



A.S.D. Volo a Vela Novi

Scuola di Volo a Vela

QUADERNO DIDATTICO N°10

COMPENSAZIONE AD ENERGIA TOTALE IN PRATICA



di Rudolph Bröze/ILEC GmbH
Bayreuth, Germania, Settembre 1985
Tradotto da Filippo Paradiso ed adattato da Carlo Grinza per l'ASD VV Novi



PREFAZIONE

Rudolph Brözel e Juergen Schindler fondarono la ILEC nel 1981. Rudolph Brözel è stato il padre dei variometri ILEC e delle relative sonde ad energia totale. Purtroppo Rudolph Brözel è passato a miglior vita nel 1998.

Gli strumenti ILEC e le relative sonde sono il risultato di estese prove in molti anni. Più di 6000 piloti in tutto il mondo usano le sonde ad energia totale. I variometri ILEC sono scelti da molti piloti, sia per impiego nelle competizioni che nel più classico impiego da club. Allo stato attuale la produzione ILEC comprende il variometro base SC7, il variometro di back up (raccolta dati) SB9 ed il computer di volo SN10.

INTRODUZIONE

Il seguente documento è un estratto di un lungo lavoro teorico durato molti anni, che ha incluso prove in galleria a vento e misurazioni in volo. Questa ricerca aiuta a capire le differenze tra la risposta reale di un variometro ad energia totale e che cosa un pilota di volo a vela preferirebbe, o il funzionamento ideale. Questo documento aiuterà il pilota di aliante a capire meglio la risposta del variometro, ed anche aiutare a migliorare un impianto esistente.

L'INFLUENZA DELL'ACCELERAZIONE SUL RATEO DI DISCESA DI UN ALIANTE E SULL'INDICAZIONE DEL VARIOMETRO

I piloti più attenti avranno notato che quando eseguono una normale richiamata, come per entrare in termica, il variometro TE (ad energia totale) prima indica una lettura negativa, mentre quello non compensato rapidamente andrà a fondo corsa positivo. Uno si aspetterebbe che il variometro TE non si dovesse muovere per niente. Molti piloti interpretano questo fenomeno come un errore di compensazione del TE e procedono ad installare ulteriori dispositivi, od incominciano ad accorciare od allungare tubi nel tentativo di regolare l'impianto per rimuovere questa iniziale indicazione negativa. Ma al contrario, se il vostro variometro non mostrasse questa iniziale indicazione negativa, significa che la vostra compensazione TE non sta lavorando nel modo corretto!

Quando si esegue una richiamata, viene prodotta un'accelerazione addizionale (G positivi). La portanza delle ali deve sostenere l'incremento di peso dell'aliante, come durante una planata rettilinea in velocità (senza accelerazioni), ma anche deve produrre la forza aggiuntiva per accelerare l'aliante verso l'alto. La portanza P diventa quindi il prodotto di $n \times Q$ dove n è il fattore di carico e Q è il peso dell'aliante. Questo incremento di portanza genera anche un incremento di resistenza. La resistenza aggiuntiva consuma l'energia addizionale. Il rateo di dell'incremento di energia perso può solo venire compensato dall'energia potenziale immagazzinata dell'aliante, che porta l'aliante a scendere più velocemente, od a salire più lentamente di quanto avrebbe fatto senza accelerazione. Un variometro TE deve registrare questa perdita di energia addizionale – di conseguenza la lettura negativa.

Un variometro TE non indicava la velocità verticale. Esso mostra il rateo di variazione dell'energia totale dell'aliante per unità di peso – da questo il suo nome. Esso misura la variazione dell'energia totale dell'aliante, che è la somma dell'energia potenziale (proporzionale alla quota) con l'energia cinetica (proporzionale al quadrato della velocità). La sua indicazione si può considerare uguale alla velocità verticale vera solo nel caso che l'energia cinetica non cambi, in altre parole: dove il valore assoluto della velocità (velocità all'aria) rimane costante. Di contro un variometro non compensato misurerà solo il rateo di variazione di energia potenziale, che significa il rateo di variazione di quota, o velocità verticale vera, indipendentemente dalle variazioni o meno di velocità dell'aliante. Conclusione: i due tipi di variometro indicheranno la medesima cosa solo quando la velocità all'aria dell'aliante non cambia.



Se il tuo aliante sale rapidamente in una traiettoria rettilinea con un angolo di 15° a 150 km/h la tua velocità verticale sarà di maggiore di 10 m/s. Questo rateo di salita verrà indicato dal variometro non compensato, mentre il variometro TE indicherà il reale rateo di discesa corrispondente alla velocità di quel momento, in accordo con la polare delle velocità dell'aliante, per esempio -2 m/s a 150 km/h in aria calma. In una spirale regolare a velocità costante, il variometro TE e quello non compensato forniranno le medesime indicazioni poiché la velocità non cambia anche se cambia la direzione.

L'effetto dell'accelerazione è presente anche quando si spirala: l'aliante deve venire costantemente accelerato verso il centro della circonferenza (la direzione della velocità cambia costantemente). La forza addizionale richiesta in virata richiede maggior portanza che genera anche maggior resistenza, che incrementa il rateo di energia perso dell'aliante e di conseguenza il rateo di discesa. Ogni pilota d'aliante conosce questo effetto quando vira, e ne tiene conto quando spirala in termica.

Quando si richiama accade il medesimo fenomeno, solo che il suo effetto sul rateo di discesa non è così evidente come in una spirale. Questo è così perché l'effetto non è rilevabile dal pilota in quanto annullato dalla notevole velocità verticale vera, in più perché è causato dall'inclinazione della traiettoria, e perché è molto più grande del rateo di discesa proprio dell'aliante. Comunque la perdita di energia c'è ancora.

L'effetto di accelerazione nella richiamata non è visibile sul variometro non compensato. Mentre esso è facilmente visibile sul variometro TE, se è ben compensato, perché la parte di velocità verticale, dovuta all'inclinazione della traiettoria, viene compensata, e rimane indicata solo la parte dovuta alla perdita di energia causata dall'incremento di resistenza. Durante la richiamata, dove il fattore di carico è alto, la perdita aggiuntiva può portare ad un rateo di discesa addizionale. Pertanto questo diventa chiaramente visibile sul variometro TE – più decisa è la richiamata maggiore è la deflessione verso il basso del variometro.

La situazione si inverte durante una picchiata. Fin tanto che l'aliante rimane su una traiettoria curva rivolta verso il basso, esso sarà accelerato verso il suolo: sembra "cadere" giù ed il fattore di carico diventa minore di 1. La portanza si riduce così anche la resistenza, e di conseguenza la perdita di energia. Il rateo di discesa indicato dal variometro TE decresce come l'aliante segue la sua traiettoria parabolica. Esso si può avvicinare a 0 nel caso che segua una parabola vicino a 0 G; si assume che il tutto avvenga in aria calma.

Come l'aliante soffre la resistenza dell'aria in quanto vola nell'atmosfera, un variometro TE ideale non indicherà mai valori di salita in aria calma, qualunque manovra venga eseguita! I variometri reali si scostano da questa regola; questo è un buon principio per la qualità di un impianto ad energia totale.

Nel seguente paragrafo viene illustrato l'effetto delle normali accelerazioni (fattori di carico - n) sul rateo di discesa su un aliante tipo ASW 19. Per gli altri tipi di alianti, l'effetto è essenzialmente simile.

- Il normale rateo di discesa sarà doppio quando si esegue una richiamata a 1,5 G alla velocità di 82 km/h, o quando si vola con un inclinazione di 48° alla medesima velocità. Richiamando con più decisione, il flusso intorno all'ala incomincia a staccarsi dal profilo.
- Eseguendo una richiamata a 3 G alla velocità di 113 km/h il rateo di discesa sarà 4 volte superiore.
- A 226 km/h si può richiamare quanto uno può resistere (ed anche l'aliante). Questo non avrà quasi influenza sul rateo di discesa e/o sull'indicazione del TE.
- A 72 km/h si può ridurre il rateo di discesa di una metà spingendo a $\frac{1}{2}$ G. Sfortunatamente solo per poco.

Si vede da quanto enunciato che la compensazione ad energia totale non elimina gli effetti del cabrare o del picchiare. Al contrario, essa mostra realmente solo le perdite di energia associate. Quello che viene solo eliminato è la componente verticale della velocità dovuta all'inclinazione della traiettoria, o gli effetti degli scambi tra energia cinetica e potenziale come una conseguenza dell'inclinazione della traiettoria.



Questo stato di fatto deve venire tenuto presente quando ci si concede ad un volo delfinato piuttosto accentuato o seguire la velocità di intertermica del computer. Bisogna stare attenti a non attribuire le forti escursioni negative del variometro TE ad una sua scarsa compensazione, ma piuttosto ad uno stile di pilotaggio troppo grezzo. Essere dolci sui comandi rende più utili le letture del variometro.

IL RUOLO DELLA TURBOLENZA

Come abbiamo visto, il variometro TE misura il rateo di variazione dell'energia totale dell'aliante. Di solito il pilota pensa in termini di guadagno o perdita di quota quando questo avviene in una termica o in un'area discendente. Sfortunatamente c'è un'altra condizione dovuta all'atmosfera che influisce sull'energia totale: il guadagno o perdita di energia cinetica dovuto ad un improvviso aumento o diminuzione di velocità dell'aliante riferita all'aria creato da raffiche orizzontali o wind shear.

Ogni pilota conosce questo effetto ed inoltre sa che dopo questa raffica può guadagnare quota cabrando o picchiare per riguadagnare la velocità persa. Nel processo, l'aliante può guadagnare o perdere quota, che significa un cambio di energia. Se tu osservi bene, il variometro TE si muoverà su o giù come l'aliante attraversa una raffica, indicando un guadagno od una perdita nell'energia totale disponibile.

Questo salto in "energia" è visto dal variometro esattamente come se l'aliante avesse fatto un equivalente salto di quota a velocità costante. Il variometro TE non distingue tra i due tipi di cambiamento di energia. Espresso in termini matematici questo salto è: $dH = 1/G \times V \times dV$ dove dH è il salto, G la costante di gravità della Terra pari a $9,81 \text{ m/s}^2$, V la velocità del momento e dV la caduta di velocità. Si noterà che la caduta registrata è proporzionale alla velocità di volo.

Quanto sono influenti queste perturbazioni in realtà? Per poter rispondere a questa domanda dobbiamo determinare la grandezza delle perturbazioni di velocità. Ci sono buone ragioni fisiche per supporre che la componente orizzontale della turbolenza abbia il medesimo valore della componente verticale. Supponiamo raffiche orizzontali sui 18 km/h.

Se assumiamo una velocità orizzontale di 154 km/h ed usiamo la formula enunciata sopra, arriviamo al valore stupefacente di $\pm 20 \text{ mt}$ per una raffica di 18 km/h. In funzione della sua velocità di risposta, la lancetta del variometro farà un balzo ampio ma di breve durata o piccolo ma di più lunga durata. Un variometro a paletta mobile con una costante di tempo di 3 secondi salterà di 4,6 mt/min (0,07 mt/sec) e poi scenderà all'indicazione originale in circa 6 secondi.

Questo fenomeno è una proprietà di base della compensazione TE. Non c'è alcun rimedio per esso. E' assolutamente indipendente dal tipo di principio di misurazione che lo strumento impiega (compensazione tramite antenna, membrana, compensazione elettrica, paletta mobile, trasduttori di pressione, o sensori di flusso).

Uno può solo cercare di ottenere un'indicazione quanto più stabile possibile per ottimizzare il tempo di risposta dello strumento. I variometri con filtri di raffica di secondo grado presentati dalla ILEC sono superiori per questo scopo ai più comuni filtri di primo grado. Questo anche perché essi "tranquillizzano" la risposta senza incrementare il ritardo del segnale come fanno i filtri di primo grado.

Infatti è chiaramente facile distinguere tra le risposte alle raffiche orizzontali rispetto a quelle di una termica reale dei variometri. Nel primo caso, non si noterebbe alcuna accelerazione verticale (forza G) mentre nell'altro abbastanza facilmente. Naturalmente, nel mondo reale, i due eventi sono accoppiati insieme. Non sempre l'impulso causato da una raffica orizzontale è solo semplicemente un impulso. Molto spesso è la prima indicazione di una vera termica. Questa è probabilmente la ragione perché la maggior parte dei piloti non ha notato il fenomeno.



Una raffica orizzontale agente perpendicolarmente alla direzione di volo dell'aliante può venire vista quando viene deflesso il filo di lana. Se l'antenna di compensazione è sensibile a queste raffiche laterali, il variometro indicherà un cambio d'energia. Il problema è molto più complesso nel caso di compensazione elettronica a causa della sensibilità alla raffica delle prese statiche dell'aliante. Terminando angoli di scivolata fino a 15° sono molto comuni (a causa della circolazione dell'aria nella termica, non per pilotaggio). Pertanto una buona antenna di compensazione fornirà risultati molto migliori di una compensazione elettronica.

PROVA DI UN IMPIANTO AD ENERGIA TOTALE

Esiste un sistema facile ed affidabile metodo di prova, denominato prova su una traiettoria dritta ed inclinata. Il ben conosciuto metodo di impiegare due indicatori di velocità è altamente sconsigliato poiché gli errori di pressione statica possono portare ad errori nel coefficiente di pressione misurato per l'antenna TE fino al 50%.

Procedura:

Eseguire la prova in aria calma come quella di primo mattino. Non si avranno risultati chiari se la prova viene eseguita in condizioni termiche attive.

Punto 1: Volare alla velocità minima di discesa o alla minima di sostentamento più 10 km/h per almeno 10 Secondi

Punto 2: Picchiare in modo uniforme fino a raggiungere un assetto di 10 ÷ 15 gradi verso il basso. Il G-metro dovrebbe indicare da 0.5 a 0.2 G. La polvere dovrebbe rimanere sul pavimento dell'abitacolo.

Punto 3: Mantenere la picchiata osservando l'orizzonte e con azioni morbide sui comandi.

Punto 4: Richiamare prima di raggiungere la Vne, e portare il muso 10 ÷ 15 gradi verso l'alto.

Punto 5: Mantenere l'assetto fino a quasi raggiungere la velocità minima.

Osservazioni:

Punto 1: Il variometro deve indicare il reale rateo di discesa minimo dell'aliante.

Punto 2: Durante la messa in picchiata, il variometro deve salire verso lo 0 per via del fattore di carico inferiore ad 1. Se l'antenna TE è piuttosto lontana dal baricentro (esempio sulla deriva od in cada), l'escursione positiva del variometro viene incrementata dall'effetto della colonna d'aria longitudinale tra il variometro e l'antenna. Questo ultimo effetto diventa maggiore quanto più lunga è la colonna d'aria e la variazione dell'assetto. L'effetto della colonna d'aria è raramente più forte di 0,5 m/s, questo significa che la lettura totale non dovrebbe eccedere gli 0,5 m/s.

Un variometro smorzato ha un movimento della lancetta più piccolo, ma più lungo nel tempo. Così questo effetto si vede difficilmente con un lento variometro meccanico, ma è chiaramente visibile con un variometro ILEC.

Punto 3: La velocità aumenterà linearmente con il tempo. Un variometro ben compensato indicherà il giusto rateo di discesa corrispondente alla reale velocità anemometrica. Tuttavia il segnale del variometro viene ritardato dalla costante di tempo di risposta del variometro. Per un variometro a paletta mobile questa costante è di 3 secondi (oppure un ritardo di 28 km/h per 15° di assetto a picchiare).



Punto 4: Durante la richiamata con un fattore di carico di 2 G o 3 G, si vedrà la tipica deflessione negativa del variometro TE. Inoltre, c'è un'amplificazione dell'effetto dovuto alla colonna d'aria longitudinale nella tubazione TE in coda.

Punto 5: Come si decelera, la polare dell'aliante viene percorsa a ritroso.

Quando la media delle letture dei punti 4 e 5 corrisponde alla polare reale la compensazione è perfetta. E' chiaro che si dovranno fare un certo numero di voli per ottenere una chiara visione della compensazione.

INFLUENZA DELLA SCIVOLATA SULLA COMPENSAZIONE TE

Tutti i metodi di compensazione vengono influenzati dalla scivolata. E' praticamente impossibile in una termica molto forte mantenere un angolo di scivolata pari a zero, a causa del movimento dell'aria nella termica. Se la compensazione è sensibile a questo, genererà disturbi nelle letture del variometro. L'insensibilità alla scivolata è quindi un ottimo parametro per una buona compensazione.

Gli angoli più grandi di scivolata indotta dalla turbolenza compaiono alle basse velocità come in termica. Ci si può aspettare scivolata indotta dalla turbolenza così grandi come 15°! Solo le migliori antenne TE possono trattare questo fenomeno. Si deve anche aggiungere che il problema è molto più difficile da risolvere nel caso di compensazione elettronica perchè la sensibilità alla scivolata è maggiore di quella di una buona antenna aerodinamica.

Si deve notare che la stabilità dell'aliante sull'asse di beccheggio (trasversale) è molto forte e l'aliante eliminerà decisamente i disturbi sul suo angolo d'incidenza. La stabilità sull'asse d'imbardata (verticale), tuttavia, è in confronto molto bassa; quindi i disturbi incideranno più a lungo ed affiggeranno di più l'aliante.

Un semplice metodo di prova è mantenere una scivolata (in quota) di 30° per 3 secondi. Impiegate il filo di lana come indicatore. Raddrizzare la scivolata senza fretta usando piede e barra, mantenendo l'assetto il più possibile. Il variometro dovrà passare da un valore di discesa piuttosto forte al rateo di discesa dato dalla polare in modo costante senza salti. Non dovrà mai indicare un valore di discesa inferiore a quello dato dalla polare.

La cosa importante è solo la dolce transizione, non il valore assoluto indicato durante la scivolata. Solamente alla fine il variometro dovrà indicare un valore pari a quello della polare.

INFLUENZA DELL'ANGOLO D'INCIDENZA

La stabilità longitudinale è molto forte, e quindi l'angolo d'incidenza rimane costante entro limiti ragionevoli (nel campo delle velocità d'impiego $\pm 5^\circ$). La variazione dell'angolo d'incidenza dovuto a turbolenza o manovre di volo intenzionali è solo un piccolo problema eccetto quando si utilizza una fonte scarsa di pressione statica nel caso di sistemi di compensazione a membrana, o compensazione elettronica. Sfortunatamente ci sono, nel migliore dei casi, solo fonti scarse di pressione statica.

Quando si usa una buona antenna TE non ci sono normalmente problemi riferiti all'angolo d'incidenza, se l'antenna è installata con il giusto angolo rispetto all'asse longitudinale dell'aliante, ed in una corretta posizione. Le antenne TE trovano la loro migliore locazione sulla parte alta della deriva parallele al cono posteriore della fusoliera.

INFLUENZA DELL'ELEVATORE

I movimenti sul comando dell'assetto possono influenzare il variometro nel caso che l'antenna sia installata davanti all'elevatore. Da notare che questo effetto si evidenzia solo durante od appena dopo che l'elevatore viene mosso.



Il perchè il variometro viene influenzato dal movimento dell'elevatore è dovuto dal fatto che l'antenna percepisce una variazione nel vento relativo. Se l'antenna è molto sensibile alle variazioni di angolo d'incidenza come nelle vecchie sonde a venturi, allora muovendo l'elevatore si causerà una variazione di pressione rilevata dal variometro attraverso la sonda.

Il campo di pressione di fronte al piano di coda orizzontale è piuttosto esteso. Le locali pressioni statica e dinamica varieranno con il movimento dell'equilibratore. Anche la posizione del baricentro, la velocità all'aria, ed il fattore di carico influenzano il campo di pressione davanti al piano di coda orizzontale. Da notare che queste interferenze si evidenziano solo quando si muove l'equilibratore o appena dopo. Se l'antenna è troppo corta, queste variazioni di pressione locali faranno muovere la lancetta del variometro come l'elevatore si muove.

Si può provare l'interferenza dell'elevatore sul variometro, visibile dalle reazioni piuttosto forti in entrambe le direzioni, quando si cabra o si picchia con una dolce sequenza a velocità moderate. Quando invece si cabra e si picchia con una sequenza rapida, il variometro può deviare verso il basso ma non verso l'alto sopra la linea dello zero.

Il rimedio a questi problemi è quello di installare l'antenna ancora più avanti del piano di coda orizzontale, cioè installare un'antenna più lunga che è meno sensibile agli angoli d'incidenza. La presa di pressione dell'antenna dovrà essere il più vicino possibile al piano di simmetria del piano orizzontale di coda. Più piccolo è lo scostamento verticale, minore sono gli effetti dell'elevatore. Una distanza verticale maggiore della metà della profondità del piano di coda orizzontale è pessima!

ANTENNE TE IN FUSOLIERA

La fusoliera crea un campo di pressione molto forte intorno a se, che disturba seriamente qualsiasi antenna di compensazione nelle sue vicinanze. Questo avviene anche in volo rettilineo accurato senza alcuna scivolata. Le condizioni diventano ancora peggiori in scivolata o in volo accelerato. Una stima dell'errore creato è abbastanza difficile perché il comportamento del flusso d'aria attorno alla fusoliera è molto complesso e naturalmente è diverso per ogni tipo di aliante. Alcune attenzioni generali:

Evitare la zona vicino alle ali. Più lontano è, meglio è.

La presa di pressione dell'antenna dovrà essere il più distante possibile dalla fusoliera. Come regola empirica generale, una distanza pari ad almeno un diametro di fusoliera nel punto dell'installazione.

Evitare la zona tra l'ala e la linea di congiunzione al bordo d'uscita del piano di coda orizzontale (nel caso di un impennaggio a T). a bassa velocità, questa zona è molto turbolenta ed influenzerà fortemente l'antenna.

Come si può vedere rimane molto poco spazio per installare in modo consono un antenna TE in fusoliera. Al contrario, la posizione in deriva davanti al piano di coda orizzontale è relativamente senza problemi.

ULTERIORI FATTORI DI DISTURBO

L'influenza dei fattori di carico e della turbolenza sull'esatto rateo di discesa dell'aliante è qualcosa su cui non si può fare niente. Si deve imparare a convivere.

Le altre influenze provengono dall'impianto completo di misurazione vero e proprio: errori che potrebbero venire eliminati da un impianto più affidabile, sebbene più complesso. Si può sicuramente affermare che gli errori più seri possono attribuirsi alla misurazione delle pressioni e quindi sono dovuti ai fenomeni aerodinamici indotti dall'aliante stesso ed alle connessioni

Molti di questi errori pneumatici di misurazione sono molto difficili da eliminare perché dipendono da svariati fattori nel medesimo tempo. Fortunatamente danno generalmente problemi più deboli sulla compensazione TE e possono solo venire notati con un impianto molto accurato.



INTERFERENZE RECIPROCHE TRA VARIOMETRI

Se viene collegato più di un variometro alla medesima antenna TE od alla medesima presa statica, si dovranno prendere alcune precauzioni perché i variometri possono interagire l'uno con l'altro. Questo diventa particolarmente vero quando vengono impiegati termos grandi chiamati anche "filtri per raffica". Nei casi peggiori si può avere un indicazione iniziale inversa del variometro! Generalmente si collegano due variometri alla stessa antenna TE ed il collegamento deve venir fatto il più lontano possibile. Il posizionare un raccordo a "T" sulla linea dell'antenna sotto il sedile del pilota e far correre le due tubazioni separatamente ai due variometri può risolvere bene il problema.

Quando si usano più variometri eseguire la prova in volo con solo un variometro collegato. Se la risposta è corretta, collega anche il secondo variometro e ripetere la prova in volo. Se la risposta del primo variometro viene alterata, correggere le tubazioni!

I variometri ILEC normalmente non disturbano gli altri variometri per via che impiegano termos piccoli (0,45 litri di capacità). Tuttavia il variometro ILEC può venire influenzato da altri strumenti.

QUALITA' DELLA COMPENSAZIONE - SOMMARIO

1. Non esistono compensazioni perfette.
2. Se i ratei di discesa medi rimangono entro $\pm 0,2$ m/sec. (vedere i punti 3 e 5 della prova in volo descritta sopra) rispetto ai valori di discesa della polare nel campo di velocità fino a 185 km/h, e se non ci sono eccessive indicazioni durante variazioni di assetto e scivolate, si può qualificare la compensazione come eccellente. Con questo sistema, si può facilmente vedere una termica di 1 m/sec anche con una richiamata fino a 45° , e quando si termica si avranno minime indicazioni estranee sui variometri.

Se i ratei di discesa medi rimangono entro $\pm 0,5$ m/sec., la compensazione si può ritenere buona.

MIGLIORAMENTO DI UN IMPIANTO ESISTENTE

Contrariamente a quanto si pensa diffusamente, una compensazione scadente non può venire migliorata aggiungendo degli smorzatori (capillari ed ecc.). In questo modo, generalmente, si converte una compensazione scadente in una ancora peggiore.

Più sensibile è il variometro più chiaramente gli errori di compensazioni saranno visibili. Mentre alcuni produttori di variometri promettono strumenti più sensibili, in pratica tutto questo si dimostra contro produttivo.

Per prima cosa gli errori devono venire corretti alla fonte. Questo significa l'antenna e la sua installazione. Con la compensazione elettronica TE, l'impianto della statica deve essere completamente libero da errori, che come visto sopra è molto difficile.

Perdite, tubazioni troppo flessibili o schiacciate sono i casi più frequenti di scarsa compensazione quando si impiega un antenna TE di buona qualità.

Perdite e/o trafiletti, tubazioni pizzicate possono avere conseguenze disastrose.

L'antenna deve essere installata correttamente. Non installare l'antenna vicino alle ali, perché ogni cosa, entro la lunghezza di una corda alare dall'ala, verrà influenzata dalle variazioni di assetto. L'asse dell'antenna dovrà venire allineato con il flusso relativo corrispondente alla velocità di Eff. Max.

Se l'impianto che impiega un antenna TE lavora non correttamente, ma è esente da perdita, isolato da altri variometri, e con l'antenna montata correttamente, allora il problema sta nell'antenna stessa. Noi abbiamo visto diversi tentativi nel costruire un antenna TE, ed anche molte antenne TE che sono state "aggiustate". Per buoni risultati, impiegare sempre antenne di buona qualità!

