




# Variazione Assetti



“ Caleppo “ ( parola romanesca che indica propriamente i *rotolini* o *bigliettini* utilizzati a scuola, ove annotarsi appunti, formule od altri dati da utilizzare di nascosto nei compiti in classe ).

Utilizzando quello da me preparato, è possibile ricavare tutte le informazioni che possono risultare utili durante i “ *livellamenti* “ e le “ *entrate in salita o discesa* “.

Dando per scontato che tutti i lettori conoscano l’argomento, per chi volesse approfondire, più avanti troverà alcune considerazioni più tecniche.

Come esempio: immaginiamo di essere in salita con un assetto indicato dall’orizzonte artificiale  di 12°.

Sapendo che il nostro velivolo, che mantiene TAS 180Kts , avrà un Assetto in volo livellato di 3°, ricaveremo - con una semplice sottrazione - che il nostro attuale Gradiente è di 9°; a cui corrisponde un Rateo di salita di 2887,081 ft/min ( ricavabile dal variometro  ).

Avendo il valore del Gradiente ( 9° ) conosciamo anche la *variazione di Assetto* necessaria ad ottenere il livellamento ( con conferma del Variometro a Zero  e Altimetro  fermo al valore del Livello di Volo, o dell’Altitudine, che intendiamo mantenere ).

Le cose si complicano se non conosciamo altri paramentri, ad esempio il valore dell’assetto livellati. In tal caso ci viene in aiuto il caleppo; esso è struttuato in maniera che: inserendo i dati in nostro possesso, verremo a conoscere tutti i dati mancanti, indicati nella **prima colonna** o eventualmente **nella seconda o nella terza**.

In alcune di esse possono apparire le scritte: #DIV/0! oppure FALSO, non vi preoccupate, esse appaiono se mancano dei dati nelle caselle gialle, poiché vi sono diversi metodi ( formule ) per trovare i dati mancanti.

## Caso 1

- **Siamo livellati, desideriamo salire** mantenendo un determinato Rateo; ci può essere utile conoscere quale assetto impostare per ottenere il parametro desiderato.

- Col primo sistema mnemonico, possedendo la TAS NM/min e il Rateo ft/min che dobbiamo sviluppare, troveremo il Gradiente° che manterremo ( almeno inizialmente ).

$$\text{Gradient}^\circ = \text{Rate ft/min} / 100 / \text{TAS NM/min}$$

- Poichè conosciamo l’assetto di partenza con cui mantenevamo livellato l’aereo, se aggiungiamo ad esso il Gradiente, otterremo il **Pitch per ottenere la salita** con tali performance.

$$\text{Climb Pitch} = \text{Level-off Pitch} + \text{Gradient}^\circ$$

## Caso 2

- **Siamo livellati, desideriamo scendere** mantenendo un determinato Rateo; ci può essere utile conoscere quale assetto impostare per ottenere il parametro desiderato.

- Col primo sistema mnemonico, possedendo la TAS NM/min e il Rateo ft/min che dobbiamo sviluppare, troveremo il Gradiente° che manterremo ( almeno inizialmente ).

$$\text{Gradient}^\circ = \text{Rate ft/min} / 100 / \text{TAS NM/min}$$

- Poichè conosciamo l'assetto di partenza con cui mantenevamo livellato l'aereo, se sottraiamo ad esso il Gradiente, otterremo il **Pitch per ottenere la discesa** con tali performance.

$$\text{Descent Pitch} = \text{Level-off Pitch} - \text{Gradient}^\circ$$

### Caso 3

- **Stiamo salendo**, avvicinando l'Altitudine o il FL a cui **dobbiamo livellarci**, ci può essere utile conoscere la variazione di assetto con la quale ottenere il livellamento.

- Col primo sistema mnemonico otteniamo il **gradiente di salita** attuale corrispondente alla variazione di Pitch per ottenere il livellamento

$$\text{Gradient}^\circ = \text{Rate ft/min} / 100 / \text{TAS NM/min}$$

- Se all'Assetto che stiamo mantenendo in salita - che è variato rispetto a quello di inizio manovra; dovuto alla diversa Altitudine ( = diversi parametri quali densità, temperatura, efficienza dei motori, ecc ), sottraiamo il Gradiente° trovato con la formula, **otteniamo il valore di assetto** con cui manterremo livellato il velivolo.

$$\text{Level-off Pitch} = \text{Climb Pitch} - \text{Gradient}^\circ$$

### Caso 4

- **Stiamo scendendo**, avvicinando l'Altitudine o il FL a cui **dobbiamo livellarci**, ci può essere utile conoscere la variazione di assetto con la quale ottenere il livellamento.

- Col primo sistema mnemonico otteniamo il **gradiente di discesa** attuale corrispondente alla variazione di Pitch per ottenere il livellamento

$$\text{Gradient}^\circ = \text{Rate ft/min} / 100 / \text{TAS NM/min}$$

- Se all'Assetto che stiamo mantenendo in discesa - che è variato rispetto a quello di inizio manovra; dovuto alla diversa Altitudine ( = diversi parametri quali densità, temperatura, efficienza dei motori, ecc ), aggiungiamo il Gradiente° trovato con la formula, **otteniamo il valore di assetto** con cui manterremo livellato il velivolo.

$$\text{Level-off Pitch} = \text{Descent Pitch} + \text{Gradient}^\circ$$

Un primo esempio:

CALEPPO		valori reali	CLIMB	Risultati		
				1	2	3
		True Air Speed Kts =	180	180	#DIV/0!	
® Gianni Guiducci		Speed NM/min =		3,00	#DIV/0!	
		Rateo ft/min =	2887,081	2887,08		
		Φ Angolo assetto livellati ° =		3,00		
		ψ - Gradiente in gradi = Variazione assetto =		9,00	#DIV/0!	9,00
		β - Angolo di Assetto indicato ° =	12	12,00		

In ogni caso verremo a conoscenza di tutti i risultati ricercati, che potranno apparire in una o più colonne ( seguono altri esempi ):

CALEPPO	valori reali	CLIMB	Risultati		
			1	2	3
© Gianni Guiducci	True Air Speed Kts =	180	180	#DIV/0!	
	Speed NM/min =		3,00	#DIV/0!	
	Rateo ft/min =	2887,081	2887,08		
	$\Phi$ Angolo assetto livellati $^{\circ}$ =	3	3,00		
	$\psi$ - Gradiente in gradi = Variazione assetto =		9,00	#DIV/0!	9,00
	$\beta$ - Angolo di Assetto indicato $^{\circ}$ =		12,00		

CALEPPO	valori reali	CLIMB	Risultati		
			1	2	3
© Gianni Guiducci	True Air Speed Kts =	180	180	#DIV/0!	0
	Speed NM/min =		3,00	#DIV/0!	3,00
	Rateo ft/min =		0,00	2887,08	
	$\Phi$ Angolo assetto livellati $^{\circ}$ =	3	3,00		
	$\psi$ - Gradiente in gradi = Variazione assetto =		0,00	#DIV/0!	9,00
	$\beta$ - Angolo di Assetto indicato $^{\circ}$ =	12	12,00		

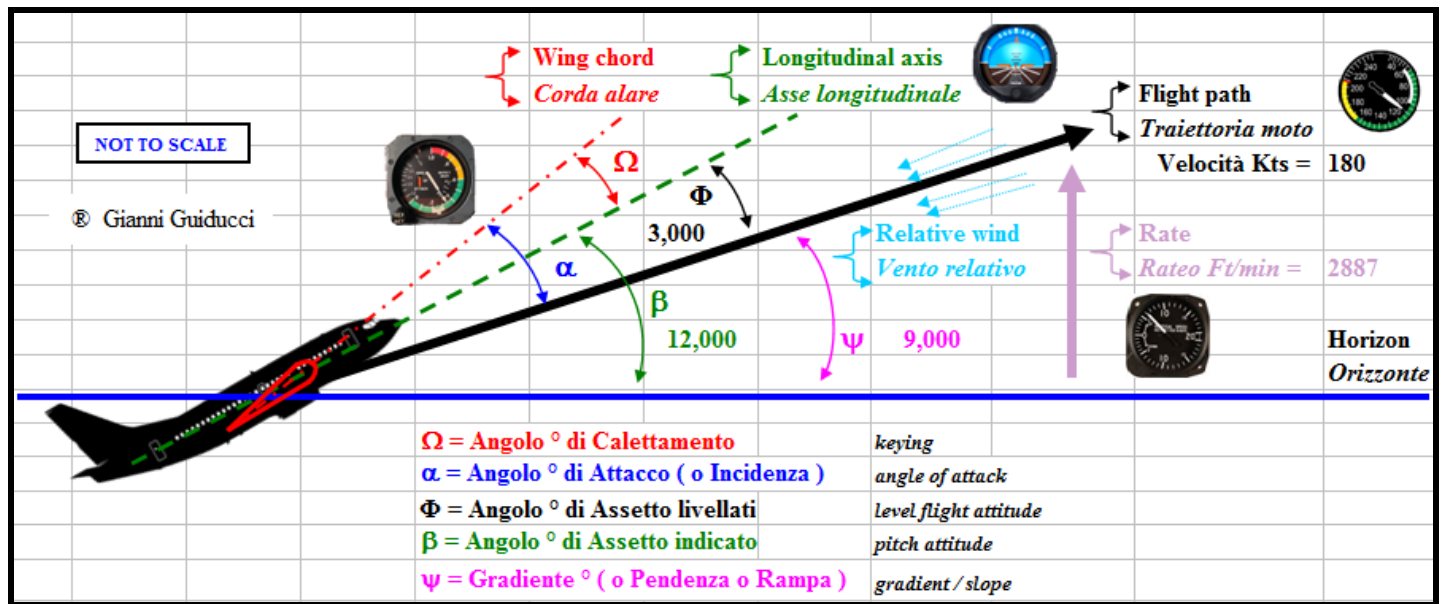
CALEPPO	valori reali	CLIMB	Risultati		
			1	2	3
© Gianni Guiducci	True Air Speed Kts =		0	#DIV/0!	180
	Speed NM/min =		0,00	#DIV/0!	3,00
	Rateo ft/min =	2887,081	2887,08		
	$\Phi$ Angolo assetto livellati $^{\circ}$ =	3	3,00		
	$\psi$ - Gradiente in gradi = Variazione assetto =		#DIV/0!	#DIV/0!	9,00
	$\beta$ - Angolo di Assetto indicato $^{\circ}$ =	12	12,00		

CALEPPO	valori reali	CLIMB	Risultati		
			1	2	3
© Gianni Guiducci	True Air Speed Kts =		180	#DIV/0!	180
	Speed NM/min =	3	3,00	#DIV/0!	
	Rateo ft/min =	2887,081	2887,08		
	$\Phi$ Angolo assetto livellati $^{\circ}$ =	3	3,00		
	$\psi$ - Gradiente in gradi = Variazione assetto =		#DIV/0!	9,00	9,00
	$\beta$ - Angolo di Assetto indicato $^{\circ}$ =	12	12,00		

CALEPPO	valori reali	CLIMB	Risultati		
			1	2	3
© Gianni Guiducci	True Air Speed Kts =		0	180	180
	Speed NM/min =		0,00	3,00	
	Rateo ft/min =	2887,081	2887,08		
	$\Phi$ Angolo assetto livellati $^{\circ}$ =	3	3,00		
	$\psi$ - Gradiente in gradi = Variazione assetto =	9	9,00	#DIV/0!	9,00
	$\beta$ - Angolo di Assetto indicato $^{\circ}$ =	12	12,00		

# UN MINIMO DI TEORIA

Nella raffigurazione grafica, sono rappresentati tutti i parametri.



- L'angolo  $\Omega$  (omega), tra la **Corda Alare Media** ( wing chord ) e l'**Asse Longitudinale** della fusoliera ( longitudinal axis ), **corrisponde al Calettamento dell'ala** ( keying ).

- L'angolo  $\alpha$  (alfa), tra la **Corda alare media** e la **Traiettoria del moto** ( o **vento relativo** ), **corrisponde all'angolo di Attacco** ( o **Incidenza** ) ( angle of attack, AoA ); ricavabile dallo strumento apposito indicante:

- la percentuale rispetto allo stallo;



- in quale area ci troviamo ( con colori );



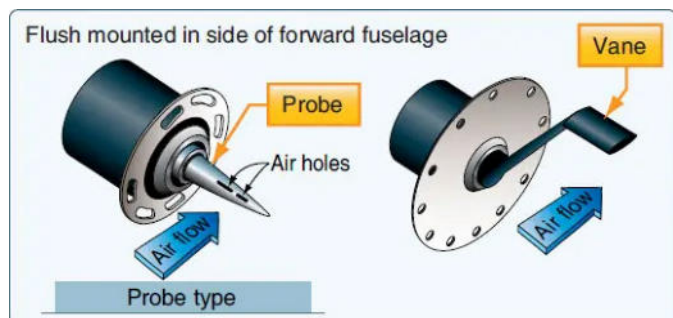
- una semplice segnaletica colorata che avvisa se siamo: giusti, troppo o poco - cabrati.



Queste ultime semplici indicazioni permettono il mantenimento dell'assetto corrispondente alla  $V_{ref}$  di avvicinamento ( es. 1,30 della velocità di stallo ).

Tutte le apparecchiature tengono conto della configurazione attuale della macchina ( clean - slat - dle - flap - "Clean,1,2,3,LAND" - "Up, TO, App, Land" - "0°, 2°, 5°, 10°, 15°, 20°, 30°, 40°" - ecc ).

Gli strumenti visualizzati acquisiscono il **vento relativo** da sensori esterni:



- L'angolo  $\Phi$  (phi), tra l'Asse **longitudinale** e la **Traiettoria del moto** ( flight path ) **corrisponde anche all'Angolo di assetto livellati** ( level flight attitude  $\Phi = \beta$  ) perché in questo caso la Traiettoria del moto corrisponde all'Orizzonte (ricavabile dall'orizzonte artificiale



- L'angolo  $\beta$  (beta), tra l'Asse **longitudinale** e l'**Orizzonte** ( horizon ), prende il nome di **Assetto indicato** ( pitch attitude ) ed è quantificabile dall'indicazione dell'orizzonte artificiale



- La **Traiettoria del moto** è **indicata virtualmente dalla velocità TAS** ricavabile dall'anemometro



- L'angolo  $\psi$  (psi), **rappresenta il Gradiente** ( Pendenza, Rampa ) ( gradient, slope ) tra la **Traiettoria del moto** e l'**Orizzonte**; rappresentato in gradi, o con altre unità: %, 1:X, m/Km, ecc. ed è **contemporaneamente il Rateo di Salita o Discesa**, rappresentato in ft/min ( o m/sec )

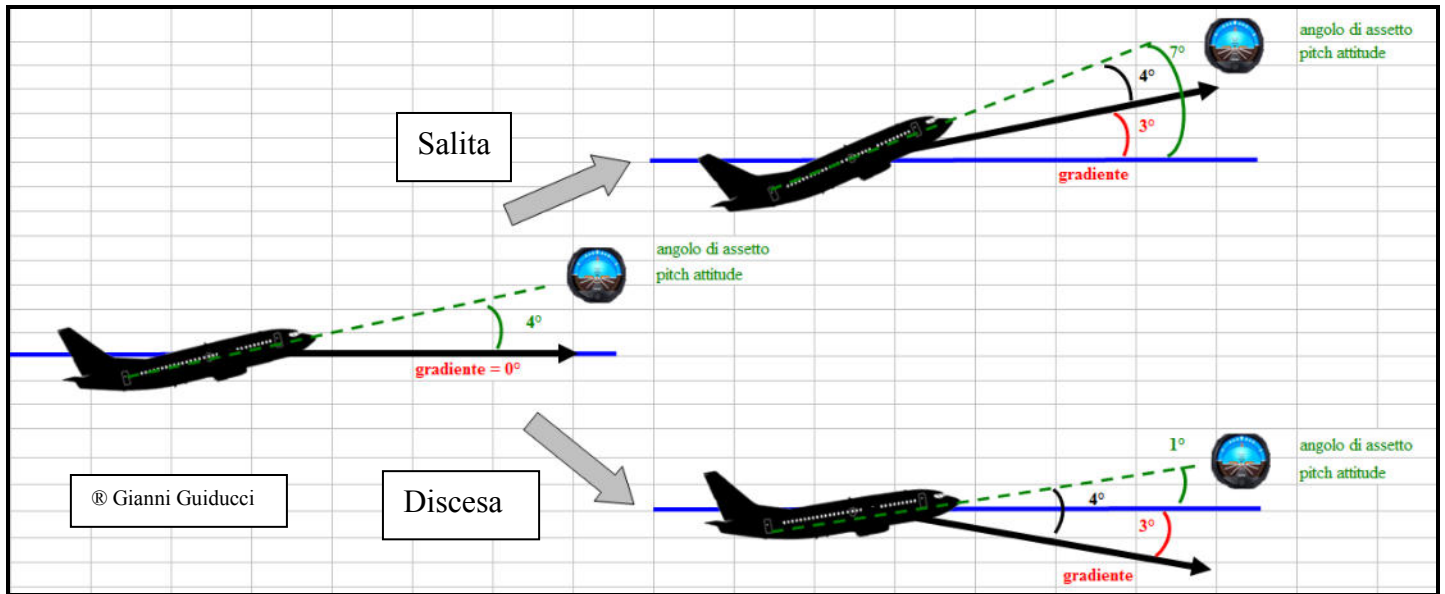
dal Variometro





# SALITA O DISCESA

Va considerato che: in **salita** l'Angolo di assetto è la **somma** tra l'Assetto livellato e il **Gradiente**; mentre in **discesa** è la **differenza** tra l'Assetto livellato e il **Gradiente**.



Ecco perché va utilizzato, di volta in volta, il caleppo riguardante o la Salita o la Discesa.

# ENTRATA IN SALITA O DISCESA

L'entrata - in salita o discesa - richiede, oltre ad una variazione di spinta o potenza, una variazione di assetto.

In alcuni casi ci è richiesto di ottenere un certo *gradiente* oppure un determinato *rateo*.

Impostati i dati di cui siamo in possesso, il caleppo ci permette di conoscere gli altri parametri. Se ad esempio: per necessità dell'ATC, o della manovra, è necessario ottenere un gradiente in salita pari a 5°, inserendo il gradiente, la TAS 140Kts e l'assetto livellato iniziale 2°, il caleppo vi fornirà il rateo che svilupperemo: 1240 ft/min e l'assetto indicato per mantenere i parametri di salita: 7°

CALEPPO	valori reali	CLIMB	Risultati	
			1	2
© Gianni Guiducci	True Air Speed Kts =	140	140	0
	Speed NM/min =		2,3333333	0
	Rateo ft/min =		1240,377	
	$\Phi$ Angolo assetto livellati ° =	2	2	
	$\psi$ - Gradiente in gradi = Variazione assetto =	5	5	#DIV/0!
$\beta$ - Angolo di Assetto indicato ° =			7	

Ulteriore esempio: desideriamo **salire** con un rateo di 2500ft/min, con TAS 380Kts, partendo da un assetto livellati di 4°; il caleppo ci fornirà l'assetto da impostare:

CALEPPO	valori reali	CLIMB	Risultati	
			1	2
© Gianni Guiducci	True Air Speed Kts =	380	380	#DIV/0!
	Speed NM/min =		6,3333333	#DIV/0!
	Rateo ft/min =	2500	2500	
	Φ Angolo assetto livellati ° =	4	4	
	ψ - Gradiente in gradi = Variazione assetto =		3,7170234	#DIV/0!
	β - Angolo di Assetto indicato ° =		7,7170234	

Variazione assetto e gradiente = 3,7°;

Assetto indicato in salita = 7,7°.

Altro esempio: desideriamo **scendere** con un rateo di 2500ft/min, con TAS 380Kts, partendo da un assetto livellati di 4°, il caleppo ci fornirà l'assetto da impostare:

CALEPPO	valori reali	DESCENT	Risultati		
			1	2	3
© Gianni Guiducci	True Air Speed Kts =	380	380	#DIV/0!	380
	Speed NM/min =		6,33	#DIV/0!	6,33
	Rateo ft/min =	2500	2500,00	2500,00	
	Φ Angolo assetto livellati ° =	4	4,00		
	ψ - Gradiente in gradi = Variazione assetto =		3,72	#DIV/0!	3,72
	β - Angolo di Assetto indicato ° =		0,28		

Variazione assetto e gradiente = 3,72°;

Assetto indicato in discesa = 0,28°.

## ACCELERAZIONI

E' necessario tener conto che la manovra di cambiamento dell'assetto deve essere effettuata considerando l'accelerazione testa <> piedi, che è in funzione della velocità di rotazione con cui variamo il pitch.

Mentre nell'entrata in salita corrisponde una accelerazione positiva ( testa > piedi ) più naturale ed accettabile da parte dei passeggeri; nell'entrata in discesa l'accelerazione è negativa ( piedi > testa ), meno naturale e meno confortevole per i passeggeri.

Sarebbe buona norma utilizzare un rateo di 3°/sec ( pari, ad esempio, alla velocità di rotazione al decollo ).

# LIVELLAMENTO

Anche durante i livellamenti ( da salita o discesa ) è buona norma variare il pitch al rateo di 3°/sec, evitando accelerazioni sgradevoli.

## ANTICIPO

Affinchè la manovra di livellamento eviti di non raggiungere o oltrepassare la quota desiderata, alcuni utilizzano la regoletta:

**Anticipo livellamento = 5% del Rateo.**

Se ad esempio: stiamo salendo con un rateo di 3000 ft/min ed intendiamo livellarci a FL 250:

Rateo ft/min \* 5 / 100 = anticipo ft

Rateo ft/min / 100 \* 5 = anticipo ft

Rateo ft/min / 10 / 2 = anticipo ft

3000 \* 5 = 15000 / 100 = 150 ft

25000 - 150 = 24850 ft

3000 / 100 = 30 \* 5 = 150 ft

25000 - 150 = 24850 ft

3000 / 10 = 300 / 2 = 150 ft

25000 - 150 = 24850 ft

Nel momento in cui l'altimetro indica 24850, inizieremo la manovra di livellamento variando il pitch a 3°/sec di rateo.

A quote relativamente basse, la risposta dell'aereo è più *scattante*; mentre ad alti livelli di volo, la risposta ai comandi - e le prestazioni - risultano meno brillanti.

-----

I Caleppi ( gratis e funzionanti con excel o altra app simile ) sono a disposizione nell'area DOWNLOAD; per poter accedere a tale area, è necessario che siate iscritti al sito ( che fornisce anche la possibilità di venire informati della pubblicazione di nuovi scritti ) e che possediate la PassWord, essa sarà fornita al completamento dell'iscrizione via mail.

Mi auguro che tale studio possa esservi utile.

Gianni Guiducci