

# Generalità per elettroidraulica proporzionale

## 1 CHE COS'E' L'ELETTROIDRAULICA PROPORZIONALE?

I sistemi di controllo elettroidraulici proporzionali permettono di modulare i parametri idraulici in base ai segnali elettronici di riferimento. Sono l'interfaccia ideale tra i sistemi idraulico ed elettronico e sono utilizzati in controlli ad anello aperto o chiuso, vedere sezione 3 per ottenere movimenti rapidi, graduali e precisi richiesti dai moderni impianti e macchinari.

Il sistema elettroidraulico rappresenta una sezione di tutta l'architettura dell'automazione dove le informazioni, i controlli e gli allarmi possono essere trasmessi in modo "trasparente" tramite fieldbus all'unità di controllo elettronica centralizzata e viceversa, vedere tab. F002 per "Generalità per elettroidraulica digitale".

L'elettroidraulica proporzionale garantisce i seguenti vantaggi rispetto ai sistemi elettromeccanici; protezione intrinseca da sovraccarichi, adattamento automatico alla forza, rapidità di risposta, auto-lubrificazione del sistema, regolazione continua di velocità e forza, capacità di immagazzinamento dell'energia, elevata densità di potenza, lunga vita di servizio ed elevata affidabilità.

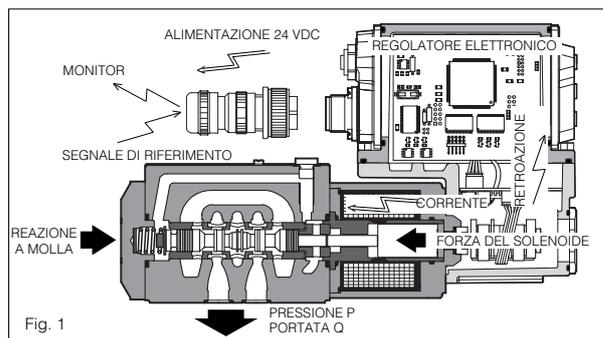
## 2 CHE COS'E' UNA VALVOLA PROPORZIONALE?

Il cuore dei controlli elettroidraulici è la valvola proporzionale che regola la pressione P o la portata Q in funzione del segnale di riferimento in ingresso (solitamente  $\pm 10$  V<sub>DC</sub>). In particolare la valvola proporzionale deve essere azionata da un regolatore elettronico (vedere tab. G001) che regola la corrente elettrica al solenoide della valvola in base al segnale di riferimento. Il solenoide converte la corrente elettrica in una forza meccanica che aziona il cursore contro la molla di contrasto: l'aumento della corrente produce un corrispondente aumento della forza di spinta e la conseguente compressione della molla di contrasto, generando pertanto il movimento del cursore. Le valvole proporzionali possono essere dirette o pilotate, con o senza trasduttore di pressione/portata. Le valvole proporzionali con trasduttore garantiscono una migliore precisione di regolazione.

Nelle esecuzioni pilotate, la valvola pilota proporzionale regola la portata e la pressione, agendo sullo stadio principale.

Quando si verifica un guasto elettrico, la molla di contrasto ripristina la posizione neutra in base alla configurazione della valvola, per garantire la condizione di fail-safe, per esempio per garantire che in caso di assenza del segnale di riferimento o, in generale, in caso di avaria del sistema elettrico, la configurazione del sistema non causi danni.

La condizione di fail-safe può essere realizzata direttamente dalla valvola proporzionale (modalità fail-safe intrinseca alla configurazione della valvola) o può essere realizzata dal funzionamento consequenziale di un gruppo di valvole.



## 3 ANELLI DI CONTROLLO

I moderni macchinari industriali sono caratterizzati da macchine multi-asse, controllate elettroidraulicamente da dispositivi proporzionali. Il movimento dell'asse può essere effettuato con controllo ad "anello aperto" o "anello chiuso", in base al livello di precisione richiesto nell'applicazione. In molte applicazioni i cicli di movimento non richiedono una precisione estrema, pertanto vengono effettuati ad anello aperto, mentre nei casi in cui l'applicazione richieda il posizionamento di un attuatore, è necessario adottare il controllo ad anello chiuso.

### CONTROLLO DI MOVIMENTO AD ANELLO APERTO

Il controllo dell'asse avviene attraverso la modulazione del segnale di riferimento in ingresso al regolatore della valvola proporzionale.

Non c'è retroazione del parametro idraulico regolato della valvola.

La precisione dei controlli ad anello aperto dipende strettamente dalla buona qualità del sistema idraulico e in particolare della valvola proporzionale e dal relativo regolatore.

### CONTROLLO DI MOVIMENTO AD ANELLO CHIUSO

Il controllo dell'asse avviene attraverso la modulazione del segnale di riferimento in ingresso al controllo asse ad anello chiuso, il quale riceve il segnale di retroazione dal trasduttore dell'attuatore. Il dispositivo di controllo confronta i due segnali e l'errore risultante viene processato dalla valvola proporzionale, al fine di allinearne la regolazione con i requisiti dell'anello di controllo PID.

La precisione dei controlli ad anello chiuso è migliore rispetto a quelli ad anello aperto ed è meno influenzata da disturbi esterni, grazie alla presenza della retroazione.

In ogni caso, migliore è la qualità generale del sistema idraulico e maggiore sarà la precisione del controllo asse.

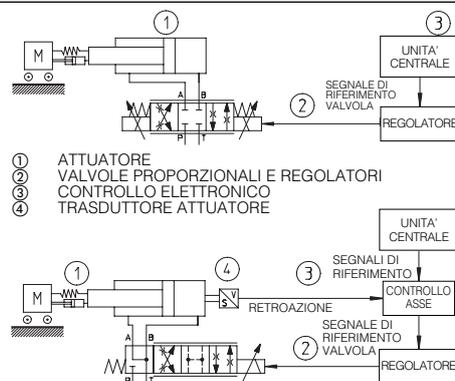


Fig 2: Assi elettroidraulici: a diagramma di blocco basic

## 4 VALVOLE PROPORZIONALI E REGOLATORI

Le valvole Atos possono essere di tipo a cursore o a cartuccia e possono essere raggruppate in tre diverse famiglie:

- **valvole di controllo pressione: valvole di massima e valvole riduttrici** che regolano la pressione del sistema idraulico proporzionalmente al segnale di riferimento in ingresso;
- **valvole di controllo direzione a 4 vie:** dirigono e modulano la portata a un attuatore proporzionalmente al segnale di riferimento in ingresso. Queste valvole possono essere utilizzate in sistemi con controllo ad anello aperto o chiuso per determinare la direzione, la velocità e l'accelerazione degli attuatori;
- **valvole di controllo portata:** a 2 o 3 vie, con compensazione della pressione, per modulare la portata indipendentemente dai carichi all'utenza.

Le valvole proporzionali Atos sono dotate di efficienti solenoidi **ZO** e **ZOR**, (30 W e 40 W) rispettivamente progettati per valvole ad azione diretta di dimensione 06 e 10 ISO 4401 e assemblate in differenti versioni, come descritto di seguito:

**A:** senza trasduttore, anello aperto;

**AE, AEB, AES:** come ZO-A più regolatore elettronico, analogico o digitale;

**R:** con trasduttore di pressione;

**REB, RES:** come R più regolatore elettronico digitale;

**T, L:** con trasduttore di posizione singolo/doppio LVDT, anello chiuso, per elevate prestazioni statiche e dinamiche;

**TE, TEB, TES, LE, LEB, LES:** come T, L più regolatore elettronico, analogico o digitale

Con la nuova generazione di valvole AE, TE, LE, il regolatore elettronico è integrato alle valvole proporzionali e viene preasettato in fabbrica per garantire il funzionamento ottimizzato e l'intercambiabilità da valvola a valvola, oltre a semplificare il cablaggio e l'impostazione del sistema. L'elettronica viene alloggiata e rivestita in resina all'interno di una scatola metallica con protezione IP67, per garantire protezione contro vibrazioni, urti e agenti atmosferici; le bobine sono completamente rivestite in plastica. Per ulteriori informazioni sui regolatori elettronici, vedere tab. G001

## 5 TERMINOLOGIA TIPICA IN ELETTROIDRAULICA

**Ripetibilità:** la differenza massima nella regolazione idraulica della valvola con ripetizione dello stesso segnale di riferimento in ingresso. La ripetibilità viene misurata come percentuale del valore massimo del parametro idraulico regolato.

**Ricoprimento:** percentuale di corsa del cursore, partendo dalla posizione centrale in cui la valvola rimane chiusa.

**Fail safe:** configurazione idraulica di sicurezza del cursore in assenza di alimentazione elettrica

**Cursore lineare:** fornisce una corrispondenza lineare tra la regolazione delle valvole e il segnale di riferimento in ingresso

**Cursore progressivo:** fornisce una regolazione progressiva per un controllo più preciso delle basse portate

**Cursore differenziale:** come il progressivo, ma P-B = 50% di P-A

**Trafilamento:** la portata che passa dalla bocca P alla bocca T con il cursore della valvola in posizione centrale.

E' direttamente collegato alla qualità della realizzazione meccanica della valvola.

**Segnale di riferimento in ingresso:** il segnale elettrico inviato dal CNC, al regolatore elettronico della valvola, per ottenere il valore di regolazione desiderato.

**Corrente di comando:** la corrente inviata dal regolatore elettronico al solenoide della valvola.

**Corrente di polarizzazione:** corrente aggiunta al segnale di riferimento in ingresso, necessaria per compensare il ricoprimento positivo dei cursori.

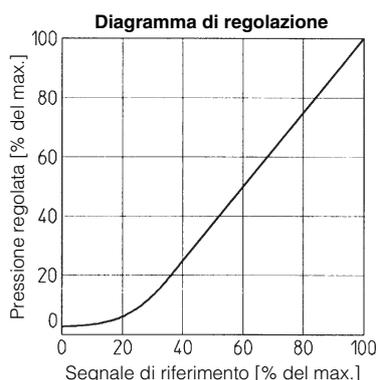
**Dither:** modulazione in frequenza della corrente generata dal regolatore, utilizzata per minimizzare l'isteresi della valvola.

**Scala di regolazione:** impostazione della regolazione della valvola con il segnale di riferimento massimo.

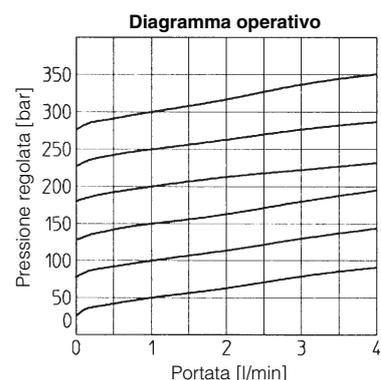
**Tempo di rampa:** tempo (in sec.) richiesto per azionare gradualmente la valvola a fronte di un segnale di riferimento in ingresso a gradino.

## 6 DIAGRAMMI TIPICI DI CONTROLLI PROPORZIONALI

### 6.1 VALVOLE DI CONTROLLO PRESSIONE



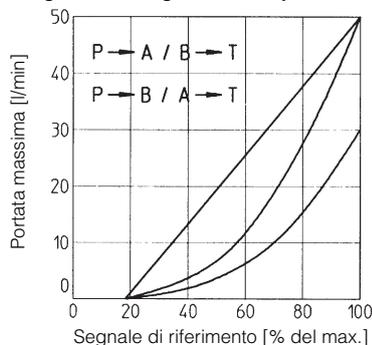
Variazione della pressione regolata della valvola in funzione del segnale di riferimento



Variazione della pressione regolata in funzione della portata che passa attraverso la valvola

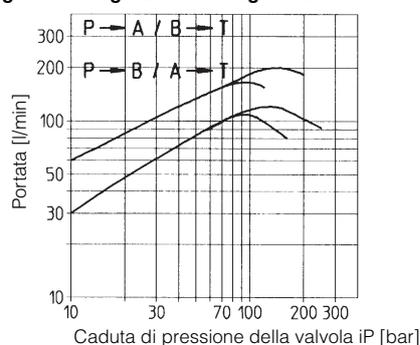
### 6.2 VALVOLE DI CONTROLLO PORTATA E DIREZIONALI

#### Diagramma di regolazione a $\Delta p$ costante



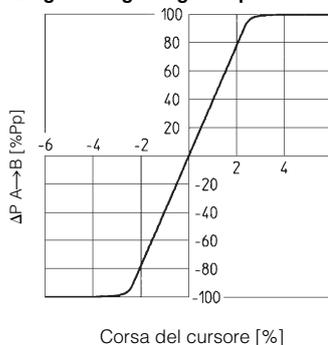
Variazione della portata regolata della valvola in funzione del segnale di riferimento in ingresso

#### Diagramma di regolazione con segnale di rif. massimo



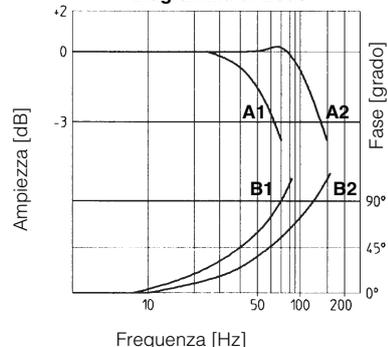
Portata regolata in funzione del  $D_p$  con segnale di riferimento massimo

#### Diagramma guadagno di pressione



La variazione di pressione alle bocche di utilizzo in funzione della corsa del cursore (per valvole con ricoprimento zero in posizione di riposo).

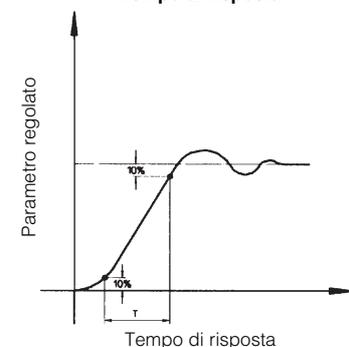
#### Diagramma di Bode



La curva mostra i valori tipici di regolazione ( $\pm 5\%$  e  $\pm 90\%$ ) al variare della frequenza del segnale di riferimento sinusoidale:

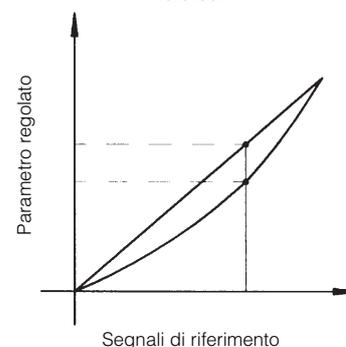
- A) variazione del rapporto di ampiezza, tra il segnale di riferimento in ingresso e il segnale di uscita della posizione del cursore;
- B) ritardo di fase tra il segnale di riferimento in ingresso e il segnale della posizione del cursore.

#### Tempo di risposta



Il tempo impiegato dalla valvola per raggiungere la regolazione idraulica richiesta a fronte di una variazione a gradino del segnale di riferimento in ingresso (solitamente  $0 \rightarrow 100\%$ ). Il tempo di risposta viene misurato in millisecondi [ms] da 10 a 90 % della regolazione della valvola.

#### Isteresi



La differenza massima nella regolazione della valvola tra il segnale di riferimento in ingresso da 0 al massimo e poi dal massimo a zero. L'isteresi viene misurata come percentuale del valore massimo del parametro idraulico regolato.