

L'INCERTEZZA DEL RAPPORTO DI DILUIZIONE NEI DIVISORI DI GAS

DIVISORI CONVENZIONALI A CAPILLARI

Diversi divisori di gas utilizzano una trasposizione al campo fluido-dinamico della numerazione binaria. In tal modo, pochi flussi corrispondenti al "peso" $2^n = 1, 2, 4, 8, \dots$ vengono combinati in analogia alla conversione binaria/decimale.

La notevole semplificazione ottenuta sui dispositivi di intercettazione (per determinare 32 valori di portata diversi bastano 5 elettrovalvole), normalmente viene estesa ai capillari (o agli orifizi), scegliendo opportunamente la sezione libera di ciascuno di essi. Infatti, il flusso di un gas che li attraversa (a delta P e lunghezza costanti) è proporzionale alla 4^a potenza del diametro interno.

Nel caso di 5 capillari, la sequenza delle proporzioni dei diametri è indicata nella successiva fig.1

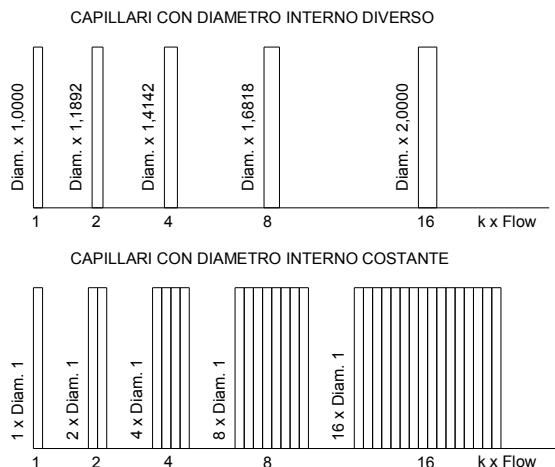


Fig.1

Operando con capillari a sezione diversa si presentano però diverse opportunità di incertezza :

- Il banco di misura che deve qualificare o tarare i diversi capillari, opera, nel caso dei 5 capillari, in un campo di portate che va da 1 a 16 (come proporzione) e in tale campo la sua non linearità non può essere trascurata. Inoltre, l'accuratezza relativa delle misure sui capillari maggiori, usando lo stesso strumento, è 16 volte migliore di quella applicabile al capillare più piccolo.
- Variazioni di temperatura, anche se uniformi su tutti i capillari, hanno effetti distortenti per la proporzionalità dei flussi (la temperatura ha effetto lineare sulle dimensioni, ma le portate sono determinate dalla quarta potenza del diametro).
- Influenza diversa di eventuali sporcamenti omogenei, che sui tubi di diametro inferiore causano maggiori riduzioni percentuali della

sezione utile.

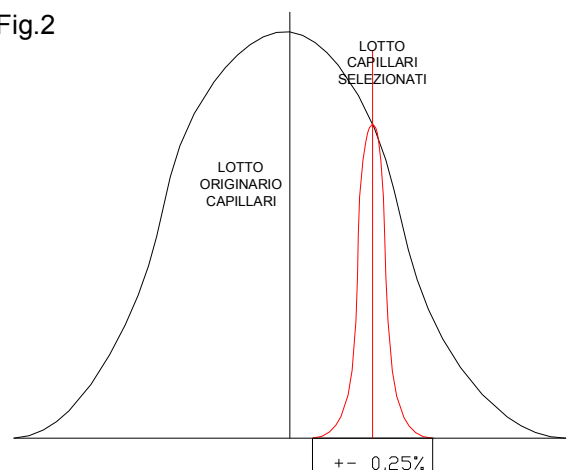
- Necessità di introdurre (per ovviare alla standardizzazione dei capillari commerciali) orifizi aggiustabili che consentano di ottenere per ciascuna posizione il valore voluto. Questi dispositivi possono risentire di shock o vibrazioni e modificare il set durante l'uso.

CAPILLARI DI SEZIONE COSTANTE

Nel disegno e costruzione di BetaCAP30, Beta Strumentazione ha conseguentemente deciso di orientarsi diversamente (vedi fig.1 parte inferiore), utilizzando esclusivamente capillari identici e componendoli in gruppi nei quali il numero di elementi segue la progressione binaria : la costruzione è un po' più complessa, ma i vantaggi sono rilevanti :

- Il banco di misura preposto alla selezione dei capillari, opera su un ristretto campo di portate (per ogni lotto di capillari selezionati). Il valore delle portate misurate non ha importanza in quanto tale, ma solo in rapporto al flusso rilevato su un capillare di quel lotto (nelle medesime condizioni), assunto come riferimento. Il campo di lavoro degli strumenti di misura è scelto in ragione del ristretto campo di valori (pressione e portata) ripetuti nel test.
- Con un unico capillare di riferimento, appartenente al lotto selezionato, il banco di misura viene frequentemente allineato per recuperare eventuali derive.
- Mantenendo omogenee le temperature su tutto il banco di capillari, loro variazioni non hanno influenza sul rapporto di diluizione.
- Eventuali (pur malaugurati) sporcamenti omogenei dei capillari hanno generalmente un effetto contenuto sul rapporto di diluizione. Sono comunque previsti filtri con porosità di

Fig.2



tarle ai casi di non linearità vera.

Come mostrato in fig.5, la struttura di BetaCAP30 è estremamente robusta : le sollecitazioni dovute a ripetuti trasporti e prove di campo non degradano in tempi brevi le prestazioni originarie.

Anche dopo anni di esercizio i cilindretti che contengono i capillari possono essere estratti dal modulo ed inseriti per una verifica "autoreferenziale" nel manifold di prova a flussi costanti di fig.3.

Ancor prima viene verificato il bilanciamento dei quattro cilindretti da 1 capillare confrontando tra loro le misure di portata senza alcuna riferibilità esterna.

Eventuali modeste differenze possono essere compensate combinando opportunamente i cilindretti al momento della ricomposizione dell'apparecchio.

E I DILUITORI DINAMICI ?

Sono molto utilizzati diluitori che utilizzano regolatori continui di flusso : il pregio indiscutibile è la possibilità di ottenere qualsiasi fattore di diluizione nel campo stabilito senza essere limitati a valori discreti sul fattore di diluizione. Inoltre, spesso raggiungono fattori di diluizione ben superiori a quelli ottenibili dai divisori a capillari.

Per contro, i regolatori di flusso massico (come la maggior parte degli strumenti) offrono le migliori prestazioni operando in prossimità del fondo scala, dove l'errore relativo al flusso effettivo è minore, mentre le prestazioni relative al flusso effettivo degradano al ridursi del punto di lavoro, fino a diventare inaccettabili sotto il 10% di questo.

Anche per loro quindi, diversamente da quanto visto per BetaCAP30, i valori di incertezza sulla concentrazione diluita crescono all'aumentare della diluizione.

A differenza dei divisori a capillari, i diluitori che utilizzano regolatori di flusso massico richiedono stabilizzazione termica (le migliori prestazioni si raggiungono dopo almeno un'ora di regimazione) e sono soggetti a maggiori derive, rumore, isteresi, sensibilità alla temperatura esterna e alle interferenze elettromagnetiche.

Va chiarito che quando discusso dell'incertezza sul valore di concentrazione diluita, un elemento finora trascurato è la conoscenza della concen-

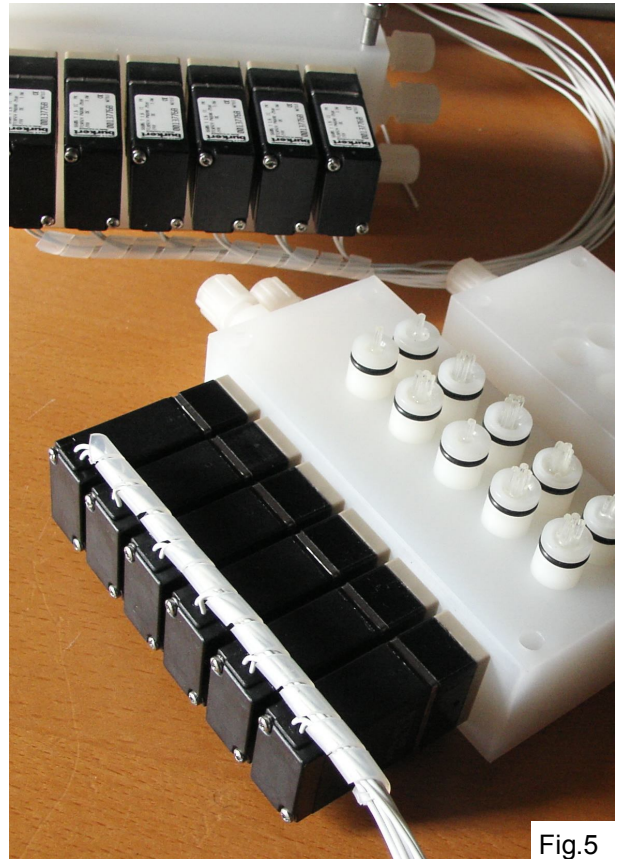


Fig.5

trazione del gas da diluire, che nelle miscele per taratura commerciali è affetta da incertezze che possono arrivare al $\pm 2\%$. Per le operazioni di verifica della linearità, però, questo elemento non ha alcuna rilevanza, perché le concentrazioni ottenute per diluizione mantengono la voluta proporzione con il gas di partenza, a meno dell'incertezza di diluizione.

Altra cosa quando si pensi di poter verificare efficacemente la linearità utilizzando un set di bombole con concentrazione a scalare : questa pratica, seguita da alcuni e contemplata anche dalla normativa, può dare risultati assolutamente errati. Se la bombola usata per la calibrazione di fondo scala è abbondante (ad es.: +2%) e quella usata per verificare la linearità all' 80% del campo è viceversa scarsa (ad es.: -2%), un analizzatore perfettamente lineare viene accreditato di un errore di linearità superiore al 3% del fondo scala.