

Affidabilità e sicurezza delle valvole pilota

In una tubazione l'elettrovalvola controlla la portata di un liquido o di un gas bloccandone il flusso o consentendone il passaggio. Le valvole pilota vengono spesso installate in ambienti con temperature basse e/o alte, sottoposte a fattori corrosivi ed elevati carichi meccanici. Le valvole pilota e le elettrovalvole antideflagranti devono quindi essere progettate in modo da garantire un'elevata sicurezza nelle condizioni più difficili. Si riportano norme e nuove tecnologie che consentono di continuare a migliorare sia l'aspetto economico sia quello dell'affidabilità.

La società Asco Joucomatic ha sviluppato le prime elettrovalvole nel 1910; da allora vengono impiegate su larga scala per comandare gli attuatori di valvole nell'industria di processo. Le valvole pilota vengono generalmente utilizzate per comandare gli attuatori a un quarto di giro che agiscono come forza motrice sulle valvole di processo sia nelle versioni a semplice effetto (ritorno a molla) sia in quelle a doppio effetto. Poiché la valvola pilota può limitare il flusso verso e dall'attuatore, i tempi di risposta dell'attuatore e della valvola di processo sono fortemente influenzati dalla portata della valvola pilota. Un eventuale malfunzionamento della valvola pilota ha inoltre effetto immediato anche sulla valvola di processo.

Applicazioni delle valvole pilota con interfaccia Namur

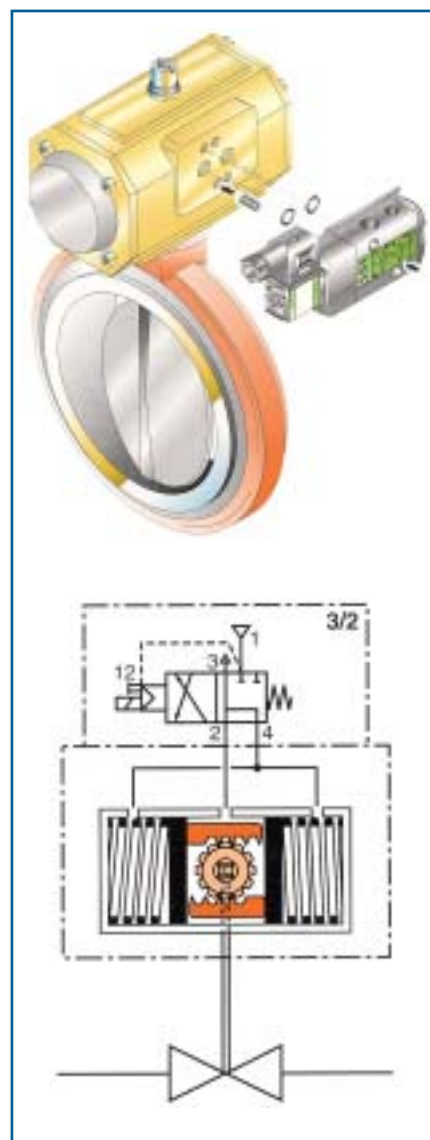
I più grandi e importanti utilizzatori, nel campo dell'industria chimica e farmaceutica, riuniti nell'organizzazione Namur, hanno sviluppato numerose norme sul collegamento tra le valvole di processo e gli attuatori nonché sul montaggio di componenti aggiuntivi come le valvole pilota. La prima raccomandazione riguardante le valvole pilota era l'interfaccia degli attuatori a quarto di giro che fornisce un collegamento diretto senza l'uso di tubi e raccordi (Figura 1). Questo metodo di montaggio riduce il rischio di collegamenti errati e il bloccaggio delle valvole pilota a causa, per esempio, trafile di tenute. Negli attuatori a semplice effetto, per

evitare che nelle camere delle molle penetrino aria corrosiva, è stata introdotta una connessione supplementare. Oggi, gran parte delle valvole pilota Namur fa rifluire l'aria compressa introdotta dalla camera del pistone al lato molla, la cosiddetta funzione di risfiato (Figura 1). Negli attuatori lineari spesso utilizzati come comandi, l'aria può essere alimentata direttamente nel posizionatore. Tuttavia, per ragioni di sicurezza come una rapida chiusura negli arresti di emergenza (Esd, Emergency shut down), si utilizzano spesso le valvole pilota. A questo scopo, Namur ha recentemente introdotto un'altra interfaccia con due connessioni supplementari, una per il segnale di comando e l'altra per la pressione pilota nel caso in cui vengano utilizzate valvole pilota servoassistite.

Grazie ai grandi vantaggi che presentano, le interfacce Namur sono diventate uno standard industriale. I dettagli di queste due interfacce per valvole pilota sono descritti nella Vdi/Vde 3845.

Costruzioni delle valvole pilota e criteri di scelta

Per scegliere la valvola pilota giusta che soddisfi sia le esigenze economiche sia quelle di affidabilità, si devono esaminare diversi fattori. Oltre al metodo di montaggio come l'interfaccia Namur, è importante la scelta tra una costruzione a comando diretto e una servoassistita. In un'elettrovalvola pilota a comando diretto l'energia per commutare la posizione deve provenire dal solenoide. Il solenoide trasforma l'energia elettrica in movi-



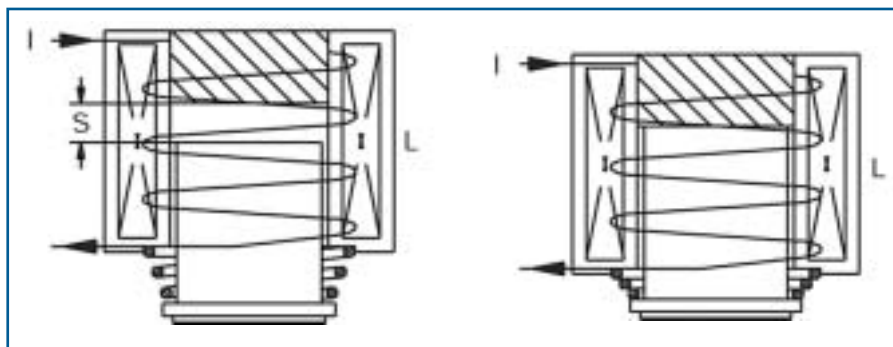


Figura 2 - Valvole a comando diretto



Figura 3 - Elettrodistributore Namur

aprire e chiudere il circuito di comando. Ne risulta un consumo di energia elettrica relativamente basso, specialmente ad alti livelli di portata. Tali valvole richiedono un minimo ΔP generalmente tra 1 e 2,5 bar. I fori o i canali di spurgo guidano la pressione nella posizione giusta rendendo la valvola più sensibile al bloccaggio a causa di aria sporca ecc. Questo rischio si riduce adottando delle vie pilota più grandi e/o filtri di protezione. L'aumentata qualità dell'aria strumentale (specialmente in Europa) e le importanti migliorie di progettazione come i profili e i materiali di tenuta riducono il rischio di "arresto improvviso" o di bloccaggio delle valvole pilota servoassistite (compresi gli elettrodistributori) molto più che in passato. In Figura 3 un elettrodistributore tipico.

Oltre al valore di portata (velocità attuatore), al metodo di montaggio e al comando diretto rispetto al servoassistito, gli altri criteri di scelta di un'elettrovalvola pilota sono:

- consumo massimo di energia e tipo di collegamento elettrico;
- ambiente; ove sia il caso, zona antideflagrante e metodo di protezione, grado di protezione;
- scelta dei materiali in base al fluido e all'ambiente;
- temperatura minima e massima del fluido e ambiente;
- altre funzioni come comando manuale, riarmo manuale, riduttori di portata e così via.

Solenoidi a basso consumo e collegamento con bus di campo

Per ridurre i costi di installazione e rendere i solenoidi più affidabili e adatti per il comando con bus di campo, si è sviluppata una forte tendenza verso un basso consumo di energia. Un ridotto consumo di energia aumenta anche la sicurezza nelle zone pericolose grazie a

una minore dissipazione di calore. Poiché nella maggior parte dei sistemi di protezione esiste una forte relazione tra il calore generato dalla bobina e la temperatura superficiale del solenoide, sarà più facile far fronte alle classi di temperatura superiori.

Mentre in passato non erano insoliti livelli di potenza di 30 W o più, i livelli minimi sono stati ridotti a circa 5-10 W sulle valvole pilota tipiche a comando diretto e a circa 2 W sui tipi con comando servoassistito. Tuttavia l'affidabilità è aumentata grazie all'impiego di materiali migliori, di nuove tecniche come la saldatura Tig nell'elettromagnete e all'applicazione di un sofisticato software Cad 3D per le analisi magnetiche che ottimizzano la forma del circuito magnetico.

I sistemi con bus di campo progettati per le applicazioni critiche (tempo reale) nell'industria dei processi produttivi, come i protocolli Profibus-Pa e Fieldbus Foundation, richiedono strumenti di campo e attuatori a consumo molto basso. Per i luoghi pericolosi richiedono entrambe le apparecchiature a sicurezza intrinseca con livelli di potenza molto bassi per le elettrovalvole. Per questa

ragione le applicazioni che prevedono valvole pilota utilizzano sempre più spesso piezoelementi per trasformare l'energia elettrica in movimento.

L'esperienza nell'utilizzo di piezoelementi nelle valvole pilota comporta il fatto di prendere le dovute precauzioni, poiché generalmente vengono utilizzati passaggi più piccoli.

Solenoidi per l'impiego in zone pericolose

Nelle zone pericolose va ridotto al minimo il rischio di infiammabilità dei gas esplosivi a causa del calore o delle scintille emessi dagli apparecchi elettrici come i solenoidi. A seconda del rischio di formazione di una miscela esplosiva gas-aria, nei Paesi europei Cenelec si usa, sulla base dell'iec 79-10, la classificazione in zona 0, 1 e 2, mentre nell'America del nord quella in Divisione 1 e 2. Nel 1996, gli Usa hanno aggiunto al Codice Nazionale per il Materiale Elettrico (Nec) l'articolo 505, seguiti nel 1998 dal Canada (Cec), che permette l'uso della classificazione in zone. Dal 1999 il Nec (sezione 501-1) permette le apparecchiature

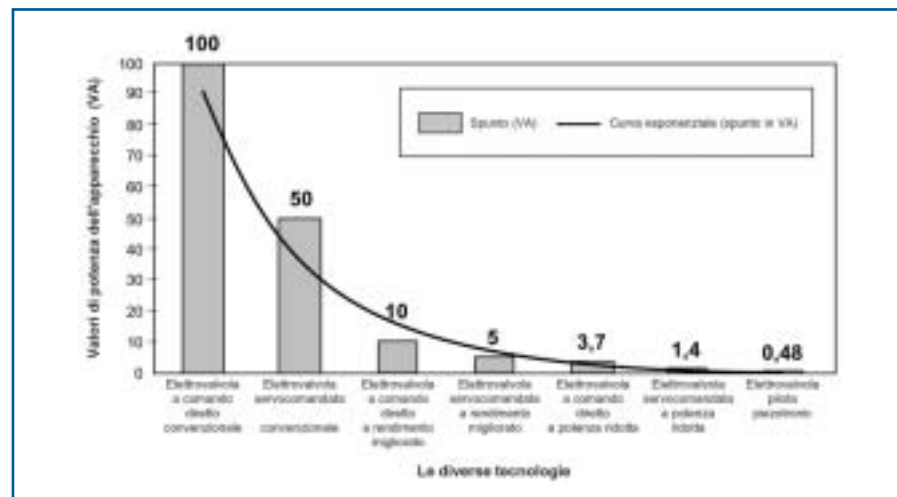
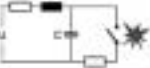


Figura 4 - Sviluppo del consumo di energia

Metodi di protezione del solenoide

Simbolo del modo	Zone d'applicazione			Definizioni	Rappresentazione semplificata
	0	1	2		
"d"		●	●	Le parti che potrebbero provocare l'accensione dell'atmosfera circostante sono racchiuse in una custodia resistente alla pressione sviluppata da un'esplosione interna di una miscela esplosiva. Tale custodia impedisce la propagazione di una combustione verso l'atmosfera circostante.	
"e"		●	●	Miscelatore adatto per evitare, con un elevato coefficiente di sicurezza, che si verifichi la possibilità di temperature eccessive e la comparsa di archi e scintille all'interno e all'esterno delle apparecchiature elettriche che in funzionamento normale non comportano questo rischio.	
"i"	"ia"	●	●	Circuito nel quale, nelle condizioni di prova prescritte dalla normativa funzionalmente normale e in caso di guasto, non si verifica alcuna scintilla né alcun effetto termico capace di provocare l'accensione di un'atmosfera esplosiva.	
	"ib"	●	●		
"m"		●	●	Metodo di protezione nel quale le parti che potrebbero provocare l'accensione di un'atmosfera esplosiva a causa di scintille o surriscaldamento sono racchiuse in una resina, evitando che l'atmosfera pericolosa possa essere infiammata.	
"o"		●	●	Apparecchiature elettriche immerse nell'olio.	
"p"		●	●	Somministrazione interna mantenuta, in relazione all'atmosfera, con un gas inerte di protezione.	
"q"		●	●	Raffreddamento della custodia con un materiale polverizante.	

elencate per la Zona 1, 1 e 2 nei luoghi della Divisione 2 con lo stesso gas.

In Europa sarà applicabile la nuova Direttiva 94/9/Ec Atex. Questa direttiva riguarda le apparecchiature e i sistemi di protezione a rischio a causa delle atmosfere potenzialmente esplosive create dalla presenza di gas, vapori, nebbie o polveri infiammabili. Tale direttiva è entrata in vigore su base volontaria nel marzo 1996 e sarà obbligatoria a partire dal 1° luglio 2003. I metodi di protezione impiegati per i solenoidi sono riportati nella Tabella. Questa Tabella prevede che oltre alle applicazioni generali della zona 0, per gli imminenti sistemi con bus di campo per l'automazione dei processi saranno necessarie apparecchiature a sicurezza intrinseca.

La protezione dei solenoidi a sicurezza intrinseca con il codice di sicurezza "i" si basa sulla limitazione dell'energia nel-

l'anello a un livello che non permette un'energia sufficiente a creare condizioni di non sicurezza nel campo. Per le valvole pilota si impiegherà sempre più spesso la piezotecnologia.

Nei decenni scorsi, come metodo di protezione nelle applicazioni di cui alle Zone 1 e 2 venivano prevalentemente impiegati solenoidi antideflagranti con il codice di sicurezza "d". Questo metodo di protezione si basa su una costruzione le cui parti elettriche sono racchiuse in una custodia antideflagrante. Questa custodia assicura che eventuali accensioni all'interno della custodia non vengano trasmesse all'atmosfera esterna alla custodia stessa.

La necessaria forza, lunghezza dei percorsi della fiamma e degli intervalli di sicurezza rendono la custodia relativamente voluminosa, pesante e costosa. La costruzione è sensibile, poiché basta

un graffio sul materiale nel percorso della fiamma per causare una situazione di pericolo. La necessità di metodi di protezione più compatti ed economici ma al tempo stesso sicuri e affidabili hanno portato all'uso di solenoidi incapsulati con il codice di sicurezza "m" sulla base della norma Cenelec 50028 pubblicata nel 1990. Questi solenoidi sono adatti anche per le applicazioni di cui alle zone 1 e 2. Le parti elettriche che possono accendere un'atmosfera esplosiva a causa di scintille o calore devono essere incapsulate in un composto. La temperatura massima può naturalmente non superare mai la temperatura specificata per la classe di temperatura. Solitamente un dispositivo di interruzione termica montato sull'avvolgimento disseccha la bobina nel caso di eccessivo riscaldamento dovuto alla prolungata sovratensione o al blocco del nucleo.

Poiché l'incapsulamento compatto ha una superficie non ottimale per la dispersione del calore, la potenza massima e/o la classificazione della temperatura sono limitati. Tuttavia questo non è un problema reale con la bassa potenza raggiungibile oggi. A seconda dell'applicazione, uno svantaggio può essere rappresentato dal cavo integrato che spesso richiede una scatola di giunzione antideflagrante. Per superare questi aspetti, la protezione "m" è stata associata alla maggiore protezione, che porta il codice di sicurezza "e". Questa norma (En 50019) descrive una custodia e un ingresso cavo sicuri. In combinazione con la protezione "m" per la bobina, il risultato è un solenoide con protezione "em". Questa è generalmente una custodia sicura, compatta e robusta con un ingresso cavo certificato. La custodia "em" offre una migliore dispersione del calore consentendo così potenze e classi di temperatura più elevati. In questa co-



Figura 5 - Solenoide antideflagrante per atmosfere esplosive secondo EEx d IIC T5



Figura 6 - Solenoidi conformi EEx em II e EEx m T3/T4/T5

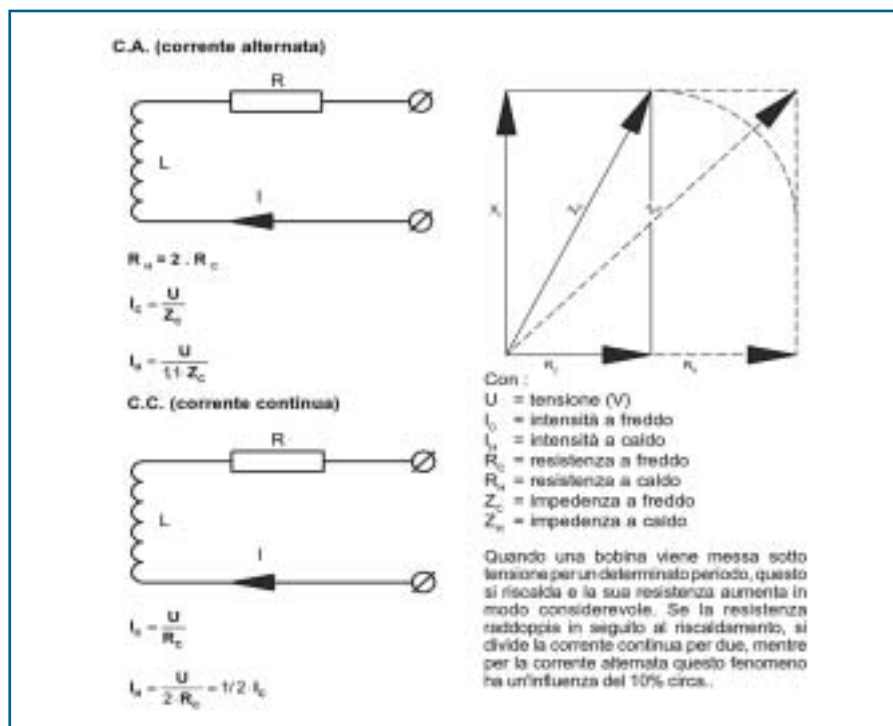


Figura 7 - L'effetto della temperatura sulla resistenza della bobina a cc

struzione possono essere evitati anche la cassetta di giunzione supplementare e il fusibile termico che comportano rischi di guasto.

Problemi di affidabilità dell'elettrovalvola

Scelte per l'applicazione e l'ambiente sopra descritti, le elettrovalvole pilota possono avere un'alta affidabilità. Dove le bobine sono storicamente a rischio di guasti, vengono oggi impiegati materiali isolanti della classe F e H con temperature massime rispettivamente di 155 e 180 °C e standard per 20 mila ore (Europa) o 30 mila ore (Usa) di servizio continuo. Con livelli di energia più bassi e quindi temperature più basse, il rischio si è notevolmente ridotto.

Un'altra causa delle bobine bruciate con l'alimentazione della tensione in ca è dovuta al blocco dei nuclei. Se il campo magnetico non si chiude, la corrente resterà a livello di punta finendo col surriscaldare la bobina. Poiché come tensione di comando si usa sempre più spesso la tensione 24 Vcc e nel solenoide possono essere integrati dei raddrizzatori (ponte a diodi) se si usa il comando ca, ciò può essere evitato.

Uno svantaggio delle costruzioni in cc consiste nel fatto che sono più sensibili delle costruzioni a ca a temperature ambiente elevate. La forza F disponibile del

solenoidi si ridurrà drasticamente per la ridotta corrente causata dall'aumentata resistenza dell'avvolgimento a bobina (Figura 7). I costruttori di elettrovalvole dovrebbero quindi specificare la pressione massima, la tolleranza di tensione ecc., sulla base di prove effettuate alla più alta temperatura ambiente specificata. Si deve prestare attenzione al fatto che se usata senza custodia, il materiale di incapsulamento della bobina deve essere non igroscopico, per esempio epossidico.

Particelle dei materiali isolanti, ma anche parti dei processi di saldatura ecc., possono penetrare nell'elettrovalvola bloccandone la funzione. Come già accennato, le costruzioni a comando diretto, passaggi pilota più grandi e/o filtri all'ingresso ridurranno il rischio. Anche le connessioni di scarico devono essere protette, per esempio, da insetti e formazione di ghiaccio, poiché la chiusura dello scarico del pilota causa il guasto del solenoide.

I dispositivi elettronici integrati nella bobina come i diodi e i varistori evitano normalmente il rischio di collegamenti errati e di danni ai sistemi di comando eliminando i picchi di tensione.

Un problema di affidabilità molto importante è il rischio di incollamento, specialmente nelle applicazioni ESD in cui è difficile effettuare frequenti prove. Speciali metodi di prova durante lo sviluppo, co-



Figura 8 - Elettrovalvola ridondante serie 327

me le prove di prestazione (per esempio misurando i tempi di risposta a -40 °C con periodi di intervallo in aumento) possono fornire una buona visione del comportamento della valvola pilota.

Poiché la qualità dell'aria, i livelli di pressione e le condizioni ambientali differiscono molto, è difficile specificare dati Mtb o Mtr (meantime between failure and meantime to repair) sulle elettrovalvole. Per applicazioni molto difficili, come i sistemi di arresto di emergenza, vengono impiegate elettrovalvole ridondanti (Figura 8) o valvole pilota ridondanti. Le progettazioni più recenti prevedono un solo corpo per le due valvole al fine di semplificare la connessione e quindi ridurre anche il rischio di guasto. Mettendo insieme gli aspetti riguardanti l'elettricità, il magnetismo, la piezotecnologia e la meccanica, la sfida consisteva e consiste tuttora nel creare valvole pilota altamente affidabili che soddisfino tutte le esigenze, compresa quella di un basso consumo di energia.

(Fabrizio Colombo)

Asco Joucomatic SpA

Via Zambelletti, 8/10
 20021 Baranzate di Bollate (MI)
 Tel. 02 356931
 Fax 02 35693300
 www.ascojoucomatic.com