

Sistema di acquisizione dati distribuito su rete Ethernet

Il tema dell'automazione dei collaudi è certamente tra i più sentiti in ambito industriale nell'ottica della razionalizzazione delle risorse, della precisione dei dati raccolti e della velocità delle operazioni. In produzioni 'non standard' di manufatti il cui funzionamento è caratterizzato da più parametri, tale tema rappresenta un nodo arduo da risolvere per la complessità dei collaudi stessi e per la difficoltà di avere prove 'ripetitive'.

Uno sforzo in questa direzione è stato fatto nell'ambito di un progetto che ha coinvolto il Centro Prove Funzionali di un'azienda produttrice di pompe centrifughe: all'interno dell'area coperta di circa 3.000 m² adibita ai collaudi sono state definite dieci postazioni logistiche, nelle quali sono abitualmente collaudate pompe di vario genere e taglia, sia ad asse

orizzontale sia verticale, mono e pluristadio, con potenze assorbite da 100 a 10.000 kW, pressioni in gioco fino a 5.000 atm e portate d'acqua in moto che possono arrivare a 50.000 m³/h. Le procedure con cui tali manufatti sono collaudati differiscono in modo sensibile sia per i dati che devono essere acquisiti, sia per la modalità di conduzione delle prove, pertanto è stato pensato un software che riconosca i parametri di ogni test. Lo sviluppo del progetto ha coinvolto tre postazioni di prova, scelte per valutare le potenzialità del sistema. Una volta a regime saranno strumentate tutte, compresa la cosiddetta postazione 'regina', idonea a collaudi di pompe pluristadio con fluido caldo (fino a 200°C), che possono richiedere l'acquisizione di oltre 70 segnali e il controllo di altri 10.

Le realtà aziendali di Termomeccanica e Sitem

L'azienda che ha voluto lo sviluppo di tale progetto è la Termomeccanica Pompe di La Spezia, società storica nel ramo della produzione di macchine operatrici in Italia, che negli ultimi anni si è rilanciata in campo internazionale in un mercato altamente competitivo, scontrandosi con i colossi statunitensi, giapponesi e inglesi. L'azienda punta sia sulla produzione 'a disegno', che soddisfa specifiche dettagliate dei clienti, che su quella 'a catalogo', che mira ad avere grandi volumi di soluzioni standard. Le applicazioni per le quali Termomeccanica Pompe propone i suoi prodotti variano dall'acquedottistica agli impianti di dissalazione, dall'irrigazione alla produzione d'energia elettrica e di servizi 'oil and gas'.

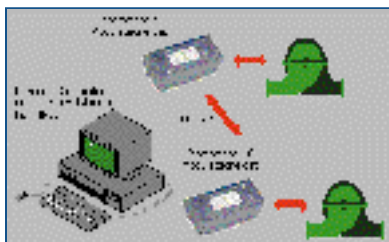
Per sviluppare un'applicazione specifica nell'ambito dell'automazione del processo di collaudo, la società si è rivolta a Sitem, system integrator all'avanguardia nel settore dei sistemi di test e misura, in cui copre sia l'aspetto software sia quello hardware, nonché della piccola automazione industriale. Aspetto trainante nell'approccio al problema da parte di Sitem è sviluppare le soluzioni su personal computer, garantendo flessibilità ed espandibilità al sistema.

L'applicazione

Termomeccanica Pompe ha pianificato una serie di attività che coinvolgono tutta la sua struttura. Il Centro Prove Funzionali ha presentato un progetto per installare un sistema capace di acquisire i dati di una qualsiasi prova, elaborarli, renderli fruibili in tempo reale agli utenti abilitati e gestire i parametri di controllo di ogni singolo test in maniera automatica.

Il collaudo di una pompa centrifuga prevede infatti l'acquisizione di sei grandezze 'fondamentali', alle quali si aggiungono un numero di gran-

L'utilizzo di FieldPoint per il controllo dei parametri di macchine idrauliche



Struttura generale dell'applicazione sviluppata da SITEM per Termomeccanica Pompe

dezze 'ausiliarie', che può variare da due a diverse decine, e la gestione e il controllo di un massimo di dieci parametri, a seconda del tipo di logica del circuito nel quale si testa la macchina.

Nei casi più complessi quindi l'operatore è chiamato a dover in qualche modo gestire fino a 70 grandezze in tempi molto serrati. La riuscita del collaudo, da cui si ricavano le informazioni fondamentali sul prodotto, è dipesa in questi anni dall'abilità delle persone che si sono occupate di questa fase.

Il progetto è stato realizzato tramite la creazione di una matrice postazioni/segnali, che ha costituito la base della realizzazione, discretizzando la natura delle postazioni di collaudo in base alla tipologia del prodotto e ai segnali legati a ogni postazione. La prima postazione esaminata coinvolge i test di pompe ad asse orizzontale monostadio ed è costituita da un circuito chiuso che preleva e rimanda l'acqua da un serbatoio posto a circa 3 m di altezza. Il collaudo di questo tipo di pompe richiede l'acquisizione di sei parametri 'idraulici', ossia specificatamente le pressioni con cui l'acqua è aspirata e rilanciata dalla pompa, la temperatura dell'acqua, il numero di giri della pompa, la portata di fluido elaborata e la potenza elettrica assorbita dal motore che alimenta la macchina. L'elaborazione matematica di tali parametri permette di definire quelle che sono le caratteristiche della pompa, costituite da prevalenza, potenza assorbita, rendimento e capacità di aspirazione al variare della portata elaborata.

Per la determinazione di queste caratteristiche il circuito è stato strumentato con misuratori analogici, capaci di trasmettere un segnale elettrico proporzionale alla grandezza fisica misurata, e con dispositivi elettrici digitali, capaci di variare i parametri di controllo del circuito 'a comando'.

Il collaudo si divide in due prove, che si distinguono per gli obiettivi da raggiungere e i parametri di controllo utilizzati. La prima di queste, con la determinazione di prevalenza, potenza assorbita e rendimento della pompa, è ottenuta variando l'apertura della valvola regolatrice di portata posta a valle della 'bocca di mandata'. La valvola va movimentata per ottenere un numero discreto di valori di portata (pianificabili prima del test), per ognuno dei quali rilevare i parametri desiderati.

Per tali test esiste quindi una funzione obiettivo da raggiungere, dopodiché possono essere misurati ed elaborati alcuni parametri.

Il secondo tipo di prova, con la determinazione della capacità di aspirazione della pompa (in gergo valori di



Particolare di un modello di pompa progettato e realizzato da Termomeccanica Pompe

NPSH richiesto), richiede invece una logica di regolazione più complessa. Infatti, raggiunto il valore di portata desiderato grazie alla valvola regolatrice, il livello della pressione in aspirazione deve essere progressivamente abbattuto fino a ottenere un decadimento del valore della prevalenza.

I parametri di regolazione sono rappresentati dalla portata, che deve essere mantenuta costante, e dalla pressione di aspirazione, che deve essere abbattuta. Quest'ultimo effetto si ottiene abbassando la pressione o il livello di acqua nel serbatoio di aspirazione, oppure chiudendo la valvola posta a monte dell'aspirazione della pompa. Queste tre operazioni possono essere svolte progressivamente o simultaneamente,

ma non devono incidere sul valore della portata in transito, che va controllata tramite la valvola regolatrice.

Parallelamente a queste due prove vanno condotti un

Tre moduli per il controllo

National Instruments ha firmato tre nuovi moduli per il monitoraggio e il controllo delle applicazioni industriali, che consentono il collegamento a dispositivi in cui sono richiesti ingressi in tensione, conteggio di impulsi su apparecchi di assorbimento e la gestione di encoder di quadratura.

In modulo FieldPoint FP-AO-210 offre uscite in tensione programmabili e, dotato di otto canali, è in grado di generare tensioni in uscita analogiche nell'intervallo di valori da 0 a 12 V, con un convertitore digitale-analogico a 12 bit. L'unità dispone inoltre di isolamento sugli ingressi e sulle uscite, rilevazione e protezione contro circuiti aperti o in corto, overrange, funzionamento HotPnP Plug and Play e diagnostica on-board.

FieldPoint FP-CTR-502 dispone di otto contatori a 16 bit, 50 kHz con ingressi di clock, per operare in diverse modalità di conteggio, e funziona con dispositivi di assorbimento da 5 a 30 V c.c., tra cui TTL e Cmos. Tra le altre funzionalità presenta filtri passa-basso configurabili per gli ingressi di conteggio, canali di conteggio in cascata e frequenze di riferimento interne.

Impiegando il modulo FP-QUAD-510 è infine possibile collegare fino a 4 canali in ingresso di encoder in quadratura single-ended o differenziali, per misurare la posizione e la velocità in entrambe le direzioni con una frequenza fino a 1 MHz sui quattro canali. Il dispositivo dispone infine di quattro contatori di posizione indipendenti a 32 bit.

monitoraggio e una rilevazione a intervalli temporali definiti di grandezze quali il rumore, le vibrazioni, le pressioni, le temperature e le portate dell'olio che lubrifica i cuscinetti, o dell'acqua che raffredda particolari dispositivi della macchina.

Il progetto si pone tre obiettivi: automazione della procedura dei test illustrati, sia dal punto di vista dell'acquisizione dei dati, che da quello di gestione dei parametri di controllo; possibilità di una conduzione del test da postazione remota; e infine supervisione dei test in corso da un qualsiasi operatore abilitato, sia all'interno dell'azienda tramite rete Intranet, sia all'esterno mediante collegamento Internet al sito aziendale.

L'architettura hardware

La principale esigenza alla quale il sistema di acquisizione dati era chiamato a rispondere, era quella di non

campo che colloquia, utilizzando una rete Ethernet e un HUB, con un solo personal computer, a sua volta inserito nella rete. Tale configurazione consente di trasferire velocemente (10BaseT cioè 10 Mbps) informazioni già digitalizzate localmente dai moduli di acquisizione e riduce drasticamente le possibilità di interferenze e disturbi.

Inoltre è possibile definire dei banchi di moduli di acquisizione, comprendente fino a un massimo di nove elementi, configurabile a piacere, il che risponde alla domanda di espandibilità futura. Per ogni postazione i moduli di acquisizione sono stati dimensionati tenendo presente le particolari esigenze emerse. Sono stati utilizzati i moduli FP-AI-110 per l'acquisizione dei segnali 0-10 V oppure 4-20 mA, provenienti da sensori di pressione e deformazione, preventivamente condizionati con moduli della famiglia 5B; FP-RTD-122 per l'acquisizione da sonde di temperatura PT-100; e FP-DI-300 per l'acquisizione di segnali digitali di finecorsa. Oltre a questi, sono stati impiegati dispositivi FP-AO-200 per il pilotaggio di attuatori, e FP-DO-400 per la gestione degli allarmi. I banchi, montati a pannello su barra a DIN, sono stati alloggiati all'interno di armadi industriali ad alta protezione (IP 65), prodotti da Cepi Elettrica, capaci di contenere, oltre a strumentazione di supporto, le morsettiere di appoggio per la connessione dei segnali provenienti dai sensori posizionati sulle pompe in prova.

L'architettura software

Il programma di collaudo su personal computer è stato realizzato interamente mediante l'ambiente di sviluppo LabVIEW. Per quanto riguarda la configurazione e il colloquio con i moduli FP-1600 è stato invece utilizzato il pacchetto 'FieldPoint Explorer' di National

Instruments, che implementa la comunicazione TCP-IP a basso livello. Si tratta di un OPC server che consente la definizione di canali mnemonici attraverso i quali il programma sviluppato può interagire con il sistema di acquisizione. Il sistema operativo del personal computer di elaborazione e presentazione dei dati è Windows NT. Il pc sul quale risiede fisicamente il programma di collaudo, inoltre, funziona anche da server Web, in quanto il programma pubblica pagine virtuali alle quali possono accedere tutti personal computer aziendali abilitati, connessi su rete Ethernet.

Il programma di collaudo

Il programma di collaudo è eseguito immediatamente dopo ogni avvio/reset del pc sul quale risiede fisicamente. Questo si auto/configura automaticamente a seconda della postazione di prova che l'operatore ha

dover richiedere, per ciascuna delle dieci postazioni di prova, un personal computer. Bisognava quindi progettare e realizzare un sistema che fosse in grado di acquisire le grandezze dal campo, digitalizzarle localmente e trasferirle a un'unità di calcolo centrale per l'elaborazione e rappresentazione dei dati. Inoltre, data la rumorosità dell'ambiente in cui si andava a operare, occorreva porre attenzione anche alla modalità di trasferimento dei dati acquisiti, tenendo presenti le differenti tipologie e quantità di segnali da acquisire per ogni postazione nell'ambito di un sistema espandibile prospetticamente. L'utilizzo di un sistema di acquisizione basato sull'architettura per I/O distribuito FieldPoint firmato National Instruments, ha rappresentato la soluzione più idonea per rispondere a tutte queste esigenze. Infatti, grazie all'impiego di dieci moduli network FP-1600 è stato possibile definire un sistema di acquisizione distribuito sul

deciso di utilizzare nel momento in cui entra nel programma stesso. Alla partenza esegue una fase di inizializzazione, comprendente una lettura di file ASCII di configurazione del sistema (numero e nome della postazione e così via).

Dal pannello principale, disponibile in avvio, si accede poi a un pannello di setup dei parametri della prova, dove l'operatore può inserire i dati anagrafici del test, della pompa, i dati di targa della stessa e definire gli allarmi. Da questo si può scegliere di visualizzare un pannello di taratura, il sinottico oppure procedere all'inizio prova. Il pannello di taratura permette di mettere a punto i fattori di conversione dei trasduttori e delle grandezze calcolate, mentre il sinottico rappresenta lo stato del circuito idraulico della postazione di prova correntemente utilizzata e consente di leggere il valore delle portate in gioco, delle potenze assorbite, delle temperature, delle pressioni e altro.

Il pannello di inizio prova permette l'avvio della prova e visualizza sia i dati istantanei, sia quelli archiviati in specifico file formato Excel, per ogni ripetizione di prova. Da questo si può accedere, poi, a pannelli per visualizzare sia le curve caratteristiche misurate sulla pompa, sia l'andamento nel tempo di tutte le grandezze misurate e calcolate, quali ad esempio rendimento e prevalenza. Su ogni grandezza è anche possibile definire delle soglie di allarme.

Impiegando tecniche 'ActiveX', i dati sono periodicamente salvati in file formato Excel, secondo lo standard preesistente del cliente, suddiviso su più fogli di lavoro, ognuno dei quali riproduce la disposizione dei dati come sui pannelli.

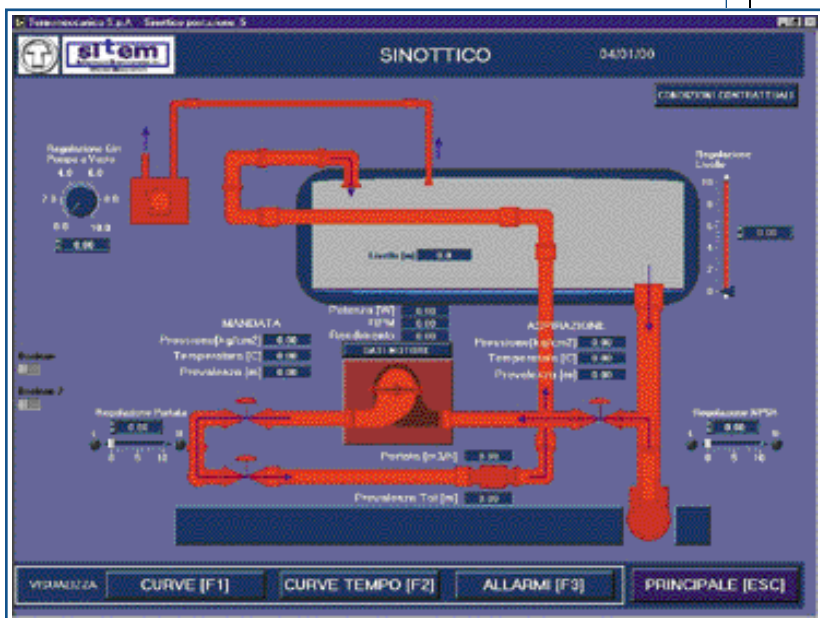
Un'altra funzionalità di notevole utilità è costituita dal primo caricamento dei dati di una prova precedentemente interrotta. Con questa operazione tutti i dati archiviati in precedenza nel file di Excel vengono letti e consentono all'operatore di procedere alla prova della pompa. Il programma di collaudo svolge quindi la funzione di regia del test, interrogando periodicamente i moduli di acquisizione FieldPoint e acquisendo i dati di input ogni volta che la funzione obiettivo della prova è stata raggiunta. Il risultato è rappresentato dalla combinazione matematica delle grandezze fondamentali per la determinazione delle caratteristiche della pompa e, in ultima analisi, dall'interfacciamento con un foglio di calcolo per la produzione del rapporto di collaudo.

E' significativo notare come sia lo stesso programma a impostare la regolazione dei parametri di controllo, verificando il raggiungimento degli obiettivi, anche se l'operatore può intervenire in qualsiasi momento per regolare manualmente la gestione della prova o interromperla.

Conclusioni

L'applicazione, progettata e sviluppata nell'arco di due mesi, risulta di notevole interesse in quanto il programma di supervisione riesce a gestire prove su più postazioni simultaneamente. Inoltre l'intero processo di acquisizione è gestito mediante un unico personal computer che colloquia con la strumentazione di acquisizione dati (FieldPoint) su rete Ethernet, rendendo possibile l'effettuazione del test da qualsiasi postazione. Grazie a un browser Web standard è anche possibile monitorare remotamente su Intranet l'andamento della prova, poiché i dati ad essa relativi sono resi disponibili in formato HTML.

Ulteriori caratteristiche significative sono rappresentate dal fatto che le prove prevedono il monitoraggio nel tempo di più grandezze fisiche, quali pressioni, temperature, vibrazioni, deformazioni e così via, e la redazione



ne del certificato di collaudo e della documentazione di supporto necessaria, anche in virtù delle norme di qualità presenti in Termomeccanica, è totalmente a carico del programma. La possibilità di offrire alla clientela un servizio all'avanguardia, che permette ai clienti di non presenziare fisicamente al test, ma di sovrintenderlo 'a distanza' senza perdere alcuna informazione, costituisce una funzionalità aggiuntiva offerta dal sistema. Infine, il fatto di avere reso fruibili dati rilevati 'sul campo', attraverso una rete di trasmissione dati, apre nuovi scenari nel campo del monitoraggio a distanza a fini diagnostici predittivi delle macchine dal momento in cui iniziano a funzionare sull'impianto di destinazione. ■

(*) Hanno collaborato Luca Valenti (Termomeccaniche Pompe), Luca Cambiaso e Tiziana Cortese (Sitem)