

MUSP

Macchine Utensili e Sistemi di Produzione

Checkup della macchina utensile

Rilevazione dell'effetto delle condizioni operative

Riferimenti

aspetti tecnici:	Gaetano Pittalà	gaetano.pittala@musp.it
aspetti amministrativi:	Sabrina Anselmi	sabrina.anselmi@musp.it
aspetti commerciali:	Mario Salmon	mario.salmon@musp.it
	Lisa Concari	lisa.concari@musp.it

Le basi di questo servizio

Il MUSP è un centro di ricerca nato a fine 2005, specializzato nello studio delle macchine utensili per asportazione di truciolo e dei sistemi di produzione. Le sue finalità sono la ricerca e il supporto alle aziende del settore per sostenere la competitività.

L'esperienza ottenuta nelle numerose ricerche effettuate permette al MUSP di offrire non solo capacità di studio ed analisi, ma anche dei servizi *a catalogo* caratterizzati da costi, tempi e modalità di esecuzione predefinite.

In quest'ottica, tale nota illustra le motivazioni, il metodo ed i vantaggi ottenibili con l'intervento denominato "Checkup della macchina utensile" rivolto alle aziende meccaniche.

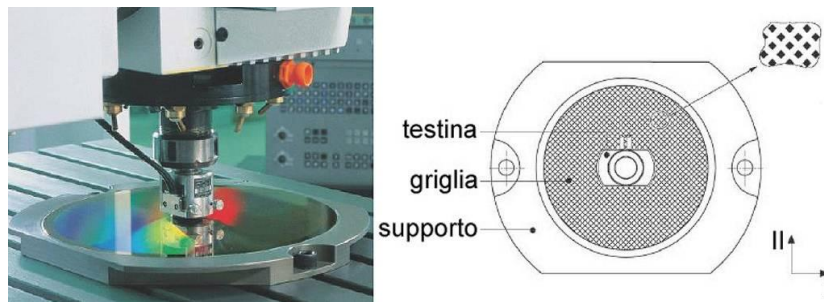
Perché il checkup

Il checkup della macchina utensile è un servizio pensato per gli utilizzatori di macchine utensili rivolto ad individuare gli errori di percorso nelle operazioni di profilatura.

Per avere un quadro reale del comportamento dinamico di una MU è necessario:

- imporre al mandrino una traiettoria caratterizzata da forti accelerazioni in diverse direzioni;
- rilevare il percorso seguito.

Tale misura può essere realizzata solo utilizzando uno strumento denominato *grid encoder*, che consente di rilevare lo spostamento del mandrino su di un piano.



Il grid encoder permette di misurare l'errore d'inseguimento su qualunque percorso (es. rettangolo, cerchio, stella, ecc.) al variare:

- dei parametri di lavorazione
 - velocità di avanzamento
 - accelerazione
 - Jerk
 - Funzione speciali del controllo numerico
- degli assi.

Rispetto ai sistemi tradizionali (ball bar, prove di taglio) il grid encoder presenta i seguenti vantaggi:

- possibilità di imporre traiettorie differenti da quella circolare;
- possibilità di testare differenti condizioni operative;
- minori tempi di fermo macchina.

Cenni alla teoria degli errori in una macchina utensile

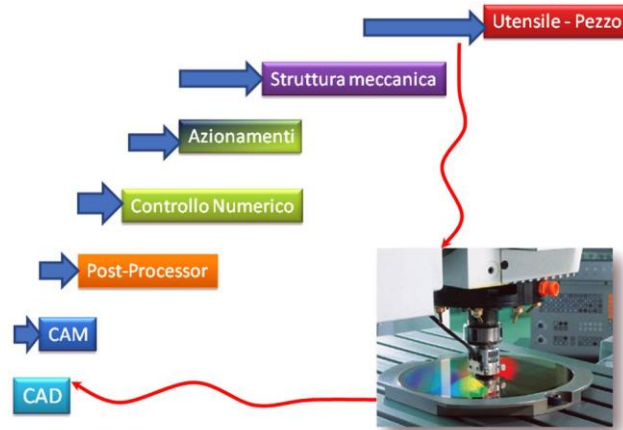
L'errore che si riscontra sul pezzo lavorato è il risultato di una catena di errori che va dal disegno CAD del modello, fino all'utensile. Fra tali estremi intervengono errori nel passaggio di informazioni:

- dal CAD al CAM;
- dal CAM al G-CODE;
- dal G-CODE al controllo numerico;
- dal controllo numerico agli azionamenti;

a cui si aggiungono quelli dovuti alla struttura della macchina utensile e alle forze generate dal processo di taglio.

La figura sottostante illustra la catena degli errori, evidenziando come *la griglia encoder permetta di considerarla tutta*, se si escludono gli errori dovuti al contatto fra utensile e pezzo. Il contributo di questi ultimi non rappresenta un problema rilevante perché la verifica delle operazioni di profilatura è rivolta a migliorare il

comportamento della macchina nelle operazioni di finitura, quando le forze tra pezzo e utensile sono limitate.



Nota: per maggiori informazioni fare riferimento alle norme: ISO 230-2, ISO 230-3, ISO 230-4 e VDI/DGQ Directive 3441.

Risultati del checkup

In sintesi il checkup di una MU permette di determinarne la sua precisione reale in condizioni dinamiche di lavoro.

Operativamente al termine del checkup verrà fornito un report che riassume l'andamento degli errori di inseguimento in funzione delle diverse condizioni di lavoro. Ciò permette di individuare la condizione di funzionamento che minimizza l'errore fra quelle considerate.

Come si realizza il checkup

L'esecuzione del checkup prevede quattro fasi:

1) individuazione delle configurazioni tipiche di utilizzo della macchina: questa fase, svolta insieme all'operatore della macchina utensile, ha lo scopo di stabilire le configurazioni della macchina abitualmente utilizzate e quelle ritenute critiche, in modo da orientare la successiva scelta dei parametri da testare.

2) scelta dei parametri da testare: in questa fase si procede alla definizione della traiettoria da imporre al mandrino e alla scelta delle variabili che devono essere testate. Il checkup prevede l'analisi:

- della velocità di avanzamento;
- del raggio profilo;
- dell'accelerazione;

a cui possono essere aggiunti altri parametri in funzione delle esigenze del cliente, quali ad esempio:

- il jerk;
- alcune funzioni speciali del controllo numerico.

Per ogni parametro è inoltre possibile analizzare più livelli.

3) Set up della strumentazione: lo strumento è costituito da una griglia che si appoggia su un blocco metallico precedentemente lavorato sulla stessa macchina, e una testina montata sul mandrino. Durante la misura la testa si muove sopra la griglia senza contatto meccanico (gap di 0,5mm).

Il set-up prevede:

- l'allineamento della testina e della griglia secondo gli assi della macchina;
- la calibrazione della testina.

4) Esecuzione delle prove

- accuratezza: $\pm 2\mu\text{m}$;
- campo di misura: $\varnothing 230\text{mm}$;
- velocità di traslazione massima: 80m/min;
- peso della griglia: 3,1kg.

Esecuzione delle prove: 20 test in 8 ore.

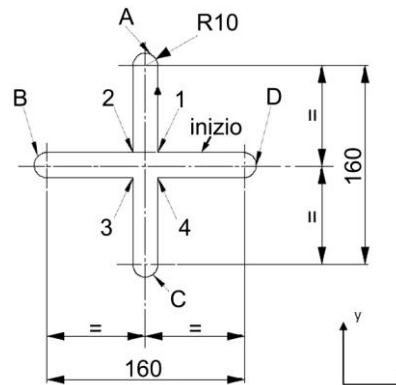
Dimensioni e limitazioni

Tempi dell'intervento

Esempio

Di seguito viene esposto un esempio di checkup, tratto dal servizio erogato ad una azienda. In questo caso l'analisi ha previsto la definizione di tre traiettorie:

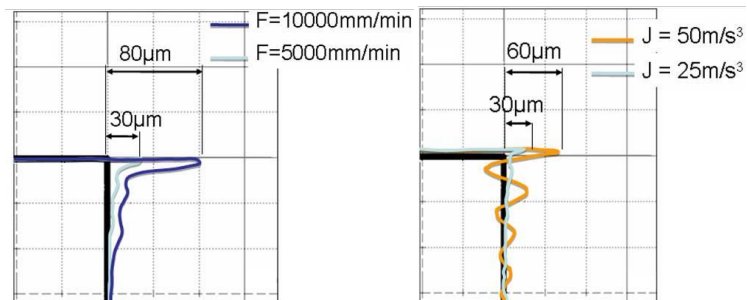
- il quadrato;
- il cerchio;
- la STAR (*ideata da MUSP*).



Decise le traiettorie, si sono fissati i parametri da utilizzare per determinare l'errore di inseguimento. Più precisamente i parametri testati sono:

- velocità di avanzamento;
- accelerazione;
- jerk;
- costante di tempo dell'anello di velocità;
- alcune funzioni speciali del controllo Siemens di cui la macchina era dotata.

Per ogni parametro sono stati presi in considerazione più livelli rilevando l'errore massimo in differenti zone.



Le considerazioni finali ottenute dalle prove effettuate sono:

- la STAR (*traiettoria ideata da MUSP*) fornisce le stesse indicazioni delle traiettorie quadrato e cerchio, con il vantaggio di essere unica;
- la STAR permette di determinare il comportamento della macchina in corrispondenza di una discontinuità, rappresentata ad esempio, dal cambiamento di direzione o dal cambiamento di curvatura tipici della fase di ingresso ed uscita dalla traiettoria circolare;

Vantaggi ottenibili

La conoscenza delle reali prestazioni della macchina in condizioni operative è l'elemento fondamentale di partenza per ogni decisione sulla qualità e produttività realmente ottenibile. E' infatti da questo dato che è possibile prendere decisioni come:

- interventi sul ciclo di lavoro per evitare condizioni particolarmente penalizzanti;
- individuazione delle migliori condizioni di lavoro fra quelle testate;
- valutare l'opportunità di ottimizzare la taratura degli assi macchina.

Output del checkup

Al termine dell'intervento verrà consegnato un rapporto contenente:

1. i grafici relativi al percorso reale seguito dalla macchina utensile;
2. le tabelle riportanti l'andamento dell'errore massimo al variare dei parametri testati.