

DILUISTORE DI GAS A "CAPILLARI UGUALI" Model BETACAP30X100 CON DOPPIO CAMPO DI DILUIZIONE PER PROVE CHE RICHIEDONO FORTI DILUIZIONI (DA 100% FINO A 6000:1)

INTRODUZIONE

BetaCAP30X100 nasce dall'unione e integrazione di due moduli autonomi : CAP30 e CAP1A100.

Il primo è il ben noto diluitore a 30 capillari, capace di produrre 31 passi di diluizione equispaziati nel campo tra zero e 100%, mentre il secondo produce un rapporto di diluizione fisso 100:1 e può essere escluso a comando in modo da non interferire con la diluizione del modulo CAP30. Ne risultano due campi di diluizione :

- Con pre-diluatore escluso, il modulo CAP30 produce i suoi 31 passi di diluizione
- Con pre-diluatore attivo, le possibili diluizioni del modulo CAP30 si sovrappongono alla diluizione fissa 100:1 del modulo CAP1A100 determinando un secondo campo di diluizioni tra $(1/100 \times 1/30) = 1/3000$ e $(1/100 \times 30/30) = 1/100$.

Nel seguito sarà considerata anche la disponibilità di un campo continuo di diluizione che utilizza anche gli spazi tra i passi discreti.



NOTE CARATTERISTICHE

- Pre-diluatore a 100 capillari (incluso o bypassato a comando) dotato di regolazione automatica delle pressioni differenziali ai capi dei 100 capillari (diluente) e del capillare singolo (gas da diluire)
- Diluatore finale a 30 capillari uguali, selezionabili in 31 diverse combinazioni per produrre 31 rapporti principali. Le pressioni differenziali applicate ai gruppi di capillari sono regolate automaticamente con set-point calcolato
- I materiali a contatto con i gas sono altamente resistenti alla corrosione dai principali componenti acidi e al dissolvimento dai solventi. La costruzione meccanica è fatta per resistere alle forti sollecitazioni che si verificano durante i frequenti trasporti sugli impianti industriali.
- Accuratezza iniziale ineguagliabile, stabilità delle caratteristiche per diversi anni di utilizzo intensivo (solo gas da bombole), Pronto all'utilizzo appena acceso.
- Possibile gestione remota non presidiata attraverso connessione RS485 e convertitore (incluso) RS485/USB. Massimo 3 misure dell'analizzatore in prova sono gestite attraverso acquisitore isolato (incluso)

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Nel modulo CAP30 (lato destro dello schema) possiamo vedere le elettrovalvole SV01 SV05 che inviano a ciascun gruppo (gruppi da 1, 2, 4, 8, 15 capillari) il gas diluente o (quando eccitate) il gas da diluire, eventualmente pre-diluito. Le valvole di regolazione CV02 e CV12 controllano le due pressioni applicate, sulla base di due set calcolati e delle due retroazioni (Pout2-P0.2 e Pout2-P1.2).

E' più interessante osservare l'interfacciamento tra i due moduli : CAP1A100 (quando attivo) è forzato dalle due valvole CV0.1 e CV1.1 a inviare in uscita un flusso costante, mentre il flusso richiesto dal modulo CAP30 è molto variabile e dipende sia dall'impostazione utente (flusso in uscita) che dal rapporto di diluizione impostato, da 0/30 (nessun flusso da pre-diluatore) a 30/30 (massimo flusso da pre-diluatore).

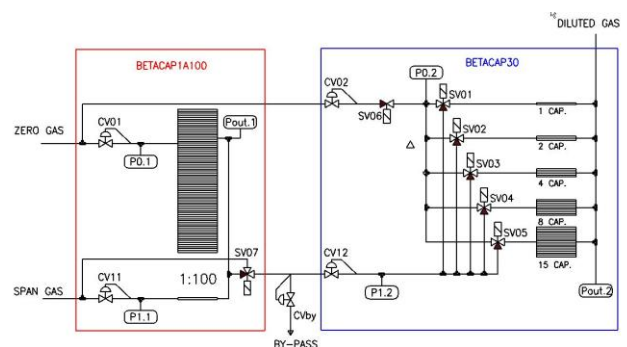
Per evitare pressioni insufficienti o viceversa esagerate all'uscita del pre-diluatore, in tempo reale la valvola CVby scarica il flusso in eccesso, mantenendo a monte di CV1.2 la pressione necessaria.

Per evitare le due condizioni estreme di pressione insufficiente a monte di CV1.2 (segnalata da allarme LLP sul valore di P1.2) o pressioni troppo alte, che inducono un flusso di bypass esagerato (alto consumo di gas diluente) è aggiunta la funzione che varia il set della valvola CV01, prima responsabile del flusso in uscita dal pre-diluatore.

In definitiva, il pre-diluatore non richiede impostazioni se non quelle di fabbrica e l'utente non se ne deve preoccupare. Il menù relativo ha solo uno scopo diagnostico.

L'elettrovalvola SV07 inserisce o esclude il pre-diluatore in funzione della diluizione richiesta.

Le funzioni sotto citate rappresentano fedelmente la fisica dei flussi nel diluatore sostituendo i valori delle portate in uscita da ciascun capillare (formula di Poiseuille modificata) nella formula della diluizione, sia per il



modulo CAP30 (K dil.d) che per il modulo CAP1A100 (K dil.p)

$Kdil.d = \frac{N * Q_{(1cap)TG1}}{N * Q_{(1cap)TG1} + (30 - N) * Q_{(1cap)TG0}}$	$Q_{(1cap)} = \frac{\pi * R^4}{16 * L * \eta} * \frac{P_{in.a}^2 - P_{out.a}^2}{P_{out.a}} = \frac{\pi * R^4}{16 * L * \eta} * \frac{dP * (dP + 2 * P_{out.a})}{P_{out.a}}$
$Kdil.p = \frac{Q_{(1cap)TG1}}{Q_{(1cap)TG1} + 99 * Q_{(1cap)TG0}}$	$Q_{out} = Q_{TG1} + Q_{TG0}$

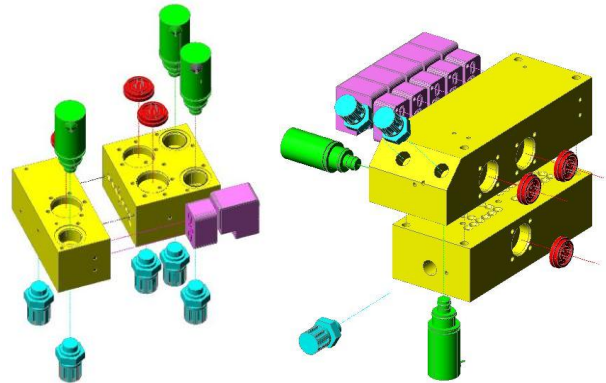
Oltre all'impostazione del Kdil.totale= Kdil.p x Kdil.d, l'utente può chiedere la produzione di una concentrazione diluita scelta tra i risultati corrispondenti a diluizioni nel campo 0,5/3000...29,5/30 (oltre a zero e span), libero dal vincolo dei passi discreti. Questa funzione utilizza le stesse equazioni sopra indicate, dove la ripartizione tra i capillari (che risulterebbe un numero decimale Nd/30 o Nd/3000) viene approssimata al numeratore intero più vicino, mentre l'errore di approssimazione viene corretto dalla applicazione delle pressioni dP(TG1d) e dP(TG0d) calcolate di conseguenza. L'incertezza delle diluizioni ottenute con questo metodo è la stessa ottenuta con le diluizioni passo-passo.

Il pre-diluitore produce sempre la diluizione 100:1, tranne che nella gamma (che altrimenti sarebbe scoperta) tra 0,5/30 e 1/100 : in questa gamma, con gli stessi calcoli visti sopra, il pre-diluitore viene portato a produrre una diluizione fissa di 1/60 usando dP(TG1p) e dP(TG0p) calcolate.

In tutte queste operazioni, è attiva la compensazione delle viscosità : per diluizioni che non coinvolgono il pre-diluitore, questa correzione è affidata al modulo CAP30, mentre quando il pre-diluitore è attivo, è affidata al solo pre-diluitore. Infatti, il gas pre-diluito all'ingresso di CAP30 è 60 o 100 volte più simile al gas diluente, di quanto non lo fosse all'entrata del pre-diluitore. L'utente inserisce i valori di viscosità dei due gas o miscele in ingresso (η_1 e η_0) calcolati sulla base delle composizioni di bombola dal foglio Excel scaricabile al link : https://www.beta-strumentazione.it/wp-content/uploads/2019/09/Viscosita%C3%A0_Miscela_ITA.xls
Anche le deviazioni che risultano dal certificato metrologico sono corrette sulla base del calcolo che, per ogni diluizione richiesta, calcola la deviazione totale e sposta il target di diluizione della stessa entità della deviazione calcolata, ma in direzione opposta.

COSTRUZIONE DEL DILUITORE

Analizzando lo schema funzionale di entrambi i moduli CAP30 e CAP1A100 osserviamo che il numero di giunzioni (prevalentemente di tipo TEE) che collegano i vari dispositivi (capillari, valvole e sensori) superano il centinaio. Si è quindi resa necessaria una soluzione diversa da quella "cablata" : ogni modulo è composto da due blocchi massello, lavorati in modo che i capillari restino inglobati tra i due blocchi e tenuti in posizione dagli stessi o-ring di tenuta, mentre tutti gli altri componenti siano montati in cave predisposte o a contatto di superficie. Tutti i collegamenti sono realizzati attraverso l'incrocio di fori. In tutti i fori di entrata che vanno chiusi sono piantate sfere di acciaio inox. Questa costruzione ha prodotto il più robusto assieme che si potesse immaginare : anche i capillari in vetro non sono sottoposti tali da metterne a rischio l'incolumità. I blocchi citati possono essere in plastiche fluorurate (PVDF), standard o in acciaio inox (AISI 316L), in opzione.



UTILIZZO DEL DILUITORE

Per l'utilizzo, l'operatore si trova di fronte ad un'interfaccia semplice: display alfanumerico (4 x 40 caratteri) e 5 tasti funzione, con i quali seleziona il menù desiderato e imposta i pochi parametri necessari per operare.

```
PARAMETRI INIZIALI      T Int.=+18.7°C
CALIBRAZIONI           P Atm.= 974hPa
PARAMETRI OPERATIVI
FUNZIONI OPERATIVE
```

Sono disponibili quattro menu "capostipiti" della gerarchia

- Parametri iniziali: riguarda la costruzione del diluitore (opzioni installate, tarature base, costanti PID dei regolatori di pressione e parametri certificati di correzione degli errori, che in base al certificato metrologico neutralizzano gli scostamenti riscontrati)
- Calibrazioni : riguarda la taratura dei segnali isolati per tre misure di concentrazione ricevibili dall'analizzatore in prova e delle tre misure di pressione. La calibrazione delle misure di pressione è statica (in assenza di flusso) e non necessita di riferimenti "riferibili" (l'unico scopo è bilanciare le sensibilità dei due gruppi di tre sensori avendo prima eliminato gli spostamenti di zero).
- Parametri operativi : riguardano la concentrazione nella bombola di gas da diluire, un set base di regolazioni della pressione sia per il pre-diluitore che per il diluitore finale (impostazione della portata) ed eventualmente le poche impostazioni della porta seriale RS485
- Funzioni operative : diluizione in modalità "scelta del fattore di diluizione", in modalità "scelta della concentrazione da ottenere nel gas diluito", diluizione in modalità "remota" gestita dal programma sul PC.

I primi due gruppi di menu sono accessibili tramite password.

SPECIFICHE TECNICHE

Rapporto di diluizione a passi discreti	:	impostabile tra 0:30 e 30:30 in 31 passi spazati uniformemente e tra 1:3000 e 30:3000 in altri 30 passi spazati uniformemente
Rapp. di diluizione (modo continuo)	:	tra 0,0167% e 98,33% del gas da diluire, incluso lo zero e lo span
Precisione di diluizione	:	migliore dello 0,2% della lettura + 0,00005% della concentrazione di ingresso
Pressione di esercizio	:	fino a 5 Bar ai raccordi di ingresso
Portata gas diluito	:	dipende dalla pressione applicata e dalla taglia dei capillari - taglia piccola (1 foro per capillare da 0,1mm) da 0,2 a 2 L/min. - taglia grande (3 fori per capillare da 0,1 mm) da 0,6 a 6 L/min.
Conessioni gas	:	gas da diluire e gas diluente
ingresso	:	gas diluito e bypass (per gas pre-diluito in eccesso)
Uscita	:	gas diluito e bypass (per gas pre-diluito in eccesso)
Tipo di connessioni pneumatiche.	:	raccordi a compressione 4 x 6 mm PVDF (AISI316L a richiesta)
Certificato metrologico	:	opzionale, LAT da laboratorio europeo (ricon. da Accredia)
Materiali a contatto del gas	:	AISI 316, vetro borosilicato, PVDF, PPS, PEEK, Kalrez,
Misure analogiche principali	:	3 pressioni per pre-diluitore e 3 pressioni per diluitore finale
Altre misure	:	pressione barometrica e temperatura interna del diluitore
Acquisizione misure analizzatore	:	3 segnali di misura dall'analizzatore (ingressi isolati in gruppo)
Interfaccia di comunicazione seriale	:	RS485 (incluso convertitore per USB) con protocollo aperto
Alimentazione elettrica	:	da 100 a 240 Vac - 0,8 A max.
Dimensioni e pesi	:	19" std. h 3UT prof. 250 mm - peso 10 kg

VERSIONI E OPZIONI

BetaCAP30X100 può essere costruito con l'utilizzo di materiali diversi

- A) Portata del gas diluito (senza variazioni di prezzo)
Massimo 2 L/min con utilizzo di capillari da 1 foro diam. 0,1 mm x L 35 mm
Massimo 6 L/min con utilizzo di capillari da 3 fori diam. 0,1 mm x L 35 mm
In entrambi i casi, la portata è selezionabile dell'Utente nel campo 10...100% del massimo
- B) Costruzione manifolds, collegamenti pneumatici e raccorderia
La costruzione standard è in plastica fluorurata (PVDF) con collegamenti e raccordi DN4x6
In opzione è possibile la costruzione "tutto acciaio" con manifold in AISI 316L, tubetti da 1/8" e raccorderia inox a doppia ogiva (sovrapprezzo per "Tutto acciaio"). La costruzione in acciaio è consigliata quando siano utilizzati gas tossici o esplosivi
- C) Tipo di contenitore (senza variazioni di prezzo)
La costruzione standard è a rack 19" 3HU con profondità sotto pannello 250 mm
E' anche possibile la costruzione in cassetta portatile (con maniglia) . Non viene fornito il flussimetro di bypass presente nella versione Rack 19", ma il flusso di bypass è ora gestito automaticamente e non richiede l'attenzione dell'Utente.
Dimensioni : 41,66 x 22,12 x 33,4 cm

