

Aspetti tecnici riguardanti l'uso dei Master Meter

Andrea Malengo



CRITERI PER L'ESECUZIONE DEI CONTROLLI
METROLOGICI SUCCESSIVI SU MISURATORI MASSICI DI
GAS METANO PER AUTOTRAZIONE
(GAS NATURALE COMPRESSO – CNG)

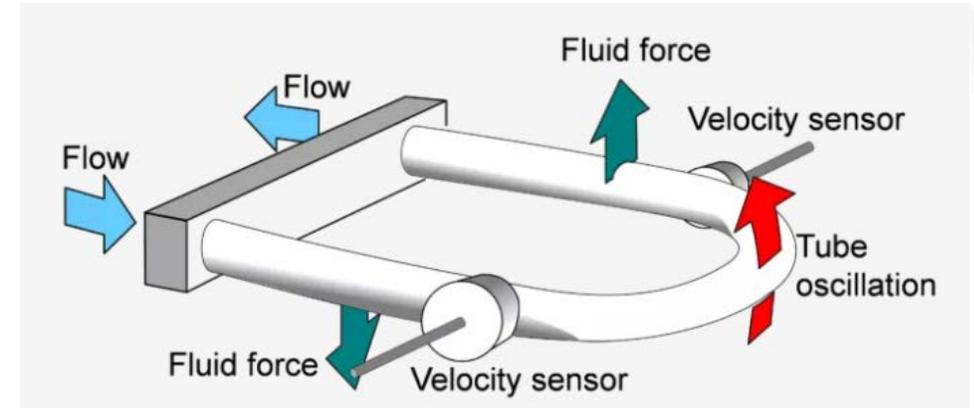
Modelli di Master Meter per CNG

- Massici
 - Coriolis

Se si fa quindi passare un fluido in un tubo, solitamente a forma di U, si crea uno spostamento di questo tubo a causa della forza di Coriolis agente sul tubo stesso. Questo spostamento è proporzionale alla portata massica, che può così essere misurata.

Tale tecnica è relativamente recente (1977)

Negli anni '90 sono stati apportati importanti miglioramenti tecnologici migliorandone il suo utilizzo nelle applicazioni del gas.



Vantaggi rispetto ad altre tecnologie

- Misurazione accurata
- Nessuna parte mobile che si usura nel tempo
- Non è richiesta manutenzione
- Capacità di misurare il flusso bidirezionale
- Poco sensibile al profilo del flusso
- La misurazione diretta della massa elimina la necessità di compensazione di pressione e temperatura nella maggior parte dei casi
- Nessun danno ai tubi di flusso con una portata eccessiva o forti variazioni di portata (a differenza della maggior parte dei misuratori meccanici)
- Tollerante ai gas sporchi
- Adatti per alte pressioni e diametri fino a oltre 10''
- Sono forniti di diagnostica di controllo

Criticità

Criticità dei misuratori Coriolis

- Misurano la portata in massa. Tuttavia, la maggior parte sono in grado di misurare anche la densità e fornire pertanto anche la misura in volume.
- E' una misura di tipo indiretta (la portata è ricavata da una misura di una vibrazione)
- Sono soggetti ad instabilità di zero

Aspetti metrologici (1)

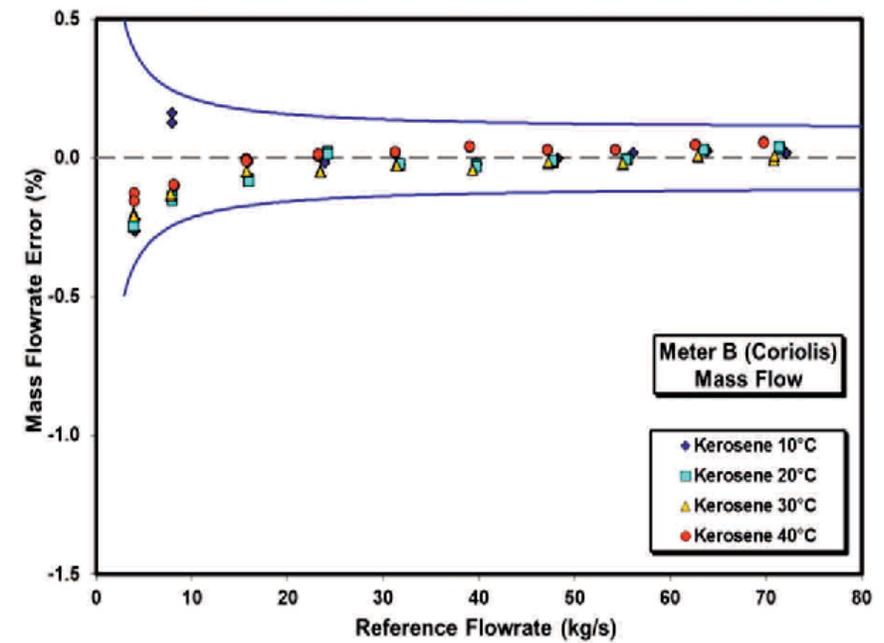
- I misuratori di tipo Coriolis hanno normalmente una ripetibilità della misura e una stabilità nel tempo migliore degli altri misuratori.
- I Coriolis risultano lineari per un campo di portate più ampio

Nella scelta del tipo di misuratore, il diametro dovrebbe essere sufficiente a garantire la portata massima, ma non deve essere esagerato. All'inizio del campo di misura i misuratori sono fortemente non lineari.

La scelta del diametro di un misuratore di Coriolis è determinata da:

- Perdita di carico consentita alla portata massima
- Accuratezza minima accettabile alla portata minima

La portata massima in gas è sempre inferiore a quella in liquido



Aspetti metrologici (2)

- I misuratori di tipo Coriolis sono ottimi strumenti per misurare la massa erogata, le accuratezze che raggiungono sono confrontabili con quelle delle bilance, anche inferiori allo 0,05% in liquido, e al 0,2 % in gas.
- La misura di densità del gas fornita dai Coriolis non è molto accurata, pertanto nel caso di gas la misura in volume non è accurata e non deve essere utilizzata.

La taratura dei misuratori Coriolis (1)

I misuratori Coriolis determinano la misura in massa per via indiretta, e molti sono i fattori che influiscono sulla misura, che dipendono sia dalle proprietà fisiche del fluido, ma anche molto dalle condizioni di misura (pressione e temperatura).

Ad esempio la temperatura influisce non solo sul diametro del tubo ma anche sull'elasticità del tubo vibrante.

Molti sono gli effetti da considerare per ottenere una misura accurata: caratteristiche costruttive, temperatura, pressione, viscosità, densità, ecc.

I misuratori di tipo Coriolis stanno diventando sempre più sofisticati, sia per i materiali utilizzati, sia per la sensoristica utilizzata.

I fattori di influenza possono essere corretti, ma non sempre tali correzioni sono sufficienti, o sono eseguite in modo automatico.

Sul mercato sono presenti molti modelli di Coriolis, la scelta dipende dal tipo di fluido da misurare e dalle condizioni di misura, e deve rispettare i requisiti di accuratezza richiesti.

La taratura dei misuratori Coriolis (2)

- A causa della variabilità dei processi di produzione, tutti i misuratori Coriolis richiedono una specifica verifica per regolare le loro prestazioni ai limiti di precisione inerenti alle loro caratteristiche.

La taratura sarebbe preferibile eseguirla con gas metano nelle condizioni simili a quelle di lavoro

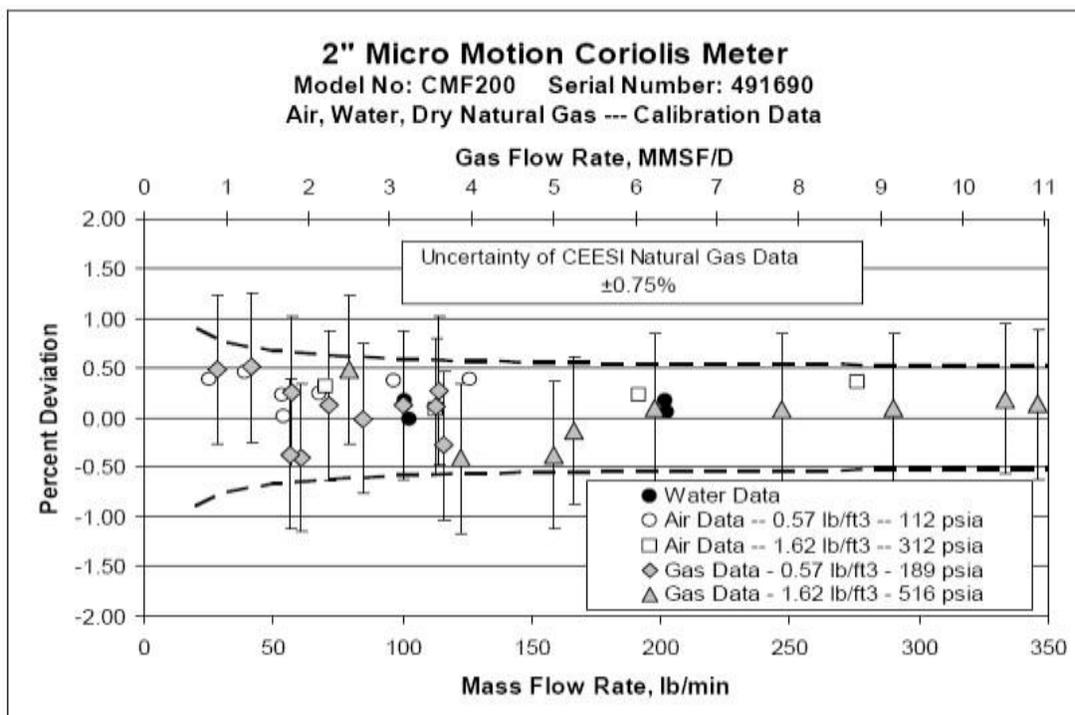
La taratura deve essere eseguita per un campo di portata che comprenda le portate di prova, almeno su 5 punti del campo di misura.

Requisito minimo $(|E| + U) \leq 1/3 \text{ MPE}$ cioè $(|E| + U) \leq 0,5\%$

In Europa ci sono pochissimi laboratori in grado di tarare misuratori di portata utilizzando metano ad alte pressioni

- Taratura con acqua

- Come pratica comune, la maggior parte dei produttori di Coriolis sfruttano l'economicità e l'alta stabilità della taratura con l'acqua per eseguire le regolazioni al sistema di misura.
- Attualmente molti misuratori Coriolis sono immuni alla fase del fluido, alla densità e alla viscosità; permettendo di trasferire le tarature eseguite con acqua a tutti gli altri fluidi ed anche ai gas.



Nel caso di taratura in acqua il requisito è
 $(|E| + U) \leq 1/5 \text{ MPE}$
cioè $(|E| + U) \leq 0,3\%$

Effetto della pressione (1)

- Le variazioni della pressione d'esercizio possono produrre errori sistematici.
L'effetto della pressione di un misuratore di Coriolis è causato dall'irrigidimento del tubo di flusso dei Coriolis quando la pressione del fluido in essi aumenta.
- Con l'aumento della pressione interna, l'effetto Coriolis sul tubo osservato per una data portata massica diminuisce, pertanto ne risulta una sottostima della portata.
- Tale effetto può essere ridotto tramite accorgimenti costruttivi del sistema di misura, oppure corretto in funzione della pressione. Molti costruttori prevedono di eseguire tale correzione anche in modo automatico collegando un trasmettitore di pressione al misuratore Coriolis.

Effetto della pressione (2)

Esempio dell'effetto della pressione di processo sulla variazione dell'accuratezza della portata in massa del sensore dovuta alla deviazione della pressione di processo rispetto alla pressione di taratura

Modello	Portata in massa (% della portata)	
	per psi	per bar
CMF010	Nessuna	Nessuna
CMF025	Nessuna	Nessuna
CMF050	Nessuna	Nessuna
CMF100	-0,0002	-0,003
CMF200 M/A/L	-0,00062	-0,009
CMF200 H/B	-0,00055	-0,008
CMF300 M/A/L	-0,0006	-0,009
CMF300 H/B	-0,0004	-0,006
CMF350	-0,0016	-0,023
CMF400 M/A	-0,0011	-0,016

Nelle condizioni di lavoro tipiche dei distributori di metano le pressioni sono molto alte (anche oltre 200 bar) rispetto alle pressioni tipiche a cui avviene la taratura con acqua (normalmente inferiori a 10 bar). Pertanto tale differenza di pressione può influire notevolmente sulla misura.

Raccomandazioni

- La taratura con un fluido di diverso dal gas metano e in condizioni diverse da quelle di lavoro tipiche dei distributori di metano è valida solo se la trasferibilità della taratura eseguita con un fluido di taratura alternativo, o in condizioni di lavoro diverse è stata dimostrata attraverso test specifici (forniti dal costruttore o da certificati di taratura). L'incertezza aggiuntiva che ne deriva deve consentire di rimanere entro i limiti di accuratezza richiesti.
- Se esistono effetti sistematici noti, ricavati da informazioni fornite dal costruttore o da certificati di taratura, si raccomanda di correggere la misura.
- Prima di eseguire le prove far circolare il metano per stabilizzare la temperatura. Verificare inoltre che a portata nulla l'indicazione di portata sia nulla, seguendo le indicazioni fornite dal costruttore

Conclusioni

- I misuratori Master Meter di tipo Coriolis sono il metodo più pratico per eseguire le verifiche periodiche dei distributori metano.
- I misuratori di tipo Coriolis garantiscono una misura affidabile nel tempo.
- E' preferibile eseguire la taratura con metano alle pressioni simili a quelle di prova. E' possibile utilizzare l'acqua, tuttavia è necessario considerare gli aspetti riguardanti gli effetti dovuti alla pressione.
- Nell'acquisto di un Master Meter per metano è necessario informarsi scrupolosamente sulle caratteristiche metrologiche del misuratore.