

AZIONAMENTO PNEUMATICO DI ATTUATORI

Un sistema pneumatico compatto a manifold capace di azionare un'ampia gamma di attuatori per il settore Oil & Gas

Requisiti operazionali minimi per i sistemi di controllo pneumatici in campo Oil & Gas sono le richieste di trattamento aria (riduzione e filtrazione), e di comando remoto mediante elettro-valvole rispondenti alle normative antideflagranti secondo gli standard europei ed anglosassoni quali Cenelec, Atex, Nema e Csa. Le severe condizioni ambientali e la criticità delle operazioni di emergenza degli impianti inducono l'utilizzo di materiali resistenti quali acciai inossidabili (Aisi 316L come preferenza) e tenute soffici adatte a sensibili escursioni termiche tra meno 45 e più 80 °C.

L'ampia gamma di cilindrata degli attuatori (da 0,5 a più di 150 litri) e la necessità di completare le manovre di emergenza nel più breve tempo possibile richiedono per i sistemi di controllo pneumatici orifizi a piena apertura capaci di grandi portate. Nemmeno si può rinunciare ai requisiti di bassa potenza della bobina (normalmente inferiori a 2 W) che ovviamente si traducono in bassi valori di spinta del nucleo magnetico comandante il corpo di potenza. Infine le tipologie di sistema di ciascun cliente richiedono differenti modelli di elettro-valvola e diversi layout per l'inserimento di un'ampia gamma di accessori per la segnalazione ed il comando locale, quali manometri, trasmettitori di pressione esclusori, pressostati, ecc.

ARCHITETTURA DI SISTEMA PNEUMATICO

Ledeon, sulla base della sua esperienza nel mercato degli attuatori per il settore Oil & Gas e della sua pluriennale collaborazione con i più importanti utilizzatori finali, ha sviluppato un'architettura di sistema sul concetto di singole stazioni modulari.

Ogni stazione soddisfa la richiesta "stand alone" e dunque può essere fornita separata anche per una più facile gestione dei ricambi (figura 1), mentre la modularità di sistema è garantita grazie alle caratteristiche, proprie di ogni livello, di seguito riportate: stazione 1, di connessione e derivazione linea aria lato cliente; stazione 2, di trattamento e regolazione aria; stazione 3, di potenza ed alimentazione lato utilizzo; stazione aggiuntiva di pilotaggio a servizio della precedente.



1. Stazione pneumatica 1 in versione stand alone.

La connessione tra le varie stazioni avviene senza l'utilizzo dei tradizionali raccordi per tubo a doppia ogiva, possibili sorgenti di perdite in seguito alle vibrazioni indotte da fluttuazione di carico del fluido interno. L'inserimento di tenute statiche ha inoltre aumentato significativamente i tempi di vita del prodotto ed al contempo ha permesso la piena geometria di passaggio pneumatico garantendo portate che nella configurazione da 1/2" nominale raggiunge il valore di oltre 200 m³/h a 6 bar.

La flessibilità del sistema permette ad ogni singola stazione di accettare componenti pneumatici ed elettrici di differente tipologia o marca presenti sul mercato, con la possibilità di coprire le più svariate richieste in termini di differenti circuiti di funzionamento.

APPLICAZIONE PARTIAL STROKE TEST

Nel settore Oil & Gas, ove le condizioni di sicurezza in presenza di situazioni ambientali estreme sono elementi precipi di progettazione, particolare importanza assumono le valvole di blocco "on-off" normalmente indicate dalla

sigla Esd acronimo di Emergency Shut-Down System; questa tipologia di valvole, solitamente fisse in posizione aperta durante la normale condizione d'esercizio, è in gran parte attuata da motore pneumatico quarto di

giro o lineare, provvisto di ritorno a molla in grado di completare la manovra d'emergenza in caso di mancanza o perdita di segnale elettrico o pneumatico.

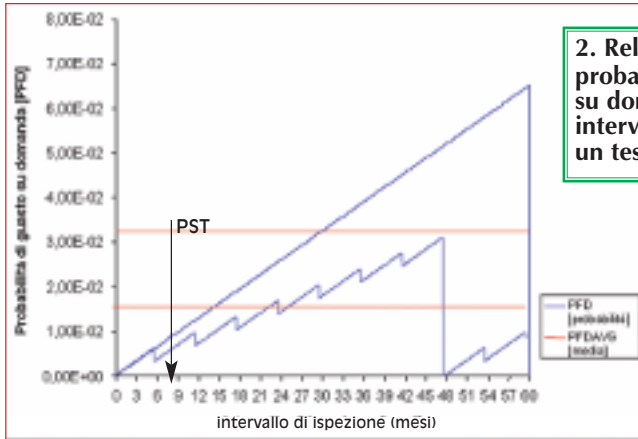
In passato molte compagnie petrolifere testavano il pacchetto valvola attuata, completo di controllo pneumatico, in programmazione triennale di prova, includendo la completa manovra di chiusura del componente oggetto di verifica. Ovviamente simile programmazione non poteva prescindere dal blocco della linea di produzione, attraverso soluzioni di by-pass, con le conseguenti perdite economiche legate agli indici di produttività dell'impianto. Inevitabili ragioni economiche hanno imposto di diradare nel tempo queste procedure fino ad un periodo di 5/6 anni riducendo, in parte, il rigore dei parametri di sicurezza.

Recentemente, il successo dell'implementazione del modello Safety Integrated System in accordo alle normative Ansi/Isa S84.01-1996 ed Iec 61508 ha radicalmente modificato le esigenze di sicurezza e l'applicazione dei sistemi di diagnostica preventivi ivi inclusi i test di chiusura programmati.

Questo il cardine delle normative della misura Sil "Safety Integrity Level" ovvero un valore numerico direttamente correlato alla probabilità di guasto su domanda Pfd (Probability of failure on demand).

Assumendo che i guasti sistematici sono minimizzati attraverso la prassi progettuale, il valore PFD è espresso dalla seguente relazione matematica:

$$PFD = \lambda^D \cdot T_i / 2$$



2. Relazione tra probabilità di guasto su domanda (Pfd) e intervallo di tempo tra un test e il successivo.

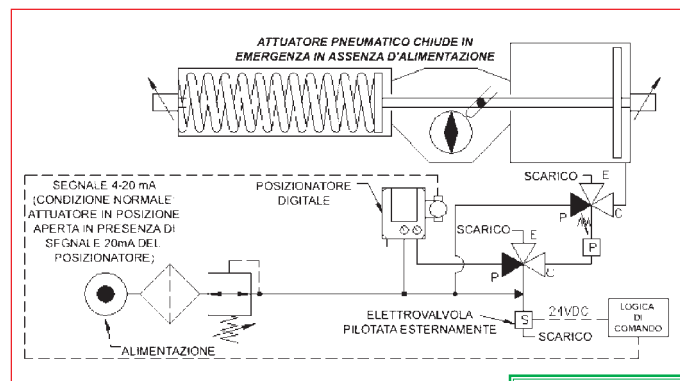
dove λ^D rappresenta il tasso di guasto pericoloso (definito in funzione dello stato di sicurezza a livello superiore di sistema) mentre T_i identifica l'intervallo di tempo che intercorre tra un test ed il successivo. Dalla espressione precedente deriva che la correlazione tra le grandezze PFD e T_i è di tipo lineare e dunque facilmente si dimostra che all'aumentare della frequenza dei test diminuisce la probabilità di guasto (figura 2).

Considerando che una manovra completa prevede necessariamente l'ausilio di un By-Pass che lascia l'impianto senza protezione, e che una frequenza eccessiva di corsa completa della valvola ha più probabilità statistica di danneggiare le tenute soffici della stessa, si dimostra - da simulazioni matematiche ed esperienza di campo - come l'alternativa di un test di chiusura parziale pari ad almeno il 15% della corsa della valvola, Partial Stroke Test (Pst) appunto, permetta una diagnosi predittiva del sistema, lasciando inalterati i criteri di sicurezza. Occorre sottolineare come lo scopo ultimo del Pst rimanga la riduzione della frequenza dei test di chiusura completa e non l'abolizione degli stessi.

Attualmente la metodologia consolidata per l'esecuzione del Pst prevede l'utilizzo di un posizionatore "smart", derivato dal settore di regolazione dei fluidi, in grado di comandare il movimento valvola fino ad un determinato punto della corsa. Il protocollo Hart, normalmente utilizzato in campo per tutti gli aspetti di segnalazione in ambiente Esd, permette infatti il recupero di dati continui ed un'estrapolazione dei parametri critici per l'affidabilità di sistema. Tuttavia il grado di precisione dei posizionatori non permette elevate portate di scarico (inferiori ai 10,6 m³/h alla pressione di 1,4 bar) necessarie per soddisfare le richieste dei tempi di manovra veloci in fase di emergenza. Conseguentemente il posizionatore è abbinato in serie ad elettrovalvole o, per cilindrate superiori, a valvole proporzionali booster (figura 3). Questa soluzione permette una protezione del sistema di sicurezza grazie all'intervento dell'elettrovalvola nel caso in cui il posizionatore fallisca e viceversa; tuttavia l'architettura proposta aggiunge un contributo casuale al tasso di guasto intimamente correlato al componente booster.

Considerando infine che sul mercato non sono disponibili valvole booster prodotte in Aisi 316L, in conformità ai requisiti Nace e che la durata di vita del componente è sensibilmente ridotta nel caso di impiego in condizioni ambientali selettive, il dipartimento Ricerca e sviluppo Ledeen ha sviluppato una metodologia alternativa di test tesa al raggiungimento degli standard di sicurezza più elevati (Sil4).

Considerando infine che sul mercato non sono disponibili valvole booster prodotte in Aisi 316L, in conformità ai requisiti Nace e che la durata di vita del componente è sensibilmente ridotta nel caso di impiego in condizioni ambientali selettive, il dipartimento Ricerca e sviluppo Ledeen ha sviluppato una metodologia alternativa di test tesa al raggiungimento degli standard di sicurezza più elevati (Sil4).



3. Tipico layout posizionatore-booster.

SOLUZIONE A MANIFOLD

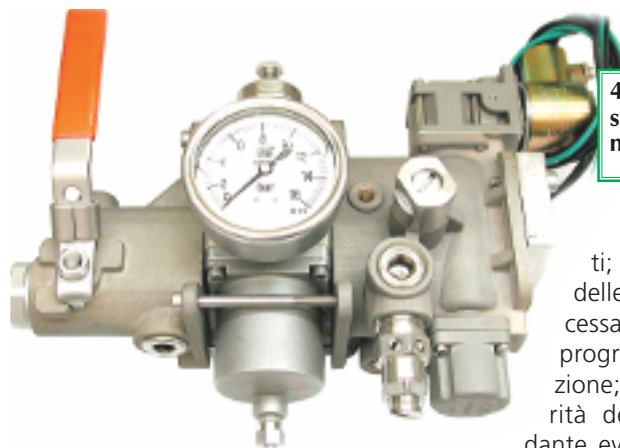
Obiettivo della soluzione a manifold è la riduzione dei componenti pneumatici necessari a movimentare l'attuatore, in condizione di emergenza (in caso di sviluppo di portate elevate) in condizioni di test valvola o quando si richiede flusso ridotto per ottenere figure diagnostiche il più possibile dettagliate.

L'eliminazione del booster attraverso l'integrazione di questa funzione nel corpo di potenza della elettrovalvola ha ridotto il tasso di guasto del sistema, eliminando il contributo spurio della valvola proporzionale, ed ha risolto il problema di compatibilità del materiale ad ambienti corrosivi.

Nucleo della soluzione tecnica è l'albero di distribuzione del corpo di potenza che, grazie ad opportuni accorgimenti tecnici per il bilanciamento delle contro-pressioni, provvede all'apertura delle luci di potenza in funzione del comando pilota. Nel caso in cui il comando di manovra sia imposto dall'elettrovalvola, la distribuzione si comporta in modo on-off, mentre nel caso opposto di comando attraverso il posizionario, l'albero di distribuzione si muove in regime di proporzionalità.

La proporzionalità lineare del movimento dell'albero, e dunque dell'attuatore ritorno a molla, è garantita dal settaggio delle caratteristiche di guadagno del posizionario. Nelle condizioni limite del campo di applicazione, mediante impostazione del guadagno e risposta del relay del posizionario (in condizione tutto aperto oppure tutto chiuso) è praticamente possibile escludere una delle due fasi, in altre parole impostare la priorità dei tempi alla sola fase veloce (intervento del solenoide) oppure alla fase lenta (intervento del posizionario), senza per questo rinunciare alla ridondanza della condizione di emergenza.

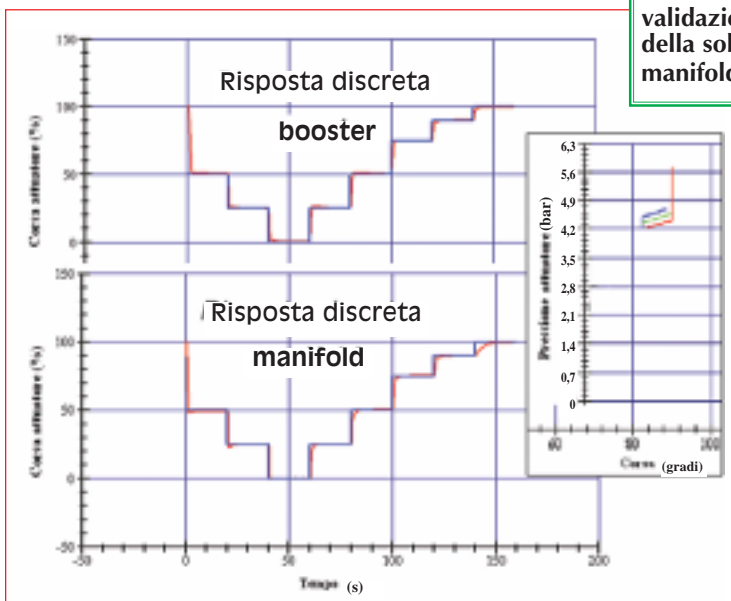
L'albero di distribuzione è comune alle due condizioni di esercizio e dun-



4. Layout della soluzione a manifold.

que, mentre si testa la risposta dell'attuatore, movimentandolo al 15% della corsa valvola, contemporaneamente si verifica il movimento dell'elettrovalvola.

Contrariamente a quanto richiesto nella circuitazione tradizionale, non è quindi necessario visualizzare la pressione a monte e a valle della valvola a solenoide per verificarne la funzionalità.



5. Test di validazione della soluzione a manifold.

COSA DIRE

La soluzione proposta (figura 4) consente di ottenere i seguenti benefici: riduzione dei componenti (eliminazione booster e tubazione di collegamento); valori di portata elevati in linea con le valvole proporzionali booster di analoga dimensione; isteresi ed errore di banda in linea con le applicazioni tradizionali; riduzione del peso e delle dimensioni dei componen-

ti; riduzione dei costi e delle parti di ricambio necessarie per un corretto programma di manutenzione; flessibilità e modularità del sistema accomodante eventuali modifiche in campo o durante le fasi di ingegneria; affidabilità costante e conseguentemente tassi di guasto oltremodo esigui.

La figura 5 mostra come la soluzione a manifold sia conforme ai normali requisiti di prova e consenta di effettuare diagnostiche precise affette da errore dinamico massimo non superiore al 3% e valori di banda in pressione inferiori all'intervallo di 0,35

bar. Parallelamente alla validazione progettuale mediante approfonditi test,

la soluzione manifold è stata oggetto di calcolo probabilistico secondo gli standard Mil ed in accordo ai modelli di calcolo contenuti nel programma Relx. I calcoli teorici forniti in fase di progettazione mostrano il raggiungimento del livello Sil4, ossia un tasso di guasto su domanda PDF superiore a 10^{-4} in condizioni low demand. Il prossimo traguardo di Ledeen è la certificazione

RWTÜV, ente certificatore che, attraverso i risultati derivanti dal sistema *proven in use* dei prodotti installati, attesta un'elevata garanzia di qualità con conseguente risparmio dei costi di progettazione, installazione e manutenzione.

D. Negrini, dipartimento Ricerca & Sviluppo, Ledeen Dresser Italia.

readerservice.it n.256