

**MUSP**

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

# Verifica Virtuale del Part Program

Ridurre la prova pezzo in macchina ed il rischio collisioni

## Riferimenti

aspetti tecnici:	Alice Bigliani	alice.bigliani@musp.it
aspetti amministrativi:	Sabrina Anselmi	sabrina.anselmi@musp.it
aspetti commerciali:	Mario Salmon	mario.salmon@musp.it
	Lisa Concari	lisa.concari@musp.it

## Perché la verifica virtuale

La pratica della prova pezzo in macchina, cioè la verifica del programma a controllo numerico per la lavorazione di un dato pezzo, costituisce sicuramente una fase estremamente importante all'interno del ciclo di fabbricazione di un prodotto. Attraverso la prova pezzo è possibile individuare e correggere:

- percorsi utensile errati o poco efficienti
- passaggi troppo ravvicinati, potenziali collisioni con attrezzature e organi macchina
- velocità di avanzamento non corrette programmate in fase progettuale

Tuttavia **la verifica del part program eseguita direttamente in macchina richiede solitamente un tempo non trascurabile**, inoltre rende indisponibile la macchina per la normale produzione e la sottopone al rischio di possibili danneggiamenti, spesso imputabili ad errate movimentazioni da parte dell'operatore umano. **Il servizio che si propone rappresenta una valida alternativa alla pratica attuale**; l'obiettivo consiste nel rilevare, mediante simulazione, qualunque errore o imprecisione tale da rovinare il pezzo, danneggiare gli attrezzi di fissaggio, rompere l'utensile o mandare in collisione la macchina, prima che il part program sia eseguito in macchina.

## Che cosa prevede il servizio

Il servizio prevede l'utilizzo del software commerciale **VERICUT®**, riconosciuto in tutto il mondo come uno dei più affidabili software di simulazione cinematica di programmi a controllo numerico. Attraverso tale software è possibile simulare esattamente il programma a controllo numerico che andrà in macchina, qualunque sia il linguaggio o dialetto in cui esso è stato generato. Nel caso quindi il percorso utensile sia stato generato mediante l'ausilio di un sistema CAD/CAM, viene simulato direttamente il codice post-processato.

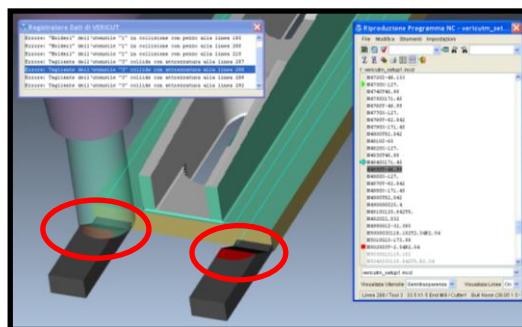


Figura 1. Esempio di collisioni rilevate fra utensile (parte tagliente) ed attrezzatura

**Il livello base del servizio prevede la verifica di programmi a controllo numerico di fresatura a tre, quattro, cinque-assi, foratura, tornitura, torni-fresatura, rettifica ed elettroerosione a tuffo (Figura 1).** Attraverso il livello base del servizio vengono rilevati errori quali:

- programmi errati o male interpretati
- programmazione non accurata, movimenti errati nel percorso utensile
- asportazione di materiale in rapido
- collisioni con attrezzature di fissaggio
- collisioni con parti non taglienti dell'utensile
- errori dovuti al CAD/CAM o al postprocessore

## ... e i servizi avanzati

Il livello più avanzato del servizio prevede:

- **la simulazione completa della macchina** con la stima del tempo necessario ad eseguire il part program, identificando collisioni tra teste, torrette, tavole rotanti, cambio utensile o qualunque altro componente. La stima del tempo di ciclo risulta essere estremamente accurata, poiché la simulazione tiene conto delle velocità (sia in modalità di lavoro che in rapido) e delle accelerazioni nominali di ciascun asse della macchina. L'output è costituito da un report testuale con indicato il tempo di ciclo totale e relativamente all'utilizzo di ciascun utensile, unitamente ad una lista di potenziali collisioni.
- **il confronto tridimensionale tra il modello del pezzo lavorato ed il**

**modello teorico da CAD** (Figura 2). Il modello teorico del finito può essere un solido, un insieme di superfici o punti e può essere sovrapposto al modello del pezzo lavorato per un controllo dinamico del tallonamento. Se le parti taglienti dell'utensile entrano in contatto con il modello teorico, viene evidenziato un tallonamento e registrato l'errore. L'output è rappresentato da un modello grafico qualitativo e da un report testuale con l'indicazione dei blocchi di programma che hanno generato tallonamenti o eccessi di materiale sul modello teorico unitamente alla misura quantitativa del tallonamento/eccesso.

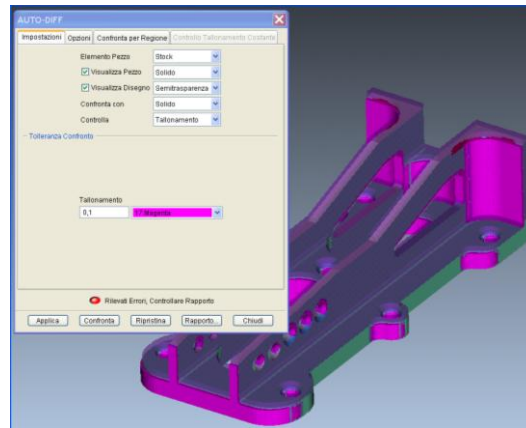


Figura 2. Risultato qualitativo del confronto tridimensionale tra il modello del pezzo lavorato ed il modello teorico.

- **la determinazione delle migliori velocità di avanzamento sulla base delle diverse condizioni di taglio incontrate e senza alterare la traiettoria originale** (Figura 3). In base allo spessore di materiale che l'utensile incontra in ogni singolo blocco di programma, il software calcola ed inserisce, ove necessario, l'avanzamento migliore.

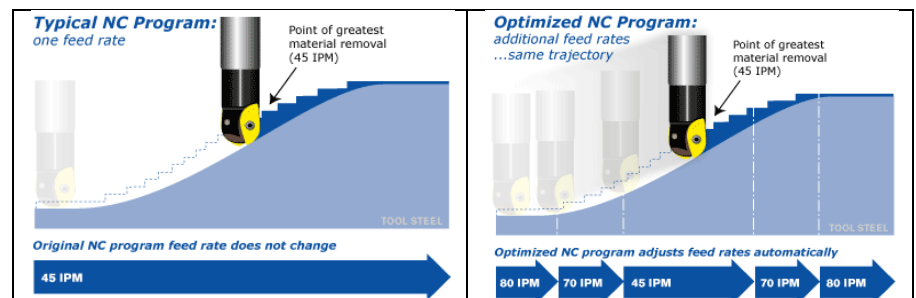


Figura 3. Principio alla base dell'ottimizzazione delle velocità di avanzamento (cortesia di CGTech)

## Potenzialità di simulazione

Il software di simulazione emula in modo accurato la logica dei controlli numerici; in particolare sono supportate funzionalità quali: **look-ahead e compensazione 3D dell'utensile, programmazione in punta utensile o compensazione lunghezza utensile, RTCP e funzioni speciali dei 5 assi, cicli fissi, variabili, sottoprogrammi e macro, salti e cicli di ripetizione**, e molte altre funzionalità in base alle specifiche esigenze.

**Ogni tipo di controllo può essere esattamente simulato tenendo conto dei diversi tipi di macchina e relative funzioni.** Una buona parte dei controlli numerici, soprattutto i più utilizzati sul mercato, può essere simulata senza la necessità di apportare alcuna modifica. La libreria standard del software include controlli flessibili e facilmente modificabili di costruttori quali: Siemens, GE Fanuc, Heidenhain, Fidia, Bosch, Okuma, Phillips, Mazatrol, ed altri ancora. La libreria standard comprende anche una serie di modelli di macchine CNC di costruttori quali: Mazak, Mori Seiki, DMG, Makino, Fadal, Huron, Dixi, Okuma, Chiron, Haas, Jobs, MCM, Stama, Mecof, Handtmann, Hermle, ed altri ancora.

## Tempi dell'intervento

I tempi dell'intervento variano a seconda del livello del servizio e prevedono una quota fissa più una quota variabile. La quota fissa fa riferimento alla costruzione del modello cinematico del sistema di lavorazione. La quota variabile dipende invece dalla lunghezza/complessità intrinseca dei programmi che si intendono simulare e verificare attraverso il modello di macchina costruito.

## Costi

### Esempio MUSP

Da Definire

A titolo d'esempio il servizio descritto è stato applicato per la lavorazione di un modello di stile in scala di autovettura (Figura 4). Dopo aver costruito il modello virtuale del centro di lavoro JOBS a 5 assi con controllo Fidia, il programma generato e post-processato in ambiente Catia viene simulato prima di essere realmente eseguito. Il caso d'esempio è servito anche per validare il modello del centro di lavoro relativamente alle funzionalità del controllo specifiche delle lavorazioni a 5 assi. In particolare si sta facendo riferimento alla logica RTCP (Rotation Tool Center Point), che permette di programmare il percorso utensile in 5 assi facendo riferimento direttamente al centro dell'utensile anziché al centro di rotazione degli assi, cioè al centro della testa (Figura 4).

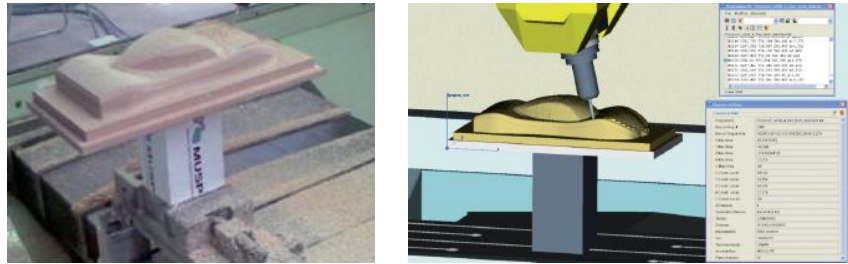


Figura 4. Simulazione del programma a 5 assi che prevede l'utilizzo della logica RTCP

**Poter contare su una efficace simulazione del part program a 5 assi consente di ottenere in anticipo una serie d'informazioni pressoché impossibili da ottenere in ambiente CAM**, non solo relativamente agli aspetti legati alle collisioni e al risultato geometrico delle varie lavorazioni sul pezzo finale, ma anche riguardo ai potenziali finecorsa rilevati dal controllo. Se lo schema del modello virtuale di macchina corrisponde a quello reale, all'interno dell'ambiente di simulazione è possibile individuare pressoché qualsiasi tipo di finecorsa. Per esempio è possibile rilevare i cosiddetti "finecorsa programmati", cioè esplicite istruzioni del part program che causano il finecorsa di uno o più assi della macchina (teoricamente questo tipo di finecorsa potrebbe già essere evitato nell'ambiente CAM). **Con riferimento specifico alle lavorazioni a 5 assi è anche possibile evidenziare i finecorsa indotti**, cioè istruzioni del part program che se interpretate secondo logiche RTCP determinano un finecorsa degli assi (pur rimanendo il centro dell'utensile all'interno del cubo di lavoro ammissibile).

**Un altro aspetto sicuramente importante è la possibilità di ottenere stime accurate dei tempi di ciclo fornita dal software di simulazione.**

Per esempio la simulazione dei cinque programmi (sgrossatura, finiture e superfinitura) per la lavorazione del caso di esempio (poco più di 30.000 blocchi di programma in totale) ha occupato un moderno computer per 5 minuti, fornendo dettagliate informazioni circa alcune microscopiche collisioni (quindi agilmente corrette) tra il gambo dell'utensile ed il pezzo in lavorazione. Allo stesso modo si è ottenuto in output il tempo di ciclo stimato per ciascun programma (in totale 50 minuti contro i 60 della realtà) unitamente ad una serie di indicatori circa l'efficienza dei programmi (percentuale di tempo speso in aria, percentuale di tempo speso in modalità di lavoro, distanza totale percorsa). **Alla fine della simulazione è inoltre disponibile il modello 3D del pezzo lavorato da cui è possibile ottenere indicazioni preventive circa il risultato reale della lavorazione.** Da un punto di vista puramente grafico è possibile riconoscere alcuni effetti macro lasciati sul modello dal contatto con i vari utensili (Figure 5 e 6) da un punto di vista micro è anche possibile misurare valori quantitativi come l'altezza e la larghezza delle creste lasciate superficialmente. Nel caso d'esempio è stato riscontrato come i macro difetti lasciati sul pezzo fossero imputabili ad una errata programmazione del percorso utensile in ambiente CAM.



Figura 5. Difetti ottenuti sul pezzo reale

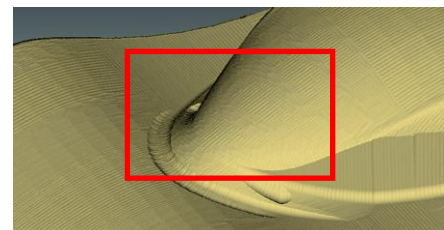


Figura 6. Difetti rilevabili in simulazione