

1. MISURE DI PORTATA DEI FLUIDI

1.1 I CONTATORI PER GAS

I contatori sono strumenti, che misurano il volume di fluido che li attraversa. Ad ogni giro defluisce attraverso il contatore una ben precisa quantità di fluido, per cui per risalire alla portata volumetrica, cioè al volume di fluido che attraversa lo strumento per unità di tempo, è necessario l'uso di un misuratore di giri e di un cronometro per individuare il tempo impiegato dal contatore per effettuare un determinato numero di giri. Per misurare la portata massica di un gas, cioè la quantità di massa di gas per unità di tempo, che defluisce attraverso il contatore, occorre effettuare contemporaneamente anche la misura della pressione e della temperatura del gas stesso per individuarne la densità.

IL CONTATORE A SETTORI

Per misurare con una buona precisione portate di gas non elevate (fino a $10 \div 20 \text{ m}^3/\text{h}$ circa) si usa il contatore a liquido di figura 1.1.

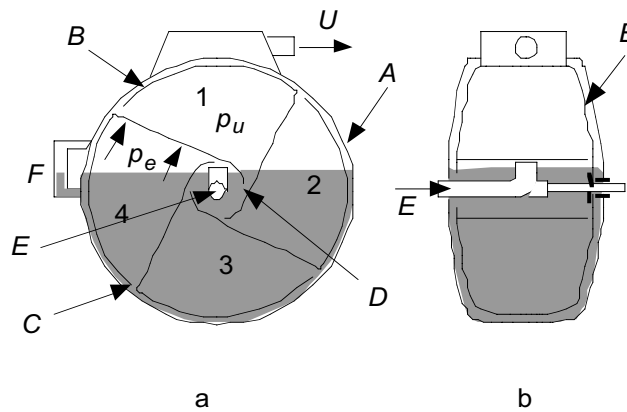


Figura 1.1. Contatore per gas a settori.

I quattro settori *B* della ruota sono chiusi ai fianchi da due dischi, in modo da realizzare quattro camere, ognuna delle quali ha due fessure longitudinali, *C* e *D*, una vicino al centro e l'altra periferica. Queste quattro camere sono contenute nel recipiente *A*, riempito a metà da un liquido, il cui livello è evidenziato dall'indicatore *F*.

Il gas entra nel contatore attraverso il tubo *E* e fuoriesce al centro del contatore poco sopra il livello del liquido. La pressione del gas, p_e , superiore a quella, p_u , del tubo *U* di uscita, esercita una forza sulla parete di uno di quattro settori; nell'esempio di figura 1.1 è la parete del settore 4 ad essere interessata dalla pressione. Il momento generato da questa forza mette in rotazione la ruota e durante questo movimento il gas contenuto nel settore 2 di figura 1.1 fuoriesce dalla fessura longitudinale periferica e si incanala nel tubo di uscita *U*. Quando questo settore è completamente immerso nel liquido, inizia lo svuotamento del settore 1 e la rotazione è garantita dal momento esercitata dalla pressione sulla parete del settore 3.

Ad ogni giro dell'albero del contatore il volume di gas espulso è pari al volume dei quattro settori della ruota; all'albero è collegato un contagiri che permette la misura del volume defluito. La misura deve essere eseguita con il contatore perfettamente verticale. Questi contatori, impiegati solitamente in laboratorio, sono strumenti passivi e tarati.

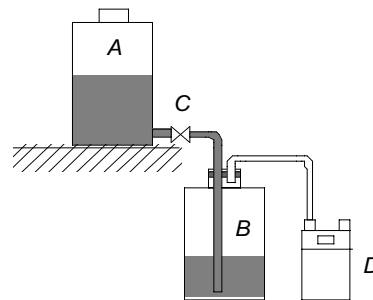


Figura 1.2. Dispositivo per la taratura di contatori a gas.

Per la taratura di questi strumenti si ricorre al dispositivo di figura 1.2. Dal recipiente *A* defluisce nel recipiente *B*, attraverso la valvola *C*, un volume noto di liquido. Un eguale volume di gas, contenuto nel recipiente *B*, passa attraverso il contatore *D* da tarare.

IL CONTATORE A LOBI

Per grandi portate di gas si può usare il contatore a lobi di figura 1.3.

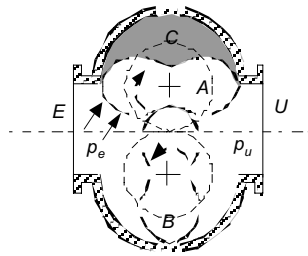


Figura 1.3. Il contatore a lobi.

I due lobi, *A* e *B*, ruotano, ingranando due ruote dentate, che ne assicurano la reciproca posizione. Durante la rotazione le sagome dei lobi non toccano le pareti esterne del contatore e mantengono una linea di contatto solo lungo una loro comune direttrice, per evitare gli attriti, che genererebbero una ulteriore caduta di pressione attraverso il contatore. L'aumento di questa caduta di pressione trascinerebbe, in cascata, maggiori fughe di gas attraverso i meati fra i rotori e fra i rotori e la carcassa dello strumento.

Il moto dei lobi è generato, nell'esempio di figura 1.3, dalla pressione, p_e , del gas in ingresso sulla parete inferiore del lobo *A*; questa pressione è superiore a quella p_u di uscita¹. Durante il moto del lobo *A* viene scaricato nella condotta di uscita il volume di gas, evidenziato nella parte scura *C* della figura². Quando il lobo *A* ha raggiunto la posizione verticale, il lobo *B* si trova in posizione orizzontale e ha intrappolato un volume di gas uguale al volume *C* precedente; da questo istante il moto è assicurato dal momento generato dalla pressione p_e sulla parete superiore del lobo *B*. Ad ogni giro viene immesso nel condotto di uscita un volume di gas pari a quattro volte il volume *C*, chiamato *cilindrata dello strumento*.

Questo strumento è adatto per la misura di grandi portate, sia perché si possono realizzare grandi cilindrata, sia perché è possibile raggiungere alte velocità di rotazione.

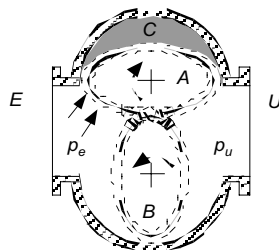


Figura 1.4. Contatore con lobi costituiti da ruote a primitiva ovale.

Per limitare le fughe di gas, percentualmente minori per grandi portate, sono realizzati contatori, i cui rotori sono costituiti da due ruote dentate a primitiva ovale (vedi fig. 1.4), ingrananti fra loro.

IL CONTATORE A PALETTE

Per grandi portate di gas trova impiego anche il contatore a palette, la cui sezione è mostrata nella figura 1.5.

¹ I momenti generati dalla differenza di pressione ($p_e - p_u$) sul lobo *B* si equilibrano.

² Il volume di gas è dato dal prodotto dell'area scura per la larghezza dello strumento.

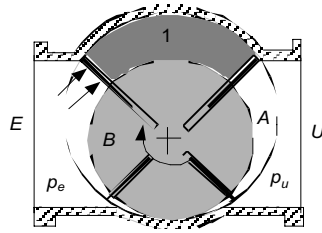


Figura 1.5. Contatore a palette.

Il tamburo *B*, eccentrico rispetto alla sede cilindrica, *A*, della carcassa del contatore, contiene quattro asole dalle quali fuoriescono, spinte da una molla, quattro palette, che strisciano nella sede cilindrica. Ad ogni giro viene scaricato nella condotta di uscita un volume di gas pari a quattro volte il volume che si ottiene moltiplicando la superficie scura (1) per la larghezza della sede cilindrica. Il moto è assicurato dal momento esercitato dalla pressione $p_c > p_u$ sulla paletta a contatto con la superficie superiore della carcassa.

1.2 I CONTATORI PER LIQUIDI

IL CONTATORE A PISTONI

Il principio, su cui si basa questo tipo di contatore, è illustrato nella figura 1.6. La differenza di pressione, $\Delta p = (p_e - p_u)$, mette in movimento il pistone *P*, collegato con una barra che muove, tramite un sistema biella-manovella, l'albero *B*, collegato ad un contagiri e a un dispositivo per la rotazione della farfalla, posizionata nella valvola *A*. Il liquido, alla pressione p_e entra nella parte sinistra del cilindro attraverso il tubo di ingresso *E* con la farfalla posizionata come in figura.

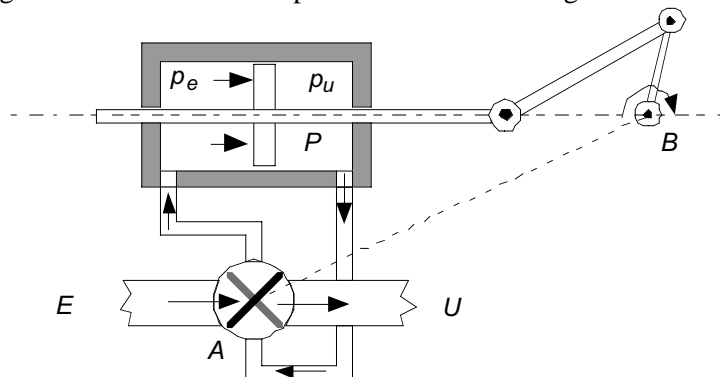


Figura 1.6. Sezione di un contatore a pistoni per liquidi.

Il movimento del pistone espelle la parte di liquido intrappolata nella parte destra del cilindro, che defluisce verso il tubo di uscita *U*. Non appena il pistone arriva a fine corsa, l'albero *B* comanda la rotazione della valvola, in modo da costringere il liquido ad entrare nella parte destra del cilindro, invertendo, così, il movimento del pistone. In questo modo il liquido intrappolato nella parte sinistra del cilindro è convogliato verso il tubo di uscita. Ad ogni giro dell'albero *B* defluisce attraverso il contatore una quantità di liquido pari a due volte il volume del cilindro, diminuito, ovviamente, del volume occupato dal pistone e dall'albero.

Per rendere più regolare l'andamento pulsato della portata, si dispongono due contatori in parallelo con un moto sfasato di 90° l'uno rispetto all'altro, in modo che, quando è minima la portata uscente da un contatore, sia, invece, massima quella dell'altro contatore.

IL CONTATORE A LOBI SCANALATI

Questo tipo di contatore è simile a quello esaminato nei contatori a gas ed è mostrato nella figura 1.7. Il contatore consiste in due rotori, uno a tre lobi e l'altro a quattro lobi, montati su cuscinetti ed azionati dall'energia del fluido, di cui si vuole misurare la portata. La forma dei due rotori è tale da realizzare una rotazione continua sotto la spinta del fluido; lo stesso movimento dei rotori aziona un contagiri che misura il volume che passa attraverso il contatore.

Il funzionamento del contatore è generato dal momento, che la pressione esercita sul lobo 2 del rotore inferiore di figura 1.7a. La figura 1.7 mostra la sequenza di due successive posizioni dei rotori: nella figura 1.7a il fluido nelle scanalature b e b' è pronto per essere espulso dal contatore, mentre nella figura 1.7b le parti di fluido b e b' sono entrate nel condotto di uscita, in cui regna la pressione $p_u < p_e$ e le parti c e c' si apprestano ad essere espulse. Ad ogni giro della ruota a tre lobi passa attraverso il contatore un volume, V , di fluido pari a tre volte il volume delle zone b e b' .

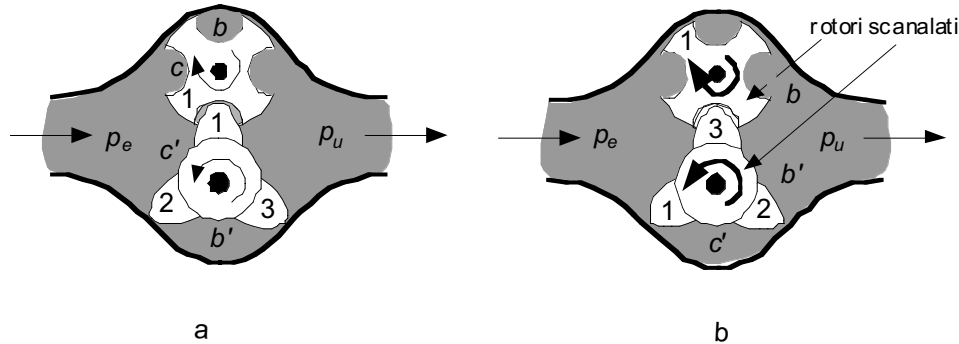


Figura 1.7. Schema di contatore a lobi scanalati.

Questo tipo di contatori è utilizzato anche per misure di portata di petrolio e può arrivare a portate dell'ordine di 3000 m³/h alla pressione di 80 bar.

IL CONTATORE A RUOTE OVALI

Questo contatore è formato da due rotori ovali, inseriti all'interno della scatola dello strumento, in contatto reciproco lungo una comune direttrice. La loro posizione reciproca è garantita dall'ingranaggio di due ruote dentate, collegate ai due rotori. Il funzionamento di questo contatore è simile a quello dei contatori a gas a lobi. Nella figura 1.8 sono mostrate due fasi di riempimento e svuotamento durante il funzionamento del contatore. Un contagiri è collegato ad uno degli alberi delle ruote per la misura del volume che attraversa il contatore.

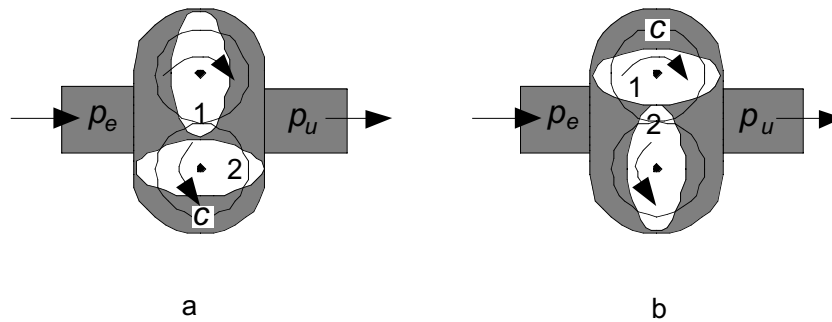


Figura 1.8. Schema di contatore a ruote ovali.

Il moto delle ruote è generato dal momento esercitato dalla pressione p_e sulla metà superiore del lobo 2, mentre i momenti esercitati dalla pressione p_e sui due lobi del rotore 1 si bilanciano; la pressione p_e è superiore a quella presente nel condotto di uscita, p_u . Nella figura 1.8a la parte inferiore c è pronta per uscire dal contatore, mentre nella figura 1.8b è la volta della parte del lobo superiore c . Ad ogni giro di uno dei due rotori il volume che attraversa il contatore è pari a quattro volte il volume c .

Questi contatori sono costruiti in una vasta gamma di materiali ed in dimensioni che vanno da 10 mm a 400 mm e possono lavorare a pressioni fino a 60 bar; sono impiegati per misure di portate fino a 1200 m³/h con accuratze che possono arrivare a 0.25%.