

Esami di Stato – II Sessione 2007
Sezione A
Classe 36/S – Ingegneria Meccanica
Prova pratica del 17/01/2008

Descrizione del sistema

Nell'apparecchiatura automatica schematizzata in figura 1 i pezzi meccanici P provenienti dal magazzino verticale V vengono spinti da un attuatore pneumatico lineare A fino al punto di alimentazione dove un attuatore pneumatico B spinge il pezzo indirizzandolo alternativamente verso uno dei due trasportatori T. Una traversa mobile collegata allo stelo del cilindro A e montata su slitta ad asse rettilineo consente di guidare il movimento dei pezzi.

L'attuatore pneumatico A, schematizzato in figura 2, è suddiviso nelle seguenti parti principali:

- la camicia (canna) costituita da un tubo rettilineo a spessore costante; - le testate di estremità con guarnizioni di tenuta e raccordi di immissione aria; - lo stantuffo e lo stelo mobili; - i tiranti filettati (n.4) per il serraggio delle testate contro la camicia; - gli ammortizzatori pneumatici (a cuscino d'aria) incorporati nelle testate, con funzione di frenatura dello stantuffo.

Lo stantuffo con guarnizioni di tenuta divide il cilindro in due camere: la camera anteriore (camera 2) e la camera posteriore (camera 1).

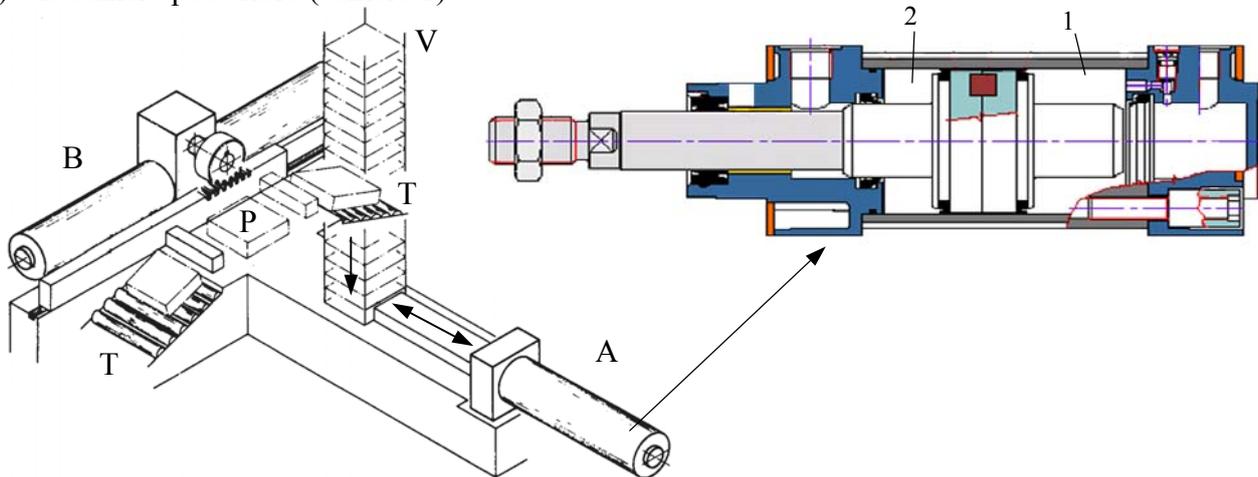


Figura 1: apparecchiatura automatica di smistamento pezzi

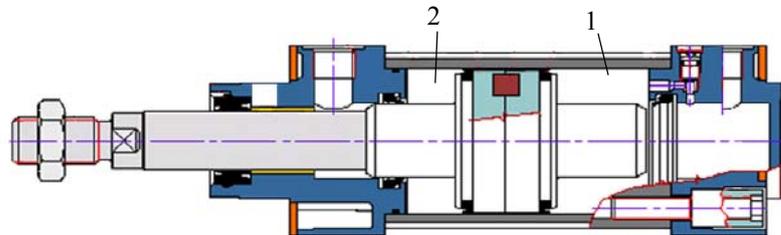


Figura 2: attuatore pneumatico lineare

A- Analisi dinamica del moto dell'attuatore A e verifica dell'ammortizzatore.

Poiché la fase di rientro dell'attuatore A è una fase passiva essa deve avvenire nel minore tempo possibile (esigenze di minimizzazione del tempo-ciclo). A tal fine durante tale moto è utilizzata una valvola di scarico rapido che consente di svuotare rapidamente la camera 1. La velocità sviluppata dallo stantuffo deve essere compatibile con la capacità di frenatura dell'ammortizzatore pneumatico. Assegnati:

$p_2 = 5$ bar (rel.), costante; $p_1 = 0,5$ bar (rel.), costante; $D = 40$ mm (alesaggio del cilindro);

$d = 16$ mm (diametro dello stelo); $x_A = 140$ mm (corsa dell'attuatore);

$x_0 = 20$ mm (ingombro dell'ammortizzatore pneumatico);

$F_A = \beta \cdot \dot{x}$ (forza di attrito agente sul corpo mobile); $\beta = 180$ Ns/m; \dot{x} = velocità dell'attuatore;

$M = 6$ kg (massa del corpo mobile: stelo+stantuffo+traversa+slitta);

$F_R = 0$ N; (carico resistente nullo).

Determinare:

1. caratteristica meccanica del sistema individuando il punto di funzionamento a regime;
2. andamento nel tempo della velocità $\dot{x}(t)$ e dello spostamento $x(t)$ del corpo mobile;
3. il tempo impiegato dall'attuatore a raggiungere l'ammortizzatore pneumatico;
4. la corrispondente velocità del corpo mobile;

5. verificare se l'ammortizzatore pneumatico dell'attuatore è in grado di frenare il corpo mobile (diagramma di frenatura di [figura 3](#)).

B- Dimensionamento del regolatore di flusso.

Per la regolazione del moto di fuoriuscita dell'attuatore, a velocità costante durante la fase di lavoro, si utilizza uno schema circuitale del tipo di [figura 4](#). La regolazione avviene controllando l'area della sezione di passaggio della strozzatore S. Assegnati:

$p_2 = 4$ bar (rel.), costante; $p_3 = 0,5$ bar (rel.), costante;
 $D = 40$ mm (alesaggio del cilindro); $d = 16$ mm (diametro dello stelo);
 $v = 0,3$ m/s (velocità di fuoriuscita dell'attuatore); $x_A = 140$ mm (corsa dell'attuatore); $T = 40$ °C (temperatura dell'aria);

Determinare:

- la portata d'aria (in massa) che transita nello strozzatore S;
- la sezione di passaggio dello strozzatore (trattare lo strozzatore come un ugello semplicemente convergente).

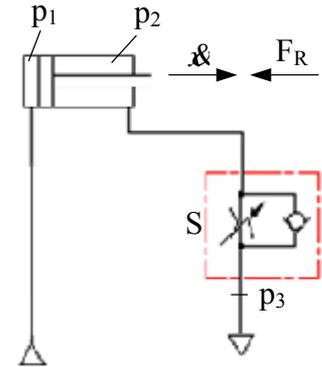


Figura 4

C- Consumo d'aria dell'attuatore e verifica della linea di alimentazione.

In condizioni di funzionamento nominale l'attuatore A compie $n = 64$ cicli/min (1 ciclo = fuoriuscita e rientro dello stelo), con pressione nelle camere pari a 5 bar (rel.). Corsa dell'attuatore $x_A = 140$ mm.

Determinare:

- consumo d'aria dell'attuatore;
- il numero massimo di unità collegabili in parallelo sapendo che la linea di alimentazione dell'aria compressa è dimensionata per una portata $Q_{max} = 6000$ dm³/min ANR (ANR = condizioni di riferimento standard dell'aria, $T = 20$ °C, $P = 1$ bar (ass.)).

D- Scelta del distributore di alimentazione dell'attuatore.

In base ai calcoli di portata effettuati al punto precedente (punto C) scegliere la taglia del distributore di alimentazione dell'attuatore utilizzando le curve di portata della [figura 5](#). Sono assegnati:

$p_M = 6$ bar (rel.) pressione a monte del distributore;
 $p_V = 5$ bar (rel.) pressione a valle del distributore (= pressione nelle camere dell'attuatore);
 $n = 64$ cicli/min;
 $x_A = 140$ mm (corsa dell'attuatore).

E- Dimensionamento strutturale dell'attuatore.

Determinare:

- spessore della camicia dell'attuatore, considerando una pressione massima di lavoro pari a 10 bar (rel.);
- sezione dei tiranti filettati e momento di serraggio;
- nell'ipotesi di sostituire l'attuatore a doppio effetto con uno a semplice effetto (il rientro dello stelo avviene annullando la pressione nella camera posteriore 1 e utilizzando la spinta di una molla inserita nella camera anteriore 2), dimensionare la molla nell'ipotesi che la fuoriuscita dello stelo inizi con una pressione $p_1 = 1$ bar (rel.) e la molla sia impacchettata con $p_1 = 6$ bar (rel.);

Assegnati: $D = 40$ mm; $d = 16$ mm; $x_A = 140$ mm (corsa utile dell'attuatore);

materiale camicia: alluminio, $\sigma_R = 450$ MPa, $\sigma_N = 185$ MPa ($N = 5 \cdot 10^6$ cicli);

materiale molla: acciaio, $\sigma_R = 1480$ MPa, $\sigma_s = 1180$ MPa, $\sigma_{LF} = 880$ MPa

10 milioni di cicli di lavoro con coefficiente di sicurezza $s = 3$.

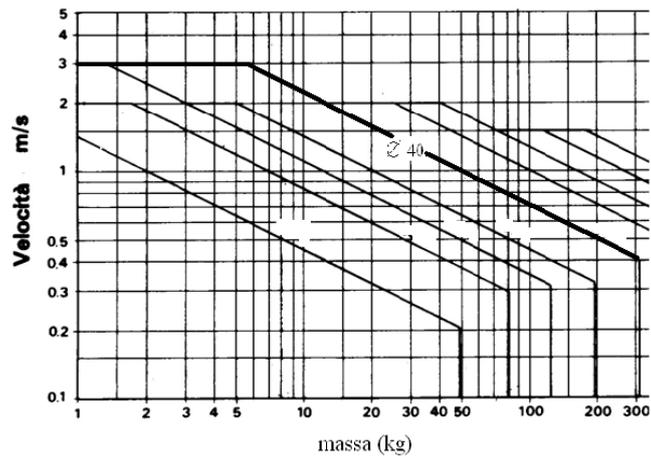


Figura 3: Caratteristica dell'ammortizzatore dell'attuatore pneumatico

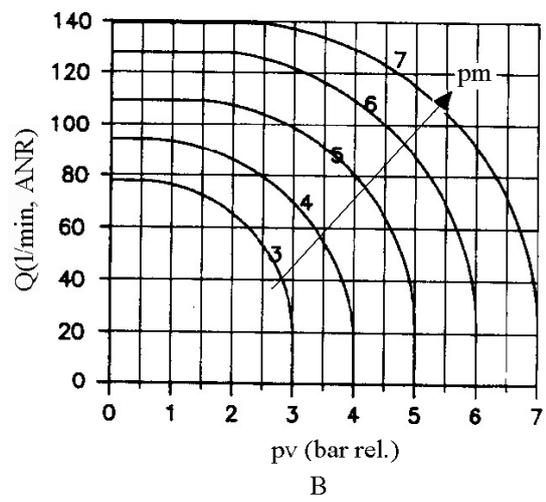
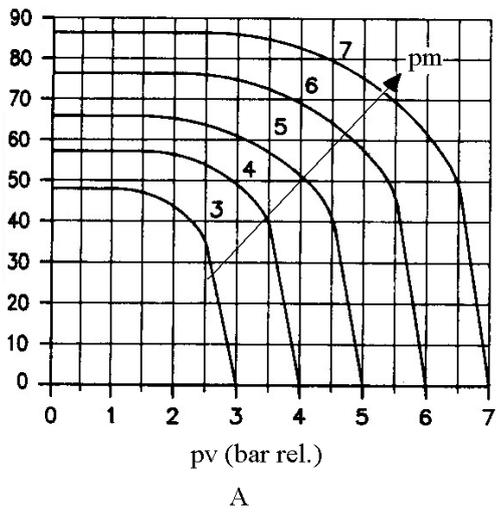


Figura 5: curve di portata