



Università degli Studi di Genova
Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale



Corso di Laurea in Chimica e Tecnologie Chimiche

FONDAMENTI DI TECNOLOGIE CHIMICHE PER L'INDUSTRIA E PER L'AMBIENTE
(modulo II)

MISURE DI PORTATA

Aldo Bottino
e-mail : bottino@chimica.unige.it
Tel. : 010 3538724 - 3538719

Misure di portata

Definizioni

Si definisce come portata di un fluido in un condotto la quantità di fluido, in volume o in peso, che passa attraverso una sezione del condotto nell'unità di tempo.

Dimensionalmente la portata volumetrica Q è rappresentata da un rapporto tra un volume e un tempo e viene generalmente espressa in L/h o in m^3/h .

Moltiplicando Q per il peso specifico γ del fluido, si ottiene la cosiddetta portata ponderale G :

$$G = Q \cdot \gamma$$

che viene generalmente espressa in kg/h oppure in t/h.

Per un dato fluido che percorre con velocità v un condotto di sezione A , la portata volumetrica Q è data da:

$$Q = A \cdot v$$

Poichè la portata dipende solamente dalla velocità del fluido, il problema della misura di portata, si può risolvere in pratica con una misura di velocità.

Misuratori di portata istantanea

I principali sistemi usati per rilevare la portata istantanea dei fluidi nelle tubazioni sono i seguenti:

- tubo di Venturi o diaframma calibrato;*
- tubo di Pitot;*
- dispositivi ad area variabile o rotametri;*
- dispositivi ad induzione elettromagnetica.*

Verranno esaminati gli ultimi due dispositivi (quelli più usati).

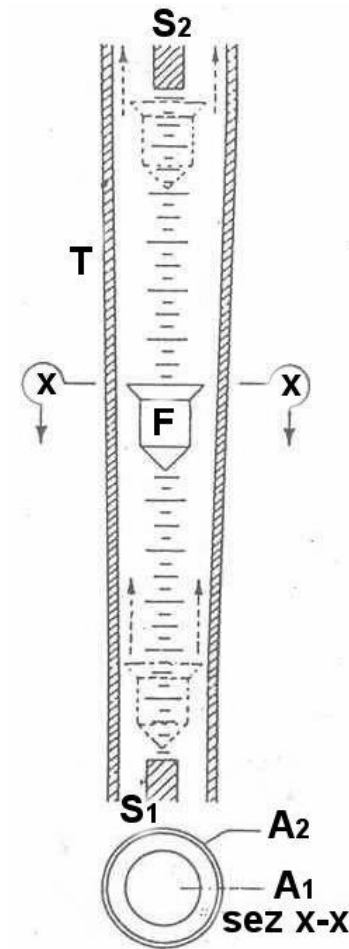
Se si fa passare nel tubo il fluido con direzione verso l'alto il galleggiante subisce una spinta dinamica verso l'alto.

Poichè la spinta dinamica, data la conicità del tubo, diminuisce dal basso verso l'alto, il galleggiante si innalza fino al punto nel quale c'è equilibrio fra la spinta dinamica ed il suo peso apparente.

Se la portata aumenta ulteriormente il galleggiante si alza ancora.

Perciò la portata è indicata dalla posizione assunta dal galleggiante lungo l'asse del tubo.

In definitiva la scala della portata può essere quindi incisa direttamente sul tubo di vetro.



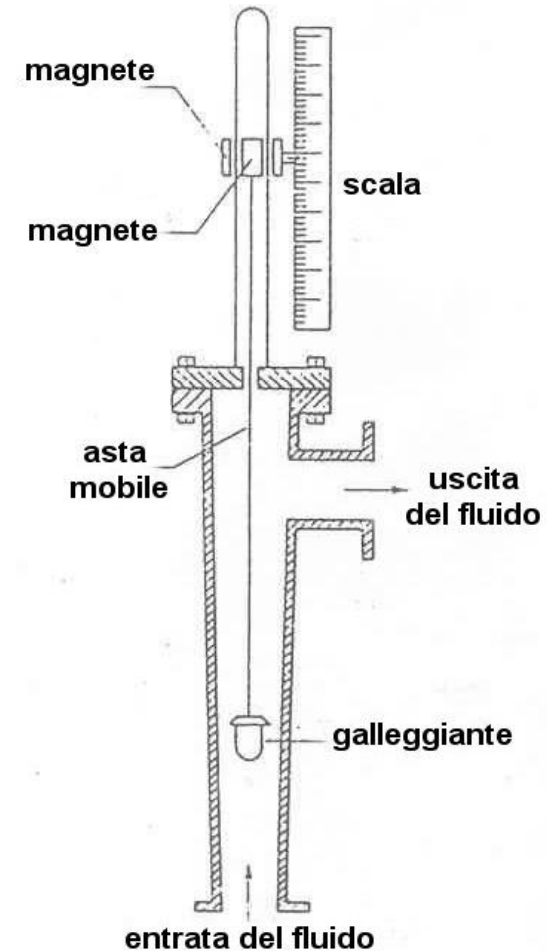
Rotametri a tubo metallico

I rotametri a tubo di vetro non possono ovviamente essere utilizzati con liquidi non trasparenti.

Si ricorre in tal caso a rotametri con tubo metallico, in ceramica od altri materiali a secondo della natura del fluido e della pressione di esercizio.

E' naturalmente necessario trasmettere all'esterno la posizione del galleggiante.

Questo viene fatto ad esempio all'esterno mediante, ad esempio, un accoppiamento magnetico.



I rotametri non possono essere impiegati in quei casi in cui il fluido contenga in sospensione delle particelle solide, che potrebbero bloccare il galleggiante, impedendogli così di muoversi liberamente lungo il tubo.

Così pure i rotametri non possono essere usati con fluidi che formano sulla superficie interna del tubo, depositi od incrostazioni, nel qual caso varierebbe l'area di passaggio e quindi la portata indicata.

La scala della portata si riferisce generalmente ad acqua a 15°C.

Per temperature diverse ed per altri tipi di liquidi (densità e viscosità differenti) è possibile ricavare la portata reale correggendo quella indicata dalla posizione del galleggiante mediante formule numeriche o fattori di conversione forniti dal costruttore del rotametro.



Il rotametro, rispetto agli altri misuratori presenta alcuni notevoli vantaggi:

- scala lineare, quindi ugual precisione sia alle basse che alle alte portate
- perdita di carico costante che può essere tenuta bassa indipendentemente dalla portata.
- possibilità di misurare portate piccolissime, dell'ordine di mL/min come pure portate enormemente superiori (decine di m³/h) in relazione alle dimensioni del tubo.
- semplicità costruttiva e facilità di manutenzione.

Misuratori di portata ad induzione elettromagnetica

I misuratori di portata ad induzione elettromagnetica, sono strumenti che funzionano in base alla nota legge di Lenz che dice:

« Un conduttore che si muove con una certa velocità in un campo magnetico costante, diventa sede di una f.e.m. indotta, il cui valore è proporzionale alla velocità ».

Nel nostro caso il conduttore in movimento è costituito dal liquido, non perfettamente isolante, che passa in una tubazione.

Il dispositivo che ci permette di applicare la legge di Lenz alle misure di portata, è illustrato dalla Figura.

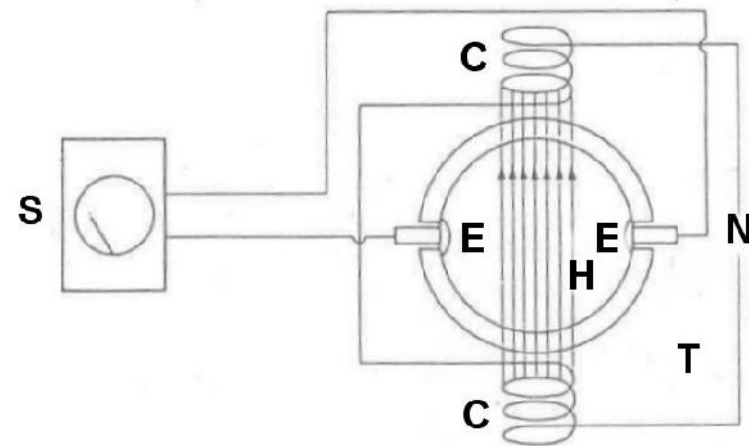
Un tronco di tubazione T di materiale amagnetico, vetrificato internamente, viene inserito nella linea dove si vuole misurare la portata.

Su tale tubo, sono si trovano diametralmente opposte, due bobine C collegate in serie.

Le bobine collegate in serie ed alimentate con tensione alternata, generano un campo magnetico H, diretto in senso ortogonale alla direzione del fluido.

Tale f.e.m. viene prelevata da due elettrodi di platino E sporgenti leggermente all'interno del tubo T e a diretto contatto del fluido.

La f.e.m. così prelevata viene inviata ad uno speciale strumento amplificatore dotato di indicatore della portata.



I misuratori elettromagnetici, molto più costosi degli altri tipi esaminati.

Sono usati in particolar modo nelle misure di fluidi contenenti particelle solide in sospensione ed in tutti quei casi in cui non si possono impiegare diaframmi od altre strozzature senza provocare ostruzioni od altri inconvenienti lungo le linee sia di processo che di collegamento agli strumenti di misura veri e propri (esempio tipico: lattice di gomma).



Integrazione della portata Istantanea

Gli strumenti fin qui esaminati misurano la portata istantanea Q di fluido.

Spesso è necessario conoscere oltre ai valori della portata istantanea la quantità totale W di fluido passata in un determinato intervallo di tempo.

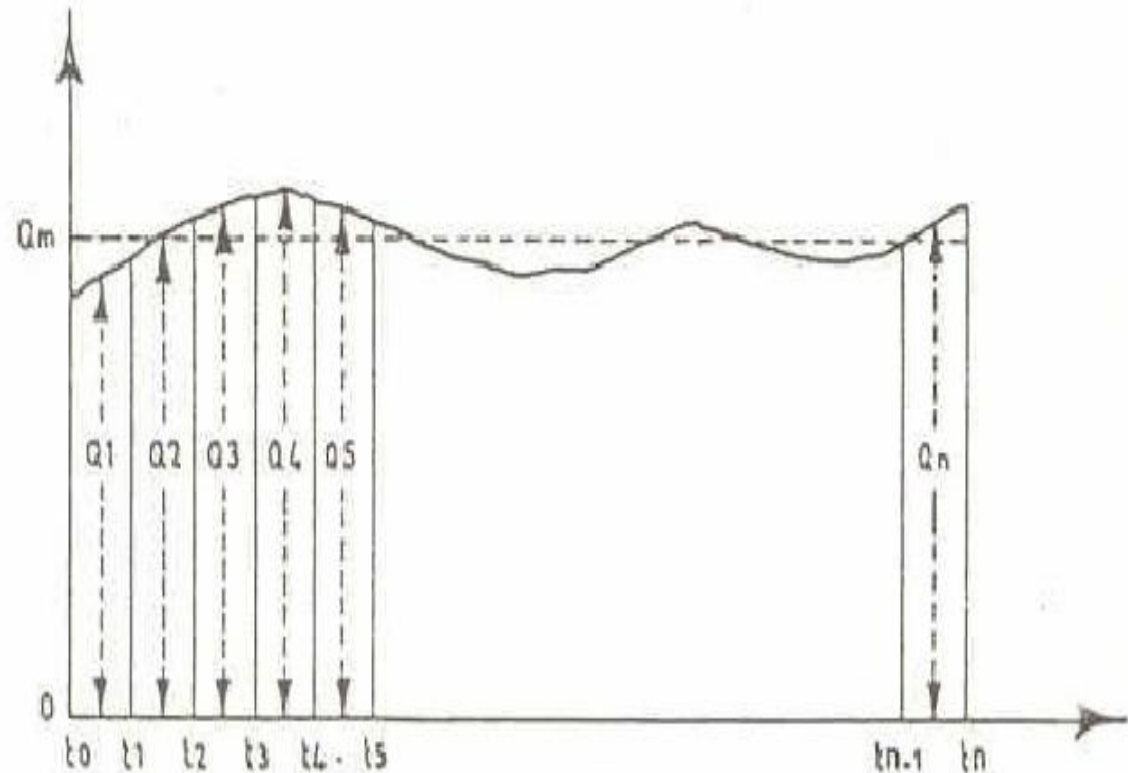
Se durante un determinato intervallo di tempo t_n la portata Q si è mantenuta costante, la quantità totale W di fluido passata si calcola moltiplicando la portata Q per il tempo t_n :

$$W = Q \cdot t_n$$

Se invece la portata Q ha un andamento variabile durante l'intervallo di tempo t_n occorre prima calcolare il valore medio Q_m di Q e poi moltiplicare per il t_n , cioè:

$$W = Q_m \cdot t_n$$

intendendo per portata media Q_m l'ordinata media del diagramma portata istantanea-tempo mostrato in Figura.



In pratica si procede al calcolo dell'area del diagramma cioè ad una integrazione.

Spesso gli strumenti misuratori registratori della portata istantanea Q sono dotati di meccanismi integratori che danno direttamente l'indicazione della quantità totale passata.

Contatori volumetrici

Se in un impianto interessa conoscere soltanto la quantità di fluido trasferito in un certo tempo (per esempio da un serbatoio ad un altro) e non le portate istantanee del trasferimento, si possono usare per la misura strumenti chiamati “contatori”.

I tipi più usati sono:

- *contatori a mulinello*
- *contatori a ruote ovali (o analoghi)*

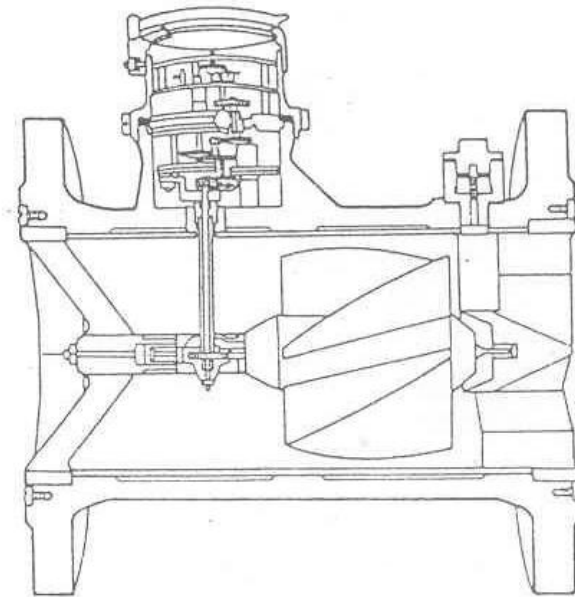
Contatori a mulinello

Sono costituiti da un mulinello elicoidale messo in rotazione dal fluido che si sposta nella tubazione.

La velocità del mulinello è proporzionale alla velocità del fluido e quindi il numero dei giri del mulinello in un dato tempo risulta proporzionale alla quantità di fluido passato nello stesso intervallo di tempo.

Un apposito totalizzatore provvede all'indicazione del volume misurato

I contatori a mulinello si usano particolarmente nella misura di grandi portate.



Contatori a ruote ovali

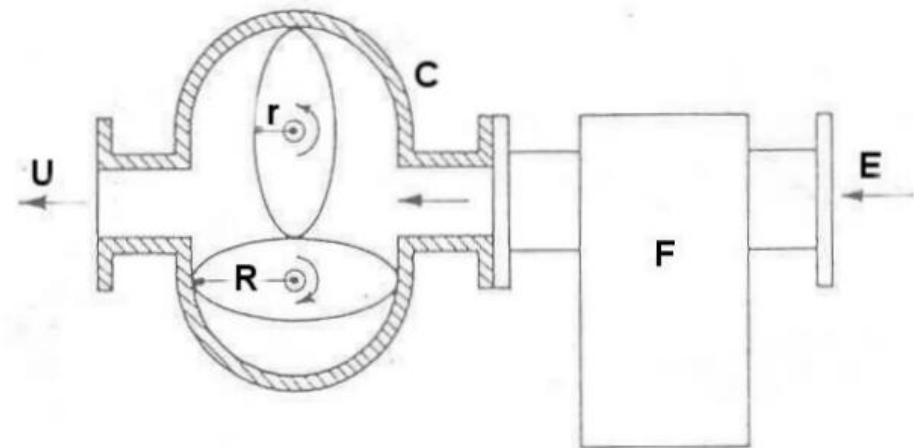
La Figura seguente mostra schematicamente com'è fatto e come funziona un contatore a ruote ovali:

C'è il contatore vero e proprio, a monte del quale è collocato un filtro F, avente lo scopo di trattenere tutte le impurità trascinate dal liquido.

Nella camera di misura sono montate due ruote ovali, sempre fra di loro a contatto, aventi raggio minimo r e raggio massimo R .

Esse si muovono a tenuta pressochè perfetta tra di loro e verso le pareti della camera, cosicchè il fluido per poterle attraversare ed uscire dall'altra parte, è costretto a farle ruotare.

Ad ogni giro delle ruote corrisponde il passaggio di una determinata quantità di fluido.



Lo strumento è dotato di un totalizzatore (non indicato in Figura), che conta i giri fatti dalle ruote, trasformandoli direttamente in misure di volume.

Poichè la velocità di rotazione è proporzionale alla portata istantanea in transito, talvolta i contatori volumetrici sono dotati anche di un indicatore di portata istantanea.

Per il buon funzionamento di questi strumenti è necessario non superare mai le portate massime istantanee prescritte dalla casa costruttrice.

La precisione di questi strumenti può essere mantenuta molto alta (anche 0,1%) se usati con accuratezza e con buona manutenzione.

Questa ultima deve prevedere fra l'altro l'ispezione e pulizia dei filtri per garantire che tutte le impurità vengano trattenute dagli stessi e non giungano ai contatori.