

La storia del progetto 395

Eravamo nel 1986 e avevo 29 anni: relativamente giovane, ma con una notevole esperienza tecnologica e una buona conoscenza delle macchine dell'azienda per avervi lavorato tre anni dopo il diploma. Probabilmente ero anche il più "aggiornato", dal punto di vista della conoscenza dell'innovazione applicata, rispetto ai 5 colleghi dell'ufficio tecnico. Presumibilmente per queste ragioni la direzione tecnica decise di affidarmi lo sviluppo del progetto pilota, che, negli anni successivi avrebbe portato all'impiego diffuso dell'automazione elettronica nella lavorazione del vetro fuso, e di cui, visti gli esiti felici, mi occupai ancora nei successivi 12 anni. Si trattava del progetto del nuovo elettronico gob distributor, cioè del distributore elettronico di gocce di vetro fuso, indicato nel registro ufficiale dell'ufficio tecnico dell'azienda con il numero 395. Durante la fase di sviluppo del progetto, lessi su *Progettare* un articolo che trattava l'argomento "cinghie sincrone di trasmissione". Queste, nel 1986, non avevano ancora la diffusione in seguito raggiunta, e, date le elevate temperature ambientali, secondo gli esperti di settore, non era pensabile il loro utilizzo a ridosso delle macchine di lavorazione del vetro fuso. Come noto, tali cinghie sono composte da un involucro di plastiche speciali, nel quale è immerso e avvolto un filo sintetico continuo che, ancorato al dente in plastica, ne costituisce il principale componente di trazione.

Pro e contro

Confortato dall'articolo e dalle modalità di calcolo indicate da *Progettare*, decisi di interrompere la catena cinematica tra il motore e la vite di comando dell'utensile a contatto col vetro fuso, inserendovi appunto una trasmissione a cinghia dentata; scartai così la soluzione classica adottata da sempre nel settore, e considerata come la migliore, che consi-

steva nel porre il motore e la vite in linea, collegandoli mediante un giunto coassiale tradizionale. Prevedevo che questa soluzione avrebbe portato molti vantaggi, in quanto:

- interrompeva la trasmissione delle vibrazioni generate dal motore verso l'utensile a contatto col vetro fuso, aumentando la qualità della finitura del vetro soffiato, molto sensibile alle vibrazioni;
- consentiva la costruzione di un meccanismo più compatto e quindi più facilmente installabile su ogni tipo di impianto esistente;
- permetteva una notevole flessibilità nella scelta dei rapporti di trasmissione, e consentiva quindi un perfetto adeguamento della dinamica del motore, in funzione delle differenti necessità produttive di ogni impianto esistente nel mondo;
- addolciva la reazione meccanica, abbassava il momento d'inerzia, e riduceva i carichi istantanei di start / stop sui cuscinetti di supporto dell'albero motore e della vite senza fine;
- rendeva fattibili le operazioni di verifica e manutenzione in campo, in quanto era possibile ottenere il corretto tensionamento della cinghia, eventualmente sostituita per manutenzione ordinaria a impianto in funzione. Qualora avessi adottato la soluzione tradizionale, installando motore e vite in linea, uniti da un giunto tradizionale, sarebbe stato praticamente impossibile, in caso di sostituzione in campo del giunto tradizionale, garantire il corretto allineamento tra albero motore e albero della vite di comando dell'utensile. Per contro, non erano note applicazioni così severe. Tale meccanismo doveva infatti essere garantito come esente da manutenzione straordinaria, per un funzionamento continuato di 24 ore al giorno, per almeno 5 anni, con ritmi di 240 start/stop al minuto, con il 50% di inversioni di movimento. Infatti, nei capitolati nel settore della lavorazione del vetro fuso, viene

Dalla lettura di un articolo sulla rivista *Progettare* matura la decisione vincente di utilizzare le cinghie dentate sincrone su una macchina per lavorare il vetro fuso. Una conferma dell'efficacia del legame tra l'attività di progettazione e l'informazione tecnica

richiesta una garanzia di funzionamento continuo per almeno 5 anni, esente da manutenzione straordinaria, in quanto ogni impianto può essere revisionato soltanto ogni 5 – 7 anni, in concomitanza con la sostituzione dei canali refrattari nei quali scorre il fiume di vetro fuso a 1600 °C, e che hanno appunto una vita media compresa tra i 5 ed i 7 anni; ogni arresto intermedio dell'impianto costringerebbe infatti a procedure e a costi insostenibili, dovuti alle lentissime e delicate leggi fisiche di raffreddamento e successivo riscaldamento del canale, di alcune decine di metri di lunghezza, contenente il fiume di vetro fuso mantenuto alla temperatura di lavorazione. Un altro punto critico era costituito dalle temperature massime di esercizio dei singoli componenti meccanici ed elettronici; i dati di catalogo indicavano una temperatura massima di esercizio di 80 °C, sia per la cinghia dentata che per l'encoder ottico del motore. Nel caso in questione, a 50 cm dalla cinghia e dall'encoder, transitavano 240 candelotti al minuto, di vetro fuso a 1600 °C, aventi un diametro di 20 – 40 mm. Decisi, con successo, di incapsulare la zona motore / trasmissione e di proteggerla dall'irraggiamento con una pressurizzazione. Ricordo che, anche per altri accorgimenti innovativi determinanti, sui quali sorvolò, la soluzione piacque molto anche al cliente spagnolo e la direzione decise di aprire la relativa procedura di brevettazione.

La verifica sul campo

Nell'agosto 1987, potemmo già testare la macchina per un mese intero in laboratorio, all'interno della rudimentale camera termica di circa 2 metri cubi, fatta con tondini da edilizia, strati di teli di nylon, stufette elettriche rintracciate negli uffici delle segretarie più freddolose, dalla quale fuoriuscivano cavi di sonde termiche, oscilloscopi, analizzatori di vibrazioni. Il direttore tecnico dell'azienda cliente, in visita presso di noi, rimase stupito dall'assenza di vibrazioni. Temendo che i dati degli analizzatori di vibrazione fossero parziali o artefatti, le misurava per confronto con un metodo molto originale, che consisteva nell'appoggiarvi il piede sul telaio per qualche secondo (!). Nonostante il periodo di ferie, tutti i giorni andavo in moto a rilevare tutti i dati tecnici possibili: le temperature dei componenti e del motore (un passo/passato di taglia grande da 30 Nm a 1.200 giri/min), e verificavo l'andamento delle vibrazioni, lo stato dei componenti e l'assorbimento elettrico, per capire se vi fossero usure in espansione. La prima cinghia installata per la consegna al cliente, passo 12,7 mm (mezzo pollice), larghezza

25,4 mm (un pollice), si strappò non appena l'impianto venne avviato in pre-riscaldamento; chiesi al cliente di mandarmela urgentemente, e scoprii che il fornitore, contrariamente a quanto richiesto, per rientrare nei tempi di consegna promessi, l'aveva ricavata accorciando una cinghia più lunga e incolandone le estremità con un sistema ad incastro interrompendone così l'anima resistente. Nonostante la concitazione, ricordo con piacere che, in azienda, nessuno mise in dubbio quella scelta; la cinghia venne sostituita subito con una a sezione continua, e non vi furono mai più problemi. Scoprimmo poi che l'azienda concorrente, leader di settore, alla quale i colleghi si ispiravano, aveva deciso invece di adottare la solita soluzione in linea, di cui ho riferito; nel tempo, il nostro / mio meccanismo si dimostrò così performante e affidabile, da essere considerato dai clienti, nel mondo, come l'equivalente di una piccola Ferrari di settore. Molti di loro, pur comprando l'impianto dalla concorrenza, richiedono ancor adesso che l'impianto sia equipaggiato col nostro / mio meccanismo di lavorazione del vetro fuso.

Sviluppi positivi

Visti i risultati ottenuti, nei progetti successivi utilizzai sempre il medesimo schema di trasmissione, e dopo 7 anni passati col fiato in sospenso, tirai finalmente un sospiro di sollievo quando, all'atto della revisione degli impianti, anche i clienti confermarono la bontà e l'affidabilità di quella scelta. Per aumentare l'affidabilità del sistema avevo deciso di utilizzare un encoder ottico mono-giro per il controllo della posizione angolare del motore così da evitare errate letture della posizione reale (tipiche negli encoder multi-giro, in caso di fortuite riaccensioni post black-out). In questo modo, tutte le posizioni di lavoro della macchina erano contenute all'interno dei 360 gradi di lettura dell'encoder. Di conseguenza, anche l'encoder non venne calettato in linea con l'albero motore, ma in parallelo, mediante una coppia di pulegge dentate di diametro calcolato, unite da una micro cinghia dentata. Anch'essa, non ebbe mai a creare problemi. In seguito, grazie alla flessibilità generale permessa dall'inserimento delle cinghie dentate, in accordo con un cliente austriaco, decidemmo di affiancare alla soluzione con la motorizzazione passo/passato, la versione per alte velocità, dotata di motori brushless da 13 Nm a 3.000 giri/min; i clienti gradirono questa opzione, in quanto potevano installarla rapidamente sulle macchine esistenti tramite un'operazione di retro-fit. Era sufficiente sostituire il motore e adeguare il rapporto di trasmis-

sione mediante una semplice sostituzione di 2 pulegge, e della relativa cinghia dentata. Senza che fosse quindi necessario intervenire sulla parte meccanica a valle, operazione costosa e complessa, composta dalla vite senza fine e da altri particolari.

Protagonisti e non

Non so chi fosse l'estensore dell'articolo su *Progettare* che ispirò quella mia scelta; in ogni caso, con questo racconto, lo voglio ringraziare. Altri meriti per quel progetto, e per l'attività sviluppata al loro fianco, vanno ai colleghi che si occuparono della parte software, di cui si dovrebbe raccontare a parte; in quella occasione, a differenza di me, non rischiavano molto dal punto di vista della riuscita del progetto, in quanto vi applicarono, con successo, esperienze acquisite nella loro tradizionale produzione di software per l'automazione a temperatura ambiente. Voglio soltanto ricordare che la macchina in questione, compie 240 spostamenti al minuto (tempo ciclo: 250 ms) per 24 ore al giorno per 5 anni, senza fermarsi mai, e che ogni spostamento è interrotto da una sosta di 100 ms, durante la quale, all'interno della macchina, transita un candelotto di vetro fuso a 1600 °C. Durante questi 100 ms il software verifica e attiva le sicurezze previste, esegue il refresh di qualche migliaio di dati e aggiorna la sincronia con l'intero impianto. Ogni minimo errore o deriva di calcolo e di sincronismo avrebbe avuto conseguenze disastrose.

Un ricordo felice

Data la vicinanza dei termini di consegna, e la notevole aleatorietà delle variabili in gioco, fui costretto ad un tour de force, dedicando al progetto ogni attimo di quei mesi tra l'autunno 1986 e l'estate 1987. Vi lavoravo a casa, di sera dopo il lavoro, fino a tardi, nei sabati, nelle domeniche, rinchiuso nella stanza vuota, tra tecnigrafo e scrivania; quelle ore erano interrotte soltanto da mia moglie, che sporgeva in silenzio cappuccini, brioches, fette di torta, veri, generi e gesti di conforto. Per ringraziarla, in modo altrettanto discreto, scelsi come numero di matricola di quella macchina, il 63 suo anno di nascita; ora ci sono in giro per il mondo un migliaio di macchine di quel genere, che portano stampigliate sulla targhetta sia quel numero che, in modo invisibile, i ricordi ad esso collegati. Perché i progetti hanno un cuore.

V. Girando www.vprog.it

readerservice.it n. 66