

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE
Laboratori Nazionali di Frascati

Sezione di Genova

INFN/TC-85/7
3 Giugno 1985

A. Morelli e C. Veccia: UN SISTEMA PER IL CONTROLLO CON GRANDE
PRECISIONE DEL FLUSSO E DEL RAPPORTO PERCENTUALE DI ARGON E
CO₂ DI GRANDE PUREZZA

Servizio Documentazione
dei Laboratori Nazionali di Frascati
Cas. Postale 13 - Frascati (Roma)

UN SISTEMA PER IL CONTROLLO CON GRANDE PRECISIONE DEL
FLUSSO E DEL RAPPORTO PERCENTUALE DI ARGON E CO₂ DI
GRANDE PUREZZA.

(A. Morelli, C. Veccia)

Questa nota descrive le caratteristiche del sistema del gas utilizzato durante i test del prototipo di Calorimetro HPC.

Il sistema di regolazione e miscelazione per Argon e CO₂ realizzato garantisce una pressione (e quindi un flusso) stabile, una miscelazione in quantità percentuali molto precise dei due gas ed inoltre è in grado di mantenere a livelli molto bassi la contaminazione della miscela da parte di O₂.

0.1 Introduzione.

Nelle moderne camere a deriva la stabilità del guadagno e ovviamente la velocità di deriva degli elettroni sono fattori di estrema importanza per il corretto funzionamento del rivelatore e sono fortemente influenzati dal gas che viene immesso nella camera stessa.

Elementi determinanti sono la pressione (P) e la temperatura (T) che agiscono sulla densità del gas, la composizione della miscela ed il suo grado di purezza: la deriva degli elettroni nel gas infatti è molto sensibile alla presenza anche minima di contaminazioni elettronegative.

Per un affidabile funzionamento dei rivelatori a deriva (camere a drift, TPC e suoi derivati come lo HPC, ...) è quindi necessario un sistema del gas capace di controllare con precisione tutti i parametri della miscela di gas da impiegare.

Abbiamo così deciso di realizzare un 'sistema di gas' con le seguenti caratteristiche:

1. Pressione

- a. Range (0 / 2 bar assoluti)
- b. P esercizio (1.0 / 1.1 bar assoluti)
- c. precisione > 0.5 %
- d. ripetibilità > 0.1 %

2. Composizione della miscela

- a. N. gas in entrata 2
- b. rapporti nella miscela Gas n.1 0 / 100 %
Gas n.2 0 / 50 %
- c. precisione miscela > 0.5 %
- d. ripetibilità > 0.1 %

- 3. Purezza del gas : a partire da gas senza tracce di O₂ deve poter mantenere la presenza di O₂ ad un livello più basso di circa 10 ppm.
- 4. Temperatura : il sistema fornisce una misura della temperatura ambiente con una risoluzione e precisione di 0.1 %.
- 5. Modi di funzionamento : il sistema deve poter funzionare sia con rinnovo continuo del gas, oppure a circuito chiuso, recuperando e filtrando il gas all'uscita del rivelatore.

0.2 Descrizione del sistema

Lo schema generale del sistema è mostrato in fig. 1
I due flussimetri (1 e 2) determinano la composizione percentuale della miscela desiderata.

Il loro principio di funzionamento garantisce il mantenimento nel tempo della precisione necessaria ed è descritto in .refer 1

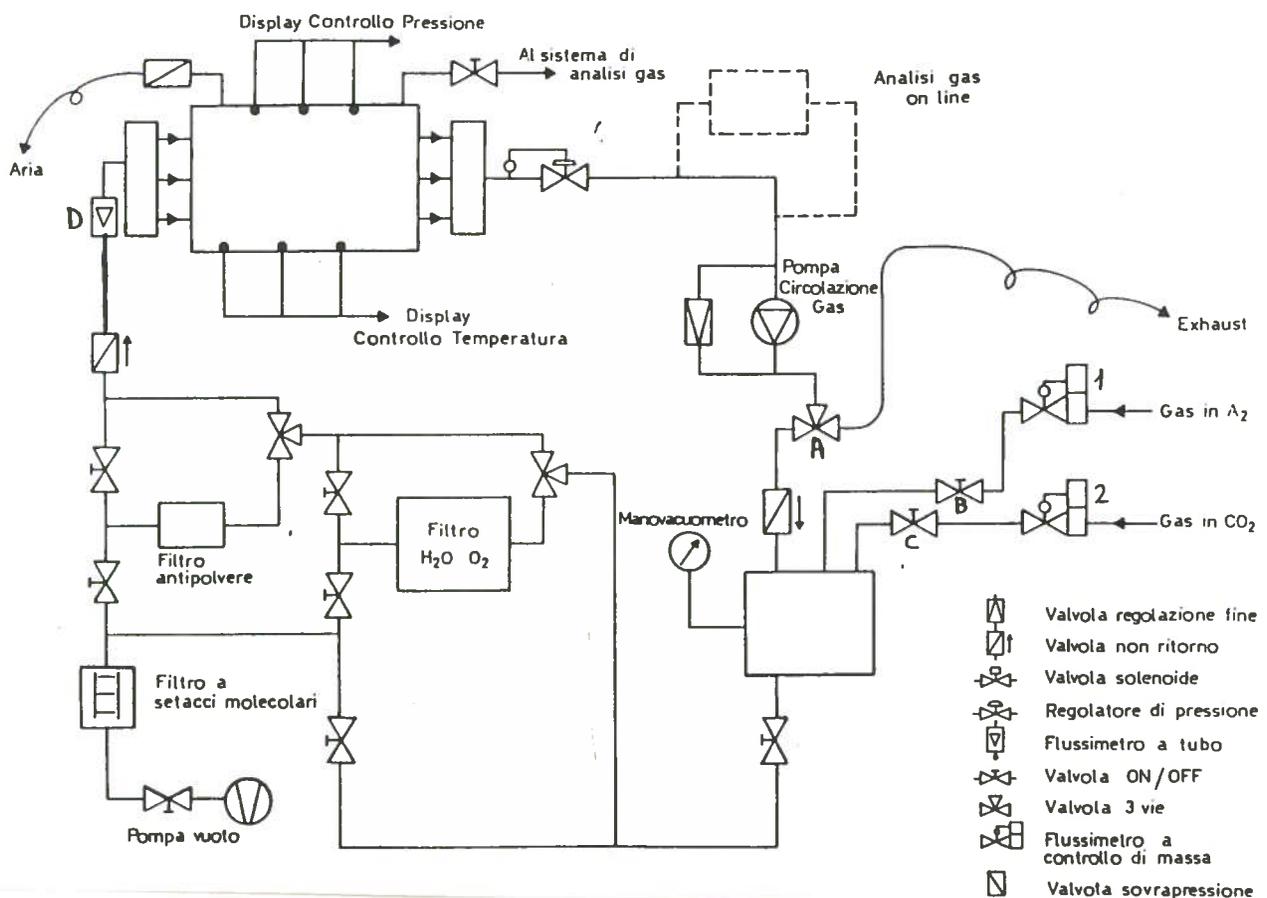


Figura 1: Schema del circuito del gas per il test HPC.

Un altro flussimetro dello stesso tipo e' impiegato per controllare la pressione del gas in uscita (P), ed e' particolarmente importante nel modo di funzionamento a circuito chiuso per mantenere la pressione di esercizio al valore prestabilito.

Il cambiamento del modo di funzionamento si ottiene azionando la valvola a 3 vie (A). Nel modo di funzionamento a circuito chiuso il compressore a membrana di tipo non inquinante (KNF della ditta Neuberger Mod. N022 AN9) mantiene la pressione ed assicura cosi' la circolazione del gas.

Una microvalvola posta in parallelo permette la regolazione del flusso in ricircolo secondo le necessita'.

Un flussimetro a tubo Brooks (D) permette di controllare la regolarita' del flusso. Il flussimetro e' anche equipaggiato con un circuito di allarme acustico/ottico per segnalare eventuali anomalie di funzionamento.

Il mantenimento di un elevato grado di purezza dei gas che vengono ricircolati dal sistema richiede una accurata pulizia preliminare del sistema. Particolare cura e' stata posta nella scelta dei materiali e dei componenti : il sistema e' interamente in acciaio inox, le valvole usate sono valvole da vuoto, tutte le parti sono state pulite chimicamente prima del loro montaggio finale. Abbiamo inoltre

installato una presa per una pompa a vuoto con un setaccio molecolare, per la pulizia necessaria al momento della prima messa in funzione.

Altri filtri per assorbire H_2O ed O_2 e altri corpi estranei sono inseriti nel circuito. I filtri sono del tipo OXISORB e ----, hanno una vita media di qualche mese e sono facilmente sostituibili senza interrompere il flusso del gas che puo' venire deviato temporaneamente in un circuito parallelo.

I segnali dei trasduttori impiegati per regolare flusso e pressione e per misurare la temperatura sono analizzati e visualizzati con il circuito schematicizzato in fig. 2 .

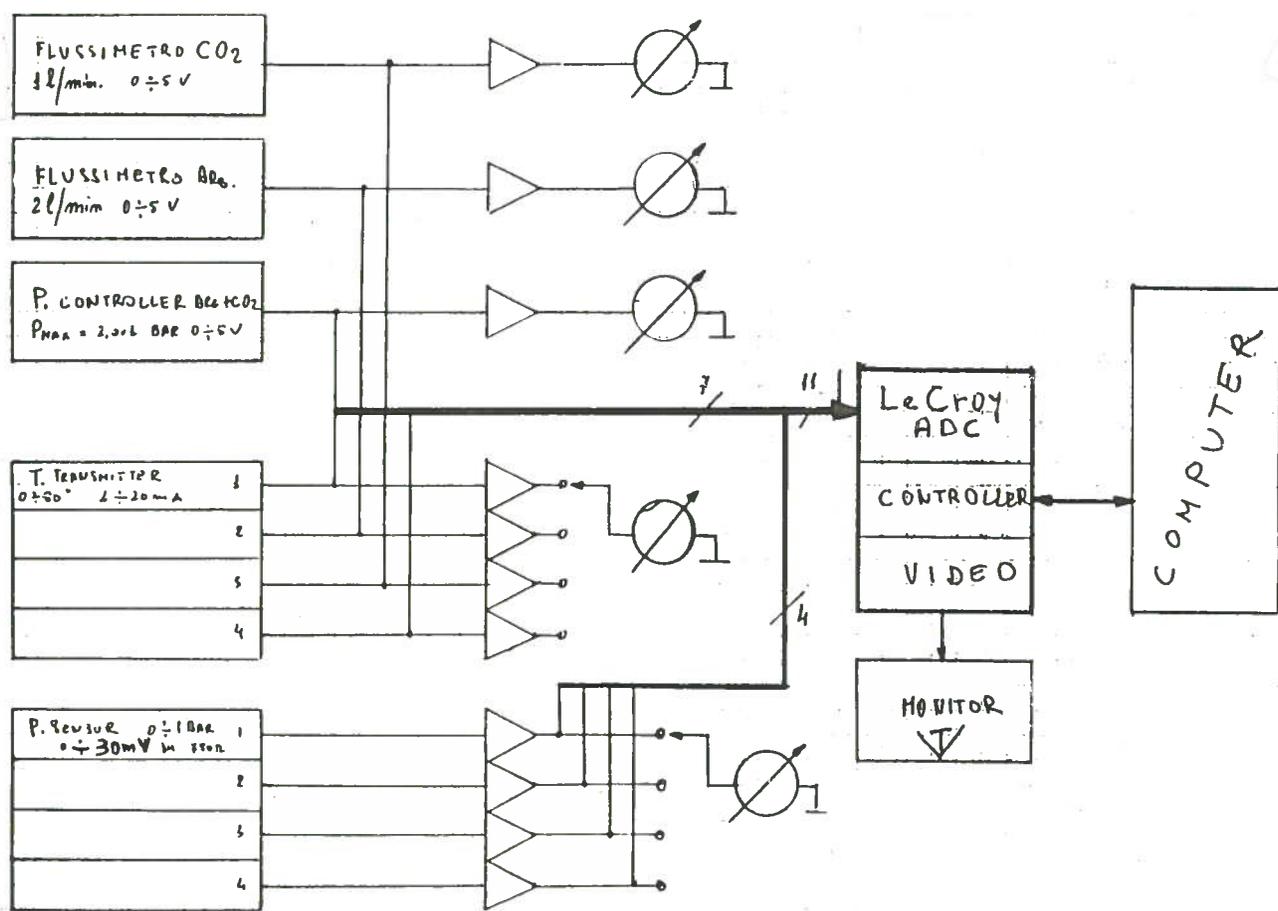


Figura 2: Schema a blocchi del controllo del sistema del gas.

Il sistema di controllo oltre a contenere gli alimentatori stabilizzati necessari al funzionamento dei flussimetri permette la lettura e la regolazione di flussi e pressione. Agendo sul set-point di ciascun canale si puo' predeterminare il flusso del gas e quindi ottenere la percentuale di mescolanza desiderata.

Come si puo' vedere dallo schema a blocchi riportato in di fig. 3 l'uscita di ciascun trasduttore viene inviata ad un convertitore tensione corrente la cui uscita e' visualizzata sul pannello frontale con un amperometro con scala tarata in litri/min.

I segnali dei misuratori di temperatura (resistenze al platino) e dei trasduttori di pressione sono amplificati con amplificatori a basso rumore. I loro valori si possono leggere su due quadranti, sempre sul pannello frontale, previa opportu-

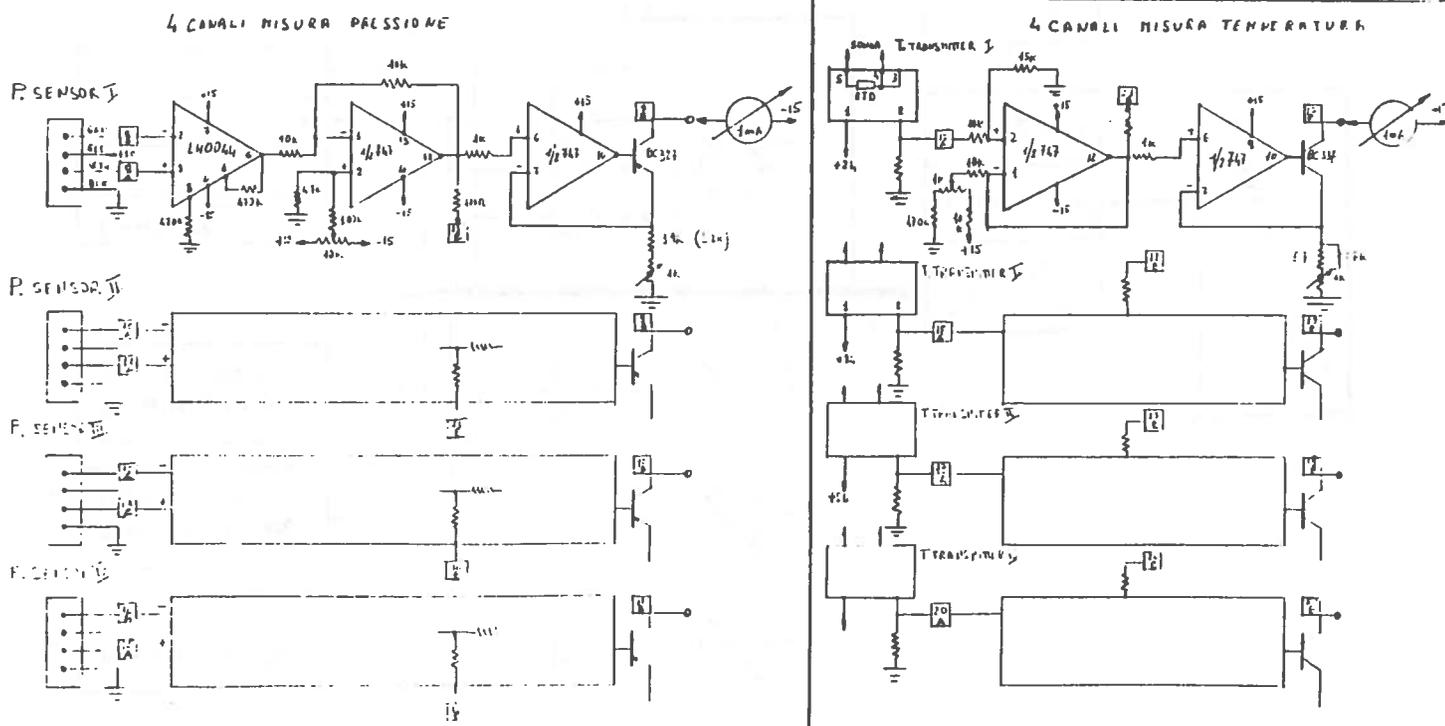
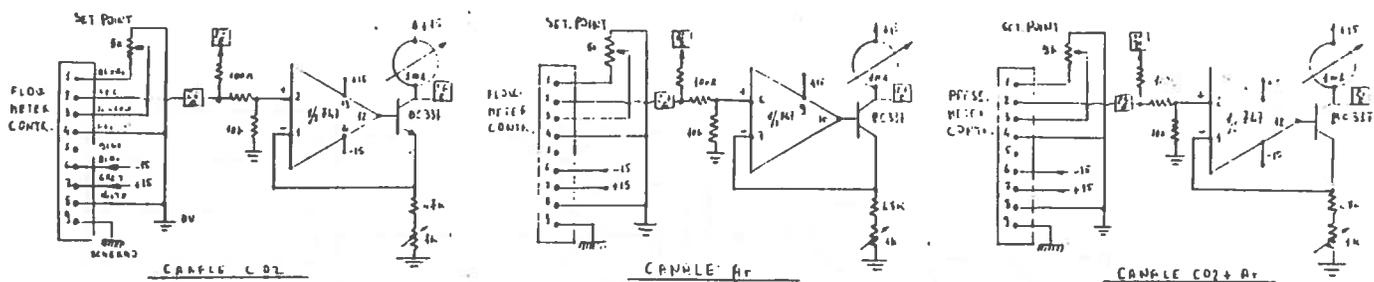


Figura 3: Controllo per i flussimetri del sistema del gas.

na selezione con un commutatore.

Inoltre tutti i dati di flusso, pressione e temperatura sono disponibili su un connettore per una lettura a distanza mediante DVM o ADC collegato ad un computer.

Nel nostro caso abbiamo utilizzato il Mod. Le Croy LG8252. I segnali generati sono 11 : 3 per i 3 flussimetri, 4 per le misure di temperatura e 4 per le misure di pressione.

0.3 Regolazione e misura della miscela.

Esaminiamo ora in dettaglio la regolazione del flusso e della miscela che e' il punto piu' delicato del sistema. Impiegando flussimetri a controllo di massa possiamo controllare con accuratezza il flusso dei due gas che poi verranno mescolati. I flussimetri utilizzati nel sistema che abbiamo realizzato sono della Ditta

Bronkhorst High Tech Mod. F201 MFC e sono stati tarati per l'uso con gas Argon e CO₂ rispettivamente.

La portata dei flussimetri puo' variare tra 0 e 2 litri/min per l'Argon e tra 0 e 1 litro/min per il CO₂. La corrispondenza tra la posizione dell'helipot ed il flusso per ciascuno dei due flussimetri e' indicata nel grafico di fig. 4 .

Il controllo della pressione del gas che esce dal sistema e' ottenuto con un regolatore sempre della Bronkhorst High Tech Mod. P701-002, con un principio di funzionamento molto simile a quello dei flussimetri. Il controllo della pressione assoluta del gas e' necessario per eliminare eventuali fluttuazione nella regolazione del flusso dovute a variazioni di pressione atmosferica. Il regolatore di pressione puo' regolare la pressione tra 0 e 2 bar di pressione assoluta; la pressione di lavoro abituale per il sistema e' 1.01 bar, leggermente al di sopra della pressione atmosferica.

I valori della taratura del regolatore di pressione sono riportati in grafico nella fig. 5 .

0.4 Uso del sistema

Il sistema e' stato utilizzato per il test con raggi cosmici del prototip di HPC (High Density Projection Chamber). Durante la prova abbiamo potuto verificare il corretto funzionamento dell'apparecchiatura che ha consentito il mantenimento di miscela costante Ar (80%) - CO₂ (20%) e la presenza di ossigeno a valori inferiori a 10 ppm (misurati con lo strumento Orbisphere).

Il volume dello HPC, pari a 0.6 m³, venne flussato inizialmente con flusso di 1.5 lt/min.

Si sono raggiunti i valori limite di 8 ppm di O₂ dopo 36 ore di flussaggio e dopo un accurato controllo ed eliminazione preliminare di alcune fughe nel contenitore del gas.

Un controllo continuato della misura della pressione anche in presenza di variazioni della pressione atmosferica, riportato in tabella 1 ,ci ha permesso di verificare il perfetto funzionamento del sistema.

Tabella 1:Controllo della Pressione del gas.

P _{atm} (mbar)	P _{gas} (V)
920	2.63
960	2.63
1016	2.65

Nota: 2.63 V corrispondono ad una pressione di 1040 mbar.

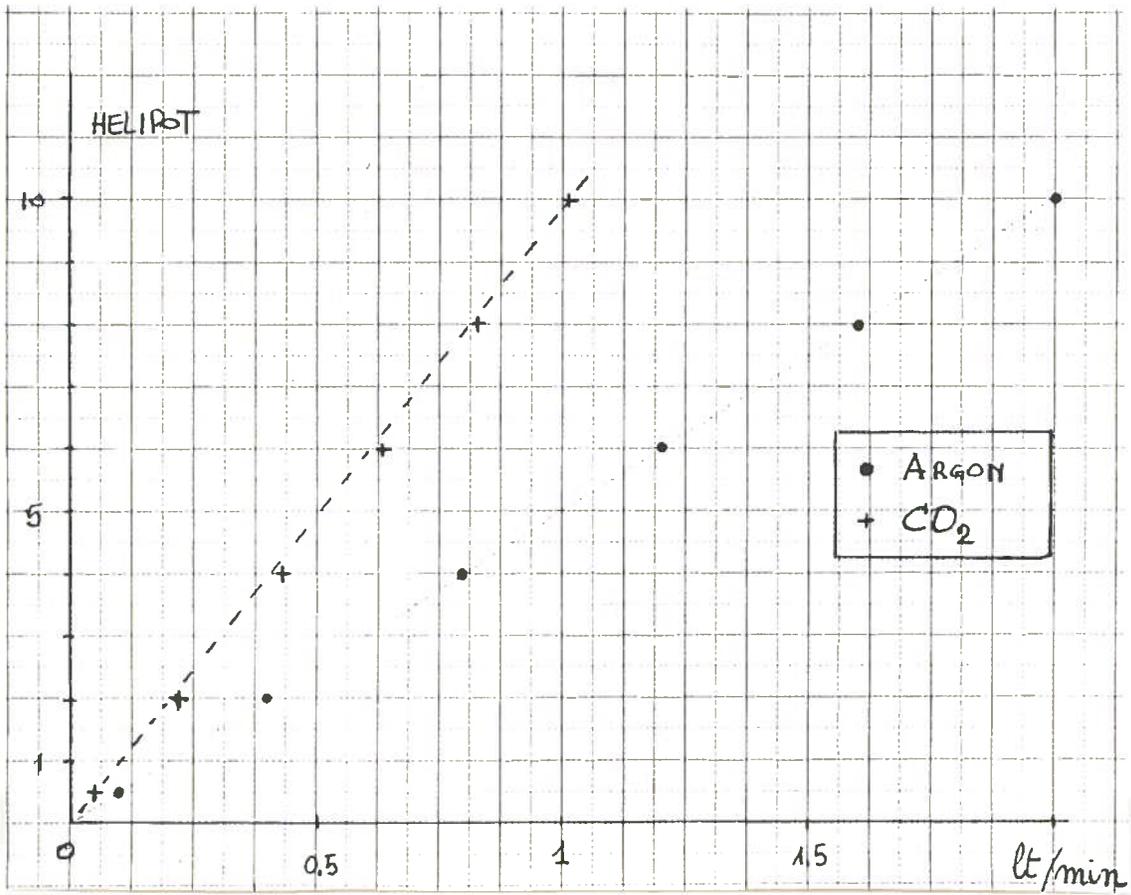


Figura 4: Taratura dei flussimetri per Argon e CO₂.

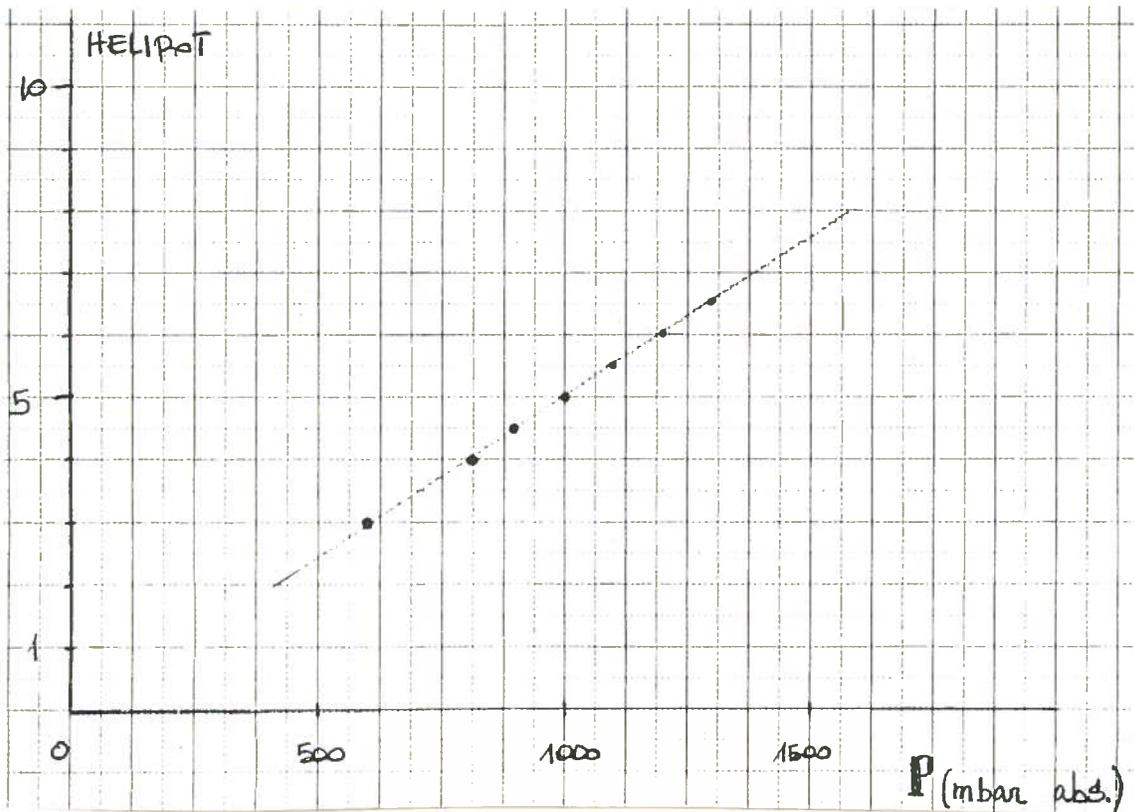


Figura 5: Taratura del regolatore di pressione.

APPENDICE A

OPERAZIONI PER LA MESSA IN FUNZIONE DEL SISTEMA.

0.1 Sistema in circuito aperto

Per la messa in funzione del sistema si procede nel modo seguente:

1. Fare il vuoto all'interno del circuito con il gruppo di pompaggio; se il rivelatore e' collegato procedere fino ad un vuoto compatibile con la rigidita' meccanica del rivelatore. Tenere presente che un vuoto di 10^{-2} Torr accompagnato da diversi lavaggi (immissione di gas che verra' utilizzato durante il funzionamento), e' piu' che sufficiente.
2. Isolato il circuito da vuoto aprire le valvole B e C per immettere il gas.
3. Agire sugli Helipot di regolazione per determinare la quantita' di gas Ar e CO₂ in l/min.
4. fissare le P di lavoro agendo sullo Helipot corrispondente
5. Il flussimetro a tubo Brooks (D) con scala graduata tra 0 e 150 corrisponde ad un flusso di Ar compreso tra 0 e 63 l/min ad una pressione di 1 bar assoluto . E' utilizzato per visualizzare la regolare circolazione del gas ed e' provvisto di un sensore magnetico di livello con posizione variabile. Una eventuale caduta del flusso di gas provoca un segnale acustico di allarme (che si puo' spegnere con il pulsante sul pannello).

NOTA: Nella fase iniziale e' opportuno by-passare, con le valvole allo scopo previste, i filtri per evitarne lo invecchiamento precoce (si puo' pero' fare il vuoto al loro interno durante la fase di lavaggio, che sara' bene ripetere due o tre volte).

Durante questa prima fase la valvola a tre vie (A) sara' in posizione 'EXHAUST'.

Non e' necessario attivare la pompa compressore durante questa prima sequenza; sara' sufficiente che la pressione in uscita dalle bombole sia circa 0.5 bar, valore che garantisce un ΔP sufficiente ai flussimetri a controllo di massa per regolare la circolazione del gas.

Controllare, una volta a regime, lo stabilizzarsi del residuo di ossigeno in ppm. Se questo livello e' quello richiesto non e' opportuno inserire i filtri. Il livello di O₂ residuo dipende dalla purezza del gas utilizzato (particolare da non trascurare in quanto succede spesso di trovare delle bombole di gas che non corrispondono alle specifiche), dalla accurata pulizia dei tubi di raccordo e dai materiali impiegati nel rivelatore.

E' da notare a questo punto invece che i filtri sono indispensabili in funzionamento a circuito chiuso (vedi piu' avanti) e che il loro ordine di inserimento e' prima quello per microgranuli quindi quello per $H_2O + O_2$.

0.2 Sistema in circuito chiuso

Il passaggio al modo di funzionamento in circuito chiuso si ottiene con le seguenti operazioni:

1. Accendere la pompa compressore.
2. inserire il circuito dei filtri (se non ancora fatto).
3. Deviare la valvola a tre vie (A).
4. Chiudere le valvole di ingresso B e C. Controllare che gli strumenti indicatori di flusso vadano a zero e la pressione resti costante.
5. In circuito chiuso e' preferibile ridurre la velocita' di circolazione del gas agendo sulla valvola a spillo del flussimetro con allarme Brooks portando il flusso ad un valore compreso tra 100 e 120 della scala graduata.

REFERENZE

- [1] H. Rigoni, "Essais effectues sur differentes debitmetres", EP Int.Rep. 85-04