

- L'AUTOMAZIONE NELLA TECNOLOGIA DEL TAGLIO A FILO -
- CALDO DI SCHIUME POLIMERICHE ESPANSE -

M. Padovani
E. Pascali
E. Surace

L'introduzione del Controllo Numerico nel taglio a filo caldo di schiume polimeriche espanse permette di eliminare la costruzione di dime di riferimento, migliorando così la flessibilità del processo. Infatti mediante un software adeguato e' possibile, una volta memorizzata una coppia di profili, realizzare ali diverse per dimensioni, rastrematura, spessore pelli, scassi longheroni, svergolatura, affinità profili etc.

Inoltre il processo consente di controllare con grande precisione le due componenti della velocità di taglio in modo ad esempio da renderne costante il modulo. Questo consente di ottenere un elevato standard qualitativo del taglio in continuo delle ali, bordo d'attacco compreso, nonché l'utilizzo di materiali ritenuti di difficile lavorazione (polistirolo estruso, rohacell).

-1) Stato dell'arte.

Il taglio di resine espanse mediante filo caldo e' tecnica molto nota e diffusa in campo aeromodellistico.

Le principali difficoltà da affrontare per la realizzazione di tagli di superfici portanti sono le seguenti:

- Necessità di realizzare con cura le dime dei profili richiesti, che sono utilizzabili con margini minimi di flessibilità, e vanno rifatte al cambiare del profilo e delle dimensioni.
- Difficoltà/impossibilità di realizzare, quando richiesto, il naso del profilo con taglio continuo.
- Difficoltà/impossibilità di realizzare tagli "interni" per l'alloggiamento di longheroni.
- Controllo insufficiente della velocità di taglio, e quindi difficoltà di realizzare tagli a bassissima velocità specie nel caso di materiali particolari (es: rohacell).
- Impossibilità di variazione della compensazione dello spessore di taglio, una volta realizzate le dime.

Per superare queste difficoltà e per migliorare nei limiti del possibile la precisione e il controllo di tutti i parametri di taglio, è stata realizzata una macchina per taglio a filo caldo controllata numericamente.

-2) Descrizione della macchina.

Nella fig.-1- è rappresentato sommariamente lo schema di realizzazione della macchina.

Il moto del filo caldo viene controllato su due piani fra loro paralleli e normali al piano di riferimento.

Su ogni piano il moto del filo è realizzato secondo due assi cartesiani ortogonali. Per ogni asse il moto è impresso da un motore elettrico con trasmissione a vite senza fine.

Particolari cure sono state adottate per l'annullamento dei giochi del sistema.

Il filo è tenuto in tensione da un arco che assicura un precarico sostanzialmente indipendente dalla dilatazione termica del filo.

È possibile realizzare il seguente volume di taglio:

- Nel senso dell'apertura	1500 mm
- Nel senso della corda	900 mm
- In altezza	550 mm

-3) Funzionamento del sistema.

La gestione del sistema è assicurata da un P.C. e da un Controllore digitale per la movimentazione dei quattro assi.

Nella fig. -2- è rappresentato lo schema logico del sistema limitato per semplicità ad un asse.

La funzione del P.C. consiste nella elaborazione delle coordinate del profilo e nel loro trasferimento al Controllore attraverso la porta seriale.

I dati di tabella dei profili vengono quando necessario sottoposti a "smoothing" attraverso due possibili vie:

- Processo matematico di approssimazione della forma del profilo di base e della "mean camber line" secondo funzioni polinomiali i cui coefficienti sono ottenuti minimizzando lo scarto quadratico medio rispetto ai dati di tabella.
- Processo di visualizzazione di funzioni legate alla forma del profilo di base ed alla mean camber line, con successiva correzione.

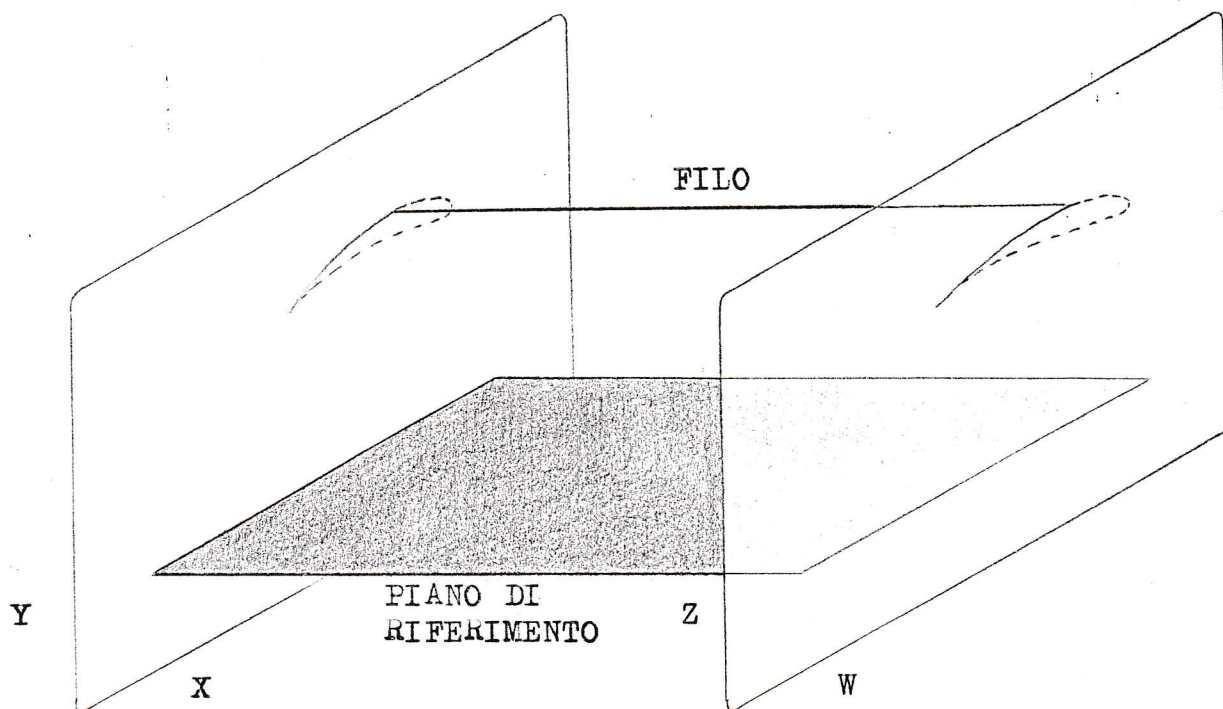


FIG. 1

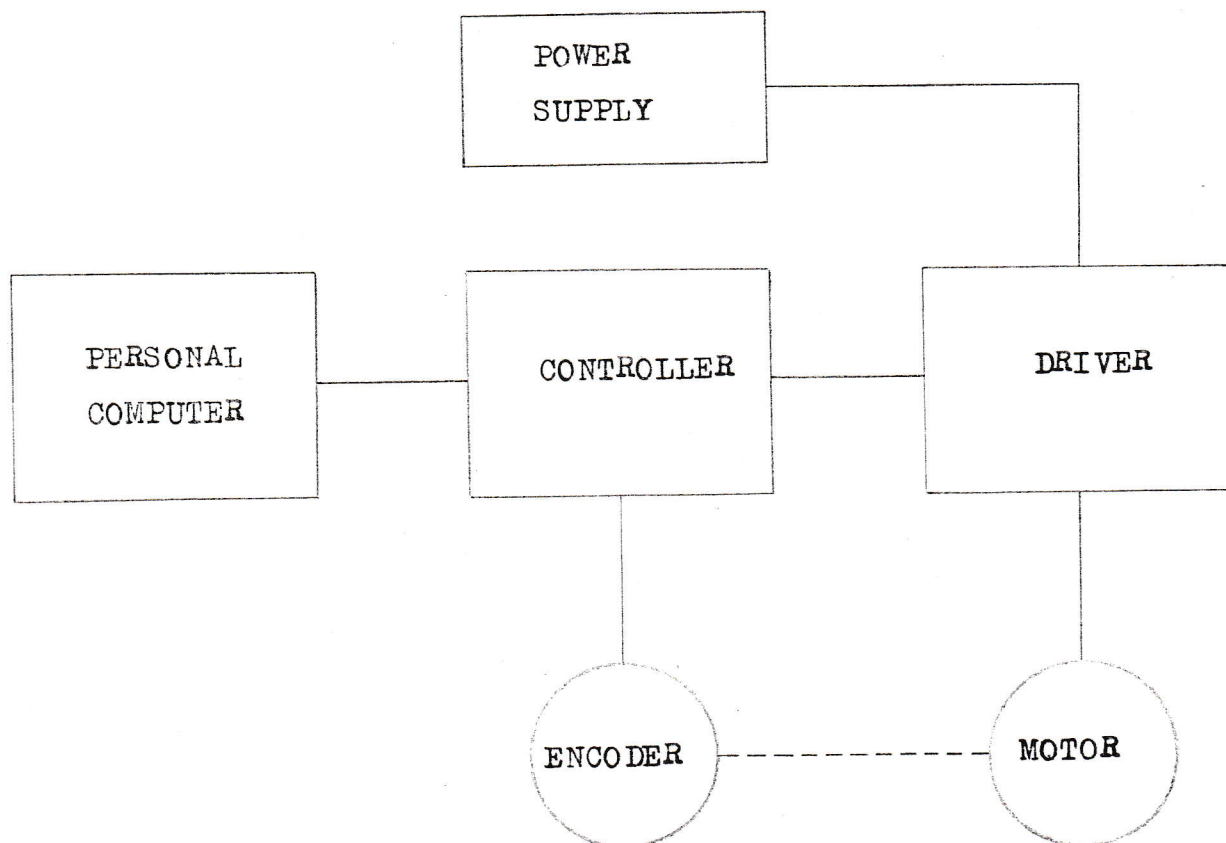


FIG. 2

Dopo l'eventuale operazione di "smoothing", i dati del profilo subiscono un'ulteriore elaborazione che porta alla definizione delle coordinate di taglio dorso/ventre in continuo con una densita' di punti sufficiente alla guida del filo.

I dati cosi' elaborati sono trasferiti come si e' detto al Controllore che esegue le seguenti ulteriori elaborazioni:

- Dimensioni delle corde.
- Alterazioni in affinita' dei profili, se richieste.
- Compensazione degli spessori di taglio e di rivestimento.
- Svergolatura.
- Freccia.
- Alloggiamenti per longheroni.
- Eventuale variazione di spessore del bordo di uscita.
- Percorso di ingresso realizzato dalla parte del bordo d'uscita.
- Parametri di controllo del taglio :
 Velocita' di taglio ottimizzate per i due profili.
 Temperatura del filo.

Il motore di ogni asse viene azionato dal Controllore attraverso un Driver di potenza. Un Encoder assicura il controllo retroazionato secondo lo schema P.I.D. che elabora il comando del motore in funzione dell'errore di posizione secondo la seguente equazione:

$$F = g \left(\frac{1}{T_i} \int_0^t e \, dt + e + T_d \frac{de}{dt} \right)$$

F=comando motore

g=guadagno

Ti=costante di tempo integrativa

e=errore

Td=costante di tempo derivativa

Il controllo e' a logica digitale con Convertitore digitale/analogico finale (D.A.C.).

-4) Risultati raggiunti.

Dopo un periodo di messa a punto del software e dell'hardware, la macchina ha raggiunto ottimi risultati, permettendo di superare tutte le difficoltà esposte al punto 1).

Inoltre la precisione raggiunta, nettamente superiore a quella delle tecniche tradizionali, consente la realizzazione di soluzioni costruttive particolarmente interessanti, come ad esempio l'accoppiamento fra profilo e stampo realizzato separatamente, in modo da rendere la luce di accoppiamento indipendente dallo spessore di taglio.

Infine è stata dimostrata la possibilità di taglio di materiali "difficili" come il polistirolo estruso, il rohacell etc.