

Taratura di una valvola a spillo

Relazione del gruppo 6 del martedì - Luca Giacomelli, Donato Romito e Francesca Sartori

Scopi dell'esperienza

Tarare un misuratore Pirani utilizzando il voltmetro. Tarare una valvola a spillo, cioè mettere in relazione i giri di apertura della valvola con il flusso di gas che la attraversa.

Materiale a disposizione

- Impianto da vuoto costruito nella precedente esperienza
- Voltmetro
- Valvola a spillo con vite micrometrica
- Multimetro e PC dotato di software per la raccolta dei dati di pressione

Procedure di misura

Prima di tutto ci siamo assicurati del corretto montaggio dell'impianto e degli strumenti di misura. Abbiamo dunque proceduto con la taratura del vacuometro Pirani effettuata con una modalità simile alla volta scorsa ma utilizzando un voltmetro per aggiustare in modo opportuno gli estremi inferiore e superiore dell'intervallo di lettura dello strumento. Abbiamo effettuato la prima regolazione della scala a pressione ambientale agendo su un'opportuna vite fino a che il voltmetro collegato al Pirani non ci ha restituito un valore il più vicino possibile a 10V. Abbiamo poi riprodotto in camera una pressione inferiore alla più bassa misurabile con il nostro Pirani (cioè inferiore a $10^{-3}Pa$) e ci siamo assicurati che il valore restituito dal voltmetro fosse 2V. L'intera procedura è stata ripetuta due volte, come da indicazione del costruttore.

Per procedere con la taratura della valvola a spillo abbiamo creato in camera il miglior vuoto possibile (circa $2 \cdot 10^{-3}Pa$) isolando poi la camera dalla pompa. Le misure sono state prese tramite un software che raccoglie dinamicamente i dati restituiti dal Pirani tramite il voltmetro. Per prima cosa abbiamo misurato la variazione della pressione in camera al passare del tempo con la valvola a spillo chiusa: questa misura ci ha premesso di stimare l'aumento di pressione dovuto al degassaggio della camera e ad eventuali perdite dell'impianto. La procedura di misura della pressione al variare del tempo è stata ripetuta per ogni giro della vite micrometrica che regola l'apertura della valvola. Naturalmente ad ogni cambio di ampiezza dell'apertura abbiamo chiuso la camera e ristabilito le condizioni di vuoto iniziali, facendo attenzione alle limitazioni imposte dall'uso della pompa turbomolecolare. Per ogni aumento di apertura della valvola abbiamo raccolto dati per un tempo sufficiente a determinare in modo abbastanza preciso l'andamento della pressione. Abbiamo in questo modo raccolto dati relativi ad aperture della valvola a spillo da 1 a 9 giri di vite micrometrica. Infine è stata effettuata nuovamente una serie di misure a valvola chiusa per evidenziare eventuali cambiamenti nel flusso di degassaggio rispetto all'analoga misura iniziale.

Analisi dati

Il nostro scopo è stato quello di ricavare i valori di flusso attraverso la valvola a spillo corrispondenti alle diverse aperture. Per calcolare tali valori abbiamo sfruttato la relazione

$$Q = V \frac{dP}{dt}$$

dove Q è il flusso, V è il volume della camera da vuoto (nel nostro caso $V = (5.93 \pm 0.01) \cdot 10^{-3}m^3$), P è la pressione e t il tempo. Abbiamo perciò ricavato i valori $\frac{dP}{dt}$ cercando la retta che meglio approssimava ogni set di dati effettuando delle regressioni lineari con il metodo dei minimi quadrati, trasferendo opportunamente le incertezze di risoluzione. (Nota: non tutti i set di dati risultano avere un andamento perfettamente lineare,

infatti specialmente quelli relativi ad aperture maggiori della valvola risultano più irregolari, forse a causa di turbolenze che hanno alterato la regolarità del flusso o della lettura del Pirani).

Le pendenze delle rette da noi calcolate sono dunque i $\frac{dP}{dt}$ che, moltiplicati per il volume della camera da vuoto, danno i flussi totali. A tutti i flussi totali relativi alle diverse aperture della valvola abbiamo sottratto il flusso misurato a valvola chiusa per ottenere il flusso dovuto alla sola valvola (eliminando le componenti dovute a degassaggio e perdite). Le due misure di flusso a valvola chiusa effettuate a inizio e a fine esperienza si sono rivelate compatibili ($(6.3 \pm 0.1) \cdot 10^{-6} \frac{Pa \cdot m^3}{s}$ all'inizio contro $(6.5 \pm 0.2) \cdot 10^{-6} \frac{Pa \cdot m^3}{s}$ alla fine) non rilevando particolari cambiamenti in camera durante l'esperimento. Abbiamo dunque scelto come flusso a camera chiusa il primo valore senza nessun motivo particolare.

Riportiamo qui due grafici dei valori di flusso Q calcolati in funzione del numero di giri di vite micrometrica. Il primo comprende tutti i dati, il secondo solamente i primi 5 per rendere meglio visibile il loro andamento. A seguire riportiamo anche la tabella di taratura della nostra valvola a spillo.

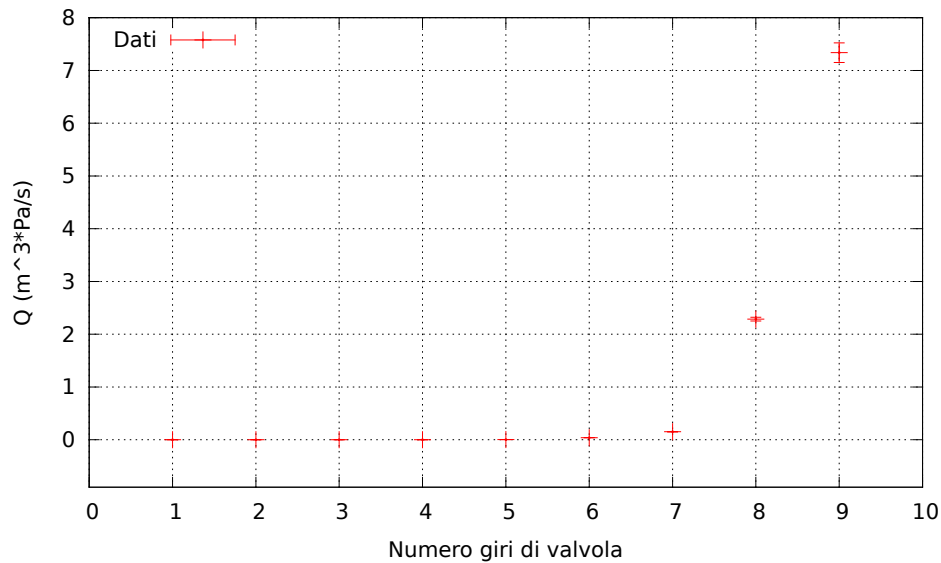


Figura 1: Flusso in funzione del numero di giri di apertura relativo a tutti i dati.

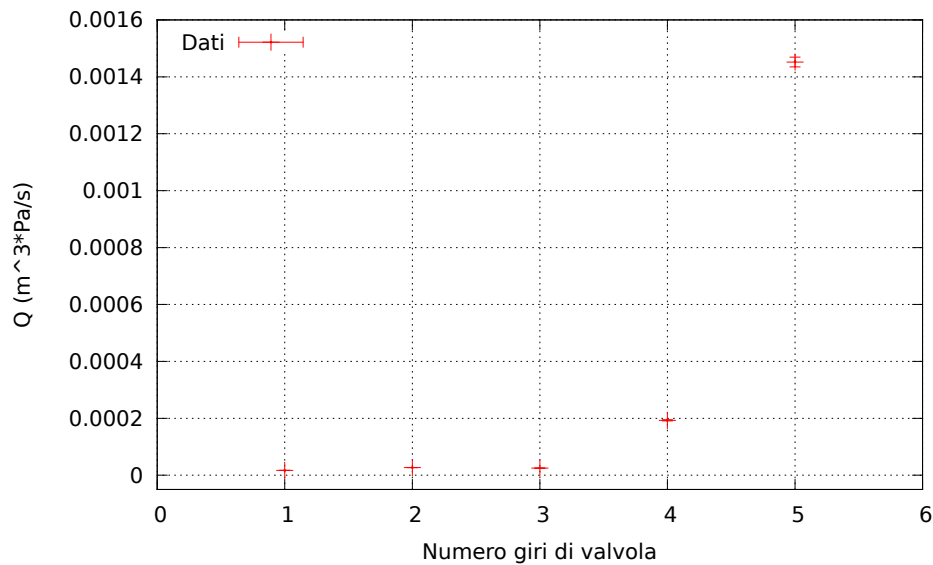


Figura 2: Flusso in funzione del numero di giri di apertura relativo ai primi 5 giri.

Tabella 1:

Numero giri	Flusso ($\frac{Pa \cdot m^3}{s}$)	Incertezza flusso ($\frac{Pa \cdot m^3}{s}$)
1	$1.64 \cdot 10^{-5}$	$0.03 \cdot 10^{-5}$
2	$2.67 \cdot 10^{-5}$	$0.04 \cdot 10^{-5}$
3	$2.50 \cdot 10^{-5}$	$0.06 \cdot 10^{-5}$
4	$1.93 \cdot 10^{-4}$	$0.02 \cdot 10^{-4}$
5	$1.45 \cdot 10^{-3}$	$0.02 \cdot 10^{-3}$
6	$3.89 \cdot 10^{-2}$	$0.06 \cdot 10^{-2}$
7	$1.51 \cdot 10^{-1}$	$0.03 \cdot 10^{-1}$
8	2.29	0.04
9	7.3	0.2

Si può notare come il flusso netto attraverso la valvola rimanga pressochè costante per i primi 3 giri di vite micrometrica per poi aumentare molto velocemente ai giri successivi. Inoltre si può notare come il flusso a tre giri di apertura sia paradossalmente minore di quello a due. Questo può essere indice del fatto che la valvola rimane pressochè chiusa per i primi tre giri, dunque tali valori possono essere dovuti a fluttuazioni statistiche o a difetti nella valvola che non si apre correttamente per piccole aperture. I valori di flusso relativi ad aperture più ampie risultano invece avere l'andamento aspettato in quanto ad aperture maggiori corrispondono flussi minori.

Conclusioni

Abbiamo dunque ottenuto una tabella di taratura della nostra valvola a spillo utile per effettuare esperimenti in cui occorra conoscere il flusso di gas entrante in un contenitore. Riteniamo che i valori di flusso ottenuti dai quattro giri in su siano abbastanza affidabili grazie al gran numero di dati raccolti e che dunque possano essere usati con successo in successivi esperimenti.