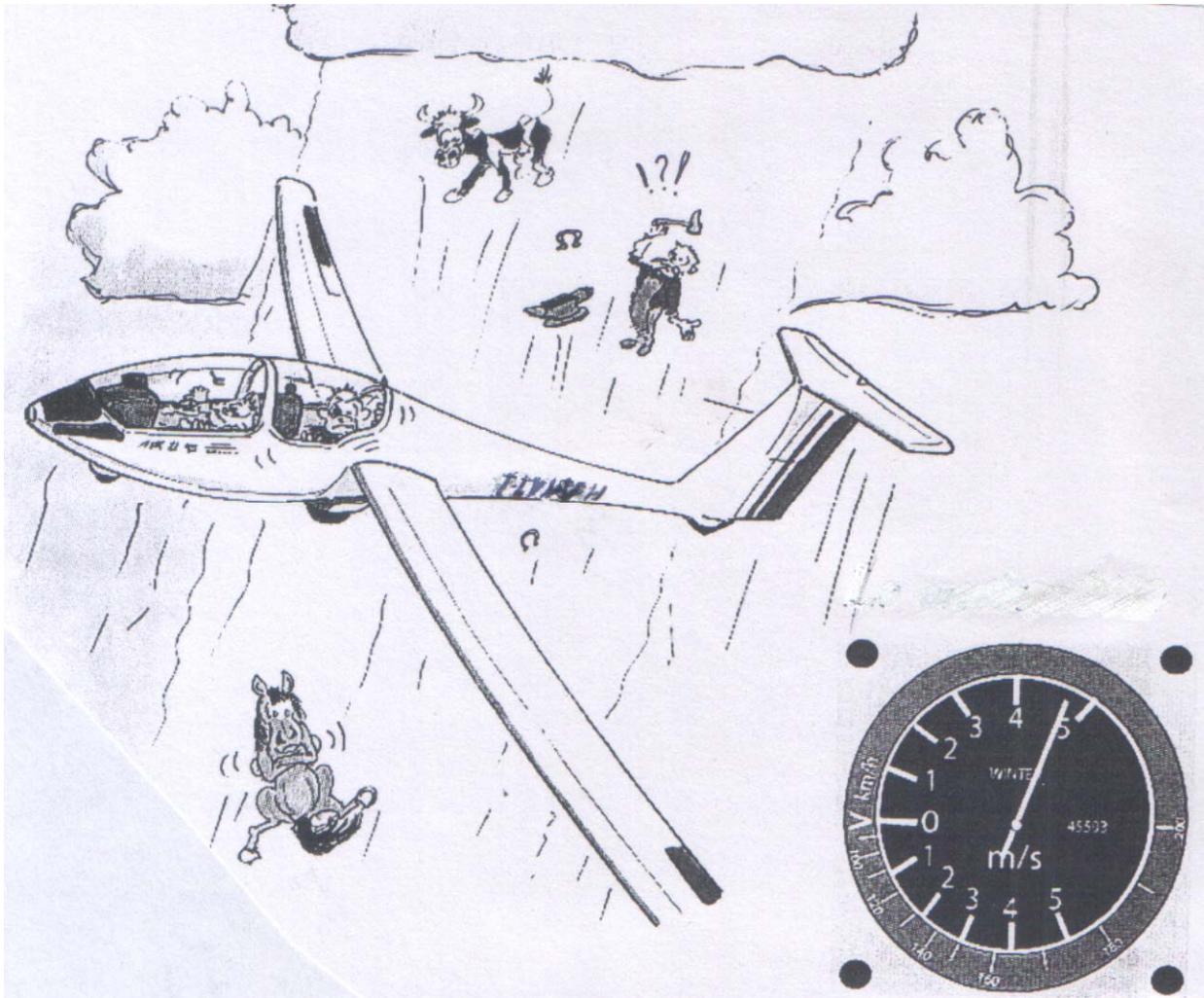




QUADERNO DIDATTICO N°11

I

VARIOMETRI





INTRODUZIONE.

Anche se questo quaderno ripete alcune cose spiegate nel Quaderno N° 9 e 10, esso era nato prima degli altri due, e fornisce informazioni aggiuntive ed un breve trattato sulla ricerca ed eliminazione inconvenienti, così da rendersi complementare.

1. I VARIOMETRI.

Fin dai primi giorni delle avventurose ascensioni in pallone, gli aeronauti capirono rapidamente che se un pallone non era particolarmente basso, era difficile valutare quale era la sua velocità di salita o di discesa. Dato che un pallone ha una certa inerzia nel rispondere al comando di maggior aria calda o minore zavorra, un rateo di discesa visibilmente alto non era certo una buona notizia! La soluzione adottata in quei tempi fu quella di fare tanti pezzi di carta, gettarli dalla cesta ed osservare quanto velocemente essi salivano o scendevano.

Anche se il paragone può sembrare rozzo, il variometro fa la stessa cosa e fa parte integrale della strumentazione di un aliante con lo scopo primario di aiutare il pilota a fare il miglior uso dell'ascendenza disponibile ed indicando anche le discendenze.

Non c'è alcun merito avere un variometro non attendibile – state tranquillamente a terra, così risparmiate soldi ed evitate di arrabbiarvi – ma anche quando un variometro lavora correttamente, esso ha dei limiti.

Di conseguenza, avere una conoscenza sul funzionamento ed installazione degli strumenti è molto utile, anche se poi si riduce nel sapere quando e dove mandarli a riparare.....

Il principio di funzionamento della maggior parte dei variometri si basa sulla misurazione della velocità del flusso d'aria attraverso un piccolo foro, o **capillare**. Anche se il variometro non misura le medesime cose dell'anemometro e dell'altimetro, è anch'esso uno strumento a pressione.

La Figura 1 illustra i tre strumenti a pressione ed il loro collegamento standard.

La Figura 2 illustra l'anemometro che misura la differenza di pressione tra il valore recepito dalla presa **statica** – posta ortogonalmente al flusso – e la presa **dinamica** – normalmente installata sull'estremità del muso.

L'altimetro confronta la **pressione ambiente** dalla statica con quella contenuta in una capsula flessibile sigillata, chiamata **capsula aneroide**.

Il variometro (vedere Figura 3) misura il flusso generato da qualunque gradiente di pressione esistente tra la pressione statica ed una capacità fissa.

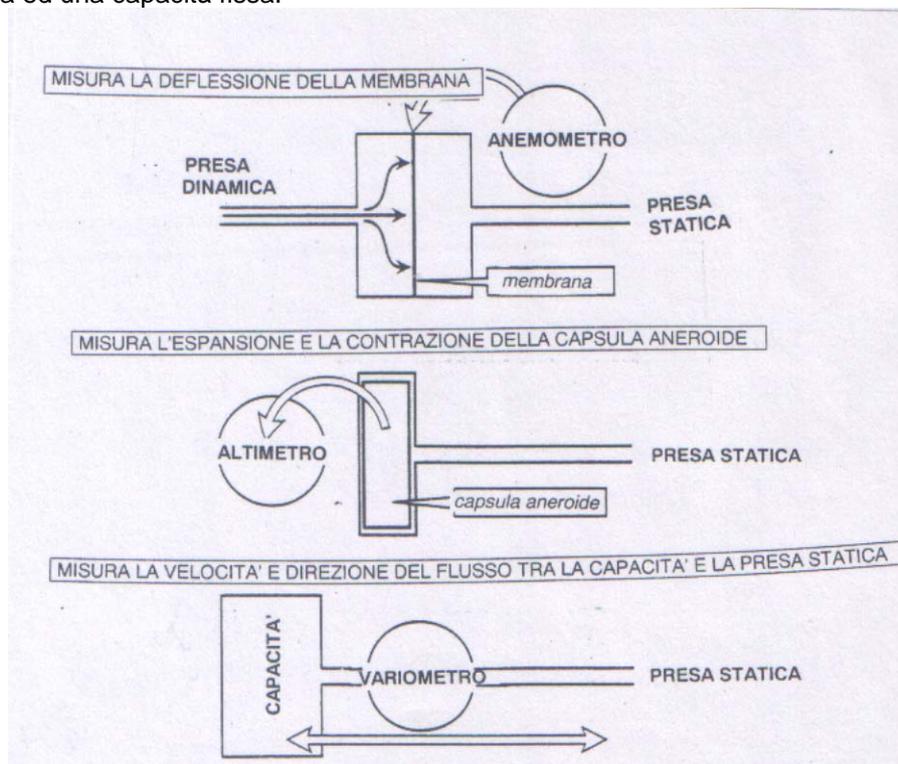


Figura 1. Anemometro, Altimetro e Variometro

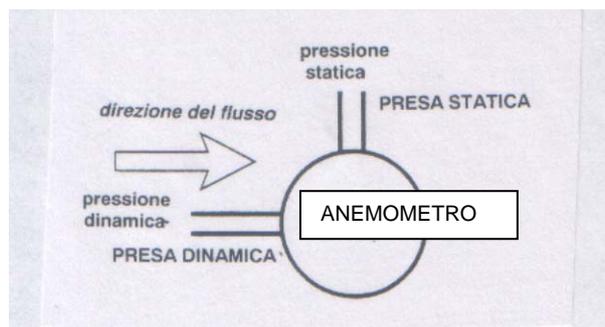


Figura 2. Anemometro, presa statica e dinamica

1.1 CAPACITA'

La capacità (vedere Figura 3) è normalmente un contenitore isolato sotto vuoto, simile ad una bottiglia thermos con un volume interno leggermente inferiore a 500 cm^3 ($< 0,5 \text{ lt}$). Praticamente molti alianti usano thermos come capacità e funzionano piuttosto bene anche se fare un foro a tenuta nel tappo può risultare difficoltoso. Lo strumento è calibrato in funzione di una certa capacità, di conseguenza la capacità che verrà accoppiata al variometro dovrà avere un volume corretto. Se per caso la capacità ha un volume più grande, il variometro darà dei valori di lettura maggiori, se più piccolo inferiori. La capacità deve essere isolata termicamente in modo da prevenire anche piccolissime variazioni di temperatura che causano contrazione od espansione dell'aria al suo interno. Dato che il variometro è in grado di misurare estremamente piccoli ratei di flusso, qualunque variazione addizionale causata da una variazione, se pur minima di temperatura, potrebbe avere un significativo effetto causando letture maggiorate o minorate. C'è un problema simile con il tubo che collega il variometro con la capacità. Con la capacità installata dietro al sedile, il tubo di collegamento potrà essere lungo anche 2 metri, e dato che il foro interno è di 5 mm, il suo volume sarà pari al 7% della capacità, valore sufficiente grande da provocare significativi errori se subisce variazioni di temperatura.

Idealmente il tubo dovrebbe essere isolato, oppure la capacità montata dietro il pannello strumenti in modo da avere un collegamento molto corto.

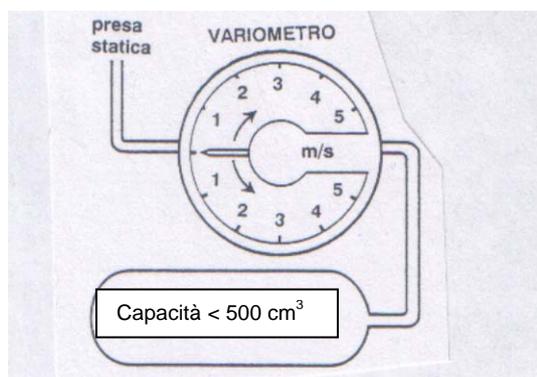


Figura 3. Impianto variometro base

1.2 PRESE STATICHE.

La posizione delle prese statiche è critica. Le differenze di pressione tra la capacità e l'aria ambiente sono di solito molto piccole, ed il flusso risultante può sembrare un bisbiglio. Qualsiasi alterazione alla pressione statica causata da un'imbardata o da una variazione di velocità potrebbe, in proporzione, essere molto grande, così è importante che variazioni nella pressione statica causate dalla salita o discesa dell'aliante non vengano influenzate da niente altro.

1.3 EFFETTI DELL'IMBARDATA SULLA PRESSIONE STATICA.

Il metodo più usuale per minimizzare gli effetti dell'imbardata e della velocità, è quello di avere due prese statiche collegate tra loro accoppiate simmetricamente su ciascun lato della fusoliera (vedere Figura 4). La loro posizione e forma può variare da aliante ad aliante.



Quelle dell'ASK 13, come illustrato in figura, lavorano facendo la media di qualsiasi differenza di pressione su ciascun lato del muso.

Per esempio, se l'aliante imbarدا a destra, la pressione sul lato sinistro aumenta, mentre quella sul lato destro diminuisce. Teoricamente le due variazioni di pressione tendono ad annullarsi così da non dare effetti sul variometro, e fino ad un certo valore di imbardata avviene praticamente proprio così

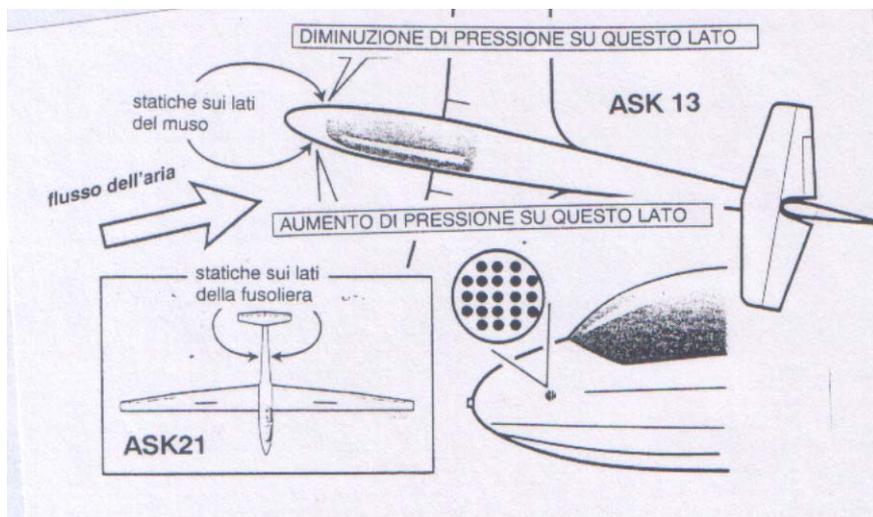


Figura 4. Posizionamento delle prese statiche sull'ASK 13 e sull'ASK 21

1.4 SALITA E DISCESA.

Come l'aliante sale in ascendenza, la pressione nella statica diminuisce, facendo sì che la pressione nella capacità diventi leggermente più alta. Di conseguenza l'aria fluisce dalla capacità, attraverso il variometro, verso la statica. La lancetta del variometro registra la direzione del flusso, indicando verso l'alto, cioè ascendenza.

Quando l'aliante scende, la pressione statica diventa maggiore della pressione nella capacità, così l'aria fluisce dalla presa statica, attraverso il variometro, alla capacità. La lancetta del variometro indica verso il basso, cioè discendenza. In presenza di qualsiasi differenza di pressione tra la statica e la capacità, l'aria fluirà, attraverso il variometro, verso la zona di pressione più bassa. Più grande è la differenza di pressione tra la capacità e la presa statica, più alta sarà la velocità del flusso e più ampia l'indicazione della lancetta del variometro.

2. VARIOMETRI ELETTRICI ED ELETTRONICI.

La velocità del flusso tra la statica e la capacità può venire misurato tramite dispositivi meccanici od elettrici/elettronici. Il sistema più semplice di misurazione tramite dispositivi elettrici consiste nel posizionare nella linea tra la statica e la capacità due fili riscaldati o **termistori**, collegati ad un voltmetro, che in questo caso funzionerà come variometro (vedere Figura 5).

La resistenza elettrica dei termistori, o fili elettrici, varia con la temperatura. Il circuito è elettricamente bilanciato quando ambedue i termistori sono alla medesima temperatura, e quindi hanno la medesima resistenza e non si generano corrente così che il voltmetro/variometro segnerà zero. Quando l'aliante sale o scende, il flusso tra la statica e la capacità lambisce i due termistori e li raffredda. Ma il calore portato via dal termistore sopravento al flusso scalda ed altera la resistenza di quello sottovento. Questo squilibra il circuito elettrico generando una corrente che il voltmetro registra portando la lancetta dello strumento verso l'alto o verso il basso in funzione di quale termistore è stato scaldato e di quanto.

Un altro sistema per misurare le differenze di pressione è elettronico e consiste nell'impiego di **trasduttori di pressione**.

Il trasduttore di pressione converte le variazioni di pressione in segnali elettrici od un segnale elettrico in variazione di pressione; esempio: un microfono è un convertitore di segnale da pressione in elettrico mentre l'altoparlante è un convertitore di segnale da elettrico in pressione.

Sia con un variometro elettrico che elettronico, la corrente può venire impiegata per alimentare una unità audio.



I variometri elettrici offrono una piccolissima resistenza al flusso ed hanno poca resistenza meccanica nei loro cinematismi interni, così rispondono rapidamente ad ogni più piccola variazione di pressione. L'indicazione risultante sarà così ridicolamente nervosa ed inutilizzabile.

Diventa così impellente creare un "ammortizzatore". Questo può venire fatto installando un **restrittore** (di solito un tappo con un foro di piccolo diametro al centro, od inserendo un tubo più piccolo con dei fili di rame, vedere Figura 6) nel tubo di connessione o, nel caso di variometri elettronici, utilizzando un attenuatore elettronico per appianare il segnale di uscita.

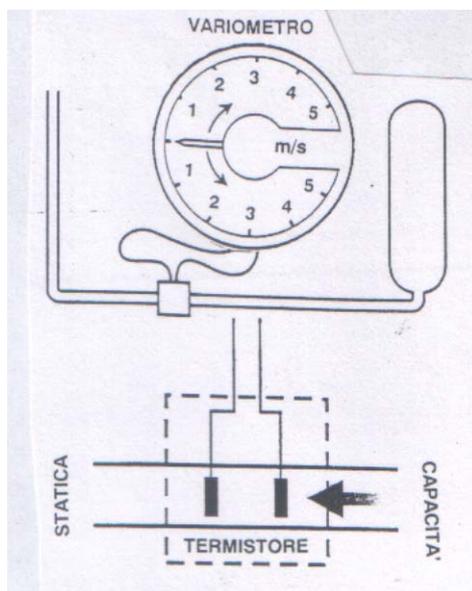


Figura 5. Variometro elettrico



Figura 6. Restrittore

2.1 SE IL VARIOMETRO ELETTRICO NON FUNZIONA.

In questi casi non si può fare molto a meno che uno non sia un esperto. Per un profano l'unica soluzione è rimuoverlo e mandarlo a controllare....I moderni variometri si stanno evolvendo in un a bestia complessa, in grado di fare un mucchio di cose in più di quella di misurare un valore di salita o discesa, cose una volta impensabili: danno la media della salita, fanno da netto, dialogano con altri strumenti elettronici, ecc.

Ma a dispetto di tutti queste opzioni extra, i principi base di funzionamento di un moderno variometro elettrico/elettronico sono i medesimi di quelli di un variometro meccanico.



3. VARIOMETRI MECCANICI.

3.1 VARIOMETRO A PALETTA.

I più comuni variometri a paletta sono i variometri **WINTER** e **PZL**.

Essi sono robusti ed economici, ed almeno uno di questo tipo viene comunemente montato sugli alianti – di solito come elemento di scorta nel caso di avaria alla batteria od a qualche componente in una “scatola nera”. Quando l’aria fluisce dentro o fuori dalla cassa dello strumento nel suo viaggio tra la statica e la capacità, essa muove una piccola paletta collegata alla lancetta dello strumento (vedere Figura 7).

Questo movimento mette in tensione una molla a spirale – la quale fornisce la resistenza necessaria ed il ritorno della lancetta verso lo zero quando il flusso decresce. Lo strumento ha un’apertura capillare in grado di misurare la velocità del flusso. Su alcuni tipi di variometro questo capillare è ricavato tra l’estremità della paletta e la parete della cassa, mentre in altri il trafilamento avviene attraverso un piccolissimo foro sulla paletta stessa.

Il disegno di un variometro meccanico è semplice. In condizioni costanti esso legge accuratamente, ma risponde piuttosto lentamente alle variazioni. Una ragione di questo sta nella piccola massa d’aria in ingresso ed in uscita paragonata con la massa della paletta e della lancetta che hanno quindi una significativa inerzia (e momento).

Una scarsa manutenzione può produrre nello strumento risposte lente e scarse, come anche la presenza di polvere e/o corrosione nei meccanismi.

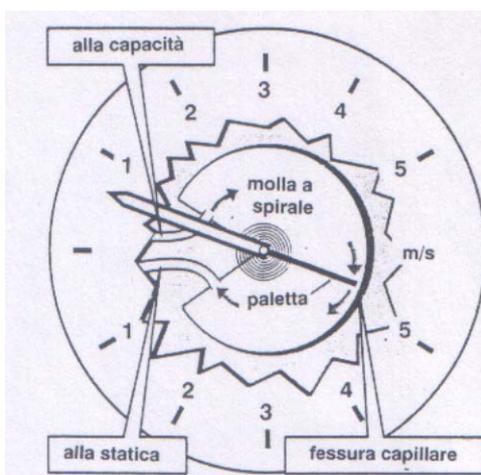


Figura 7. Variometro a paletta

3.2 VARIOMETRO A FILO INTRECCIATO.

I variometri a filo intrecciato sono costruiti dalla **SCHUEMANN** e **BHOLI** (vedere Figura 8).

Questo tipo di variometro risolve alcuni dei problemi dovuti all’inerzia del variometro a paletta e, come risultato, danno una risposta molto rapida.

La capacità comunica direttamente dentro una **capsula aneroide** ed il capillare mette in comunicazione la capsula con la cassa, la quale è collegata alla statica.

Qualunque espansione o contrazione della capsula è trasmessa alla lancetta dello strumento via un filo pre-tensionato ed intrecciato senza attrito accuratamente fissato alle due estremità. Per tenere la massa delle parti in movimento al minimo, il filo intrecciato è molto sottile come anche la lancetta.

Quando l’alante sale, la capsula si espande leggermente allentando la tensione sulla treccia che ruota muovendo la lancetta verso l’alto, quando l’alante scende avviene il contrario, la capsula si contrae e tira la treccia che ruota muovendo la lancetta verso il basso.

Quantunque i variometri a filo intrecciato siano più veloci ed accurati nelle misurazioni, hanno per contro un costo nettamente maggiore e sono più delicati. Nonostante la loro accuratezza nella costruzione, essi presentano ancora ritardi misurabili nella risposta che possono arrivare, a causa dell’inerzia ed attriti, a 4 secondi, inoltre se tenuti male e/o collegati ad un impianto che trafila, diventano peggiori di quelli a paletta e quindi decisamente inutili.

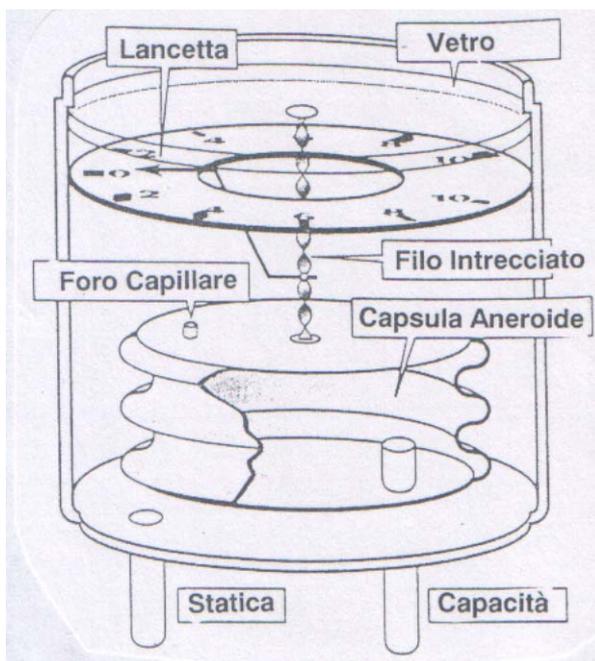


Figura 8. Variometro a filo

3.3 INERZIA DELL'ALIANTE.

Quando un aliante vola da una massa d'aria in quiete ad una ascendenza, esso impiega un certo tempo per accelerare verso l'alto, diversamente da una piuma od un granello di polvere che reagiscono prontamente. Più pesante sarà l'aliante, più elevato sarà il carico alare e maggiore sarà il ritardo.

Nel caso di volare sia in termica che in crociera tra una termica ed un'altra, il pilota deve ricordarsi di questo e prendere in considerazione questi secondi extra. La velocità di intertermica nei moderni alianti è molto elevata, così il ritardo di un variometro meccanico può diventare un significativo svantaggio durante l'ingresso e susseguente centraggio della termica.

Per ovviare a questo inconveniente si consiglia di utilizzare un variometro elettrico/elettronico, con risposta più rapida, per la prima fase di ingresso e centraggio, ed utilizzare il variometro meccanico nella susseguente fase di conferma della salita, oltre che come eventuale elemento di scorta.

4. ENERGIA TOTALE.

In qualunque momento del volo, l'**energia totale** di un aliante consiste di energia **cinetica** (velocità) e **potenziale** (quota):

$$\text{ENERGIA TOTALE} = \text{ENERGIA CINETICA} + \text{ENERGIA POTENZIALE}$$

In altre parole:

$$K = V + P$$

Cioè: **velocità + pressione uguale costante**. Questo vale per solo la teoria perché, come vedremo, nel volo di un aliante non è proprio così.

E' importante ricordare che un variometro base misura solo la velocità del flusso tra la capacità e la statica. Questa velocità dipende solamente e completamente dalla differenza di pressione tra due punti – e niente altro – e se la pressione della statica viene alterata da altri fattori oltre che dalla variazione di quota, il variometro non li discriminerà.

Quando un aliante vola a velocità costante, la sua energia cinetica rimane **costante**. La sua energia potenziale, invece, viene rosicchiata come l'aliante scende, così l'energia totale posseduta, gradualmente, **diminuisce**.



In Figura 9 si vede un aliante che sta volando con rateo di discesa costante, il suo valore verrà letto dal variometro (punto **A**). Quando il muso viene abbassato (punto **B**), la riduzione dell'angolo di incidenza porta ad una riduzione di portanza, e fino a quando l'aliante non avrà accelerato alla velocità appropriata al nuovo assetto (punto **C**), esso scenderà con un rateo leggermente maggiore di quello di quando sarà nuovamente stabilizzato. In termini di lettura variometrica, le letture in **C** e **B** saranno maggiori del reale.

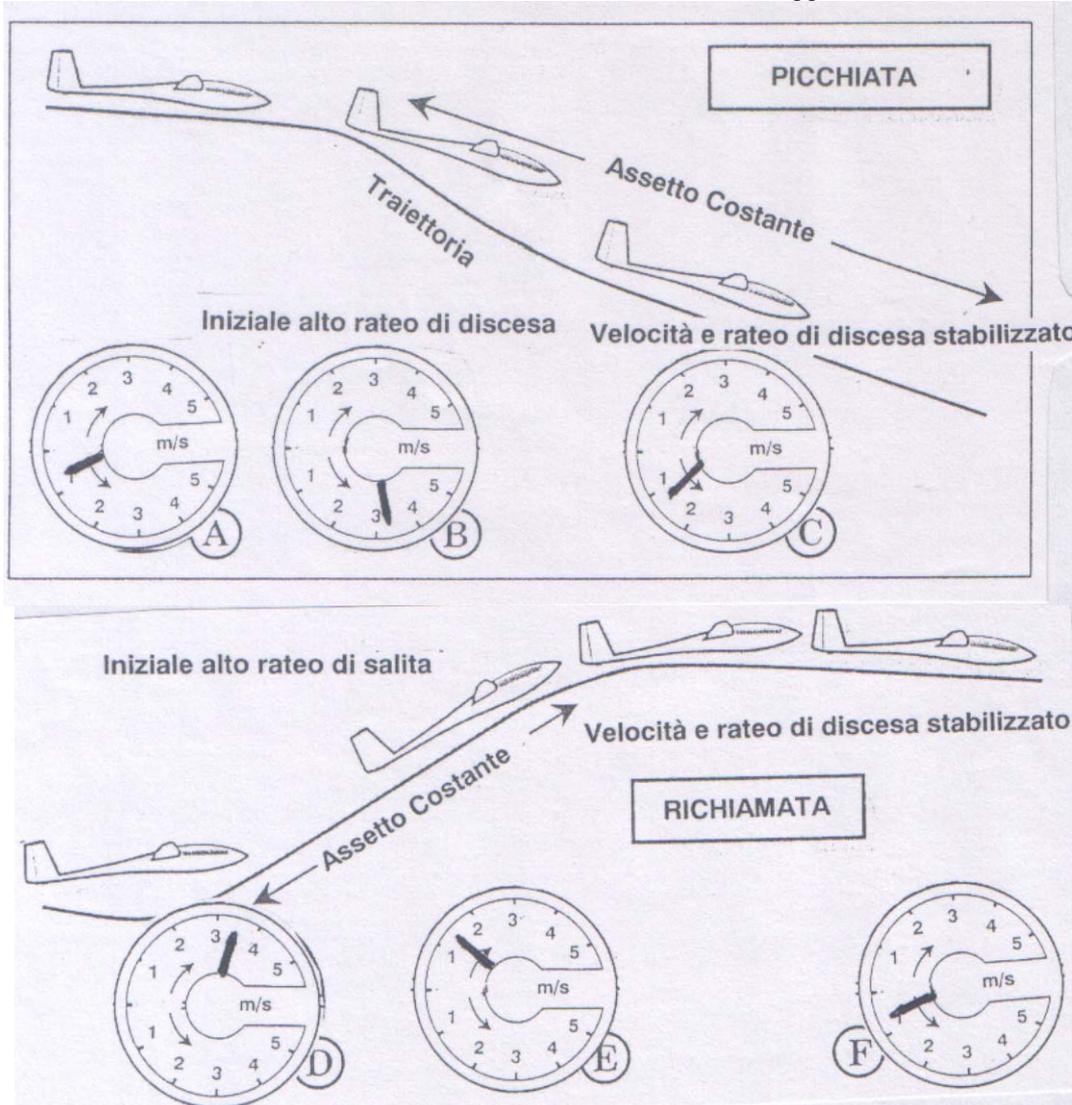


Figura 9. Termiche di cloche come indicate da un variometro non compensato

Se il muso viene alzato (punto **D**), e l'aliante fa una brava salita per convertire un po' della sua velocità in quota, il variometro si comporterà nuovamente come prima, ma indicando verso l'alto.

Con il muso verso l'alto (punto **E**), non esiste possibilità di mantenere costante il rapporto velocità/rateo di salita come invece è possibile con il muso verso il basso. Quando l'aliante livella e stabilizza la sua velocità (punto **F**), siamo di nuovo come nel punto **A**, ma più bassi e quindi con un'energia totale **minore**.

Avendo il variometro la capacità di misurare piccolissimi valori di velocità di flusso, accade che relativamente piccole variazioni di velocità possono avere ampi effetti sulle indicazioni del variometro base **non compensato**. In pratica vuol dire che quando l'aliante cabra per entrare in termica e poi livella, il variometro indicherà un iniziale rateo di salita esagerato (punto **D**), appena la velocità ed il rateo di salita si sono stabilizzati, l'indicazione cadrà ad un valore meno incoraggiante, se non completamente scoraggiante. Il variometro sta dicendo il vero circa l'alto rateo di salita nella transizione, ma solo in termini di energia potenziale, perché è tutto quello che può misurare. Il fenomeno è conosciuto come **termiche di cloche**, e rende il variometro non compensato di scarsissimo aiuto per il veleggiamento. In aggiunta eventuali raffiche possono creare fluttuazioni di pressione statica, ed il peso dell'aria nell'impianto può venire influenzato da accelerazioni verticali che il variometro registrerà come variazioni di ascendenza.



5. COMPENSAZIONE AD ENERGIA TOTALE.

Come si fa ad annullare gli effetti delle termiche di cloche? Il metodo più semplice è quello di prendere una certa quantità di energia cinetica e cambiare il gradiente di pressione tra la statica e capacità; in altre parole si deve soffiare dell'aria nell'impianto, oppure succhiarne fuori un'esatta quantità.

La **compensazione ad energia totale** è un'ingegnosa e semplice idea (vedere Figura 10) che permette al variometro di indicare solo l'energia totale guadagnata o persa, anche se l'energia potenziale e quella cinetica variano tra loro in continuazione. Il variometro risponderà solo alla loro somma che, per brevi periodi di tempo, rimane vicino ad un valore sufficientemente costante.

La compensazione ad energia totale si può ottenere con uno qualsiasi dei seguenti artifici: un'antenna (o sonda), un venturi, un diaframma (o polmone), od impiegando una compensazione elettronica.

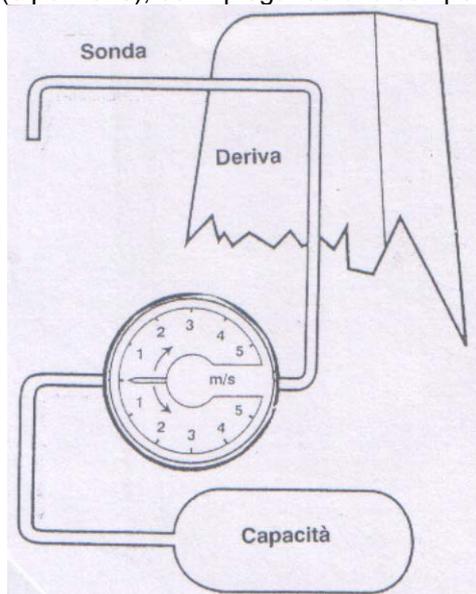


Figura 10. Antenna di compensazione (o sonda ad energia totale)

5.1 ANTENNA DI COMPENSAZIONE O SONDA AD ENERGIA TOTALE.

La maggior parte delle antenne di compensazione sono dei tubi più o meno lunghi a forma di **L** con dei fori od intagli sulla superficie sottovento al braccio corto della **L** (vedere Figura 11). La lunghezza del braccio lungo della **L** deve essere tale che gli intagli/fori non subiscano delle interferenze locali dovute alla forma della fusoliera. Per esempio: se l'antenna è installata all'estremità superiore del bordo d'attacco della deriva, come nella maggior parte degli alianti, ma è troppo corta, la deflessione dell'equilibratore o del timone potranno influenzare la lettura del variometro.

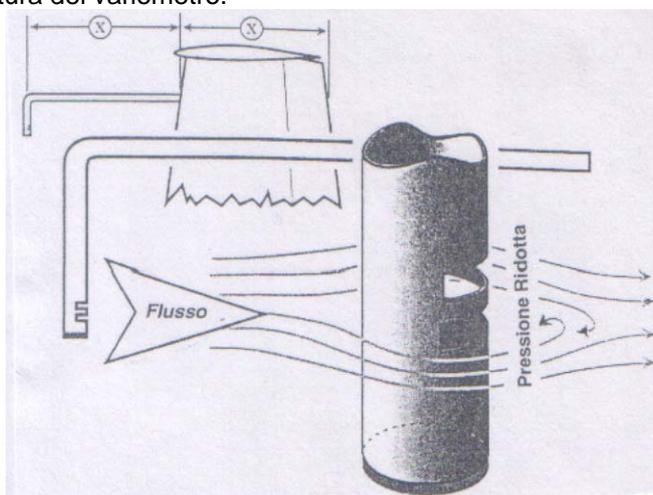


Figura 11. Vista dettagliata di una antenna TE (tipo BRUNSWICK)



L'altra estremità dell'antenna è collegata al variometro tramite svariati metri di tubo che scende dalla deriva e corre lungo la fusoliera.

Un aumento della pressione statica causato da un incremento di velocità verrà immediatamente annullato dall'aumento di aspirazione dall'antenna e viceversa. Come risultato un variometro munito di antenna fornirà il rateo di discesa dell'aliante se la sua velocità in quel istante è costante.

5.2 VENTURI.

In un venturi il flusso subisce sia una variazione di velocità che di pressione, infatti il flusso avanzando verso la strozzatura incomincerà ad incrementare la sua velocità ed a perdere pressione, nel punto più stretto avremo la massima velocità e la minima pressione, dopo incomincerà di nuovo ad espandersi diminuendo la sua velocità ma aumentando la sua pressione. Ma attenzione, la somma della velocità e della pressione sarà sempre costante. Con questa premessa si può dire che un venturi collegato alla statica di un variometro fornisce la compensazione richiesta tramite aspirazione, come nell'antenna (vedere Figura 12). Come la maggior parte dei sistemi di compensazione TE, il venturi ha i suoi svantaggi. La posizione di montaggio è molto più critica che l'antenna, un venturi montato sul dorso della fusoliera (vedi ASK 21) soffre gli alti angoli d'incidenza, perché viene messo in ombra dalla fusoliera e dalle ali, lo stesso dicasi della sonda **IRVING** montata normalmente sul bordo d'attacco della deriva. Strutturalmente il venturi è più delicato dell'antenna ed è molto più sensibile all'imbardata, alla pioggia e/o ghiaccio, infatti in queste ultime due condizioni il variometro darà delle indicazioni fortemente errate od addirittura potrà bloccarsi.

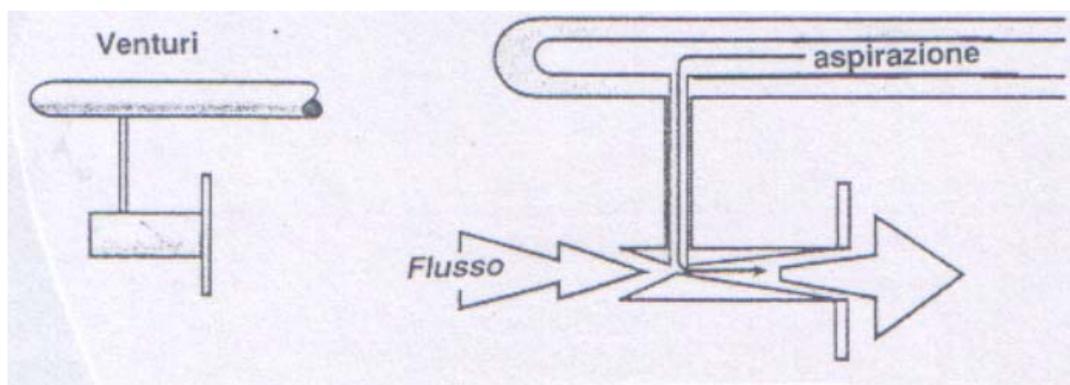


Figura 12. Venturi (modello IRVING)

La compensazione elettronica nei variometri elettronici integra la velocità anemometrica con il rateo di salita o discesa, ed è regolabile dall'abitacolo. Attenzione nel eseguire questo lavoro perché sarai costretto a guardare dentro e non guardare troppo fuori per tentare di regolare un'infinità di cose con anche il rischio di sbagliare compensazione.

Con o senza venturi, le sonde devono produrre un preciso valore di aspirazione e funzionare accuratamente in un ampio campo di velocità. La lunghezza del tubo di metallo (ora anche in carbonio), il suo diametro, la dimensione dei fori o degli intagli, il loro raggio e posizionamento così come il punto di installazione sono tutti fattori critici per avere un corretto funzionamento.

5.3 COMPENSAZIONE TE TRAMITE DIAFRAMMA (O POLMONE).

La compensazione in questo caso viene fornita da una membrana (diaframma) di sottile metallo, o gomma, dentro una capsula collegata tra la presa dinamica e la capacità del variometro (vedere Figura 13).

A velocità costante la deflessione della membrana rimane costante ed il variometro indica il normale rateo di discesa (punto **A**). Se l'aliante accelera, l'aria fluisce più rapidamente dentro l'impianto dalla presa statica (punto **B**). Sul lato della presa dinamica, l'incremento di velocità aumenta la pressione e piega la membrana verso il lato della statica. Questo riduce il volume totale della capacità ed aumenta leggermente la sua pressione interna, bilanciando parzialmente l'incremento di pressione dalla presa statica e riducendo il loro gradiente. Le indicazioni del variometro sono inferiori rispetto a quelle di un variometro non compensato.

Se l'aliante decelera, la membrana viene deflessa verso il lato della presa dinamica, incrementando marginalmente il volume della capacità ed abbassando leggermente la sua pressione (punto **C**). Anche in questo caso le indicazioni sono inferiori a quelle di un variometro non compensato.

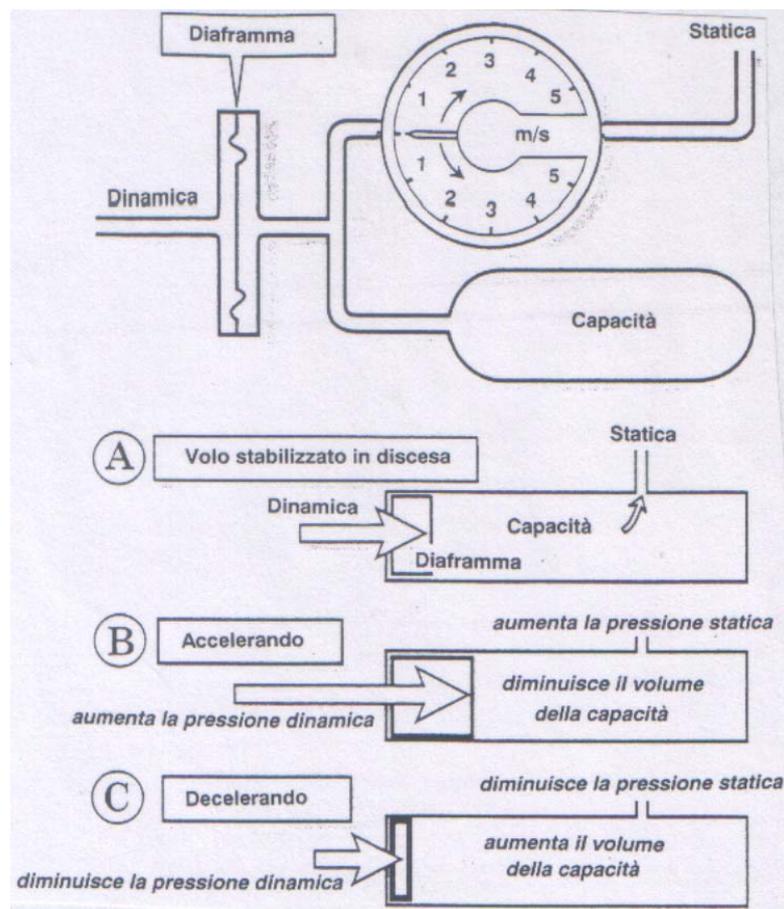


Figura 13. Compensazione tramite diaframma.

Il diaframma deve venire accoppiato con molta cura, in termini di dimensioni ed elasticità, al variometro che va a compensare ed alla sua relativa capacità. Si può collegare un solo variometro per ogni diaframma, così se si vogliono compensare più variometri necessitano più diaframmi e capacità.

La compensazione tramite diaframma ha alcuni svantaggi:

1. è accurata solo ad una particolare quota.
2. è sensibile alle accelerazioni (**G**) verticali, di conseguenza deve venire sempre montato verticalmente, se no interpreta le accelerazioni come ascendenze o discendenze.
3. la gomma deperisce con l'età alterando le sue proprietà elastiche. Il deperimento si può manifestare con porosità e fessure. La membrana metallica non soffre questi problemi.

6. IL NETTOVARIOMETRO.

Ciascuno dei sistemi di compensazione visti indicherà il rateo di discesa totale dell'aliante – velocità verticale della massa d'aria più la velocità di caduta dell'aliante – a qualunque velocità, ma ci sono molte occasioni dove sarebbe meglio conoscere cosa sta facendo la massa d'aria. Facciamo l'esempio di un aliante che entra in una massa d'aria discendente di 2 m/s. Il Mac Cready dirà che si dovrà volare a 125/130 km/h, ma nel momento che si incomincerà ad accelerare, la lancetta del variometro precipiterà a 3 m/s, dove corrisponderà una velocità di volo maggiore. "Agire e sbagliare" dopo un po' diventa irritante, ed anche se non è importante volare alla velocità esatta, ed alla fine la IAS raggiungerà quella indicata dall'anello di Mac Cready, ci dovrà pur esserci un modo più facile per avere subito la giusta velocità da selezionare. Se noi potessimo sottrarre la velocità di caduta dell'aliante da quella della massa d'aria, potremmo impostare immediatamente la giusta velocità.

Quando l'aria è inesorabilmente stabile, l'aliante plana ed il variometro ci fornisce la sua velocità di caduta. Ora quello che si vuole, è di avere un variometro che in questa condizione indichi 0 e che in qualche modo cancelli la velocità di caduta dell'aliante. Il **nettovariometro** fa esattamente questo.



La soluzione che esso adotta è piuttosto brutale. Essa ignora completamente il variometro e porta la pressione sul lato della capacità al medesimo valore della pressione statica. Così non c'è flusso tra loro ed il variometro segnerà 0. Per ottenere questo si porta una piccola quantità di aria dalla pressione dinamica alla capacità lasciando fuori in variometro attraverso un capillare calibrato con la massima cura (vedere Figura 14).

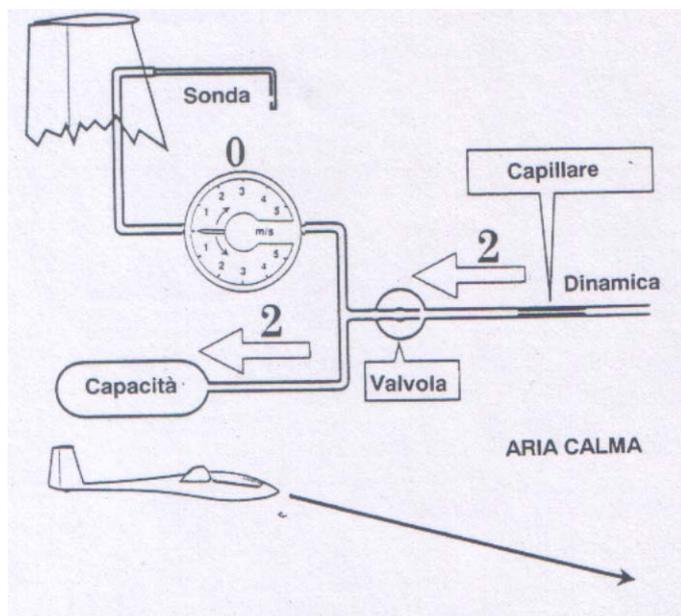


Figura 14. Aliante in aria stabile con Nettovariometro inserito

Il capillare è di solito un ago ipodermico tagliato alla giusta lunghezza sigillato dentro un tubo proveniente la pressione dinamica, il suo effetto può anche venire creato elettronicamente.

Nell'esempio di Figura 15, l'aliante sta volando attraverso una discesa di 1,5 m/s.

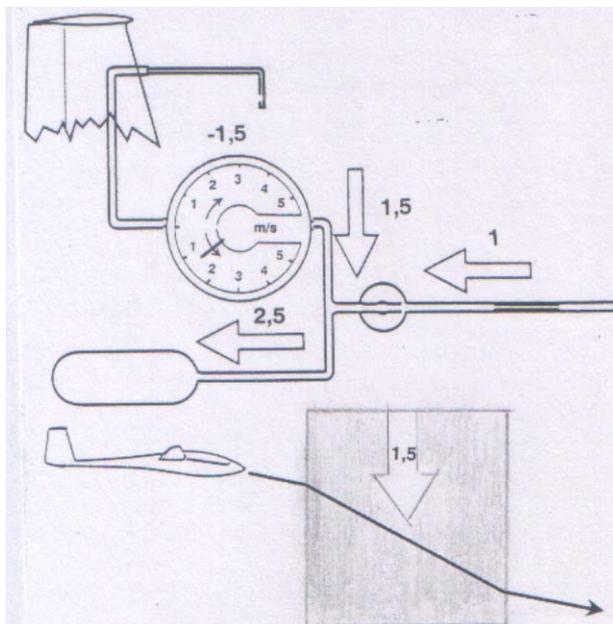


Figura 15. Volando attraverso una discesa di 1,5 m/s. Nettovariometro inserito

Il rateo di discesa totale è di 2,5 m/s. Senza il segnale dalla presa dinamica, il variometro segnerà 2,5 m/s, per cui un flusso di 1 m/s - velocità di caduta dell'aliante - deve andare dentro la capacità via capillare, così che il flusso di 1,5 m/s (la discesa) vada al variometro.



In Figura 16 invece, l'aliante vola attraverso un'ascendenza di 1,5 m/s. Il netto indicherà 1,5 m/s, ma in questa particolare circostanza si vuole conoscere il reale rateo di salita dell'aliante, che sarà la velocità della massa d'aria verso l'alto meno la velocità di caduta dell'aliante. Ma se il pilota sbadato ha dimenticato o non ha realizzato che il variometro è in funzione Netto, ed hanno terminato in un valore reale di solo 0,5 m/s. Così se il netto indica +0,5 m/s in realtà si è a -0,5 m/s. Per ovviare a queste deficienze del pilota, i più sofisticati variometri moderni, quelli che fanno anche il caffè a richiesta tanto per intenderci, hanno un dispositivo che taglia la funzione di netto al variometro quando l'aliante vola sotto una certa velocità, sui 100 km/h, perché loro deducono che quella è una velocità per termicare e non per fare un traversone, e lasciano solo la compensazione TE al variometro.

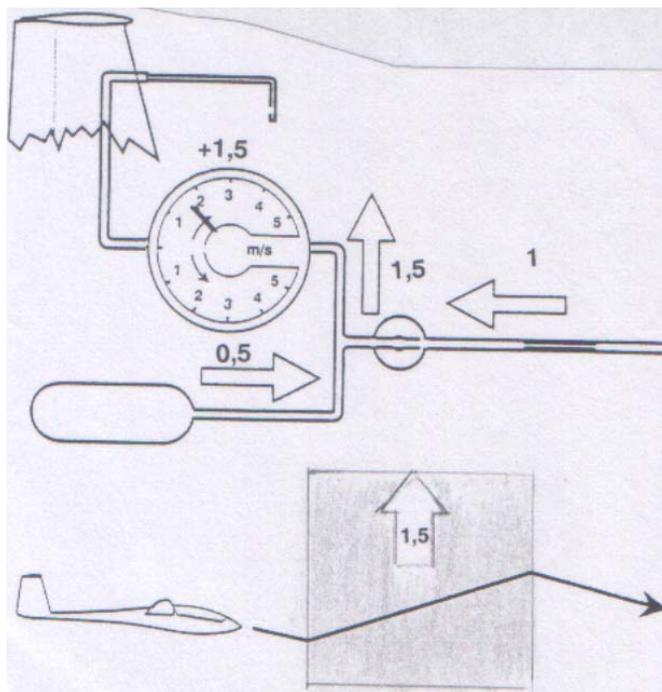


Figura 16. Volando attraverso un'ascendenza di 1,5 m/s. Nettovariometro inserito

Torniamo al nostro netto ed alla Figura 16. In questo caso si vede che necessita un flusso d'aria di 0,5 m/s dalla capacità ed un flusso di 1 m/s dal capillare verso il variometro per avere 1,5 m/s totali, che è il reale valore del rateo di salita della massa d'aria che si sta attraversando.

ATTENZIONE: Assicurarsi nel modo più assoluto che il capillare non sia sulla linea diretta tra la presa dinamica e l'anemometro!!!! (vedere Figura 17).

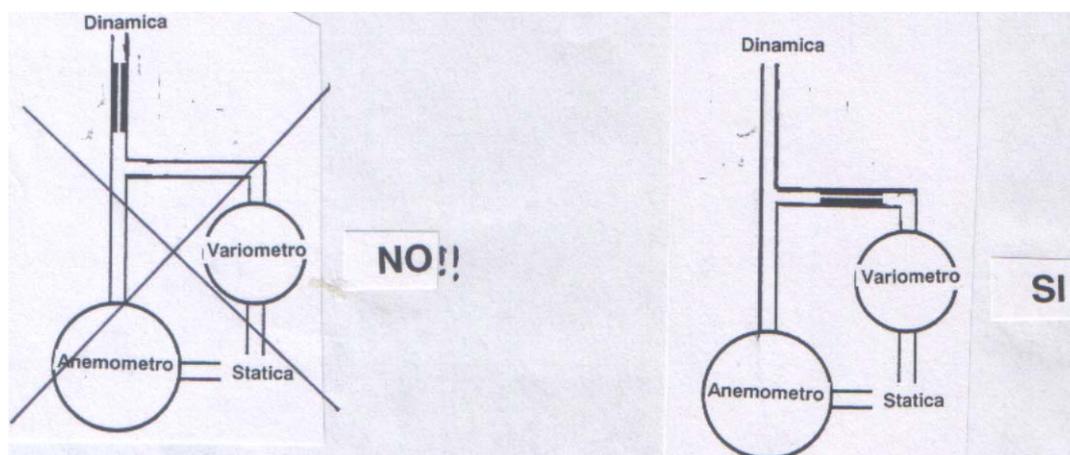


Figura 17. Installazione del capillare



La calibrazione del capillare dipende sia dalle prestazioni dell'aliante e dal suo carico alare, che dal variometro e dal volume della sua capacità. Un variometro meccanico munito del dispositivo di commutazione in Netto darà indicazioni corrette sulla massa d'aria solo ad un unico valore di carico alare. Se si caricano i ballast di acqua al Netto servirà un capillare calibrato più grande. Di norma sugli alianti con variometro meccanico per avere la funzione netto si aggiunge un capillare su una derivazione provvista di rubinetto sulla linea della presa dinamica (vedere Figura 17). Sui variometri elettronici esiste una compensazione elettronica per questa funzione. Un variometro ad energia totale è una gran cosa per fare volo a vela, in più se si installano quelle due cose che servono per commutare un variometro in Netto e viceversa, ancora meglio.

6.1 EFFETTI DI RAPIDE VARIAZIONI SULLA PRESSIONE.

Se l'aliante incrementa la sua quota in un balzo, diciamo 100 mt, il flusso dalla capacità è sufficientemente veloce a causare una caduta di pressione, raffreddando l'aria di 1°C circa. Allo stesso tempo, le pareti della capacità, i tubi, i raccordi, ecc. non riescono a raffreddarsi così rapidamente, di conseguenza parte del loro calore verrà trasferito all'aria in essi contenuta, causando la sua espansione. Questo processo è abbastanza utile, perché il flusso addizionale da esso creato salirà gradualmente fino a raggiungere un picco per poi morire. Perché le temperature si eguagliano può trascorrere un minuto od anche più, e durante questo tempo il variometro può dare indicazioni non completamente precise. Per mantenere la temperatura costante il più possibile nella capacità, si può introdurre in essa una piccola quantità di materiale non corrosivo, tipo paglietta di rame. Mentre questo artificio riduce qualsiasi ritardo causato dalla variazioni di temperatura, provoca una variazione di volume della massa d'aria nella capacità che può influire sulla indicazioni del variometro.

7. PROBLEMI E SOLUZIONI.

Un variometro deve essere molto sensibile per poter misurare le minuscole velocità del flusso. E' vitale che le tubazioni e raccordi non abbiano perdite. Strumentazione e materiali scadenti sono una delle cause sul perché alcuni piloti trovano il volo a vela difficile. In particolare quando usano alianti del club, ma anche con i propri. Loro magari spendono migliaia di euro per farsi l'aliante, confrontando con la massima cura le prestazioni, i piloti vincenti, valutano in modo preciso i costi di ogni cosa e poi, inchiodano più o meno i loro alianti al suolo con impianti variometrici scadenti!

Uno dei maggiori problemi sono i trafiletti nell'impianto, è importante cercarli ed eliminarli anche se ciò comporta spendere spesso una grande quantità di tempo. Una minore ma nondimeno frequente causa del problema sono le condizioni generali del variometro. Se non utilizzato per uno o due anni, l'accuratezza e la velocità di risposta verranno deteriorate. Se la paletta interna è lenta o la molla a spirale si è indebolita esso diventerà illeggibile e sarà necessario ricalibrarlo e regolarlo nuovamente, così come pulirlo e lubrificarlo. Questi sono lavori per esperti con adeguata attrezzatura e conoscenze, quindi è impensabile farlo da soli. Attenzione, la maggioranza dei variometri, se mai impiegati dopo l'acquisto, e lasciati esposti all'aria, magari umida e carica di polvere, senza i tappi di protezione possono diventare inutilizzabili.

7.1 COME CAPIRE QUANDO UN VARIOMETRO NECESSITA DI MANUTENZIONE.

Un modo empirico per vedere se un variometro necessita di una revisione è il seguente:

- in un volo serale in aria calma, dopo lo sgancio dal traino, osservare il variometro: se impiega più di 5 secondi a dare un indicazione vera, mandarlo a revisionare.

7.2 RICERCA DI TRAFILAMENTI/CONTROLLO DELLA COMPENSAZIONE TE.

Una semplice prova in volo in aria calma effettuando le seguenti prove permette di determinare se l'impianto ha dei trafiletti o meno:

- a) volare per 10 secondi alla velocità minima di discesa, o alla velocità di stallo più 10 km/h, il variometro deve indicare la velocità minima di caduta dell'aliante.
- b) spingere con decisione la cloche in avanti, dovete sentirvi alleggerire dal seggiolino, ma non così violentemente da veder volare la polvere dal pavimento, sui 0,5 G tanto per darvi un'idea del valore, fino a che il muso dell'aliante non assuma un assetto a picchiare sui 10° - 15°. La lancetta del variometro



dovrebbe salire fin verso lo 0. il peso della colonna d'aria in qualunque sezione verticale del tubo tra l'antenna e lo strumento varia con il variare del fattore di carico, e si aggiunge alla lettura del variometro, ma raramente arriva a +0,5 m/s.

- c) tenere l'assetto picchiato. Tenere un occhio al variometro, ma non solo e....
- d) **prima di raggiungere la V_{NE}** portare con dolcezza il muso dell'aliante ad un assetto sui 10° - 15° a cabrare.
- e) tenere l'assetto fino a che l'aliante non raggiunga la precedente velocità minima.

Durante le fasi c) e d) il variometro potrebbe aver fatto una delle seguenti cose:

- A) aver dato un iniziale incremento di lettura verso il basso durante la richiamata, per poi variare con fermezza ma dolcemente verso l'alto, con nessuna tendenza a dare eccessive letture positive.
- B) come si accelera, il variometro indica un forte valore a scendere che aumenta con l'aumentare della velocità. Poi quando si richiama da un valore positivo.
- C) ha fatto qualcosa a metà tra le indicazioni del passo A) e quelle del passo B).
- D) quando si accelerava indicava salita, quando si rallentava dava discesa.
- E) aveva tendenza ad indicare salita quando non era presente, o ne dava un valore maggiore quando presente.

Quello che avviene nel passo A) è **corretto**, così non si deve perdere tempo a cercare di sbarazzarsi dell'iniziale lettura verso il basso. Tale indicazione sta dicendo che la compensazione sta lavorando in modo corretto.

Se il variometro si comporta come nei passi B), C) od E), vuol dire che nell'impianto c'è una perdita/trafilamento – per esempio nella zona dove la pressione è *più* bassa di quella ambiente.

Questo fornisce già alcune indicazioni di dove può trovarsi. Per esempio, se il variometro si è comportato come nei passi B) o C), allora la perdita sarà da qualche parte tra la presa statica del variometro e l'antenna di compensazione. E' come se l'antenna producesse insufficiente depressione, così che il variometro è sottocompensato.

Se un variometro si comporta come nel passo D), vuol dire che è sovracompensato – vuol dire che l'antenna sta creando troppa depressione, probabilmente perché è installata in posizione sbagliata. L'antenna non può venire montata in un posto qualunque dove può venire influenzata dalla fusoliera, attacchi alari, movimenti delle superfici di comando (elevatore/timone di direzione) o locali fluttuazioni di pressione. Se si dovesse ricollocare l'antenna, consultare un esperto. Non pensate di farvi un'antenna da soli se non conoscete esattamente cosa state facendo. Compratene una nuova!!

Un variometro che legge più del normale (passo E)) è particolarmente fastidioso – buono per il morale, certamente, ma non per le prestazioni nel mondo reale. In questo caso l'aria sta trafileando dentro l'impianto, dal lato della capacità nella tubazione, incrementando il volume d'aria circolante attraverso lo strumento, che darà una lettura ottimistica. Questo problema è facilmente confondibile con quello causato dalla sovracompensazione (passo D)).

7.3 PROBABILI FONTI DI PERDITE/TRAFILAMENTI LATO ANTENNA TE.

a) COLLEGAMENTO ANTENNA/DERIVA.

Alcune antenne si inseriscono semplicemente nella loro sede in deriva, altre montano un anello di tenuta in gomma (O-RING). Accertarsi che la tenuta non sia deteriorata, se lo è: **sostituire**. Applicare sempre un velo di vaselina all'anello di tenuta; essa favorisce la tenuta e preserva l'anello. Inoltre si può utilizzare un pezzo di tubo flessibile inserito sulla connessione per sigillarla, oppure del nastro adesivo, in questo caso utilizzare sempre un pezzo di nastro nuovo e tenderlo bene quando si avvolge sulla connessione.



a1) COLLEGAMENTO VENTURI/FUSOLIERA.

Su alcuni alianti la compensazione TE viene fatta tramite un tubo di Venturi montato sul dorso della fusoliera. Accertarsi sempre della corretta pulizia della connessione e del venturi, il quale è molto più soggetto ad intasamenti di varia natura: polvere, insetti, ecc. Se l'antenna che supporta il tubo è munita di anello di tenuta (O-RING), vedere il precedente passo a).

b) RACCORDI A "T".

Scegliere sempre raccordi della giusta dimensione e di buona qualità. Se troppo piccoli possono favorire la nascita di trafiletti sulla connessioni. Raccordi stampati grossolanamente possono avere sfridi/bavature che possono portare a dei trafiletti. Rimuovere con un coltellino affilato ogni imperfezione. Attenzione quando si maneggiano a non provocare cricche o fessure.

c) TUBAZIONI.

Utilizzare sempre tubazioni più morbide e flessibili che si possono trovare. Le tubazioni in gomma invecchiano in fretta e sono sensibili a porosità, cricche e fessurazioni: **evitarle**. Utilizzare tubazioni in PVC, o meglio ancora al silicone. Accertarsi sempre che le tubazioni non presentino strozzature o schiacciamenti e che le connessioni siano assicurate con una doppia, e non singola, legatura – attenzione a non tagliare il tubo se si utilizzano tubazioni in PVC od al silicone, normalmente con questo tipo di tubazioni le legature non sono presenti. Le fascette sono fissaggi ottimi, ma alcune volte difficili da installare.

d) CONNETTORI MULTIPLI.

Quando c'è da rimuovere un pannello strumenti, un connettore multiplo rende la vita molto più facile, ma quando ci sarà da ricollegarlo fare **molta attenzione**. Assicurarsi sempre che le due parti del connettore si accoppino correttamente e senza sforzo. Per evitare montaggi incorretti questi connettori hanno uno spinotto da una parte e la sua sede dall'altra, sцентриati rispetto alla simmetria, oppure una chiavetta ed una sede. Attenzione quando si avvita la ghiera a non sforzare perché si rischia di spanare i filetti o ciccare la ghiera, se di materiale plastico. Connettori multipli economici sono di materiale plastico, facilmente danneggiabili, mentre quelli migliori sono metallici, più costosi ma più affidabili. Gli anelli di tenuta interni (O-RING) richiedono una regolare manutenzione (vedere passo a)), attenzione che siano correttamente alloggiati nelle loro sedi.

e) FILTRI ANTI-ACQUA ED ANTI-POLVERE.

Se installati, assicurarsi che siano liberi da trafiletti e che le connessioni siano a tenuta. Alcuni variometri montano delle piccole e soffici bottigliette di plastica che agiscono come filtri anti-acqua. Queste sono facilmente soggette a trafiletti e dovranno venire sostituite con i classici filtri benzina per auto, i quali fermano qualunque goccia d'acqua e filtrano bene l'aria.

f) CONNESSIONE SUGLI STRUMENTI.

Le connessioni sugli strumenti devono essere a tenuta. Fare attenzione se si applicano legature o fascette a non stringere troppo per non tagliare il tubo e/o a non danneggiare la cassa dello strumento.

7.4 PROBABILI FONTI DI PERDITE/TRAFILAMENTI LATO CAPACITA'.

a) STRUMENTI.

Indipendentemente dalle connessioni, ci potrebbe essere una perdita/trafiletto dalla cassa dello strumento. Lo strumento è un complessivo a tenuta, con il vetro del quadrante che è a tenuta grazie ad una guarnizione. Se la guarnizione in gomma, il più delle volte, si deteriora, bisogna sostituirla. Attenzione, questo è un lavoro per esperti con la giusta attrezzatura, non improvvisate!!



b) TUBAZIONI, RACCORDI A "T" E CONNETTORI MULTILPI.

Questi particolari sono già stati trattati prima, ma ricordare che sul lato della presa dinamica è installato un capillare che deve venire controllato se si sospetta che possa essere la fonte di perdita e trafilemento. Il rubinetto di comando per l'attivazione della funzione "Netto" nell'impianto del capillare normalmente è una fonte di guai; normalmente questo sistema è installato nei vecchi alianti con strumenti dell'epoca..

c) CAPACITA'.

Prima di installare una capacità, controllare che la presa alla sua estremità sia ben fissata. Se si usa un thermos, accertarsi che il tappo da dove esce il tubetto per la connessione sia sigillato. Evitare di utilizzare capacità di plastica. Non montare una capacità dove potrebbe soffrire danni dovuti ad un atterraggio pesante, rotture od incrinature, una capacità che trafile, o peggio, rotta, è inservibile.

8. EQUIPAGGIAMENTO DI PROVA.

Fare un impianto esente da perdite/trafilementi non è sempre facile. Un impianto può essere affetto da più trafilementi, i cui sintomi dipenderanno dalla posizione del più grande, come anche dalla loro quantità totale. In ogni caso, nella ricerca di questi difetti si procederà partendo dalla parte posteriore della fusoliera e, lavorando, si arriverà alla parte anteriore, sigillando ogni potenziale trafilemento. Dopo si dovrà procedere al collaudo. Effettuare prove in volo diventa esoso, quindi conviene effettuare il collaudo al suolo utilizzando una siringa per creare depressione collegata ad un raccordo a "T" inserito tra la sonda e la statica di un anemometro (vedere Figura 18). Assicurarsi della perfetta integrità ed efficienza dei componenti l'apparecchiatura di prova ed iniziare lentamente a tirare lo stantuffo della siringa, osservare l'anemometro ed il variometro. Fermare l'aspirazione a 120 km/h. l'anemometro dovrà mantenere tale indicazione mentre il variometro, molto lentamente, dovrà scendere a 0.

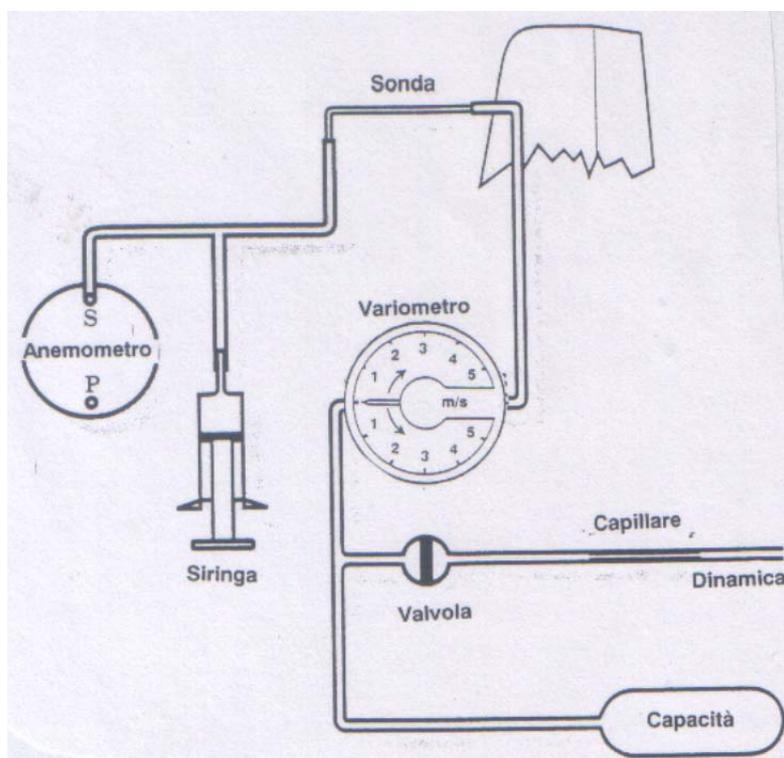


Figura 18. apparecchiatura di prova per controllare la tenuta di un impianto.



Problema	Causa/Rimedio
Il variometro non ritorna a 0 od impiega più di 10 secondi per farlo.	1) controllare che i vari tubi non siano ostruiti o strozzati. Volando in condizioni di pioggia, od in nube, può entrare acqua nei tubi dell'impianto. 2) mandare lo strumento a revisionare.
L'anemometro cade rapidamente quando cessa l'azione di aspirazione, o non mantiene il valore.	C'è una perdita consistente: 1) la lancetta del variometro muove con difficoltà, o è molto lenta. C'è una perdita sul lato dell'antenna/sonda. 2) la lancetta del variometro legge un valore positivo eccessivo. La perdita è sul lato della capacità.
Una volta cessata l'azione di aspirazione l'anemometro torna lentamente a 0.	C'è solo un leggero trafilemento. Sarà importante se il variometro: 1) legge un valore positivo eccessivo durante l'aspirazione e poi torna lentamente a 0. il trafilemento è sul lato della capacità. 2) legge valori positivi durante la prova, ma la lancetta oscilla velocemente passando lo 0 per indicare valori negativi e poi torna lentamente a 0 quando cessa l'azione di aspirazione. Allora il trafilemento è sul lato dell'antenna/sonda.

9. PROBLEMI CAUSATI DALL'INGESTIONE DI ACQUA.

Quando si lasciano gli alianti all'aperto durante un rovescio di pioggia, o per tutta la notte, o volando attraverso delle precipitazioni, od anche solo in nube, può accadere che entri acqua nelle tubazioni provocando delle errate letture sui variometri.

L'acqua tende a raccogliersi nei punti più bassi dell'impianto, e perfino una quantità inferiore a quella illustrata in Figura 19 può avere degli effetti negativi, provocando oscillazioni alla lancetta ed/o bloccando addirittura il variometro.

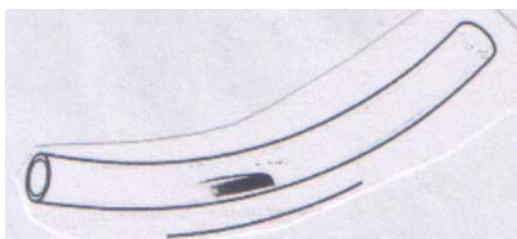


Figura 19. Acqua nelle tubazioni.

Spurgare l'impianto può risultare difficoltoso, così si possono montare nei punti più bassi dell'impianto dei piccoli sifoni, in modo da poter drenare l'eventuale presenza di acqua. Questi sifoni hanno però anche il difetto di essere fonte di perdite/trafilementi. In ogni caso i sifoni non sono la risposta definitiva al problema, così se ci si trova in presenza di acqua nell'impianto bisognerà soffiare via.



ATTENZIONE: PRIMA DI APPLICARE ARIA COMPRESSA, SCOLLEGARE LE TUBAZIONI DA TUTTE LE UTENZE. IN CASO CONTRARIO SI DANNEGGIERANNO GLI STRUMENTI IN MODO IRREPARABILE.

AVVERTENZA: Non superare mai i 2 psi (0,138 bar) di pressione quando si impiega l'aria compressa.

Se durante l'operazione di soffiatura delle tubazioni, dalla connessione dell'antenna fuoriescono delle gocce d'acqua, sarà necessario proseguire con l'operazione di soffiature per impedirne la ricaduta nell'impianto. Una cosa meno evidente, ma importante da tenere in considerazione, è che l'applicazione dell'aria compressa frantuma le gocce d'acqua in particelle molto più piccole, le quali a causa della loro tensione superficiale, aderiscono alle pareti dei tubi. La maggior parte di queste particelle si muove così lentamente, che in realtà non si riuscirà mai a liberare totalmente l'impianto (per questo l'impiego dei filtri), e quando cessa l'azione dell'aria compressa, esse lentamente si raccoglieranno tra loro nei punti più bassi dando origine a gocce più grandi. Assicurarsi di impiegare aria compressa secca e, se possibile, leggermente riscaldata per minimizzare il problema.

10. SCARICARE L'ENERGIA TOTALE.

Alcuni pannelli strumenti sono muniti di un rubinetto pneumatico collegato alla tubazione dell'energia totale. Chiuso non ha alcun effetto. Aperto mette in comunicazione la statica in cabina con la linea dell'energia totale. Facendo così raggiunge due scopi:

- se la sonda si è ostruita, il variometro muore. Aprendo il rubinetto si mette in collegamento la presa statica in cabina con il variometro, che riprenderà a funzionare, ma attenzione: come variometro **non compensato**.
- se c'è acqua nella tubazione, la sonda può essere in grado di aspirarla fuori.

Attenzione che anche questo dispositivo può diventare fonte di perdite/trafilamenti.

Ricordatevi: più connessioni sono presenti nell'impianto più probabilità avrete di avere perdite/trafilamenti!!!!