

Misure di pressione con VelociCalcPlus

Gli strumenti *TSI VelociCalcPlus* sono in grado di effettuare misure di pressione differenziale. Gli strumenti sono infatti dotati di due prese di pressione, una contraddistinta con il segno (+), l'altra con il segno (-); *VelociCalcPlus* misura la differenza di pressione che si instaura tra queste due prese.

Pressione statica

La pressione statica descrive la differenza di pressione tra interno ed esterno di un sistema, senza tenere conto di alcun movimento presente all'interno del sistema stesso.

Per esempio, nel caso di una condotta d'aria, la pressione statica è la differenza tra la pressione interna del condotto e quella esterna al condotto, senza tenere conto della portata d'aria che flussa nel condotto. La misura della pressione statica viene effettuata per vedere in quali condizioni lavora il sistema.

Il modello *TSI VelociCalcPlus* viene fornito con una ventosa che può essere utilizzata per misurare la pressione statica. Per fare questo è necessario:

- collegare la ventosa ad una estremità del tubo in silicone
- collegare l'altra estremità del tubo alla presa (+)
- fissare la ventosa in corrispondenza della presa di misura (foro) sul condotto
- collegare l'altro tubo alla presa (-) e lasciare l'estremità libera in aria, esposta alle condizioni ambientali.

Se la pressione statica all'interno del condotto è positiva, il display del *VelociCalcPlus* indicherà un numero positivo; in caso contrario (se cioè la pressione statica nel condotto è negativa) il numero sul display sarà negativo.

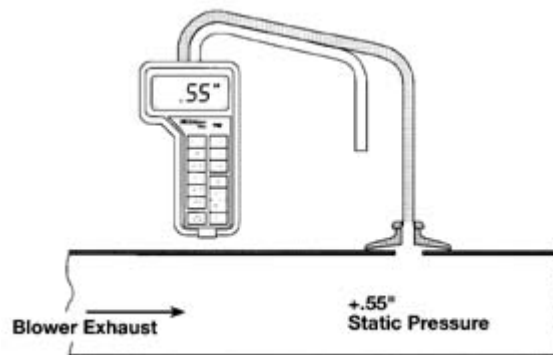


Figura 1: Misura della pressione statica con ventosa

Questo metodo tuttavia mostra alcuni limiti. Qualsiasi imperfezione (sbavatura, slabbratura.) in corrispondenza del foro di misura può dare errori di misura, se la velocità dell'aria all'interno del condotto è superiore a 7,62m/s. Inoltre tale metodo non dà buoni risultati se il moto dell'aria è turbolento. In questi casi, per effettuare questa misura si utilizza un tubo 'statico' di Pitot seguendo il seguente schema di collegamento:

- collegare il tubo 'statico' di Pitot ad una estremità del tubo in silicone
- collegare l'altra estremità del tubo alla presa (+)
- collegare l'altro tubo alla presa (-) e lasciare l'estremità libera in aria, esposta alle condizioni ambientali.

Assicurarsi che il tubo di Pitot venga lambito interamente dal flusso d'aria.

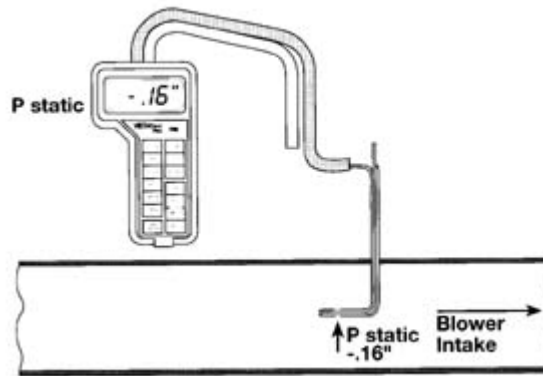


Figura 2: Misura della pressione statica con tubo 'statico' di Pitot

Il modello *TSI VelociCalcPlus* viene fornito completo di tubo 'statico' di Pitot per questo tipo di misure. Una volta effettuati i collegamenti, se la pressione statica all'interno del condotto è positiva, il display del *VelociCalcPlus* indicherà un numero positivo; in caso contrario (se cioè la pressione statica nel condotto è negativa) il numero sul display sarà negativo.

Pressione dinamica e velocità

Gli strumenti *TSI VelociCalcPlus* possono essere utilizzati per la misura della pressione dinamica, e quindi della velocità dell'aria, attraverso un comune tubo di Pitot (o tubo di Prandtl). Tale metodo richiede un semplice calcolo matematico per passare dalla pressione dinamica (misurata) alla velocità (calcolata).

Risulta molto utile poter misurare la velocità dell'aria con tubo di Pitot: il sensore a filo caldo infatti ha dei limiti ambientali di impiego, limiti di temperatura e di purezza dell'aria. Quando vengono richieste misure di velocità aria con temperature elevate (fino a 500°C e oltre) e magari in presenza di sostanze corrosive, l'unico metodo di misura è quello che prevede l'utilizzo del tubo di Pitot.

Il forellino frontale di un tubo di Pitot è sensibile alla pressione totale, cioè alla pressione statica più la pressione dovuta alla velocità dell'aria che fluisce nel condotto. Collegando opportunamente il tubo di Pitot al *VelociCalcPlus*, la pressione statica viene automaticamente sottratta dalla pressione totale e la lettura sul display è relativa alla pressione dinamica: in ultima analisi alla velocità. Schema di collegamento (Figura 3):

- collegare il foro assiale del tubo di Pitot alla presa (+) dello strumento, attraverso un tubo in silicone: misura della pressione totale
- collegare il foro trasversale del tubo di Pitot alla presa (-) dello strumento, attraverso l'altro tubo in silicone: misura della pressione statica

Assicurarsi che il tubo di Pitot venga posizionato parallelo al flusso d'aria all'interno del condotto, come da figura.

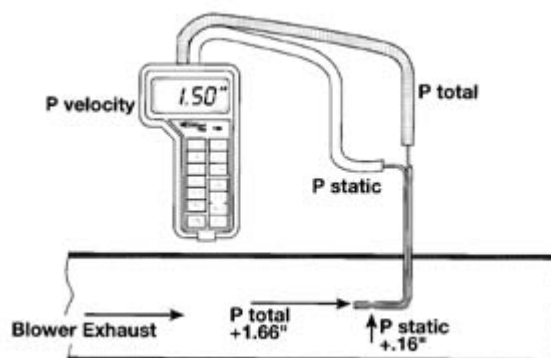


Figura 3: Misura della velocità con tubo di Pitot

Risulta:

$$P_v = P_{tot} - P_{stat}$$

ove:

P_v= pressione dinamica o di velocità

P_{tot}= pressione totale, data dalla somma della pressione dinamica + pressione statica

P_{stat}= pressione statica

Quando le condizioni di misura sono circa uguali alle condizioni standard di 21,1°C e 760mmHg (101,4kPa), la velocità è data da:

$$V \text{ m/s} = 40,76 \sqrt{P_v}$$

ove

V_{m/s}= velocità in metri al secondo

P_v= pressione dinamica o di velocità misurata dal *VelociCalcPlus*, in **kPa**

Velocità 'standard' e Velocità 'attuale'

Se le condizioni di misura sono sostanzialmente differenti dalle condizioni standard di 21,1°C e 760mmHg (101,4kPa), si può usare la seguente relazioni per il calcolo della velocità standard:

$$V_{std} = 25,4 \sqrt{P P_v / (T + 273,15)}$$

ove:

V_{std}= velocità standard in metri al secondo

P=pressione barometrica in millimetri di mercurio (mmHg)

P_v= pressione dinamica o di velocità misurata dal *VelociCalcPlus*, in **kPa**

T= temperatura del flusso d'aria in °C

E' importante notare che l'equazione appena scritta dà la velocità standard, cioè la velocità corretta alle condizioni standard. La velocità standard è la velocità misurata dal sensore a filo caldo del *VelociCalcPlus* ed è la misura della *velocità di massa* dell'aria in movimento.

Normalmente gli strumenti misurano la velocità riferita alle condizioni standard, cioè compensano eventuali variazioni di densità dell'aria entro specificati intervalli di temperatura.

Tuttavia molti tecnici utilizzano la cosiddetta velocità attuale (NON corretta per le condizioni standard). Si può utilizzare la seguente equazione per calcolare la velocità attuale, quando le condizioni di misura sono diverse da quelle standard di 21,1°C e 760mmHg (101,4kPa):

ove:

$$V \text{ m/s} = 44,63 \sqrt{P_v / d}$$

Vm/s=velocità attuale in metri al secondo

Pv= pressione dinamica o di velocità misurata dal *VelociCalcPlus*, in **kPa**

d= densità dell'aria in **kg/m³**

La densità dell'aria può essere misurata con la seguente equazione:

ove:

$$d = 0,4638Pb / (T + 273,15)$$

P= pressione barometrica in millimetri di mercurio (mmHg)

T= temperatura del flusso d'aria, in °C

E' importante ricordare che se pressione e temperatura sono sostanzialmente differenti dalle condizioni standard, la differenza tra velocità attuale e velocità standard può essere rilevante.

Per quanto riguarda l'umidità, a temperatura ambiente non c'è la necessità di effettuare compensazioni per tener conto di eventuali variazioni: infatti da prove sperimentali effettuate in laboratorio, per una variazione da 0 a 100% di umidità relativa nell'aria, si ha una variazione nella lettura di velocità di meno del 3%.

A temperatura e umidità elevate invece, può non essere trascurabile la variazione di velocità.