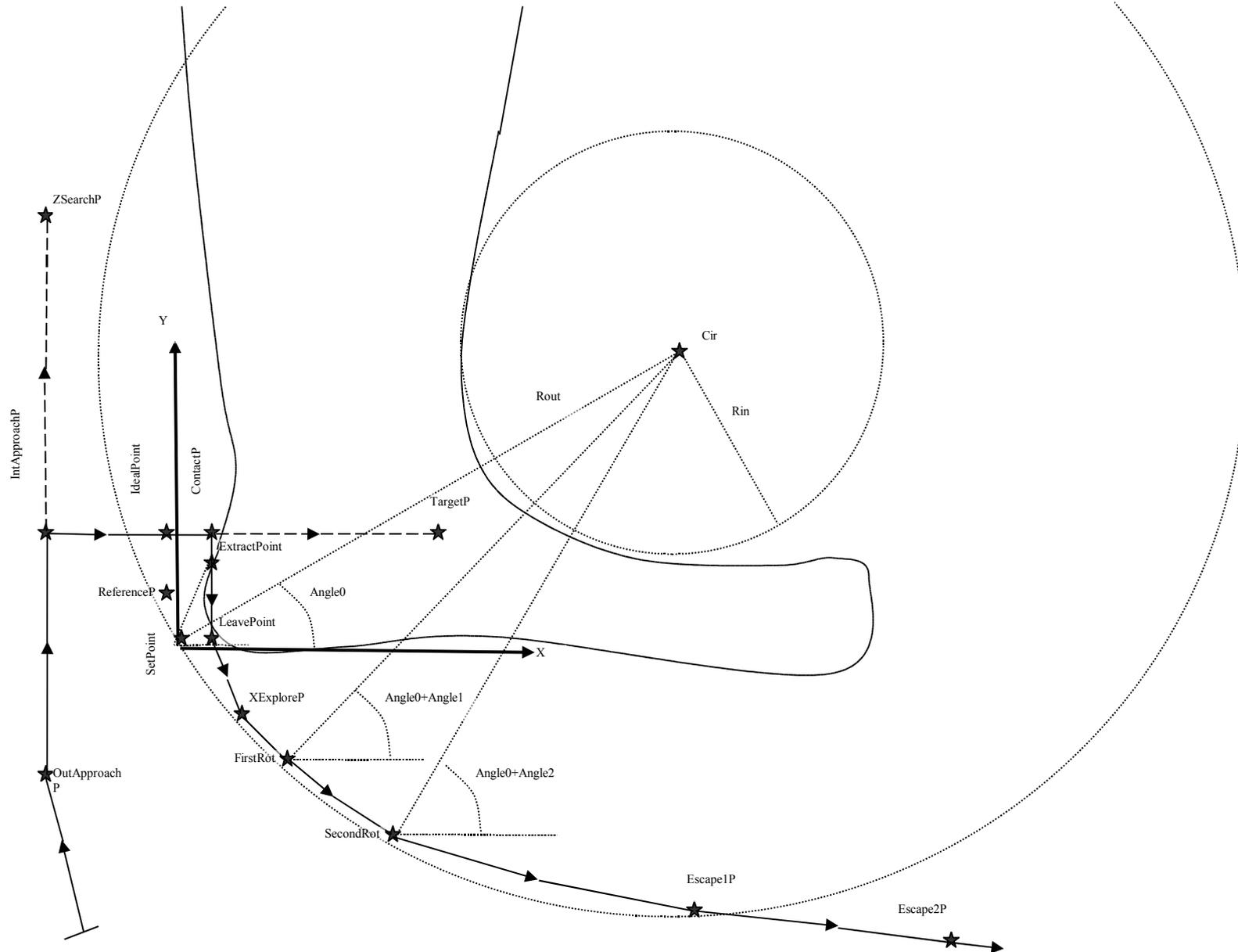
Stringa sul bar code: ZZMMTTS

Tipo: Code128



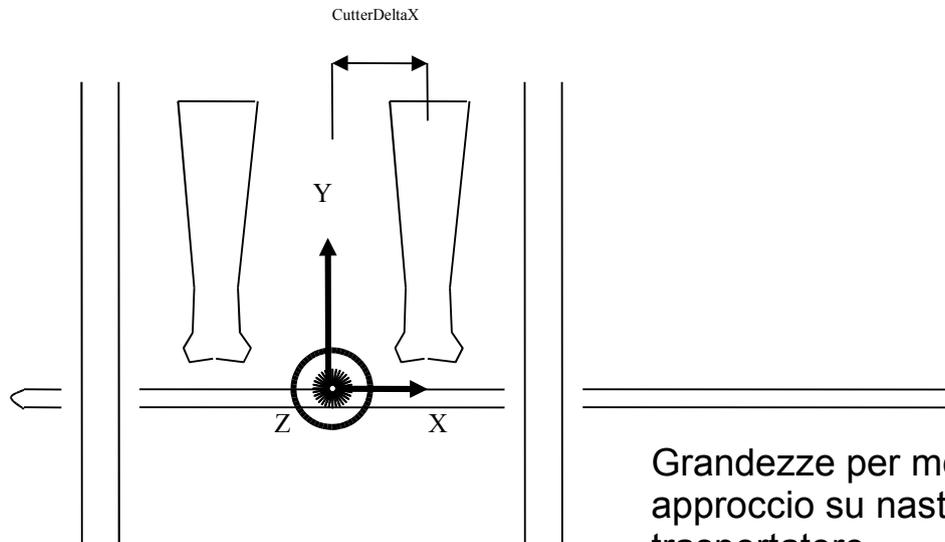
ROBOT LEVASTIVALI

FASE 3 ter: Sintesi del software – grandezze caratteristiche

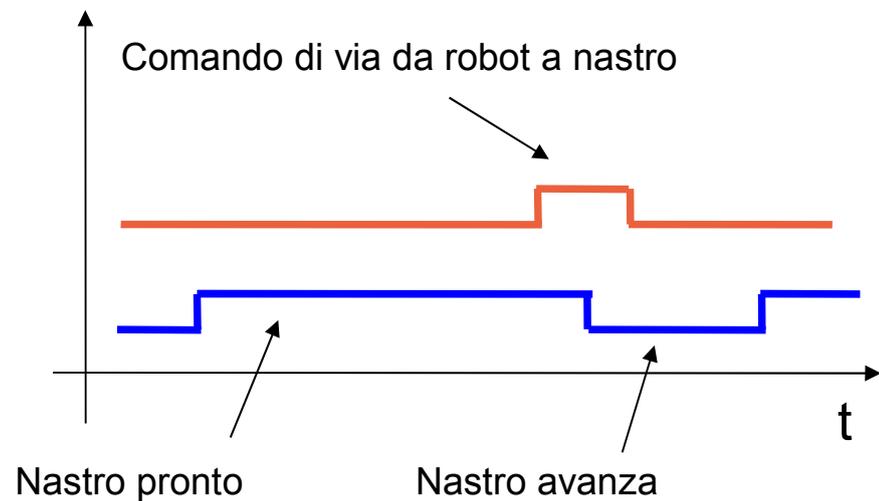


ROBOT LEVASTIVALI

FASE 3 quater: Sintesi del software – grandezze caratteristiche



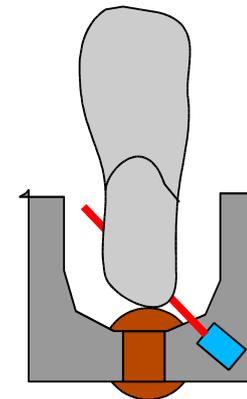
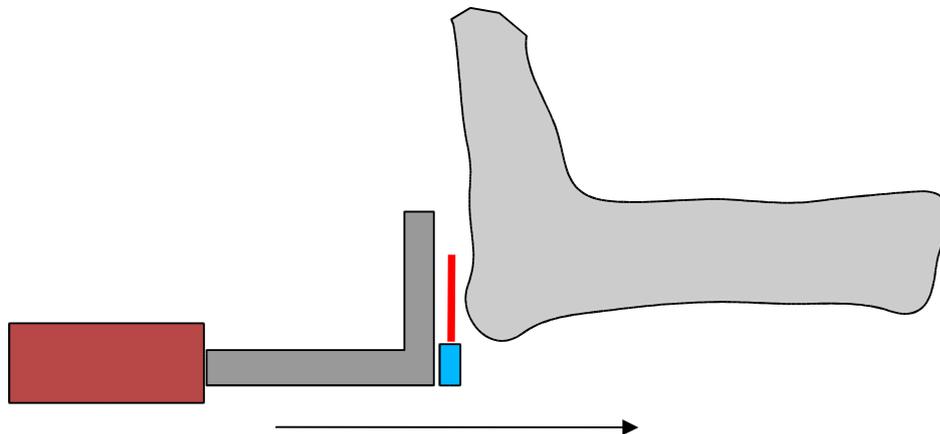
Grandezze per movimenti di
avvicinamento su nastro
trasportatore



ROBOT LEVASTIVALI

FASE 4: Scelta hardware della cella

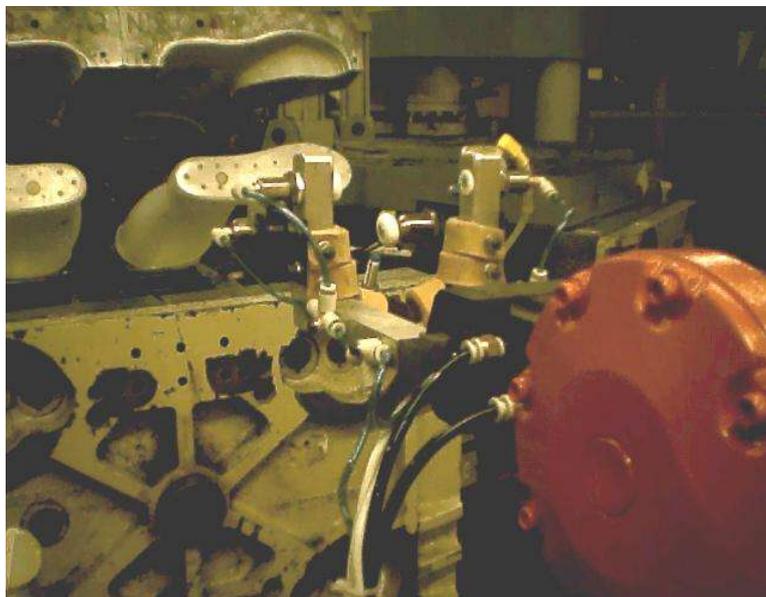
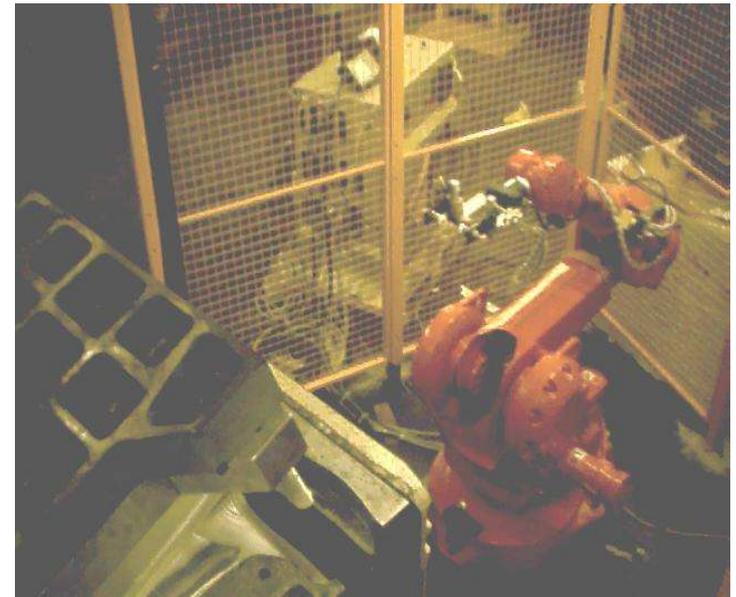
- robot ABB 2400
- payload 16 kg
- scanner bar code per montaggio fisso
- pinza ad apertura parallela con corsa 8 cm
- fotocellula a riflessione per lettura apertura stampo
- fotocellula a infrarossi per lettura stampo doppio o singolo
- fotocellula a soppressione di sfondo per lettura traguardo tacco calzatura



ROBOT LEVASTIVALI



Copyright© 2006 - Ing. L. Betti
LEVASTIVALI IMMAGINI



ROBOT FLAMING

FASE 1: Identificazione problema del committente



“NO PROGRAMMA IN AUTOAPPRENDIMENTO”

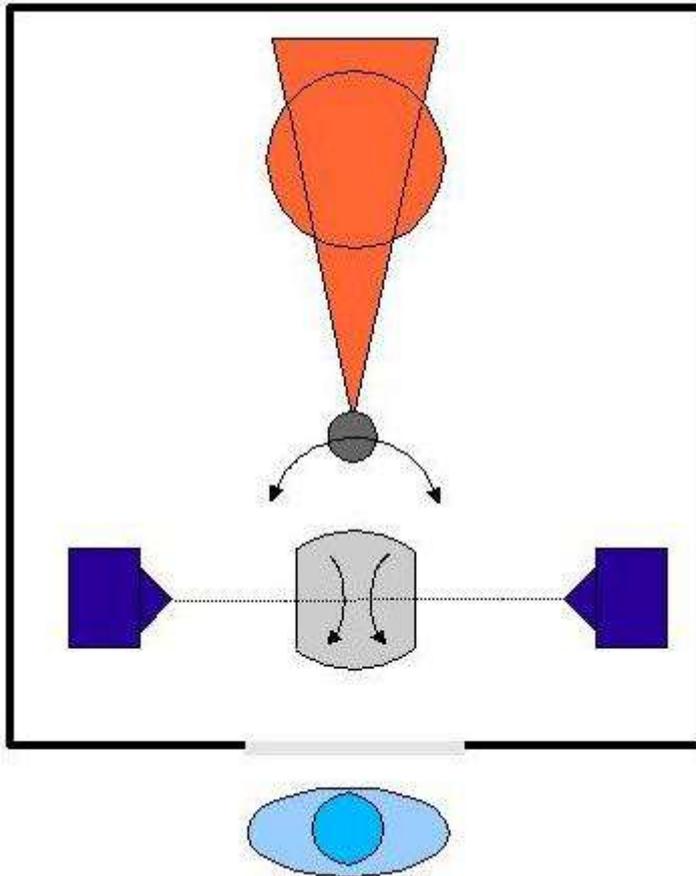
- richiede troppo tempo
- soggetto ad errori dell'operatore
- richiede operatore esperto di programmazione robot
- non ripetibile su modelli diversi
- non assicura qualità
- provoca scarti di produzione

ROBOT FLAMING

FASE 2: Comprensione del processo produttivo



Copyright© 2006 - Ing. L. Betti
FLAMING FASE 2

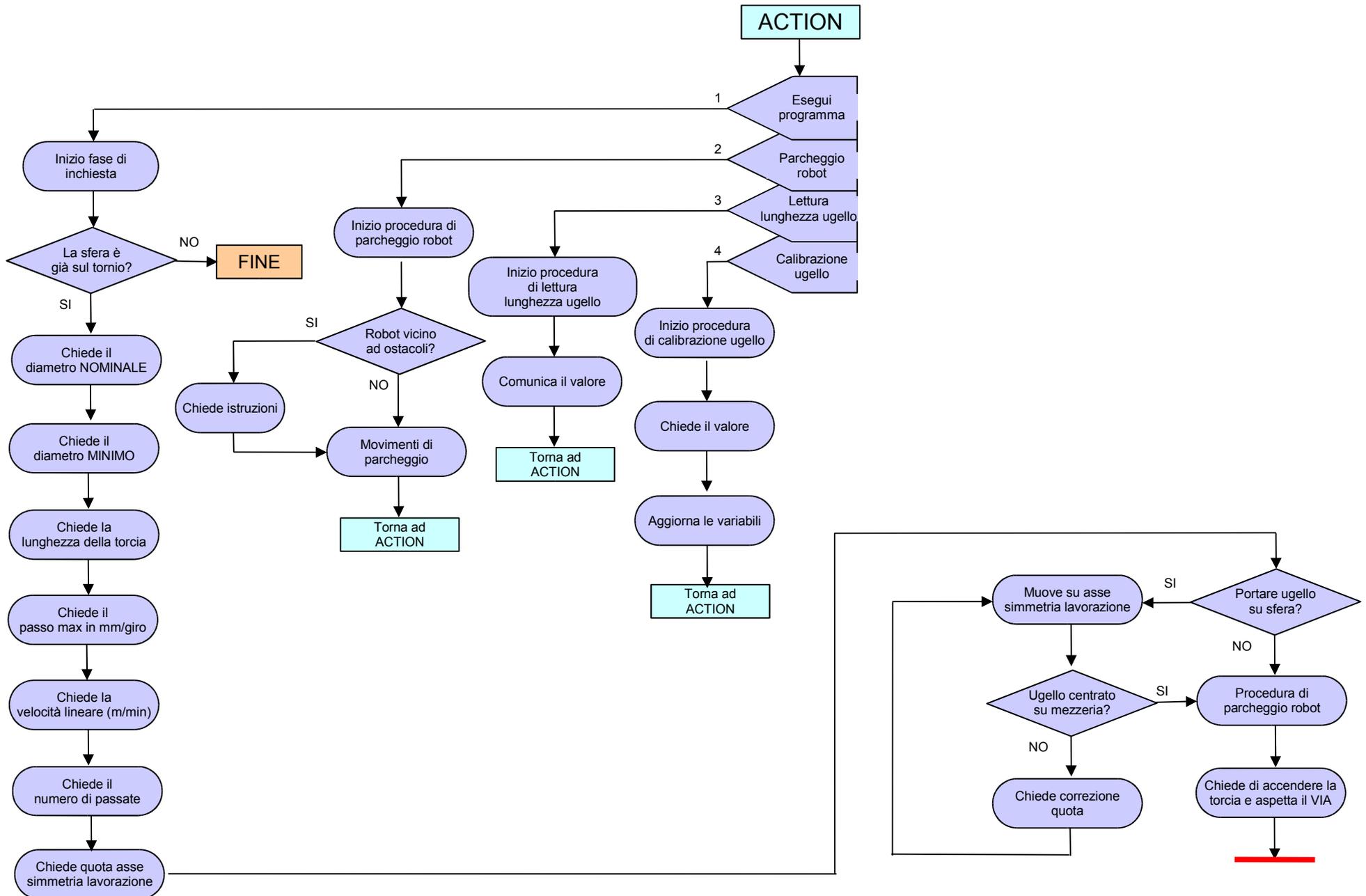


Sequenza FLAMING:

- 1) piazzamento sfera (posizione incerta)
- 2) sfera in rotazione (velocità manuale)
- 3) accensione fiamma (innesco manuale)
- 4) robot a punto di attacco (autoappr.)
- 5) archi andata-ritorno (punti e velocità in autoapprend.)
- 6) robot spenge fiamma (via I/O)
- 7) robot si allontana

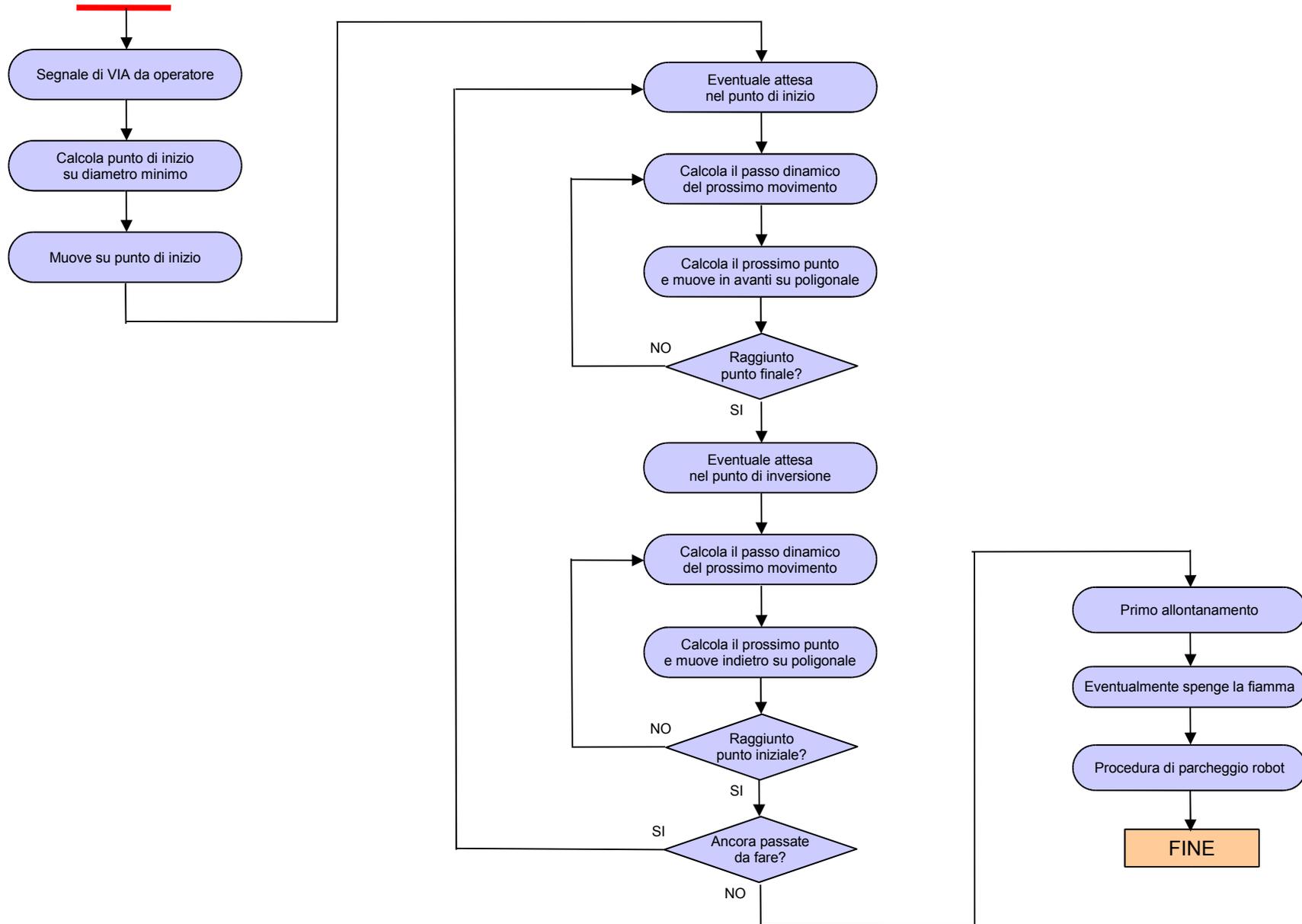
ROBOT FLAMING

FASE 3: Analisi del flusso logico e sintesi del software (1)



ROBOT FLAMING

FASE 3: Analisi del flusso logico e sintesi del software (2)



ROBOT FLAMING



Copyright© 2006 - Ing. L. Betti
FLAMING FASE 3 bis

FASE 3 bis: Sintesi del software – grandezze caratteristiche

Definizioni:

- “passo” (mm/giro) \longleftrightarrow velocità avanzamento robot
(poi in mm/sec, su arco da percorrere)
- “velocità lineare” (m/min) \longleftrightarrow velocità periferica di rotazione sfera
(da giri/min, rifetita al diametro minimo)

Legge di calcolo del passo:

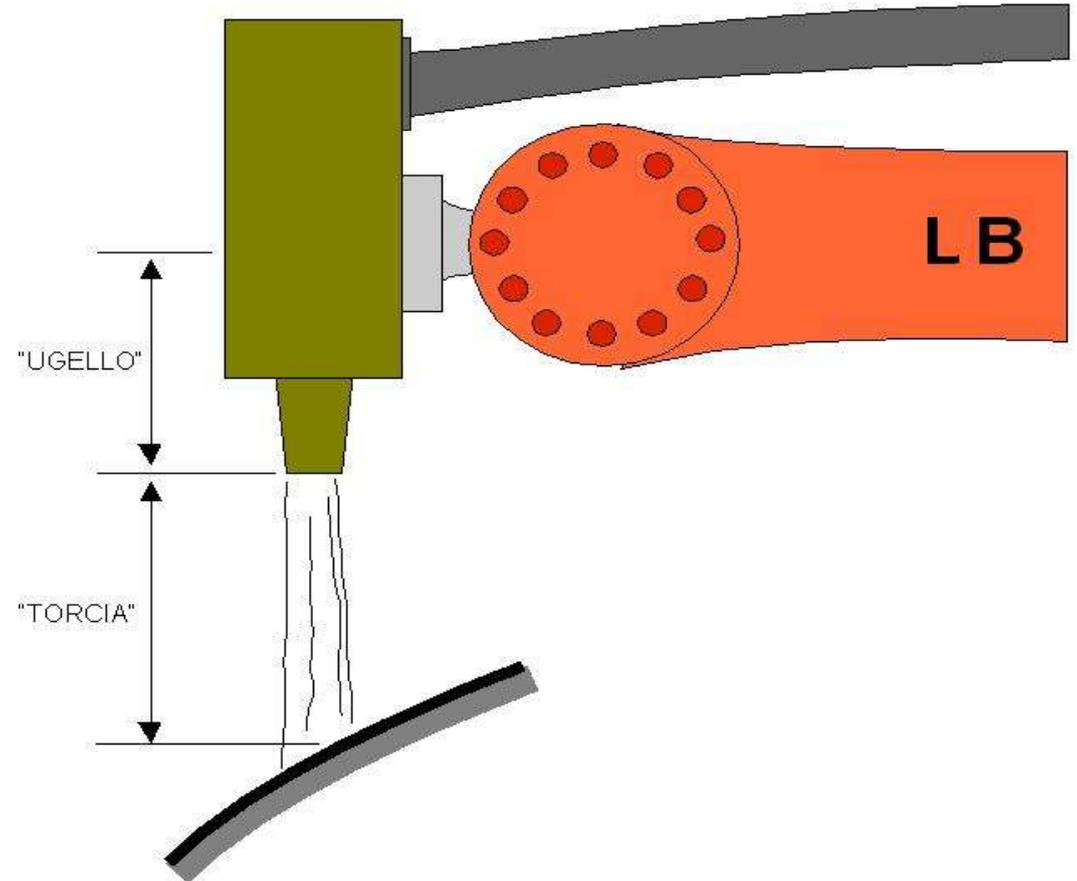
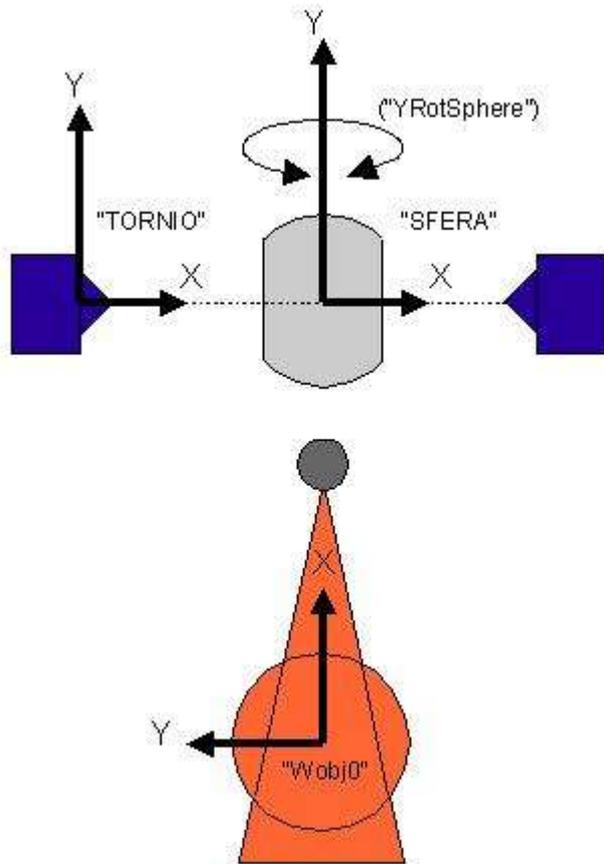
$$\begin{array}{ccccccc} R_{\min} & \implies & VelPerif_{\min} & \implies & TDepos_{\min} & \implies & Passo_{\max} \\ R_{\max} & \implies & VelPerif_{\max} & \implies & TDepos_{\max} & \implies & Passo_{\min} \\ & & & & & & \\ & \implies & \text{Passo}_{\text{attuale}} & = & \text{Passo}_{\max} & \times & (R_{\min} / R_{\text{attuale}}) \end{array}$$

Calcolo punti:

insieme punti trigonometrici \longleftrightarrow punto fisso su sistema di riferimento rotante

ROBOT FLAMING

FASE 3 ter: Sintesi del software – grandezze caratteristiche



ROBOT FLAMING

FASE 4: Scelta hardware della cella



IMPOSTO DAL CLIENTE:

- robot ABB 2400
- payload 16 kg
- tornio libero
- ugello e sistema per flaming al carburo di tungsteno
- assenza sensori

ROBOT FRESATURA

FASE 1: Identificazione problema del committente



“CELLA ROBOTICA COME MACCHINA UTENSILE”

- compatibile con un linguaggio standard
- programmi da elaborare con software CAM
- funzioni automatiche di cambio utensile e presetting
- gestione mandrino e lubrificante
- calcolo e definizione dei sistemi di riferimento del pezzo

ROBOT FRESATURA

FASE 2: Comprensione del processo produttivo

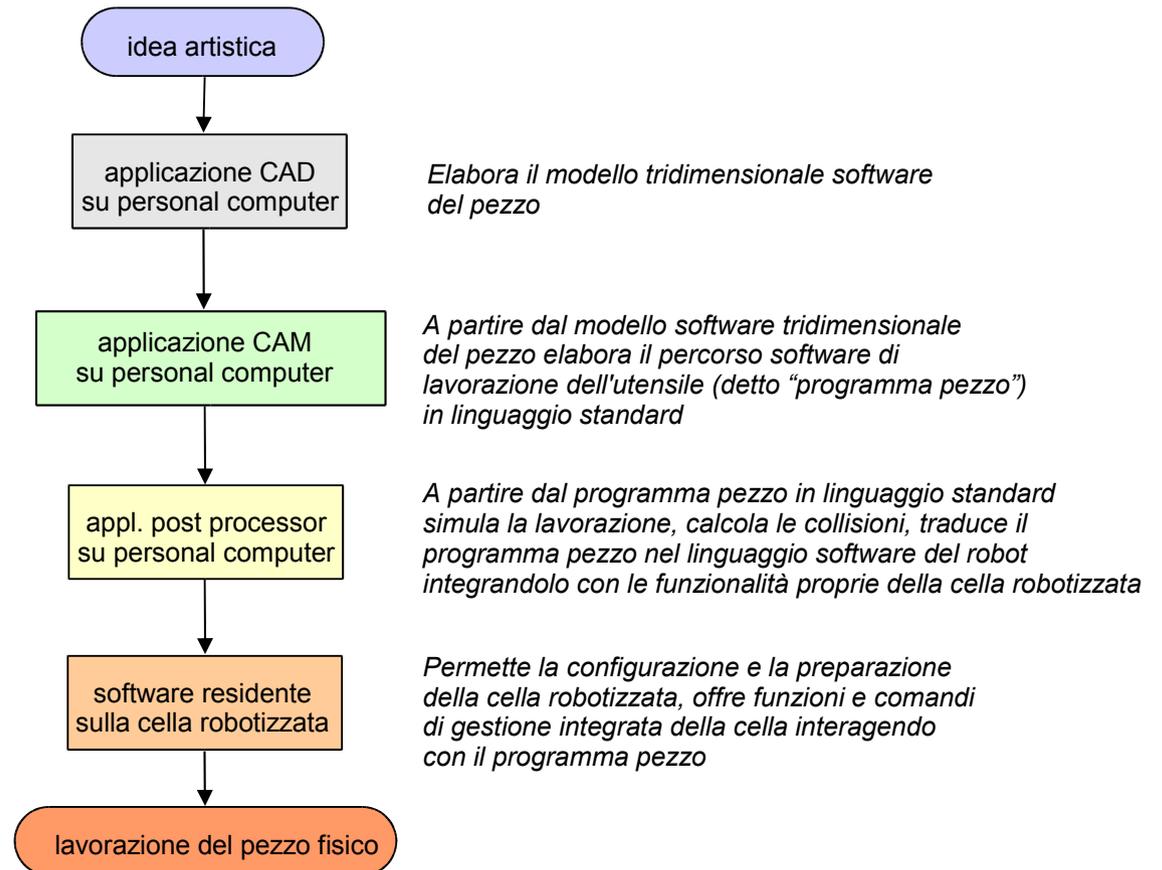


Copyright© 2006 - Ing. L. Betti
FRESATURA FASE 2

Sequenza FRESATURA:

- 1) preparazione modello 3D
- 2) preparazione CAM
- 3) post-processing
- 4) lavorazione

CATENA DEI SOFTWARE:



ROBOT FRESATURA

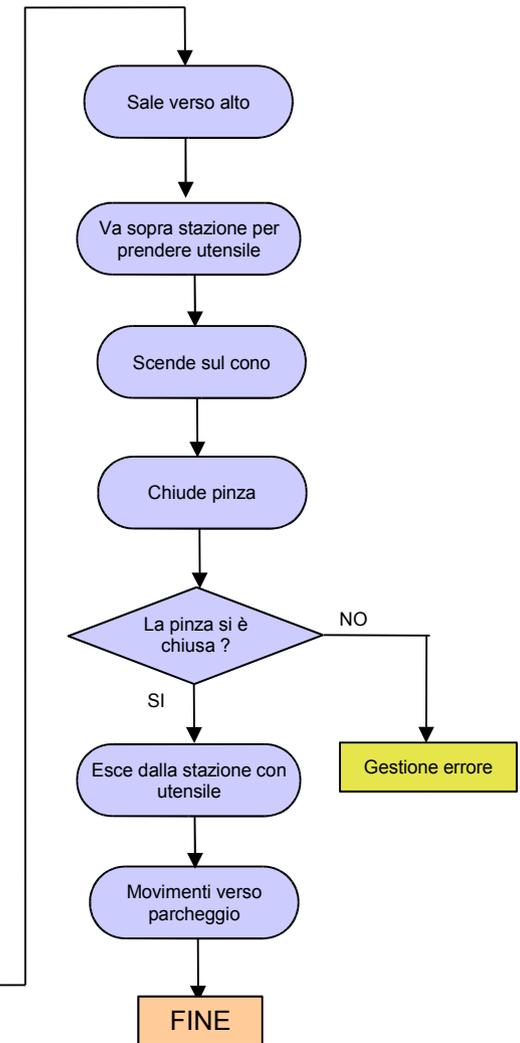
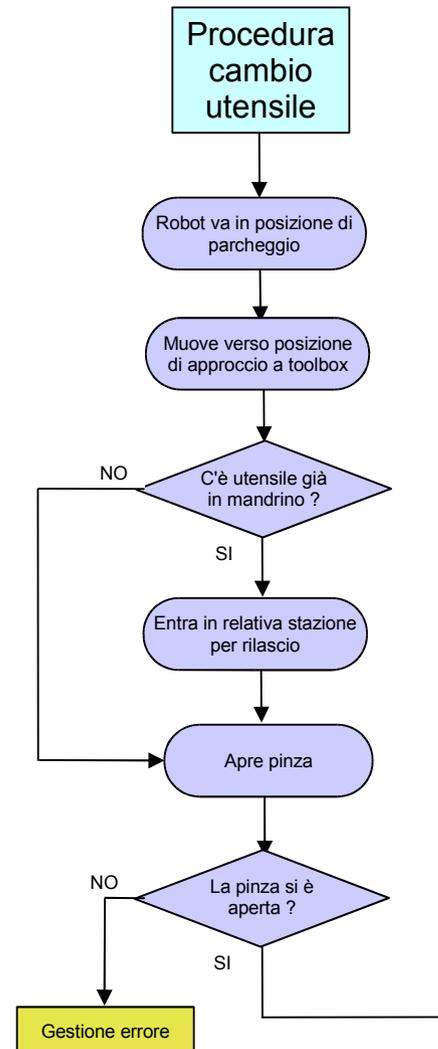
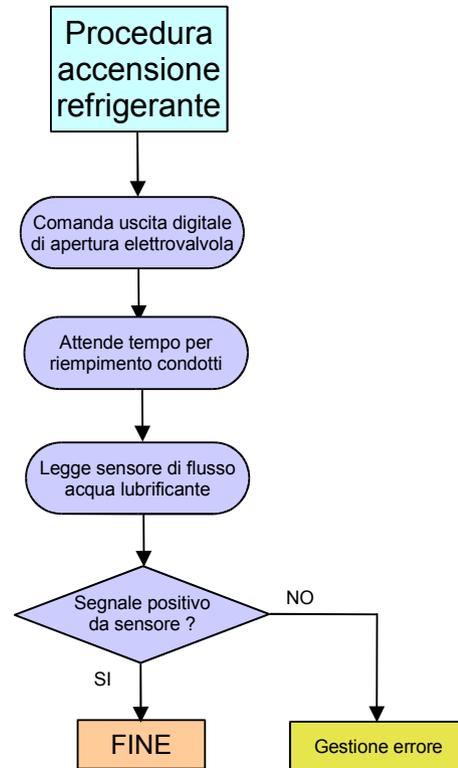
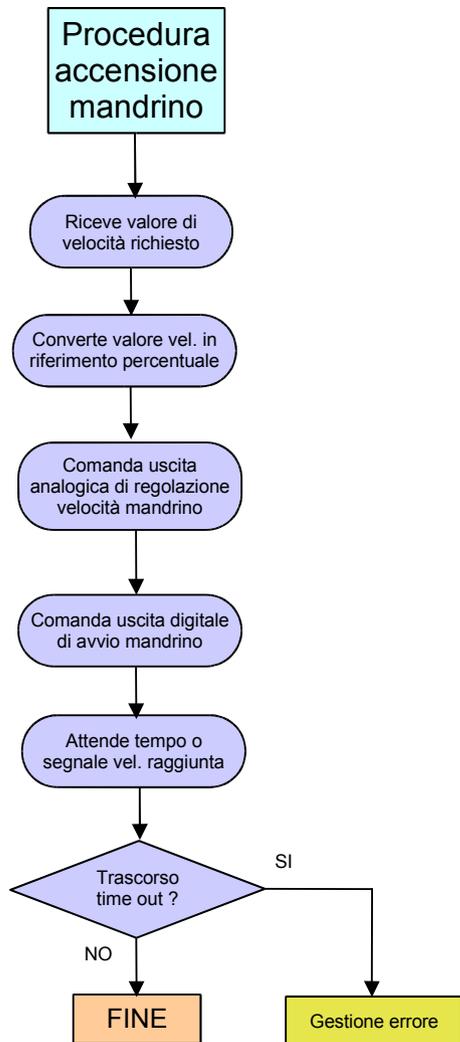
FASE 3: Analisi del flusso logico e sintesi del software

Sequenza ROBOT FRESATURA

- 1) pezzo grezzo su tavola manualmente
- 2) calibrazione utensili presenti nel magazzino
- 3) rilievo sistema di riferimento del pezzo
- 4) caricamento utensile di lavoro
- 5) accensione mandrino e verifica
- 6) accensione lubrificante e verifica
- 7) lavorazione
- 8) spegnimento mandrino
- 9) spegnimento lubrificante
- 10) altre lavorazioni

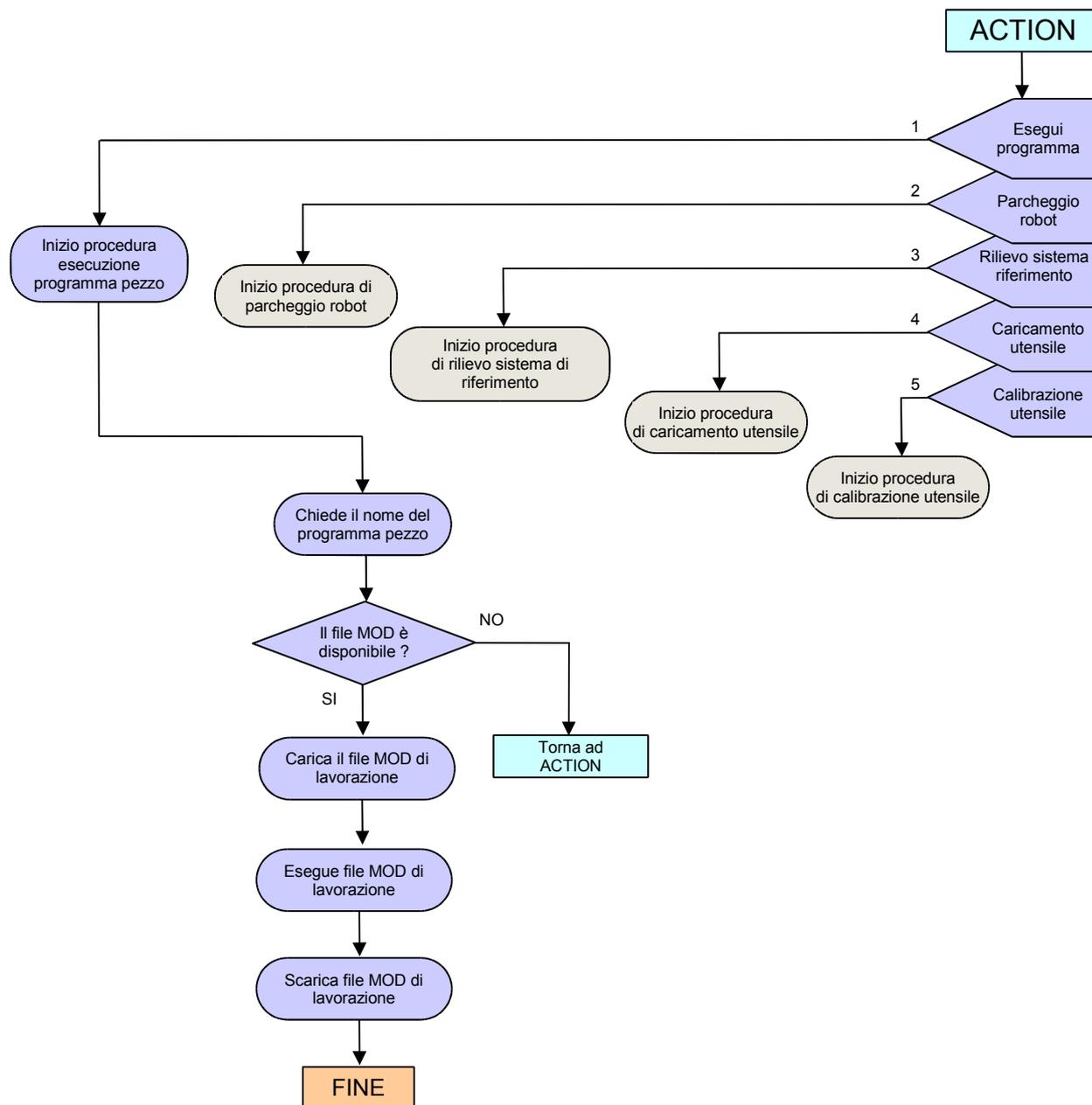
ROBOT FRESATURA

FASE 3 bis: Analisi del flusso logico e sintesi del software



ROBOT FRESATURA

FASE 3 ter: Analisi del flusso logico e sintesi del software



ROBOT FRESATURA

FASE 4: Scelta hardware della cella

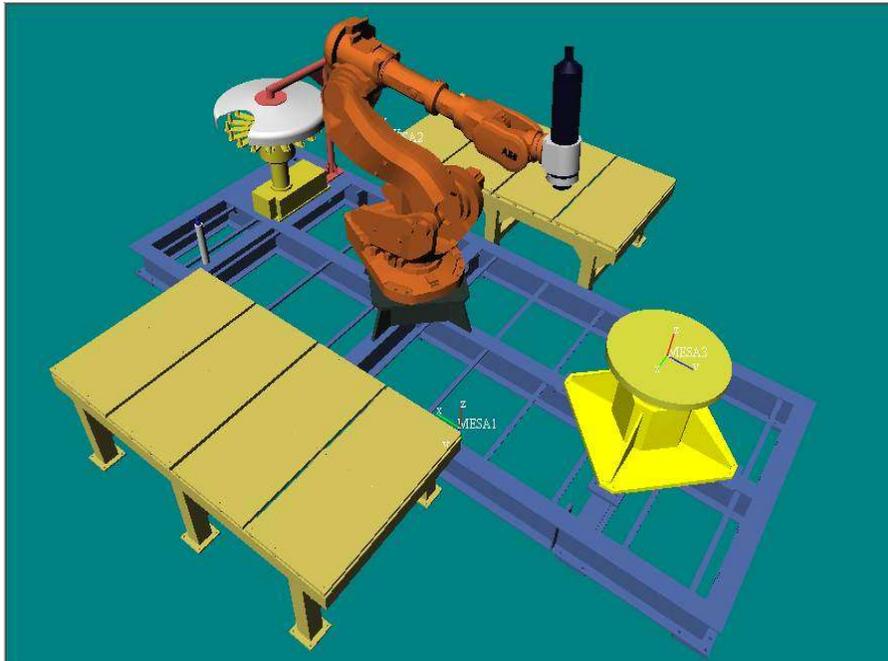


- robot ABB 6400 – 6600, braccio 2.5m, payload 150 kg
- tolleranza < 0,5 mm
- mandrino Siemens sincrono 15 kW – 42 Nm
- coni HSK63 o ISO40
- sonda Renishaw MP18 radio
- presetting a microswitch
- cavi per robotica (flessotorsione)
- guaine per robotica in PUR
- sensore pressione aria
- sensore flusso acqua lubrificante
- sensori proximity per verifica apertura/chiusura toolbox e mandrino

ROBOT FRESATURA



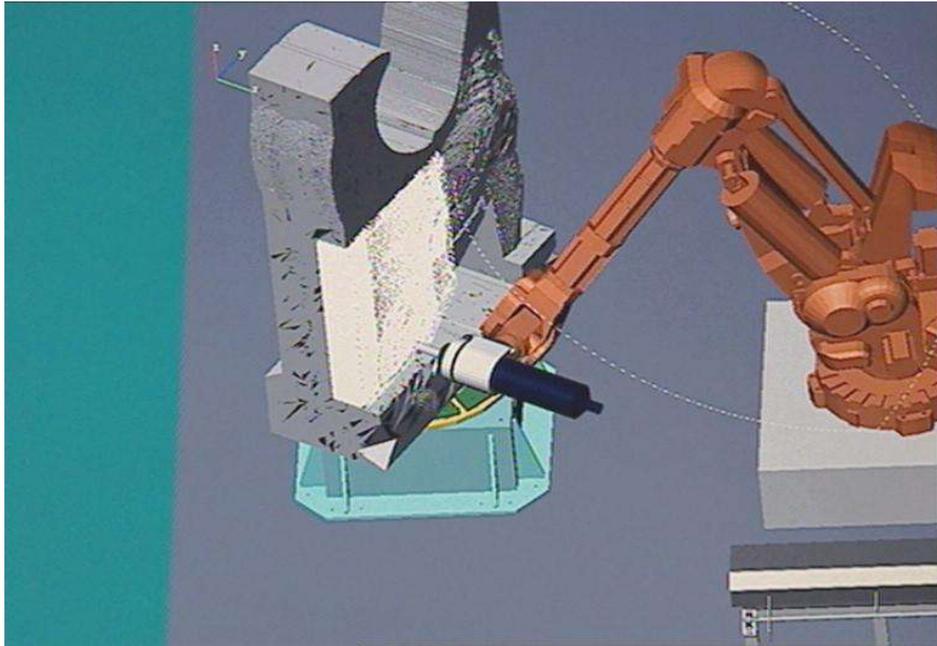
Copyright© 2006 - Ing. L. Betti
FRESATURA IMMAGINI (1)



ROBOT FRESATURA



Copyright© 2006 - Ing. L. Betti
FRESATURA IMMAGINI (2)



FINE