

C a p i t o l o 1 6

SISTEMI IDROPNEUMATICI

- 16.1 Scambiatori di pressione
- 16.2 Serbatoi per olio
- 16.3 Regolazione della velocità dei pistoni con cilindri freno idraulici
- 16.4 Deceleratori

16. Sistemi idropneumatici

I sistemi idropneumatici, o oleopneumatici, sono caratterizzati dal fatto di avere presenza contemporanea di elementi operanti con aria compressa ed elementi operanti con olio.

L'utilità di quest'abbinamento è nell'usare nel modo migliore sia i componenti pneumatici che i componenti oleodinamici.

In numerose applicazioni si verificano infatti condizioni di funzionamento in cui i dispositivi pneumatici non sono più in grado di realizzare quanto viene richiesto, e i dispositivi interamente oleodinamici risultano troppo onerosi. Nei sistemi idropneumatici, in particolare, l'aria compressa viene utilizzata come fluido motore che fornisce la potenza richiesta dagli attuatori, mentre la parte oleodinamica viene inserita per sfruttare i vantaggi dovuti alla incomprimibilità del fluido.

Un primo caso in cui si verificano le condizioni sopra indicate è quello dell'avanzamento lento di un cilindro.

I cilindri pneumatici lavorano infatti con risultati soddisfacenti, per quel che riguarda l'uniformità del moto di avanzamento, fino a velocità dell'ordine di circa 20 mm/s.

Per velocità inferiori la compressibilità dell'aria, che pure offre ottimi vantaggi nei riguardi della possibilità di assorbire urti e applicare forze in modo graduale, tende a compromettere la regolarità del moto.

Al contrario, fluidi con compressibilità molto ridotta, quali gli olii idraulici, consentono di avere moti uniformi e molto lenti.

Quest'esigenza si presenta in applicazioni relative, ad esempio, a sistemi di foratura, in cui diventa poco conveniente una soluzione interamente oleodinamica dato il basso fattore di utilizzazione delle centraline dell'olio.

Si possono allora adottare soluzioni in cui l'olio è azionato dalla pressione dell'aria compressa, senza ricorrere a pompe.

I vantaggi della soluzione mista consistono in un minor costo d'impianto e in un ingombro più ridotto.

Un secondo esempio in cui è utile un sistema idropneumatico è quello in cui devono essere sviluppate grandi forze solo in alcune fasi della lavorazione, come si verifica in sistemi di serraggio, chiodatura o pressatura.

In tali casi sono pertanto richieste periodicamente pressioni più elevate di quelle normalmente disponibili.

Il problema viene risolto con l'uso di moltiplicatori di pressione.

16.1 Scambiatori di pressione

Come precedentemente si è detto, ove occorrono spinte compatibili con quelle fornibili dai cilindri pneumatici ma velocità basse e controllate con precisione, si può realizzare un circuito di basso costo, senza ricorrere a centraline oleodinamiche, usufruendo dei sistemi idropneumatici.

Un apparecchio molto versatile è lo scambiatore di pressione.

Gli scambiatori di pressione sono apparecchi che trasformano una pressione pneumatica in una pressione idraulica. Sono dei serbatoi muniti di dispositivi antiemulsione, contenenti olio con viscosità Engler a 50°C compresa tra 1,3 e 3.

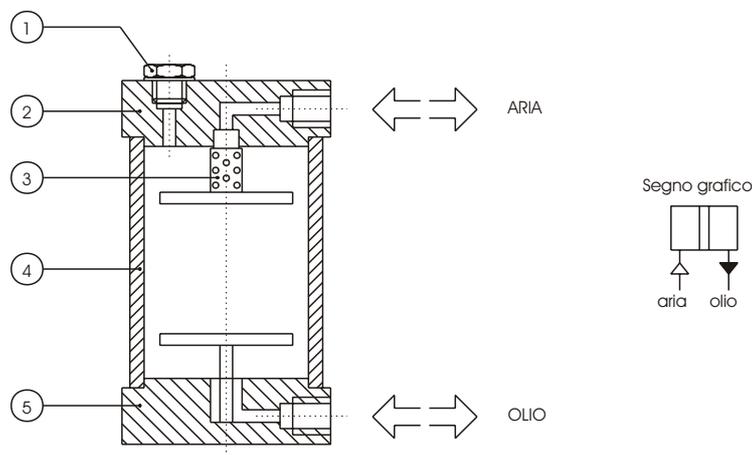


fig. 16.1 Scambiatore di pressione.

Gli scambiatori di pressione comprendono (fig. 16.1):

- una camicia **4** che può essere di materiale trasparente per controllare il livello dell'olio, oppure in materiale non trasparente ma con indicatore di livello esterno.
- un diffusore **3** con piattello per evitare che l'aria compressa colpisca direttamente la superficie dell'olio.
- una testata superiore **2**.
- una testata inferiore **5**.
- un tappo **1** che chiude il foro per il riempimento del serbatoio con olio.

Introducendo aria compressa dalla parte superiore dello scambiatore di pressione, l'olio in esso contenuto, sospinto dalla pressione dell'aria, defluisce verso la camera del cilindro, che è già piena di olio, provocando il movimento del pistone che risulta uniforme data l'incompressibilità del fluido adoperato.

Facendo cessare l'azione dell'aria compressa sulla superficie dell'olio, quest'ultimo può essere di nuovo sospinto entro l'apparecchio dal pistone nel suo movimento di ritorno.

Il volume dello scambiatore di pressione dev'essere di circa due volte il volume della camera del cilindro attuatore.

Il fissaggio di questi apparecchi può essere a flangia o a piedini ed essi devono essere posti in posizione verticale e più alta dei cilindri attuatori per evitare infiltrazioni di aria nelle camere degli stessi.

Applicazione degli scambiatori di pressione.

Regolazione idropneumatica della velocità dei pistoni.

Il controllo della velocità dei pistoni per mezzo degli scambiatori di pressione può avvenire in quattro modi. Facendo riferimento alla fig. 16.2:

- pos. a) con olio parzializzato in un senso.
- pos. b) con azione dell'aria da un lato e frenatura in contrapposizione con olio.
- pos. c) con azione dell'aria da un lato e frenatura in contrapposizione con olio pressurizzato.
- pos. d) con azione dell'olio in entrambi i sensi.

Gli elementi da impiegare devono essere del tipo adatto per il funzionamento con olio.

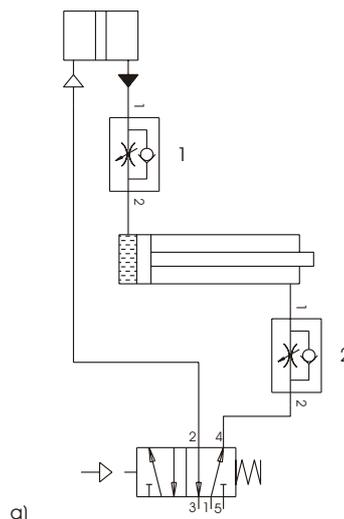


fig. 16.2 a).

Nel controllo della velocità con olio parzializzato in un senso, il moto di lavoro del pistone è ottenuto per mezzo dell'olio mentre il suo ritorno è pneumatico (fig. 16.2 a).

Azionando il distributore principale, l'olio contenuto nello scambiatore di pressione, sospinto dall'aria compressa attraverso la strozzatura della valvola di non ritorno con strozzamento 1, giunge alla camera positiva del cilindro provocando l'avanzamento del pistone.

La velocità di avanzamento del pistone dipende dalla regolazione della strozzatura della valvola 1.

La strozzatura della valvola collegata alla bocca negativa del cilindro dev'essere parzializzata affinché il pistone, durante il movimento, sia sottoposto ad una controcompressione dell'aria.

Al riposizionamento del distributore principale, il flusso dell'aria passa dallo scambiatore di pressione alla camera negativa del cilindro. Il pistone arretra rapidamente (con l'azione diretta dell'aria) in quanto la valvola di non ritorno con strozzamento 1, permette il passaggio libero dell'olio dalla camera positiva del cilindro allo scambiatore di pressione.

Il suddetto metodo si adotta quando i pistoni hanno velocità medie.

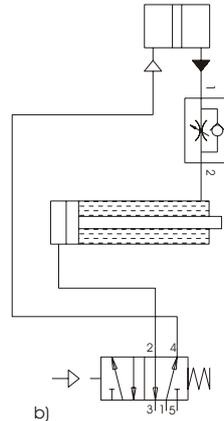


fig. 16.2 b).

La fig. 16.2 b) rappresenta il controllo della velocità del pistone con l'azionamento del distributore principale. L'avanzamento del pistone è provocato dall'azione diretta dell'aria compressa mentre sulla parte opposta del pistone agisce la controcompressione costante dell'olio il cui deflusso verso lo scambiatore di pressione è limitato dalla valvola di non ritorno con strozzamento.

Variando la regolazione della strozzatura di detta valvola, si varia la velocità di avanzamento.

Con il riposizionamento del distributore principale si ha il ritorno del pistone mediante l'azione dell'olio che è sospinto nella camera negativa del cilindro dall'aria compressa che s'immette nello scambiatore di pressione. L'arretramento è veloce in quanto la valvola di non ritorno con strozzamento permette il passaggio libero dell'olio dallo scambiatore di pressione alla camera negativa del cilindro.

Il suddetto metodo si adotta quando occorrono movimenti molto lenti con velocità fino a circa 0,3 mm/s.

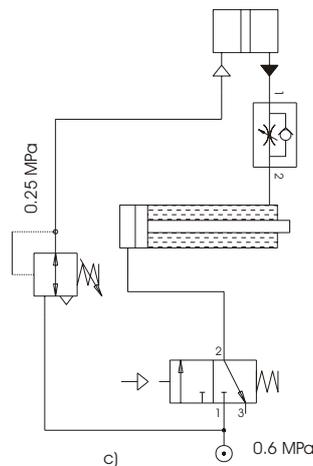


fig. 16.2 c).

Il controllo della velocità attuato con gli schemi di fig. 16.2 pos. a) e pos. b), può assumere un movimento burrascoso nello scambiatore di pressione tale da far incorporare nell'olio delle bolle d'aria che, trascinate attraverso la valvola di non ritorno con strozzamento, provocano dei movimenti irregolari del pistone. Questo perchè, entro lo scambiatore di pressione, nel momento che l'olio rifluisce, la superficie libera dello scambiatore (a contatto con l'aria) non è soggetta alla azione dell'aria compressa.

Con lo schema di fig. 16.2 c) si può diminuire questa possibilità ricorrendo alla pressurizzazione costante dell'olio negli scambiatori di pressione.

In esso la connessione pneumatica dello scambiatore di pressione è collegata direttamente alla rete. La pressione dell'aria viene diminuita, con un riduttore di pressione, a circa 2,5 bar, pressione sufficiente a provocare l'arretramento del pistone.

L'olio, sempre soggetto alla pressione di 2,5 bar provoca l'arretramento automatico del pistone al termine del suo movimento di lavoro quando cioè, con il riposizionamento del distributore principale la camera positiva del cilindro viene posta allo scarico.

Per il comando del cilindro occorre quindi un distributore principale 3/2 normalmente chiuso.

La superficie libera dell'olio resta in condizioni di tranquillità rimanendo continuamente soggetta all'azione dell'aria compressa.

Questo metodo si usa quando occorrono velocità basse controllabili con precisione e, per ragioni d'ingombro, con sviluppo di forze limitate.

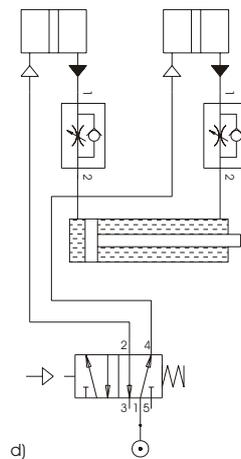


fig. 16.2 d).

Se la velocità del pistone dev'essere controllata in entrambe le corse, si può ricorrere all'azione dell'olio in entrambi i sensi come rappresentato con lo schema della fig. 16.2 d).

In esso vi sono due scambiatori di pressione, uno collegato alla camera positiva ed uno collegato alla camera negativa, con le rispettive valvole di non ritorno con strozzamento, orientate in modo che il controllo della velocità avvenga con azione frenante.

Le camere dei cilindri sono entrambe piene di olio e l'aria compressa agisce sui due scambiatori di pressione alternativamente.

Quando il pistone avanza l'aria agisce sullo scambiatore collegato alla camera positiva mentre l'olio della camera negativa rifluisce, con azione frenante sul pistone, nell'altro scambiatore di pressione.

Quando il pistone arretra le condizioni s'invertono.

16.2 Serbatoi per olio

I serbatoi per olio sono simili agli accumulatori pneumatici; posseggono in più: un tubo trasparente, indicatore del livello dell'olio e un foro filettato chiuso con un tappo a vite per il riempimento, situato nella parte superiore (fig. 16.3).

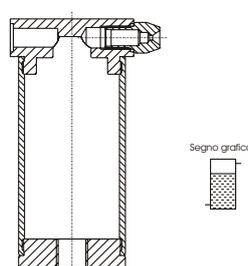


fig. 16.3 Serbatoio olio.

Anch'essi vengono costruiti con diverse capacità per una pressione di esercizio massima di 10 bar.

Sono utilizzati come serbatoi di compensazione dell'olio, per reintegrare eventuali perdite quando la regolazione della velocità dei pistoni è attuata con il sistema idropneumatico (combinazione fra il sistema pneumatico e quello idraulico).

Questo sistema realizza il movimento del pistone con l'aria compressa, mentre la sua velocità viene controllata per mezzo dell'olio (ved. fig. 16.4).

Applicazione dei serbatoi per olio.

Un sistema per il controllo della velocità dei pistoni è rappresentato dall'utilizzazione dei cilindri in tandem (fig. 16.4).

Di essi, si riempie di olio il cilindro anteriore che, avendo lo stesso stelo passante ha il volume delle due camere uguale.

Le due camere vengono unite con un tubo in modo tale che, con il movimento del pistone (provocato dall'altro cilindro pneumatico), l'olio possa fluire da una camera all'altra.

Per controllare la velocità in entrambi i sensi, si inseriscono due valvole di non ritorno con strozzamento, orientate come rappresentato nello schema, che limitando il passaggio dell'olio, attuano una frenatura idraulica con conseguente riduzione e regolazione delle velocità del pistone che assume un movimento uniforme.

La regolazione della velocità del pistone in un senso è indipendente dalla regolazione nell'altro senso.

Un serbatoio di compenso, collocato nel ramo dove l'olio non è sottoposto alla pressione frenante (lato della valvola di non ritorno con strozzamento da cui l'olio fuoriesce dalla strozzatura), garantisce il mantenimento dell'olio nelle due camere evitando che, per inevitabili perdite, si formino delle bolle d'aria.

L'olio del suddetto serbatoio viene mantenuto in pressione mediante il collegamento della sua connessione superiore alla rete di aria compressa.

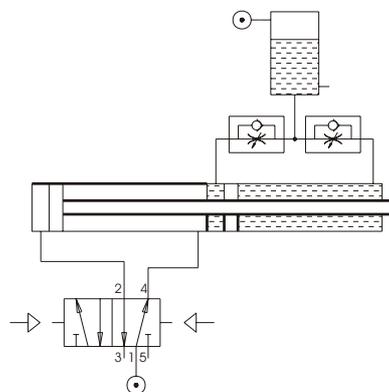


fig. 16.4 Regolazione idropneumatica della velocità di un pistone con cilindri tandem.

16.3 Regolazione della velocità dei pistoni con cilindri freno idraulici



I cilindri impiegati per la frenatura idraulica, sono cilindri pieni di olio a circolazione chiusa nel cui circuito è posta una valvola di non ritorno con strozzamento.

Essi vengono collegati in parallelo al cilindro pneumatico di cui si vuole controllare la velocità del pistone.

Il pistone del cilindro pneumatico è di solito con stelo passante (fig. 16.5 pos. a) in modo tale che, unendo con una staffa **1** la parte posteriore dello stelo passante con lo stelo del cilindro freno, quest'ultimo possa regolare la velocità del pistone pneumatico.

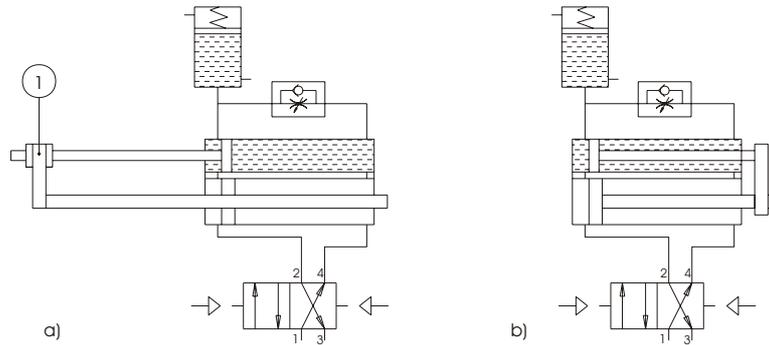


fig. 16.5 Regolazione della velocità dei pistoni con cilindri freno idraulici.
a) cilindro con stelo passante.
b) cilindro senza stelo passante.

Il pistone pneumatico può essere anche senza lo stelo passante (fig. 16.5 pos. b) ed in quest'ultimo caso il serbatoio di compenso dell'olio, collegato al ramo dove l'olio non è soggetto alla pressione frenante, non serve anche a compensare la differenza di volume esistente fra le due camere, ad ogni cambiamento del senso del movimento.

Il sopraddetto serbatoio e la valvola di non ritorno con strozzamento, che in fig. 16.5 sono rappresentati schematicamente all'esterno del cilindro freno, sono incorporate nell'unità e l'olio del serbatoio viene mantenuto in pressione da un pistone con l'impiego di una molla.

Facendo riferimento alla fig. 16.5 a) cilindro con stelo passante, se la staffa **1** non viene bloccata mediante dadi allo stelo del cilindro freno e gli permette uno spostamento libero per un certo tratto della corsa, si ottiene la regolazione idropneumatica della velocità per un solo tratto della corsa.

Nella serie di figure parziali di fig. 16.6, che rappresentano la parte posteriore del freno idraulico e l'estremità della staffa **1** (che in tal caso è solidale allo stelo del cilindro pneumatico), si nota che i dadi, anziché serrare la staffa, sono distanziati fra loro in modo da ottenere una lunghezza L che rappresenta la corsa attuata dalla staffa senza l'intervento del freno.

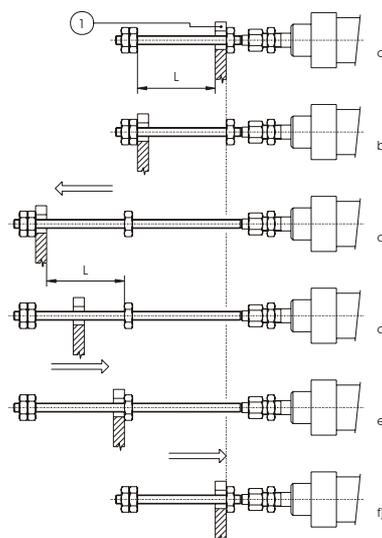


fig. 16.6 Regolazione della velocità di un pistone in un tratto della corsa.
 La successione delle figure rappresenta:

- a) la posizione di fine lavoro.
- b) l'arretramento libero dello stelo del cilindro pneumatico

La staffa scorre libera senza agire sull'asta del freno.

c) la staffa del cilindro pneumatico che, proseguendo nello arretramento, trascina anche l'asta del freno idraulico. In questo caso non vi è azione frenante.

d) l'inizio del movimento di avanzamento. Per il tratto L il pistone del cilindro pneumatico avanza velocemente:

e) la staffa, appoggiandosi contro il dado distanziatore, inizia a trascinare lo stelo che esercita l'azione frenante.

f) l'avanzamento con velocità rallentata del pistone fino al termine della corsa.

I freni idraulici possono avere le valvole aggiuntive:

- valvola di accelerazione.
- valvole di arresto.

La valvola di accelerazione (chiamata valvola skip), combinata con la valvola di strozzamento, viene impiegata quando il movimento deve avere percorsi variabili con tratti veloci e tratti lenti nel medesimo senso. Detta valvola, di tipo normalmente aperta, in assenza di segnale alla bocca **3**, con il proprio pistoncino **2** permette all'olio di bypassare la valvola di strozzamento **1** con conseguente velocità massima del pistone. L'applicazione di un segnale alla bocca **3** provoca la chiusura del bypass e l'olio, costretto a passare attraverso la valvola di strozzamento **1**, rallenta la velocità del pistone.

La valvola di arresto (chiamata valvola di stop), precede la valvola di strozzamento ed è impiegata quando sono richiesti degli arresti immediati del pistone. Detta valvola, di tipo normalmente aperta, in assenza di segnale alla bocca **4**, con il proprio pistoncino **5**, permette il libero passaggio dell'olio che può giungere alla valvola di strozzamento **1** per l'eventuale controllo della velocità del pistone per mezzo della valvola di accelerazione **2**. L'applicazione di un segnale alla bocca **4** chiude la valvola di arresto che interrompe il flusso dell'olio e blocca il movimento del pistone.

Annullando il segnale, il movimento riprende.

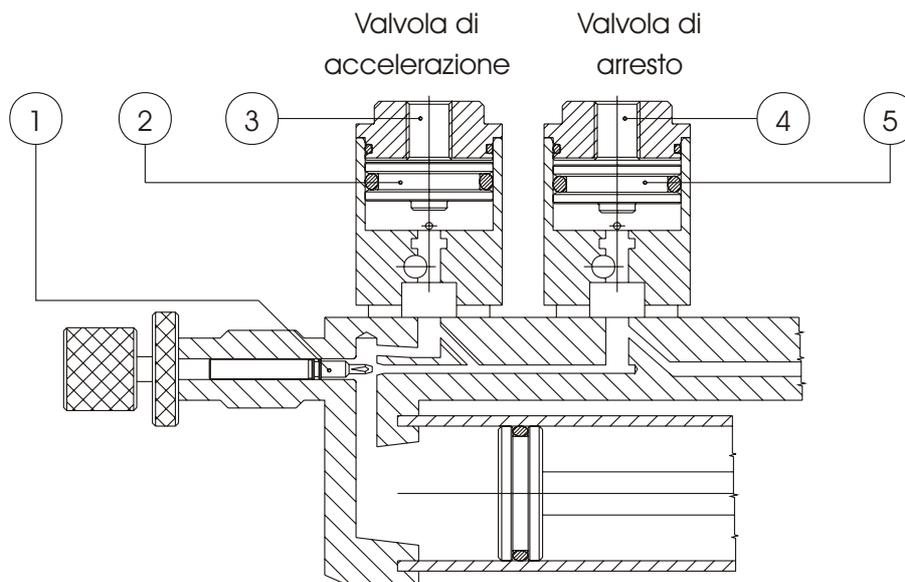


fig. 16.7 Schema valvole di accelerazione e di arresto.

16.4 Deceleratori

Se le masse da spostare sono rilevanti o se le velocità dei pistoni vengono aumentate, le possibilità degli ammortizzatori, incorporati nei cilindri, sono superate e si rende necessario l'impiego dei deceleratori.

I deceleratori sono elementi oleoidraulici di concezione semplice la cui costruzione richiede però molta accuratezza.

Il principio di funzionamento dei deceleratori è rappresentato in fig. 16.8.

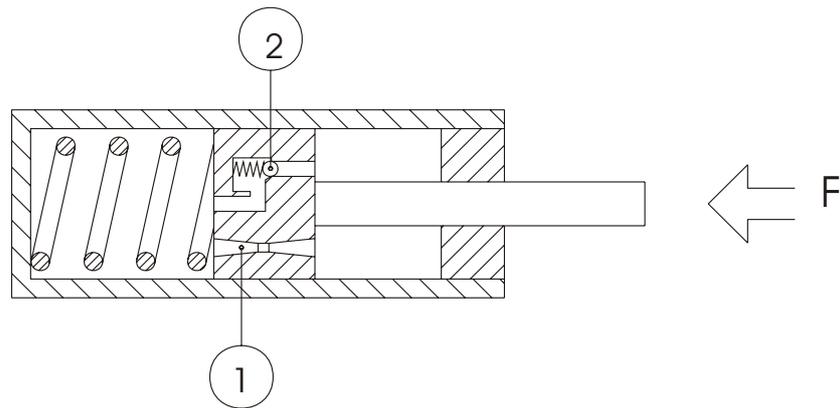


fig. 16.8 Deceleratore e principio di funzionamento.

La forza F , applicata allo stelo del pistone, lo muove nel senso della forza stessa e l'olio contenuto nella camera con molla è costretto ad attraversare l'orifizio **1** mentre la pressione creatasi mantiene chiusa la valvola di non ritorno **2**. La velocità del pistone, oltre che della forza F dipende anche dalla sezione del foro **1**.

Nel movimento di riposizionamento, per l'azione della molla, la sfera della valvola di non ritorno **2** si sposta dalla sua sede ed apre un foro di dimensioni maggiori permettendo un rapido ritorno del fluido e perciò un rapido ritorno del pistone alle condizioni iniziali.

Durante il passaggio del fluido attraverso l'orifizio **1**, avviene una caduta di pressione che genera calore. L'energia viene così dissipata attraverso il riscaldamento dell'olio il quale trasmette il calore al corpo dell'ammortizzatore e da lì all'atmosfera.

La temperatura massima d'esercizio consentita per un deceleratore è di 70°C.

Affinché non si abbia surriscaldamento dell'elemento, sui cataloghi delle ditte costruttrici è indicata la durata minima che deve avere un ciclo affinché si abbia una sufficiente dispersione di calore.