

## DILUITORE A CAPILLARI CON DUE GAMME DI DILUIZIONE - Mod. BETACAP30X100

### PREMESSA

BetaCAP30X100 nasce come combinazione di due prodotti : il diluitori a 30 passi BetaCAP30RK ed il più recente diluitori a rapporto fisso 1:100 BetaCAP1A100.

Nel corso delle prove di integrazione (collegamento in serie) di queste due unità, abbiamo realizzato che potevano essere implementate funzioni nuove, tali da giustificare la nascita di un prodotto autonomo.

Ai fini applicativi, si può spaziare da rapporti di diluizione utili per analizzatori impiegati nel monitoraggio delle emissioni a rapporti utili per analizzatori dedicati al monitoraggio della qualità dell'aria.



### PRINCIPALI NOTE CARATTERISTICHE :

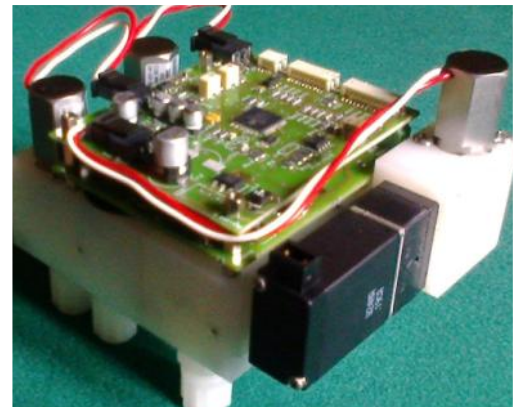
- Pre-divisore a capillari a rapporto fisso 1:100 (viene incluso o by-passato secondo la necessità)
- Regolazione automatica delle pressioni relative agli ingressi e uscita dei capillari del pre-divisore
- Diluitori finale a 30 capillari "quasi identici" per produrre 30 passi di diluizione
- Regolazione automatica delle pressioni differenziali ai capi dei capillari del diluitori finale
- Circuiti interni resistenti alla maggioranza dei gas fortemente aggressivi e/o solventi
- Costruzione compatta e resistente agli urti ; diluizioni accurate e ripetitive anche su tempi lunghi
- Il rapporto di diluizione non è interferito dalla contro-pressione allo scarico del gas diluito
- Ingressi per l'acquisizione delle misure dall'analizzatore in prova, visualizzate e trasferite ad un eventuale PC con software InfoCAP30 o con software del Cliente (protocollo comunicazione AK).

### PRINCIPI DI FUNZIONAMENTO

Per quanto riguarda il modulo BetaCAP30, il divisore finale a 30 passi, si rimanda al relativo bollettino tecnico o al manuale di istruzioni : qui saranno trattati solo gli aspetti connessi al collegamento con il modulo BetaCAP1A100.

Due filtri finissimi (0,1 µm) posti a monte del pre-divisore, garantiscono la pulizia dei capillari ed il mantenimento nel tempo (per anni) delle loro caratteristiche e quindi delle caratteristiche metrologiche del diluitori.

Tutte le parti a contatto con i gas sono costruite con materiali altamente resistenti alla corrosione : trattati di PVDF, PPS, PFA, PEEK, Kalrez, AISI316L e Vetro borosilicato. E' disponibile una versione "tutto INOX" per rispondere in tempi brevi ai gas che tendono permeare i materiali plastici (HF, NH<sub>3</sub>, O<sub>2</sub> in bassissimi campi)



Modulo pre-divisore 1:100

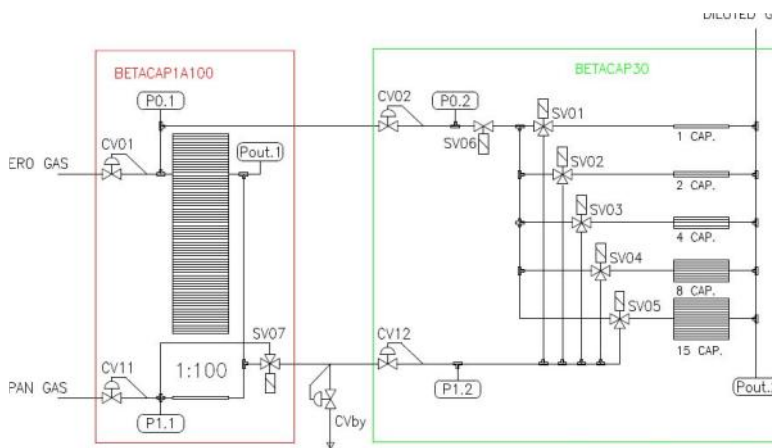
Tutte le parti interne al pre-divisore sono costruite per resistere almeno alla pressione di 5 Bar, mentre le valvole di regolazione resistono a almeno 7 Bar. Le parti interne al divisore finale resistono invece almeno a 2,5 Bar. La pressione relativa applicata ai capillari del pre-divisore dovrà essere superiore a quella applicata al divisore finale.

Un particolare che risulta subito evidente è la apparente incompatibilità tra il flusso variabile (con dinamica 0 a 30) all'ingresso del diluitori finale, rispetto a flusso in uscita dal pre-diluitori, che invece è tendenzialmente fisso.

La valvola regolatrice della pressione a monte VRby lascia sfiatare (bypass) un flusso di gas pre-diluito che compensa le variazioni del flusso di gas da diluire all'ingresso del diluitori finale : In tal modo si mantiene costante il flusso di gas pre-diluito e di conseguenza le pressioni ai capi del pre-diluitori.

La pressione del gas diluente viene regolata, sia nel pre-diluitori che nel diluitori finale in modo da mantenere al valore voluto il rapporto tra le pressioni (differenziali) ai capi dei capillari (lato gas da diluire rispetto al lato gas diluente).

Come vedremo, questo rapporto  $P_{(TG1)}/P_{(TG0)}$  è di fondamentale importanza sia nel pre-diluitori che



nel diluitore finale.

Questa è la funzione che rappresenta fedelmente il comportamento di un diluitore a capillari uguali:

$$K_{DIL} = \frac{N}{N + (TOT - N) \times P_{TG0}/P_{TG1} \times \eta_{TG1}/\eta_{TG0}}$$

- $K_{DIL}$  è il rapporto di diluizione
- $N$  è il numero di capillari interessati dal gas da diluire
- $TOT$  è il numero totale dei capillari
- $\eta$  è la viscosità della miscela o del gas

L'indice  $TG_0$  si riferisce al gas diluente, mentre  $TG_1$  si riferisce al gas da diluire.

Per un diluitore come BetaCAP30,  $N$  è un numero intero tra 0 e 30, mentre  $TOT = 30$

Per un diluitore come BetaCAP1A100 (il nostro pre-diluitore),  $N=1$  e  $TOT=100$ . Infatti, nel pre-diluitore sono presenti 100 capillari uguali, dei quali solo uno è interessato dal gas da diluire.

Il rapporto di diluizione totale (la serie tra il pre-diluitore ed il diluitore finale) corrisponde al prodotto tra i rapporti di diluizione dei due elementi.

Da tempo applichiamo questa relazione per la neutralizzazione degli effetti dovuti a gas o miscele (da diluire e diluenti) con viscosità diverse con modalità differenti (da operare manualmente o gestite automaticamente dal software InfoCAP30) :

Nella funzione di regolazione automatica delle pressioni vengono impostati come set point un rapporto tra le pressioni in entrata tale da uguagliare il rapporto tra le viscosità.

Per gestire il caso dei due diluitori in cascata è necessario premettere una osservazione :

quando il pre-diluitore è attivo (non è bypassato dall'elettrovalvola SV07), il diluitore finale riceve un gas pre-diluito 100 volte con lo stesso suo gas diluente. E' evidente che in queste condizioni la viscosità del gas pre-diluito non possa essere sensibilmente diversa da quella del gas diluente e che quindi il rapporto  $\eta_{(TG1)}/\eta_{(TG0)}$  per il diluitore finale possa essere posto uguale a 1, mentre viene considerato integralmente nel pre-diluitore.

L'equazione di secondo grado che si ottiene moltiplicando tra loro i fattori di diluizione corrispondenti alla funzione dei due moduli (pre-diluitore e diluitore finale) descrive il rapporto totale di diluizione in funzione di  $N$ , del rapporto tra le pressioni e del rapporto inverso tra le viscosità, che è noto. Qualsiasi valore di  $K_{dil}$  è ottenibile, fissato un valore di  $N$ , modificando il rapporto tra le pressioni. I due casi limite aiutano la comprensione : qualsiasi sia il valore di  $N$  (diverso da zero e da 30),  $K_{dil}$  tende a zero quando  $P_{(TG1)}$  tende a zero (c'è solo flusso di gas diluente) e  $K_{dil}$  tende a 1 (100%) quando  $P_{(TG0)}$  tende a zero (non c'è flusso di gas diluente). L'articolo "Capillari lineari" descrive anche in modo grafico le funzioni utilizzate : si tratta di determinare ed impostare automaticamente il valore ottimale di  $N$  e del rapporto  $P_{(TG1)}/P_{(TG0)}$  che realizzano il valore richiesto di concentrazione diluita, essendo nota la concentrazione del gas da diluire ed il rapporto tra le viscosità dei gas diluendo e diluente

## UTILIZZO DEL DILUITORE

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

Sono stati predisposti tre menù "capostipite" della gerarchia

- Configurazione iniziale : riguarda la fabbricazione del diluitore (opzioni installate, tarature di base, costanti PID dei regolatori di pressione e parametri di correzione degli errori certificati, che sulla base del certificato metrologico o di altre prove neutralizzano gli errori riscontrati)
- Calibrazioni : riguardano la taratura dell'acquisitore per tre misure di concentrazione ricevibili dall'analizzatore in prova e le due terne di misuratori di pressione. La calibrazione delle misure di pressione è di tipo statico (in assenza di flusso) e non richiede riferimenti "riferibili" (il solo scopo è di bilanciare le sensibilità dei due gruppi di tre sensori avendo prima eliminato gli offset di zero).
- Parametri a disposizione dell'Utente : riguardano la concentrazione nella bombola di gas da diluire, i set point delle regolazioni di pressione e dei rapporti tra  $P_{(TG1)}$  e  $P_{(TG0)}$  sia per il pre-diluitore che per il diluitore finale ed infine le poche impostazioni della porta seriale RS485
- Modalità di utilizzo del diluitore : diluizione in modalità "scelta del fattore di diluizione", diluizione in modalità "scelta della concentrazione da ottenere nel gas diluito", diluizione in modalità "remota" gestita da programma su PC .

I primi due gruppi di menù sono accessibili sotto password.

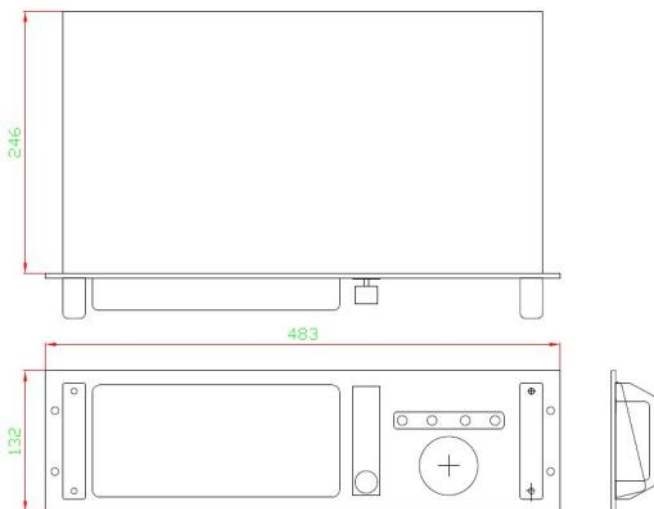
I menù operativi richiedono una descrizione più dettagliata

- Modalità "scelta del fattore di diluizione" : corrisponde all'utilizzo classico di un diluitore a capillari. Si imposta il valore intero di  $N$  (che è compreso tra 0 e 30) e il denominatore del rapporto di diluizione che può essere 30 (pre-diluitore escluso) o 3.000.  
Vengono visualizzate le pressioni misurate sul diluitore, il loro rapporto calcolato, la contropressione misurata e la concentrazione attesa nel gas diluito (concentrazione diluendo x  $K_{dil}$ .)
- Modalità "scelta della concentrazione da ottenere" : è un modo di funzionamento non convenzionale, ma sicuramente interessante, che utilizza la teoria sopra descritta per trasformare l'obiettivo da raggiungere nella configurazione necessaria al diluitore. Nell'ordine indicato viene definita automaticamente
  - l'inclusione / esclusione del pre-diluitore
  - Il numero di capillari ( $N$ ) da connettere al gas da diluire
  - Il set point del rapporto pressioni da applicare ai regolatori (pre-diluitore e diluitore)Oltre al valore di concentrazione da ottenere, il calcolo tiene conto del rapporto tra le viscosità dei due gas in ingresso e definisce il valore di  $N$  in modo da minimizzare la differenza tra le pressioni applicate ai due ingressi.
- Funzionamento in gestione da remoto : tramite la porta seriale RS485, sia il diluitore che il pre-diluitore ricevono ordini da un PC attraverso un protocollo AK . Il software opzionale InfoCAP30 è predisposto per gestire il diluitore nell'esecuzione di rampe programmate (sia gestendo i rapporti di diluizione, che gestendo il valore di concentrazione voluto) e per redarre automaticamente il certificato di prova in accordo alla Norma EN14181.

## 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 30 ulteriori passi spazati uniformemente
Rapp. di diluizione (modo continuo) :	tra 0,022% e 98,33% del gas da diluire, incluso lo zero e lo span
Precisione di diluizione (naturale) :	migliore dello 0,5% della lettura + 0,0003% della concentrazione di ingresso
(dopo la calibrazione) :	migliore dello 0,2% della lettura + 0,0001% 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 da 0,5 a 2 L/min. - taglia grande da 1,5 a 6 L/min.
Conessioni gas    ingresso :	gas da diluire e gas diluente
uscita :	gas diluito e bypass
Tipo di connessioni pneumatiche. :	raccordi a compressione 4 x 6 mm PVDF (AISI316L a richiesta)
Certificato metrologico :	opzionale, da laboratorio europeo accreditato DKD
Materiali a contatto del gas :	AISI 316, vetro borosilicato, PVDF, PPS, PEEK, Kalrez, resina epoxy.
Misure analogiche principali :	3 pressioni per pre-diluitore e 3 pressioni per diluitore finale
Altre misure :	pressione barometrica e temperatura del diluitore
Acquisizione misure analizz. :	3 segnali di misura dall'analizzatore (ingressi isolati in gruppo)
Interfaccia di comunic. seriale :	RS485 (incluso convertitore per USB) con protocollo aperto tipo AK
Alimentazione elettrica :	da 100 a 240 Vac - 0,8 A max.
Dimensioni e pesi :	19" std. h 3UT prof. 250 mm - peso 10 kg

\*\* Non viene considerata l'incertezza del laboratorio di certificazione.



Dimensioni Rack 19"

BetaCAP30X100 può essere fornito in esecuzione facilmente trasportabile, saldamente ancorato alla cassa in policarbonato anti-shock con maniglia. Dotato di chiusure asportabili sia sul fronte che sul retro, si presta a frequenti trasporti ed a un utilizzo campale in area protetta dalle intemperie.



In rack 19" per utilizzo stazionario



In cassa con maniglia per utilizzo in campo



### Be.T.A. Strumentazione S.r.l.

Via 4 Novembre, 8/10 - I 28071 Borgolavezzaro (No)  
Tel.: +39 0321 887712 - Fax : +39 0321 885529  
Web site : [www.beta-strumentazione.it](http://www.beta-strumentazione.it)  
E-mail : [info@beta-strumentazione.it](mailto:info@beta-strumentazione.it)