

STANIMUC-TORINO – 75 ANNI

(Servizio Tecnico Autonomo Normalizzazione Italiana Macchine Utensili e Collaudi)

TRAGUARDI

75 anni

La STANIMUC di Torino ha celebrato nel 2022 due traguardi significativi nella sua attività al servizio delle macchine utensili.

Il primo traguardo importante è il raggiungimento di 75 anni di attività. Nel 1947 fu costituita a Torino la STANIMUC Ente Federato UNI, con due rami di attività, normazione e metrologia. Nel 1947 fu anche costituita l'ISO, International Organization for Standardization, e la STANIMUC iniziò quindi subito a sviluppare la normazione del settore a livello sia nazionale sia internazionale.

Successivamente il continuo arricchimento delle esperienze e del parco strumenti portarono alla trasformazione della divisione collaudi in S.r.l., mantenendo la totale simbiosi fra i due soggetti e la continua trasfusione reciproca di conoscenze.

Nell'ultimo decennio del ventesimo secolo la STANIMUC fu contemporaneamente responsabile della presidenza e segreteria della Commissione Internazionale ISO/TC 39 "Macchine utensili" e della Commissione Europea CEN/TC 143 "Sicurezza delle macchine utensili".

Oggi la STANIMUC COLLAUDI S.r.l. prosegue dalla sede di Torino l'attività strumentale di misura, collaudo e compensazione degli errori.

2200 interventi di compensazione errori assi

Il secondo traguardo importante è costituito dai 2200 interventi di calibrazione e compensazione degli errori di passo, per un numero complessivo di oltre 7500 assi a controllo numerico, fra lineari e rotativi, con una media superiore a 50 interventi all'anno, dall'acquisizione del primo laser interferometrico nel 1979 ad oggi.

Se questo è l'indicatore numerico più evidente dello sviluppo, anche gli altri rami di attività strumentale al servizio dell'industria proseguono comunque con cifre paragonabili.

INNOVAZIONE CONTINUA

Sollecitata da una naturale curiosità tecnico-scientifica e da stimoli sempre nuovi, la STANIMUC ha percorso negli anni diverse tappe di continua innovazione, sia estendendo l'utilizzo degli strumenti ad applicazioni non convenzionali, sia sviluppando nuove procedure che poi sono entrate nella normativa internazionale di collaudo.



Allineamenti non convenzionali degli strumenti

Una sintesi dei passi compiuti negli ultimi trent'anni è descritta qui di seguito.

Errori angolari

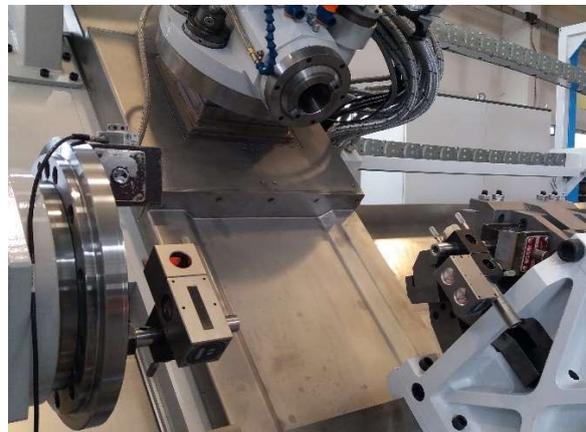
Le esperienze acquisite dalla fine degli anni '70 con l'interferometro per le misure di lunghezza avevano evidenziato l'importanza dell'errore di Abbe e della nefasta influenza che ha sulla precisione di passo in presenza di curvature dell'asse misurato.

La STANIMUC, autrice dagli anni '80 di molte norme ISO di collaudo, portò all'introduzione delle misure di beccheggio, rollio ed imbardata in tutte le norme internazionali, prassi che oggi è imprescindibile.

Beccheggio EAZ



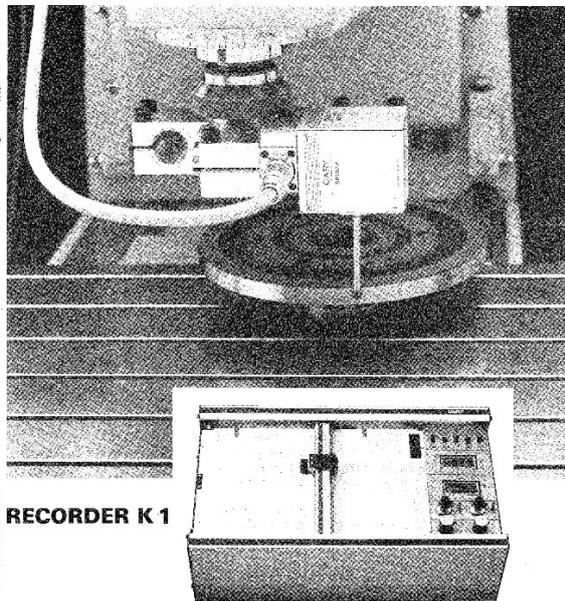
Imbardata EBZ



Misure di interpolazione circolare

Quando iniziò ad essere importante misurare la circolarità di una traiettoria ottenuta per interpolazione di due assi lineari, la STANIMUC si dotò immediatamente di quello che all'epoca era l'unico strumento concepito per quello scopo (forse l'unico venduto in Italia), il sistema CARY Bidim K, basato su un tastatore bidimensionale, una serie di dischi campione di vari diametri ed un plotter analogico. Questo strumento fu però presto superato dal "ball bar", dotato di grande praticità di piazzamento e di un potente software diagnostico, che lo rende tuttora insostituibile. Il sistema CARY fu abbandonato e oggi fa bella mostra di sé nella collezione storica degli strumenti STANIMUC.

Strumento CARY Bidim K



Ball bar Renishaw



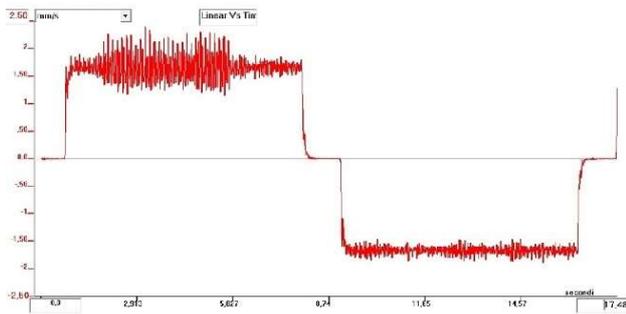
Misure dinamiche di velocità ed accelerazione

All'inizio degli anni '90 alcuni laser furono dotati di software dinamici, capaci di campionare in modo continuo il valore istantaneo della grandezza misurata, come spostamento, velocità ed accelerazione di un asse lineare, ma anche grandezze angolari, come beccheggio o imbardata e relative variazioni.

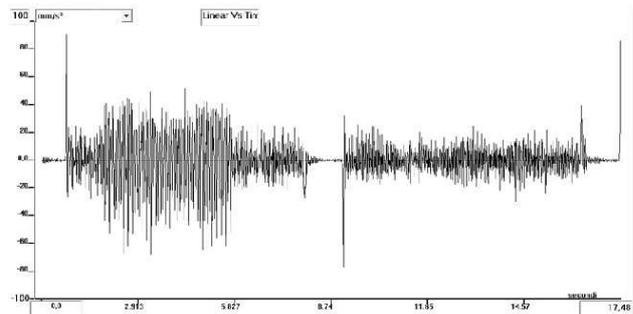
Divenne quindi possibile misurare gli scostamenti dalla velocità programmata, ossia l'irregolarità dinamica di un asse, soprattutto se a velocità molto bassa, evidenziando difetti meccanici come le cause dello stick slip, o variazioni di attrito lungo la corsa.

Anche la misura dell'accelerazione effettiva degli organi mobili permise di iniziare a verificare le reali prestazioni di ogni asse, rispetto a quelle dichiarate.

Velocità



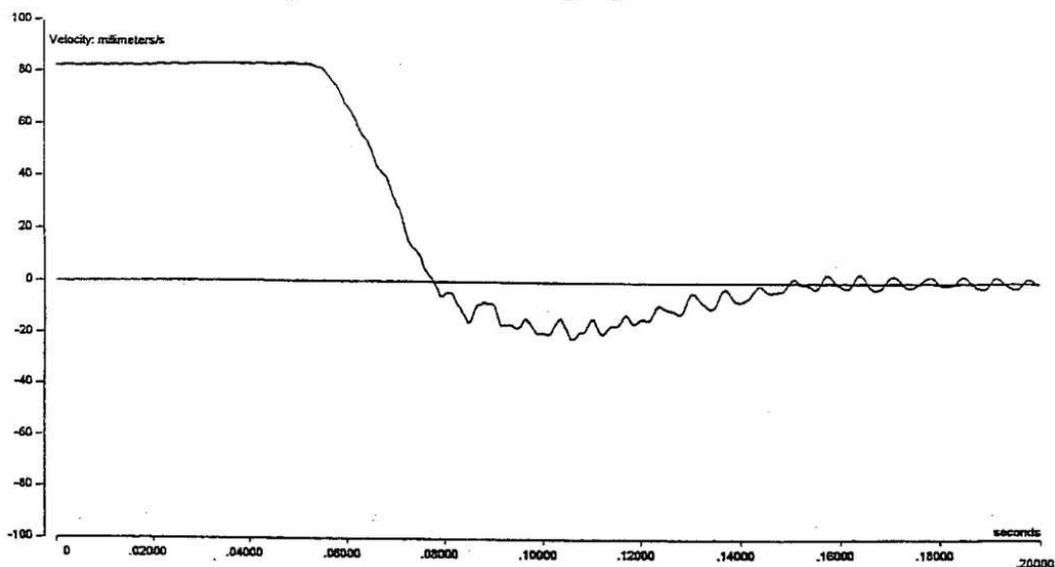
Accelerazione



Misure dinamiche dei tempi d'arresto

La misura della velocità in funzione del tempo suscitò immediatamente l'idea di misurare l'inverso, ossia il tempo in funzione della velocità, ed in particolare il tempo d'arresto, in cui si annulla la velocità di discesa della slitta di una pressa, o piegatrice, o cesoia, o qualsiasi altra macchina, dall'istante dell'azionamento del comando di arresto d'emergenza.

Tempo d'arresto di una piegatrice idraulica



In un periodo in cui stavano uscendo le prime norme europee armonizzate con la Direttiva "Macchine" del 1989, questo tipo di misura, con campionamenti al decimo di millisecondo, ebbe molto successo, e iniziò ad essere utilizzato da diversi costruttori.

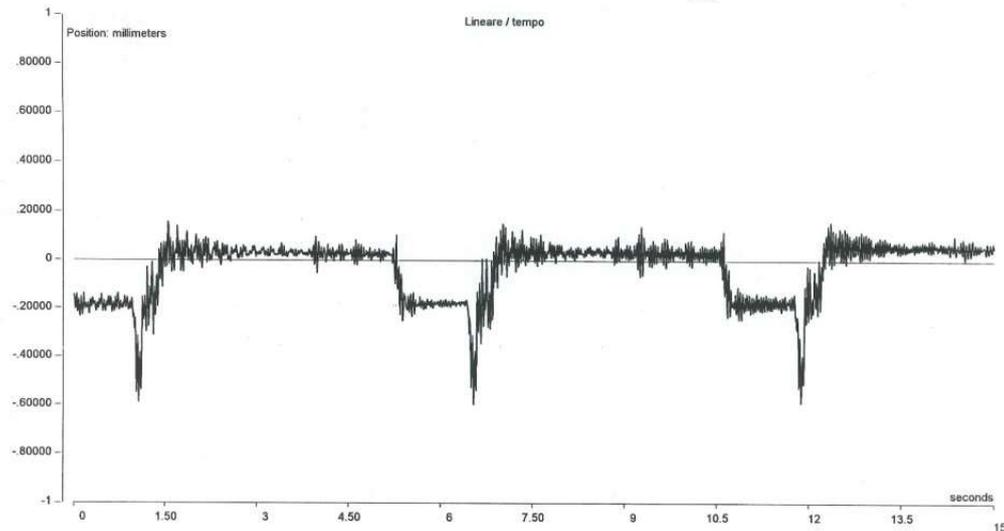
Misure dinamiche su macchine a deformazione

Gli sforzi elevati generati dalle presse, meccaniche o idrauliche o a vite, o dalle piegatrici, producono flessioni nelle tavole, nelle slitte e nei montanti.

Su macchine idrauliche le flessioni si possono misurare anche in modo statico, a pressione costante, ma la situazione delle macchine meccaniche, con albero eccentrico, o biella e manovella, o con un link drive, rende più complessa la legge del moto.

In questo caso le misure possono solo essere dinamiche, con letture istantanee sia dei cedimenti (con ottiche lineari), sia delle flessioni (con ottiche angolari). Molte scoperte furono fatte dagli anni '90 con queste misure.

Flessione della tavola – Pressa a doppio effetto



Misure dinamiche su macchine ad asportazione

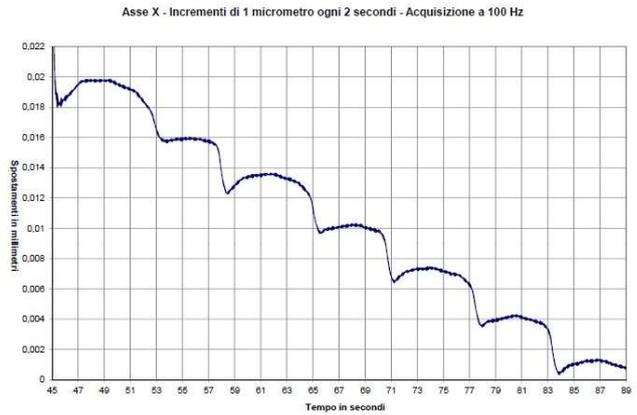
Quando si diffuse la ricerca dell'alta velocità non tutti adeguarono in modo corretto la progettazione. Qualcuno pensò che bastasse “snellire” le strutture per ridurre masse e inerzie. Ma alcuni ridussero anche il momento d'inerzia della sezione (di montanti, slittoni) rendendo semplicemente meno rigida la struttura.

Le misure dinamiche con il laser permisero di evidenziare il comportamento dei diversi organi della macchina, soprattutto con misure angolari di flessione o torsione, di un montante o di uno slittone, in accelerazione, in frenata o sotto gli sforzi di taglio.

Misure dinamiche di incrementi minimi

Un'altra misura dinamica permette l'analisi degli incrementi minimi realizzabili sugli assi, indispensabili ad esempio sulle rettificatrici per cilindri per l'ottenimento di profili “bombati” curvi, senza discontinuità, oppure per compensare piccoli errori di ortogonalità.

Le misure evidenziano come e quando si muove l'asse, come raggiunge il punto programmato e come si assesta nell'intorno del punto. Questa misura, con la quale la STANIMUC ha collezionato negli anni interessanti esperienze, è ormai parte integrante della norma internazionale ISO 230-2.

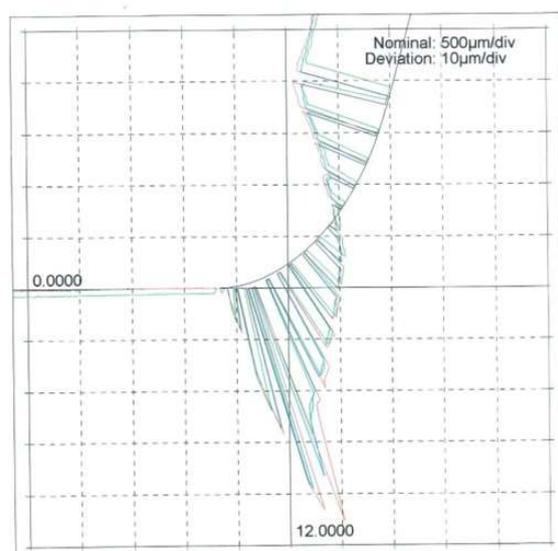
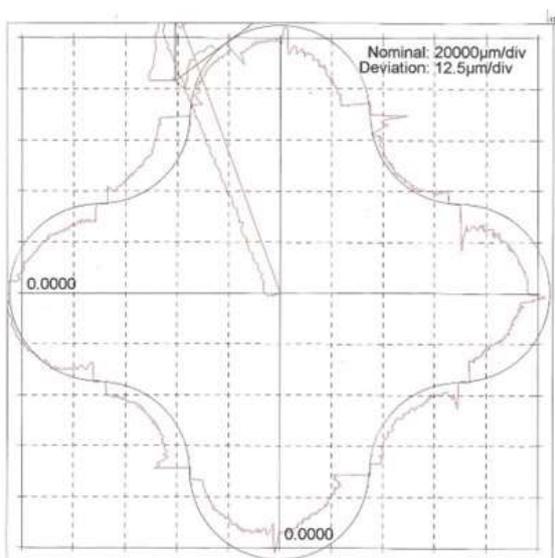


Misure di jerk con il KGM

A fine secolo la griglia ottica KGM Heidenhain aprì le porte ad un nuovo tipo di misure, non possibili con altri strumenti, come la lettura di un percorso piano bi-dimensionale dell'utensile con traiettoria complessa, senza dover tagliare truciolo e dover poi valutare il risultato sul pezzo.

La STANIMUC iniziò ad utilizzarla per una ulteriore misura dinamica, la valutazione del jerk, inteso come variazione di accelerazione, soprattutto in senso trasversale, quando varia il raggio di curvatura di una traiettoria, anche a velocità di avanzamento costante, senza accelerazione tangenziale.

Con il KGM si iniziò a poter misurare l'impatto del jerk trasversale sulla forma geometrica della traiettoria, ossia prevedere l'errore di forma e finitura che si produrrebbe sulla superficie del pezzo. Fu anche concepita allo scopo una particolare traiettoria di prova, da percorrere a velocità di avanzamento costante, con archi di raggio sempre uguale, ma curvature opposte.

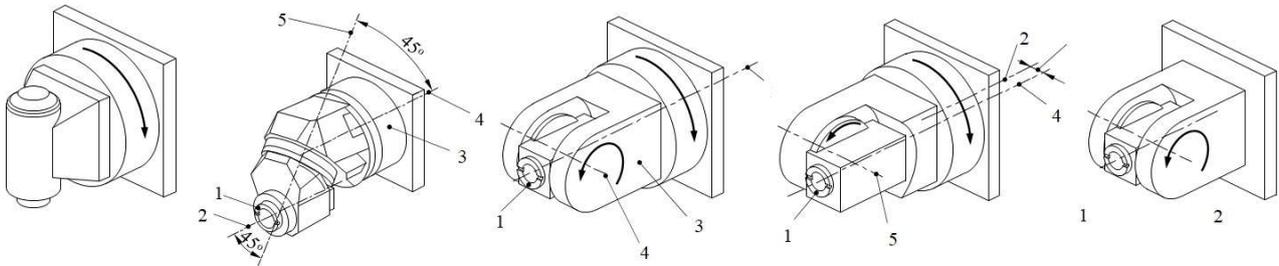


Movimenti complessi - Teste universali

Lo sviluppo di architetture sempre più complesse generò alcune esigenze specifiche, come la misura geometrica analitica dei singoli errori, geometrici, di lavorazione o di montaggio, che influenzano la rotazione nello spazio di organi dotati di due movimenti angolari (teste bi-rotative e tavole roto-basculanti). Tutte esperienze che STANIMUC trasfuse nella normativa internazionale e da anni fanno parte integrante delle norme ISO (10791 e 17543).

Il primo studio negli anni '90 riguardò le teste universali, sia con assi A e C ortogonali fra di loro, sia con un asse a 45° . Nel primo caso, in assenza di offset costruttivi, l'asse del mandrino deve essere ortogonale e complanare con l'asse A, il quale deve essere ortogonale e complanare con l'asse C, il quale deve essere parallelo all'asse Z. Infine il mandrino, in posizione longitudinale, deve essere coassiale con l'asse C.

Tutto questo porta alla necessità di sei o sette verifiche geometriche separate, per poter identificare i singoli errori, perché ogni lettura comprende due o più fonti di errore.



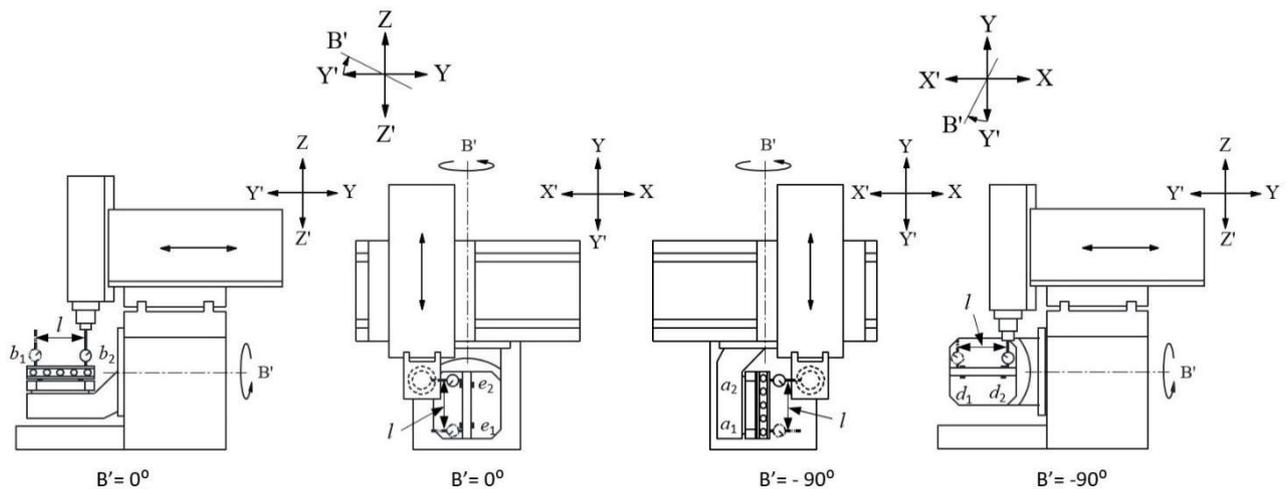
ISO 17543-1

Movimenti complessi - Tavole roto-basculanti

La situazione delle teste è facilitata dal fatto che l'asse del mandrino è sempre materializzabile con un cilindro di controllo, mentre per le tavole roto-basculanti questo è vero solo per l'asse di rotazione C della tavola, ma non per l'asse A o B della culla, che non si può vedere né toccare, né materializzare con cilindri.

Fu necessario uno studio più raffinato, svolto a fine secolo, che richiese l'introduzione di alcuni algoritmi matematici, ma permise di ottenere risultati molto precisi basati su quattro misure di parallelismo, semplici e rapide.

Ognuna di queste comprende la somma di due errori, non immediatamente separabili, ma la combinazione dei quattro risultati con quattro semplici algoritmi fornisce le grandezze cercate, ossia il parallelismo fra il piano della tavola e l'asse della culla, ed il parallelismo fra l'asse della culla e gli assi coordinati (A o B).



ISO 10791-2

Misure diagonali

Già nel 2002 fu pubblicata una norma internazionale sulle misure lungo le diagonali, la ISO 230-6, che però era basata su limitate esperienze strumentali e consentiva alcune approssimazioni nell'allineamento dell'interferometro e nella scelta dei punti di misura, che ne compromettevano le possibili capacità diagnostiche.

Attualmente ne è in corso la revisione, basata su diversi contributi internazionali, fra i quali le esperienze pratiche acquisite negli anni dalla STANIMUC.

Misure diagonali piane sulle macchine a portale mobile

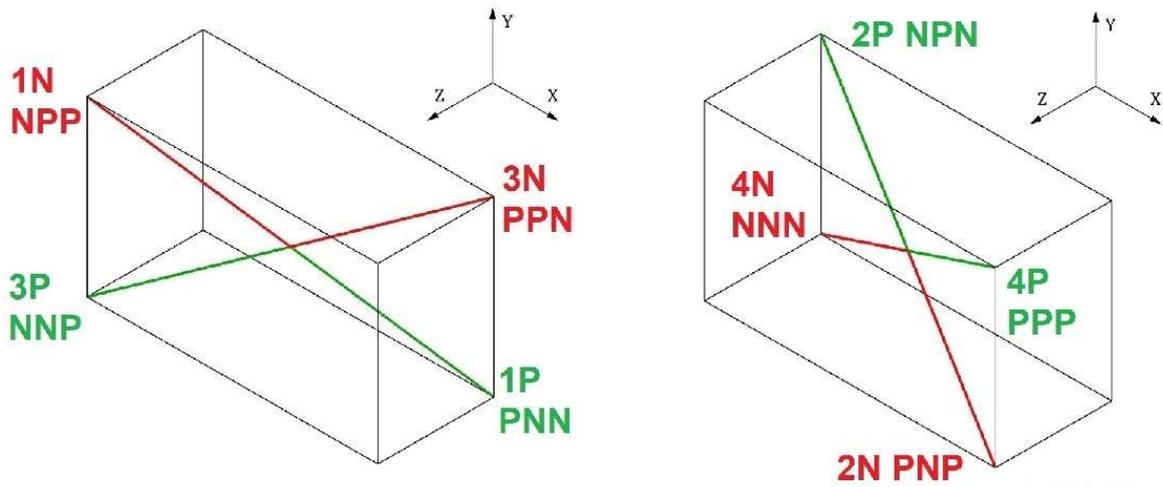
Diverse esperienze avevano dimostrato che gli errori di rettilineità degli assi lineari X ed Y delle macchine gantry influenzano in modo diretto la lunghezza delle due diagonali nel piano orizzontale. Sebbene la scoperta fosse stata casuale, una attenta analisi del fenomeno portò ad una corretta interpretazione e alla determinazione di una relazione matematica fra gli effetti e le loro cause.

Oggi la STANIMUC utilizza correntemente questo metodo perché, su macchine con assi di 15 o 20 metri, le misure di lunghezza interferometriche hanno dimostrato di essere molto più attendibili delle misure di rettilineità con strumenti ottici, che sono più sensibili all'influenza dell'aria sul raggio.

Misure diagonali nel volume

Lo studio degli errori di lunghezza delle diagonali a fini di diagnosi geometrica ha consentito di estendere alcuni concetti alle diagonali spaziali, che in un parallelepipedo sono quattro, e analisi incrociate dei loro comportamenti hanno già portato a risultati interessanti.

Alcune conferme si sono ottenute sulle alesatrici a montante mobile, come per la flessione elastica dello slittone (ram), o il beccheggio ECX dell'asse X, con le sue influenze sul montante, e l'imbardata EBX, con le sue influenze sullo slittone.



Attualmente lo studio dei diversi algoritmi e delle loro combinazioni, diverse in funzione delle diverse architetture, è ancora in corso, ma testimonia l'attitudine della STANIMUC all'innovazione e alla ricerca.

Torino, 2023 01 11
Oddone BELTRAMI