

versione	del
01	20/03/2013
02	25/03/2013
03	14/05/2013

MOTI RELATIVI



IBN EDITORE

www.ibneditore.it

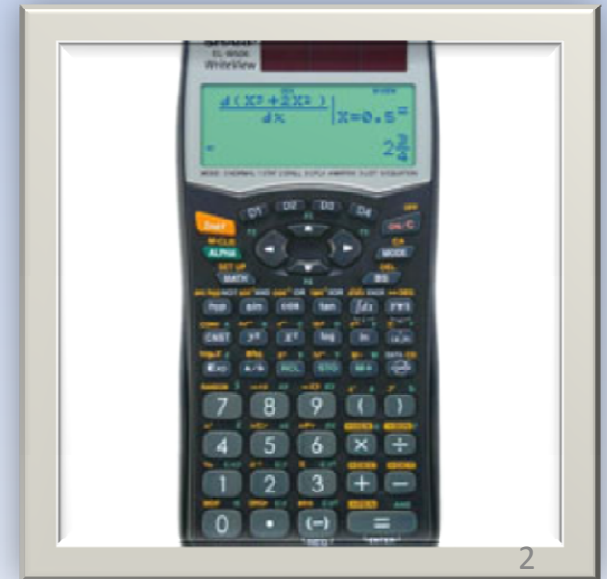
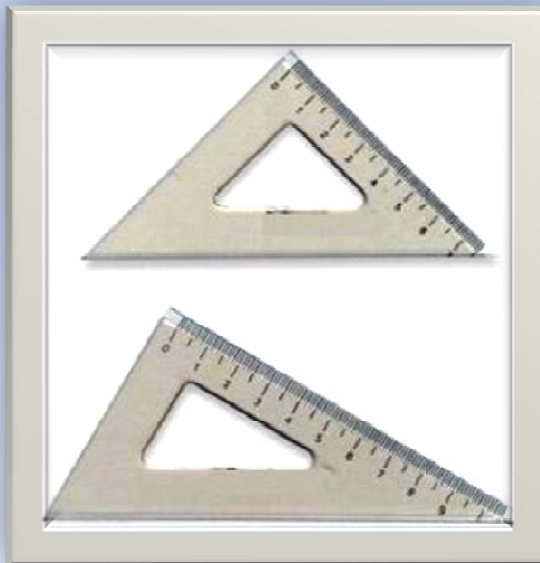
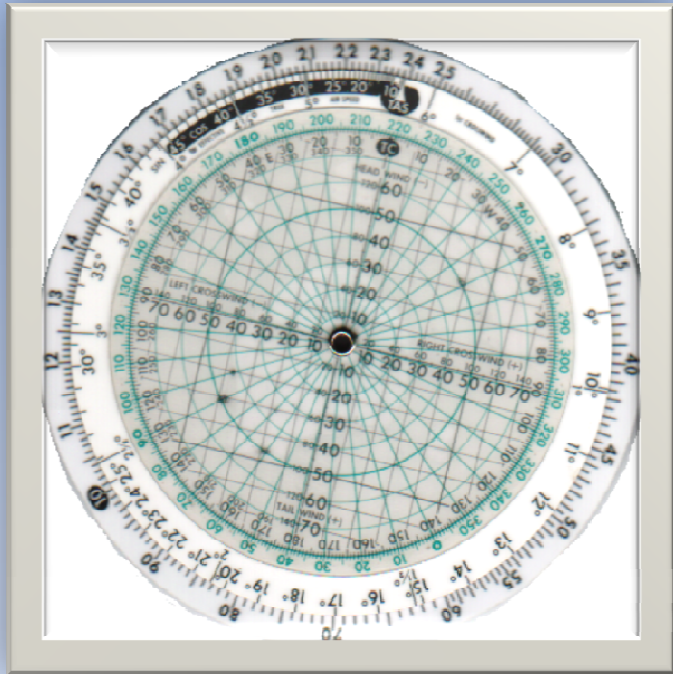
prof. Francesco Iaccarino

iaccarinofr@gmail.com

www.itismarconipadova.it

Per eventuali suggerimenti o correzioni rivolgersi all'autore

MOTI RELATIVI



INDICE

1. MOTI RELATIVI
2. TEOREMA DI TALETE
3. SOMMA VETTORIALE
4. INTERCETTAMENTO
5. PUNTO DI NON RITORNO SULLA STESSA BASE
6. PUNTO DI NON RITORNO SULLA STESSA BASE SU PIU' TRATTE
7. PUNTO DI NON RITORNO SULLA STESSA BASE CON VELOCITA'
E CONSUMO ORARIO VARIATI
8. PUNTO DI NON RITORNO SU BASE ALTERNATA
9. PUNTO DI NON RITORNO SU BASE ALTERNATA CON VELOCITA'
E CONSUMO ORARIO VARIATI
10. ALLONTAMENTO DA UNA BASE MOBILE E RELATIVO RIENTRO
11. PUNTO DI EGUAL TEMPO
12. PET SU PIU' TRATTE
13. VERIFICA DELLE ABILITA'

PREREQUISITI

- PROBLEMI DEL VENTO
- RISOLUZIONE DEI TRIANGOLI RETTANGOLI
- PRINCIPIO DEI MOTI RELATIVI
- TEOREMA DI TALETE
- SOMMA VETTORIALE

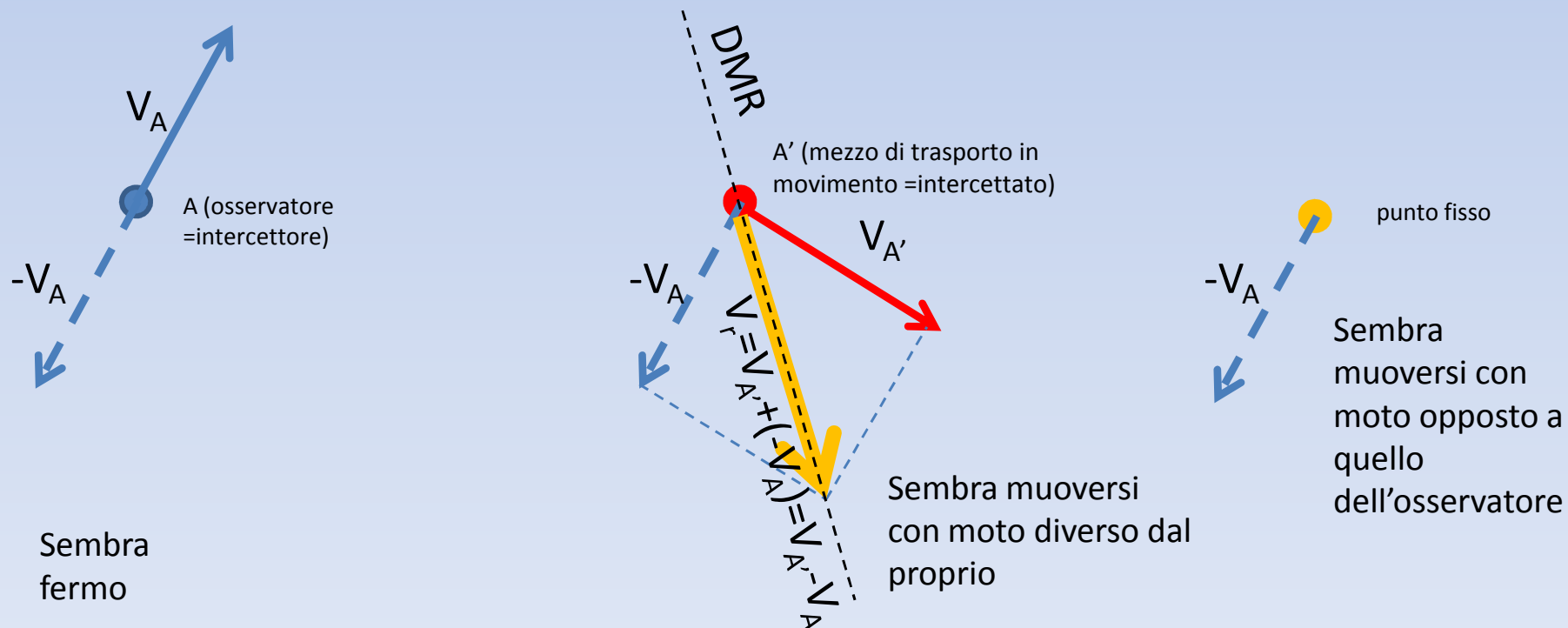
MOTI RELATIVI

Se un osservatore è posto su un mezzo in movimento a velocità costante, si ha che:

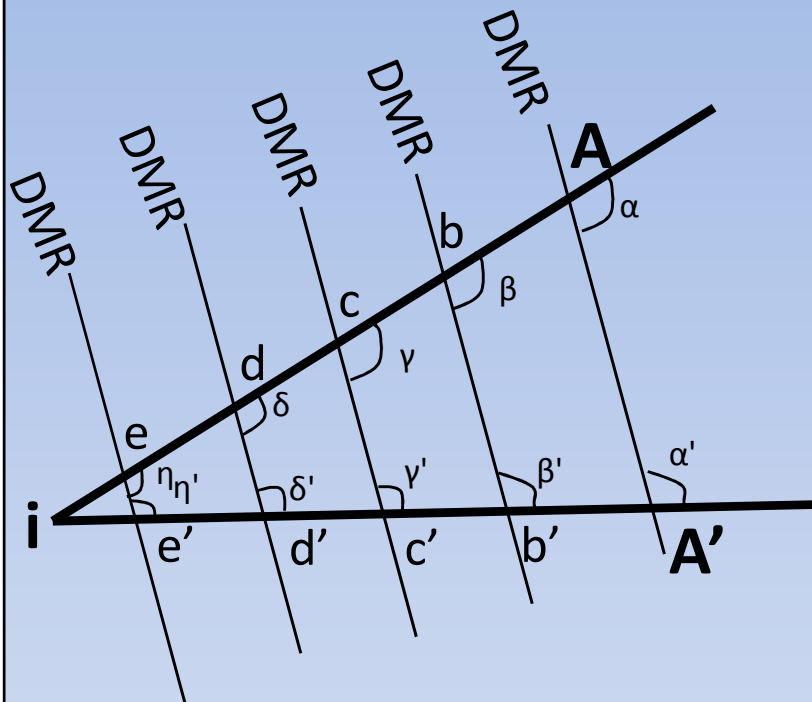
- gli oggetti sembrano animati da un moto uguale ed opposto al nostro se fissi (o fermi);
- da moti differenti dai loro moti reali se in moto;
- l'osservatore ha la sensazione di essere fermo.

Tali considerazioni valgono sia in uno spazio bidimensionale che tridimensionale.

Questa percezione, in fisica, si spiega applicando alla quiete degli oggetti fissi (o fermi) ed ai moti di quelli mobili (compreso quello dell'osservatore), un moto uguale e contrario a quello dell'osservatore.



TEOREMA DI TALETE



Un fascio di rette parallele intersecate da due semirette trasversali:

- origina segmenti proporzionali tra loro sulle due semirette.
- i segmenti di ogni semiretta (determinati dal fascio di rette parallele) formano lo stesso angolo con le infinite rette parallele intersecate

$$\frac{Ab}{A'b'} = \frac{bc}{b'c'} = \frac{cd}{c'd'} = \frac{de}{d'e'} = \frac{ei}{e'i} = \text{cost}$$

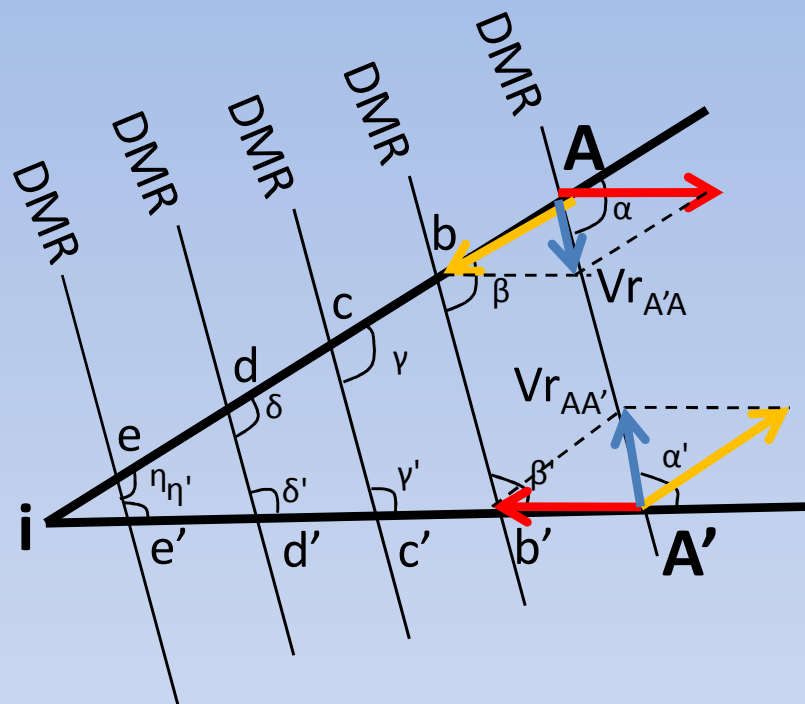
$$\alpha = \beta = \gamma = \delta = \eta$$

$$\alpha' = \beta' = \gamma' = \delta' = \eta'$$

Se in "A" e in "A'" sono presenti due mezzi di trasporto, le congiungenti AA', bb', cc', dd', ee' prendono allora il nome di "linee di rilevamento costante" o "direzioni di moto relativo (DMR)".



TEOREMA DI TALETE E INTERCETTAMENTO



Condizione necessaria affinché avvenga l'intercettamento è che:

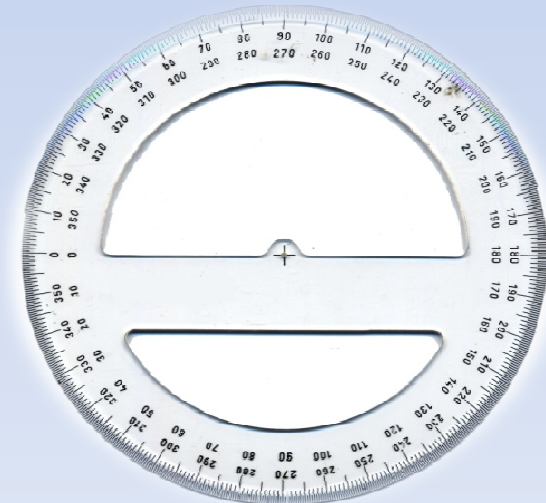
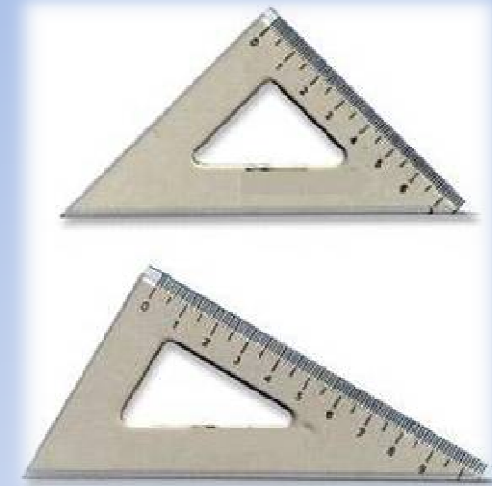
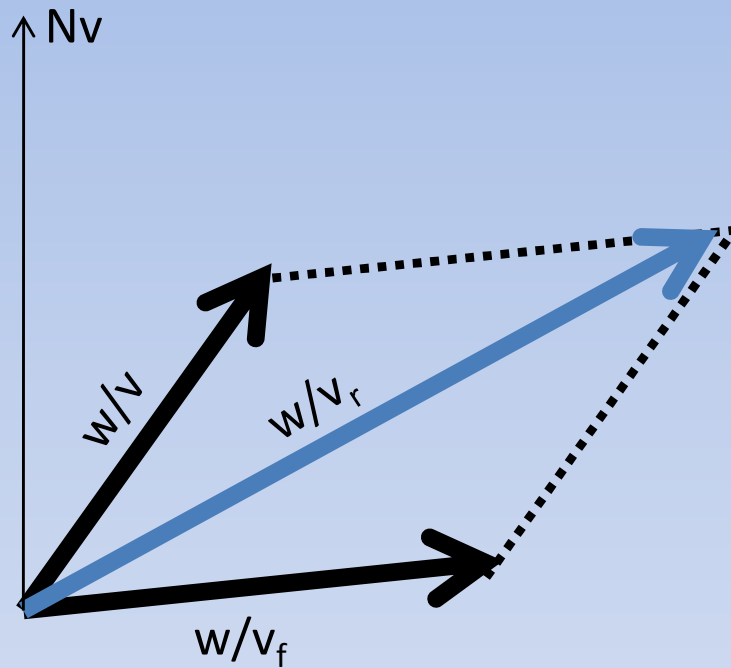
- il velivolo A rilevi il velivolo A' sotto un angolo costante nel tempo ($\alpha = \beta = \gamma = \delta = \eta$);
- il velivolo A' rilevi il velivolo A sotto un angolo costante nel tempo ($\alpha' = \beta' = \gamma' = \delta' = \eta'$);
- (A, b, c, d, e, I) e (A', b', c', d', e', I) rappresentano le posizioni successive occupate dai mezzi di trasporto nello stesso intervallo di tempo;

- i mezzi di trasporto si troveranno nello stesso istante nel punto I (punto di intercettamento);
- i mezzi di trasporto si avvicinano con velocità relative di senso opposto lungo le infinite direttrici di moto relativo.



SOMMA VETTORIALE

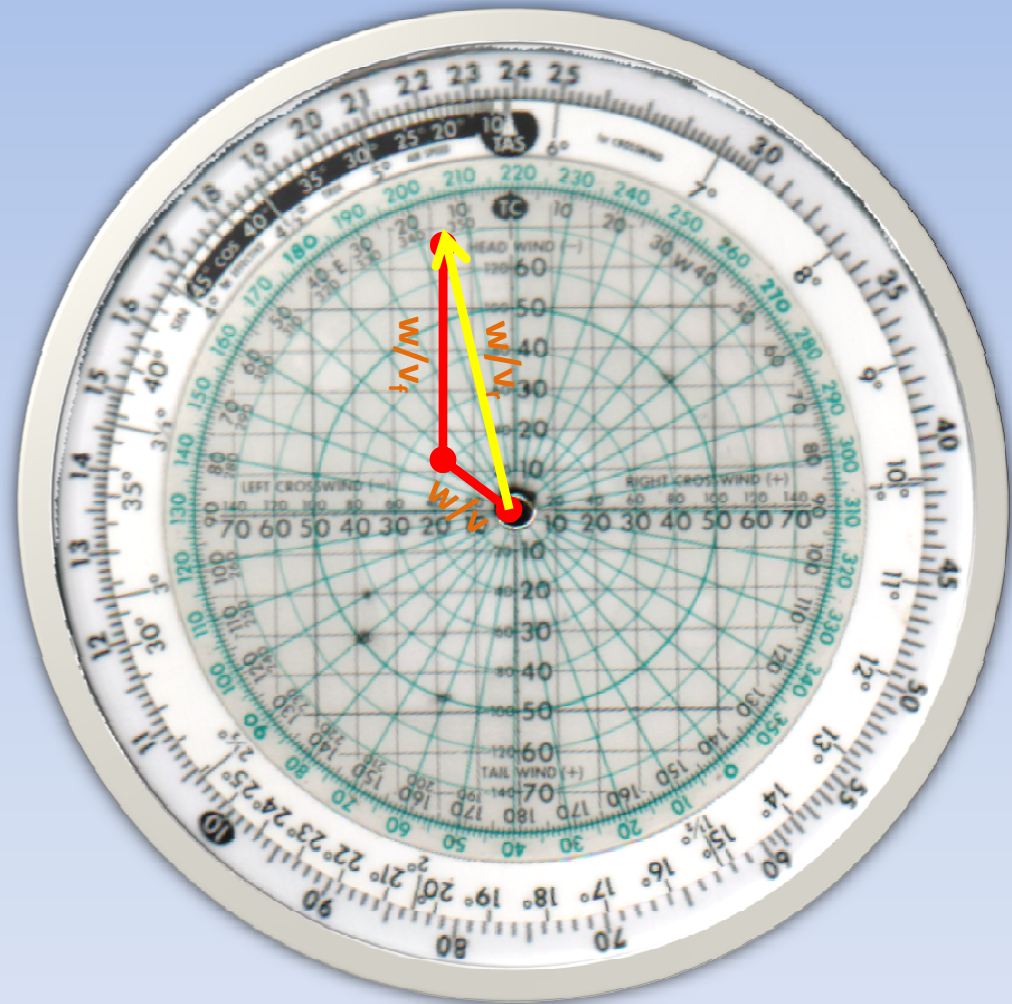
metodo: grafico



SOMMA VETTORIALE

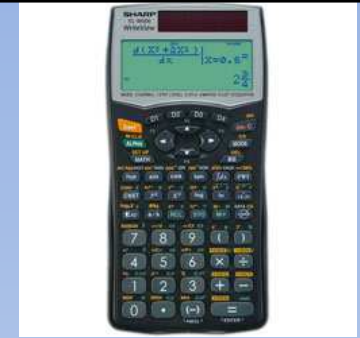
metodo: regolo Jeppesen

- Si utilizza il regolo dal lato del vento;
- Si fissa un punto in corrispondenza del vettore che ha intensità maggiore (es. il vettore W/V) posizionando l'indice di TC in corrispondenza di W ;
- Si ruota il disco centrale in modo che sopra l'indice TC ci sia il valore di W_f ;
- Dal punto precedentemente individuato ci si sposta parallelamente all'asse LC verso l'alto di un valore pari a V_f ;
- Il punto così trovato è la cuspide del vettore somma W/V_r

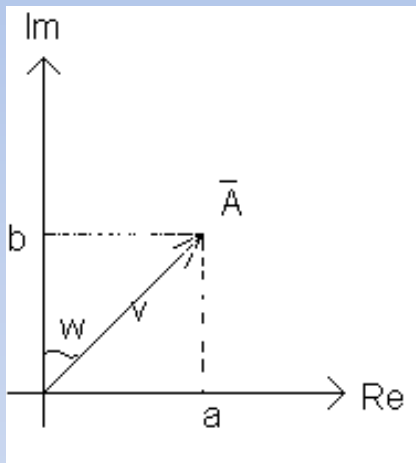


SOMMA VETTORIALE

metodo: analitico



Un vettore \bar{A} è univocamente determinato dall'angolo (argomento) 'w' e dal modulo 'v' oppure dalla coppia di reali 'a', 'b'.



Dalla figura si evince che:

$$\bar{A} = a + j b = v (\sin w + j \cos w)$$

dove:

$$a = v * \sin w$$

$$b = v * \cos w$$

$$v = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$w = \arctg \frac{a}{b}$$

Quindi sommare due vettori vuol dire fare la somma di due numeri complessi:

$$(a_1 + j b_1) + (a_2 + j b_2) = (a_1 + a_2) + j (b_1 + b_2)$$

Si procede nel seguente modo:

$$W/V = W_1/V_1 + W_2/V_2$$

- ricavo parte reale e immaginaria del primo vettore:

$$a_1 = V_1 \sin W_1$$

$$b_1 = V_1 \cos W_1$$

- ricavo parte reale e immaginaria del secondo vettore:

$$a_2 = V_2 \sin W_2$$

$$b_2 = V_2 \cos W_2$$

- sommo le parti reali e immaginarie:

$$a = a_1 + a_2 = V_1 \sin W_1 + V_2 \sin W_2$$

$$b = b_1 + b_2 = V_1 \cos W_1 + V_2 \cos W_2$$

- calcolo il modulo V e l'argomento W del vettore somma:

$$v = \sqrt{a^2 + b^2}$$

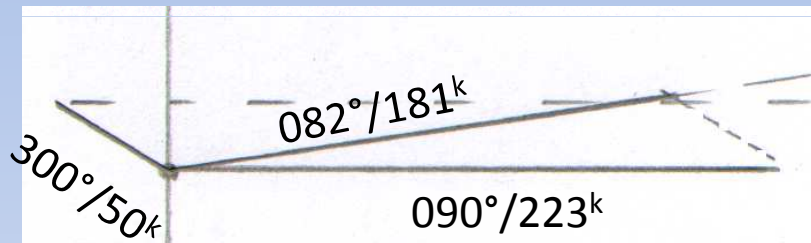
$$w = \arctg \frac{a}{b}$$

$b < 0$		→	$W = W + 180$
$b > 0$	$a > 0$	→	$W = W$
	$a < 0$	→	$W = 360 + W$



SOMMA DI VETTORE: ESEMPIO

$$W/V_r = W/V + W/V_f = 300^\circ/50^k + 090^\circ/223^k$$

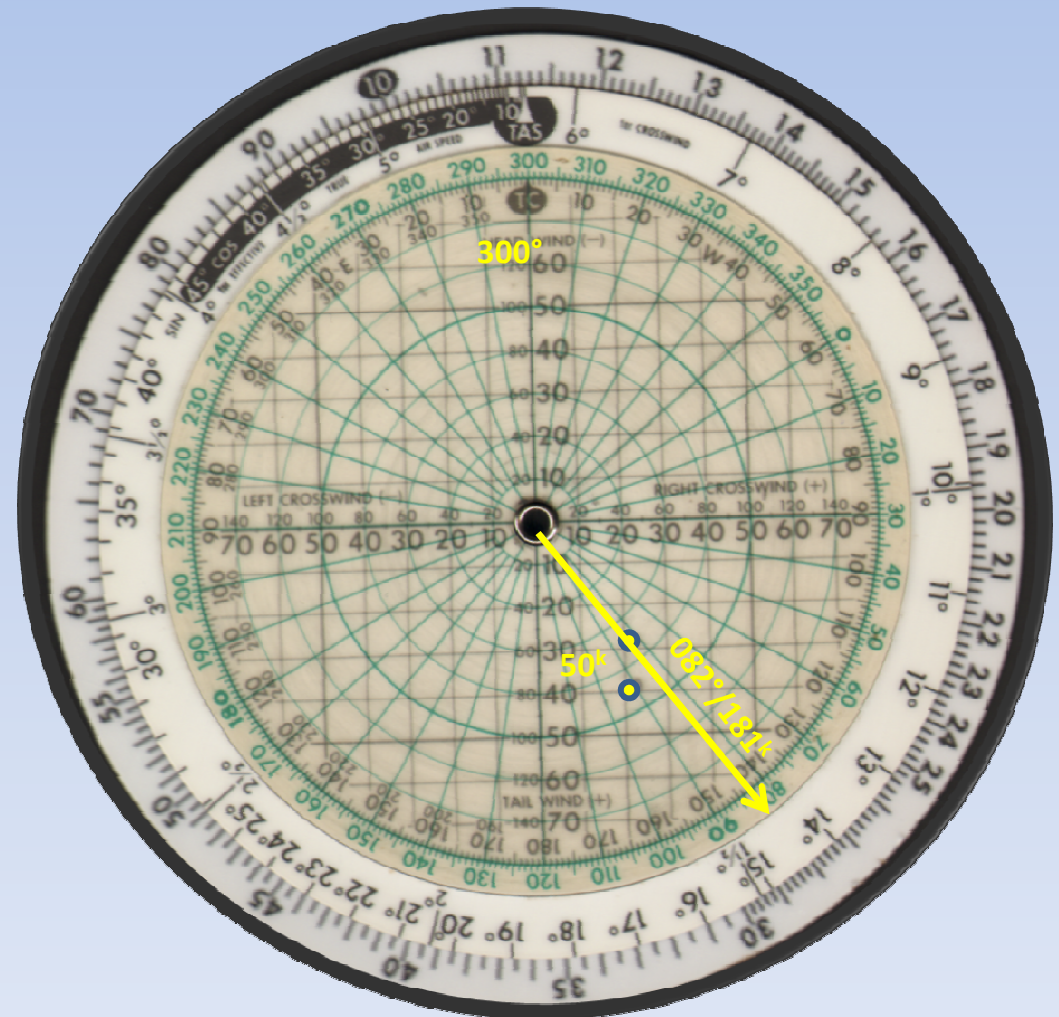
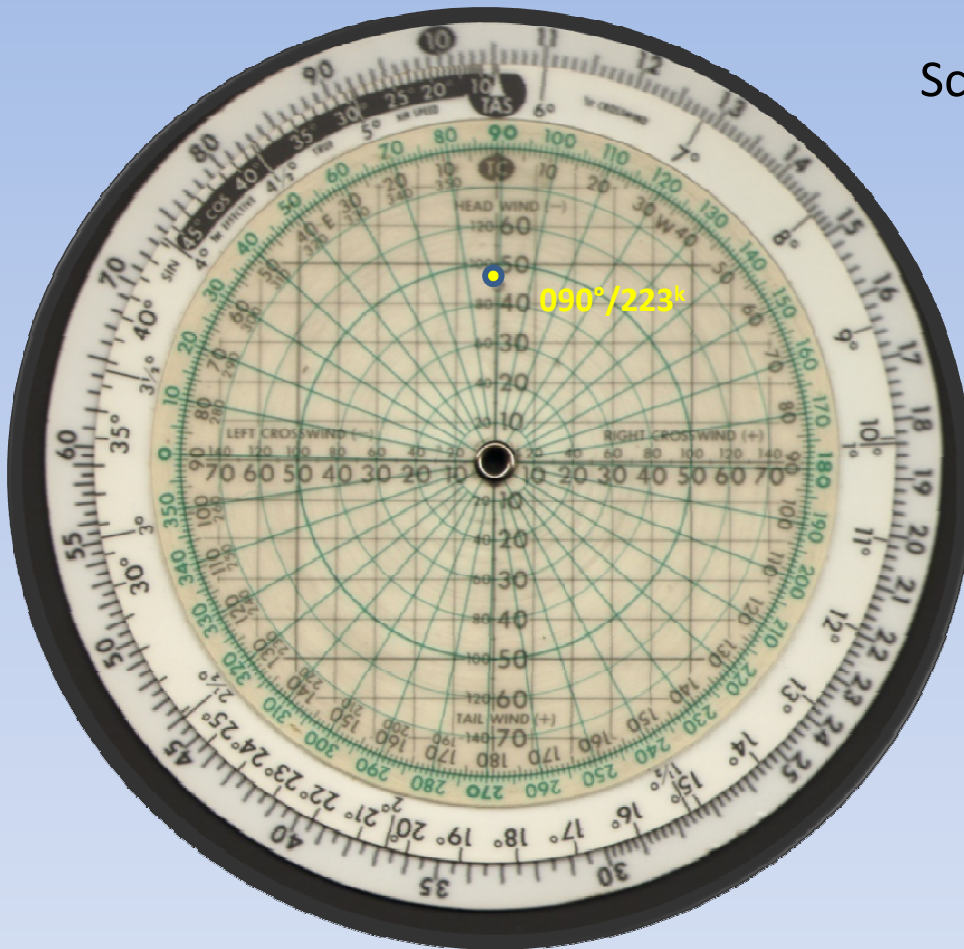


Vettori	Parte reale	Parte immaginaria
$W/V = 300^\circ/50^k$	0	223
$W/V_f = 090^\circ/223^k$	25	- 43
W/V_r	25	180
	Argomento	Modulo
W/V_r	82	181



SOMMA DI VETTORE: ESEMPIO

Scala: 1 cella = 50k



INTERCETTAMENTO



aereo / aereo
con vento



aereo / nave
con vento



aereo / aereo
in assenza di vento



INTERCETTAMENTO

a/m – a/m con vento

DATI

- $TC_{i/o}$
- $TAS_{i/o}$
- W/V
- $TAS_{i/e}$
- $TB_{i/e-i/o}$
- $D_{i/e-i/o}$

INCOGNITE

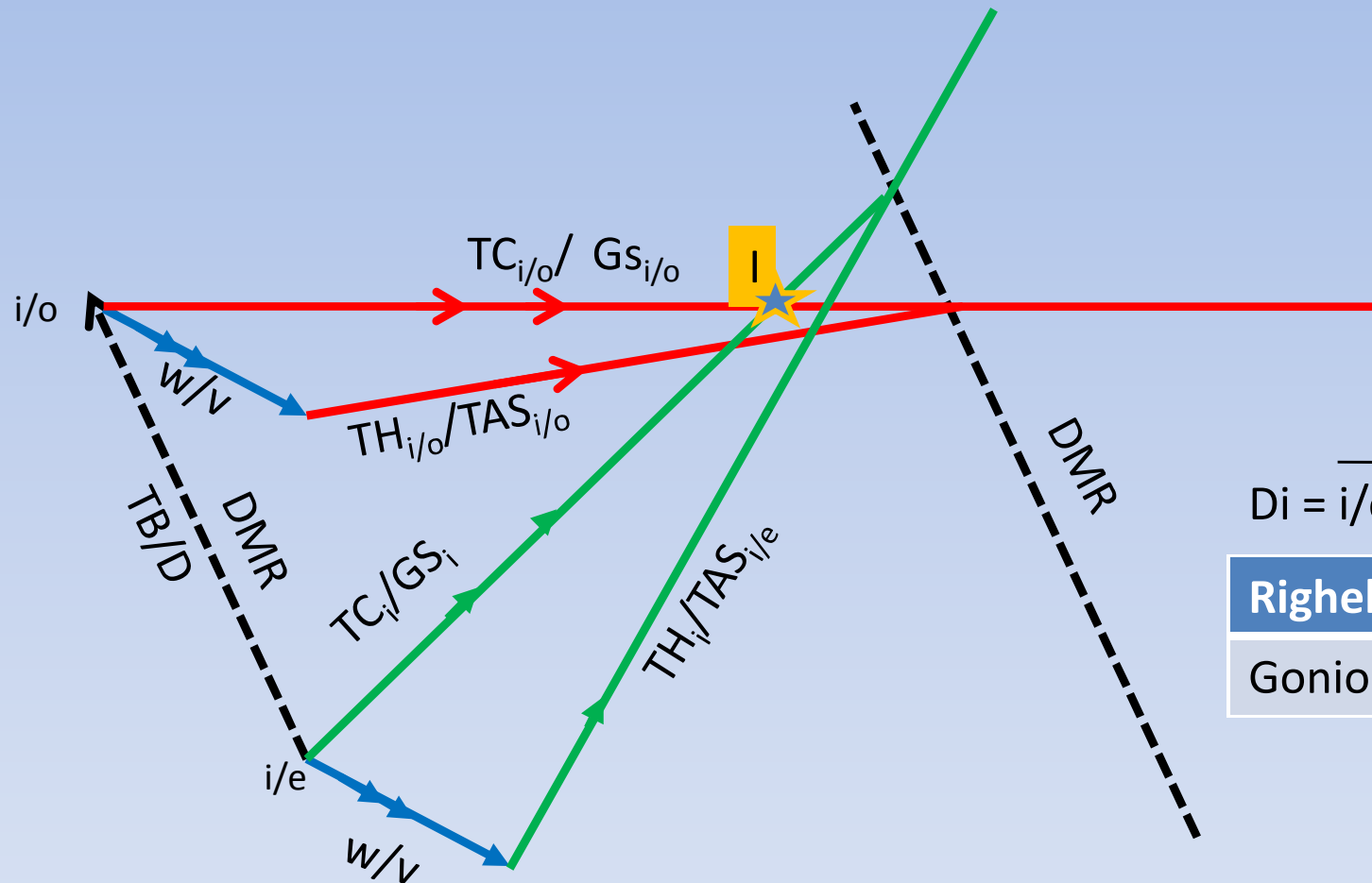
- TH_i
- FT_i
- TC_i
- Di

METODI

- GRAFICO
- REGOLO
JEPPESEN
- ANALITICO



INTERCETTAMENTO a/m – a/m con vento



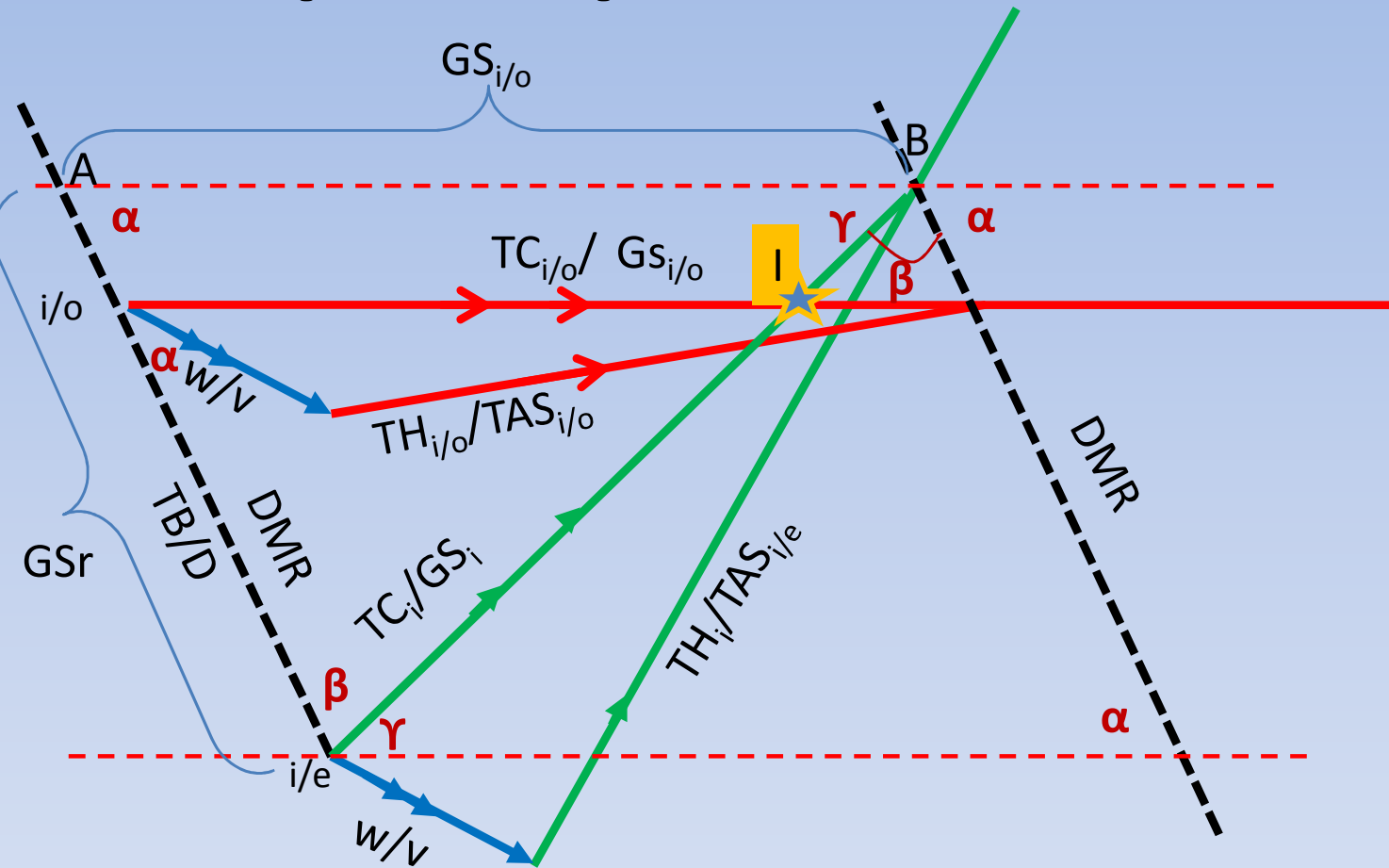
$$D_i = \overline{i/e} - I$$

Righello	D_i	GS_i
Goniometro	TH_i	TC_i

$$FT_i = \frac{D_i}{GS_i}$$



INTERCETTAMENTO a/m – a/m con vento



$$\gamma = 180^\circ - \beta - \alpha$$

$$\frac{GS_r}{\sin \gamma} = \frac{GS_i}{\sin \alpha}$$

$$GS_r = GS_i \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin \alpha}$$

$$FTi = \frac{D}{GS_r}$$

Dal triangolo ABi/e

$$\alpha = TB - TCo$$

$$\frac{GS_i}{\sin \alpha} = \frac{GS_{i/o}}{\sin \beta} \rightarrow \beta = \sin^{-1} \left(\frac{GS_{i/o}}{GS_i} \cdot \sin \alpha \right)$$

IBN EDITORE

$$TCi = TB + \beta$$



INTERCETTAMENTO

a/m – a/m con vento

TC_{i/o}	XC= ___ k	ETAS= ___ k
TAS_{i/o}	LC= ___ k	TH _{i/o} = ___ °
W/V	WCA = ___ °	GS _{i/o} = ___ k

W/V_f =	TC_{i/o}/GS_{i/o}
--------------------------	--

W/V_r =	W/V + W/V_f
--------------------------	------------------------------

TCr=TB	XC= ___ k	ETAS= ___ k
TAS_{i/e}	LC= ___ k	TH _i = ___ °
W/V_r	WCA = ___ °	GS _r = ___ k

$$FT_i = \frac{D}{GS_r}$$

TH_i	XC= ___ k	..	XC= ___ k	LC= ___ k
TAS_{i/e}	WCA = ___ °	..	WCA = ___ °	ETAS= ___ k
W/V	TC _{pi}	..	TC _{pi} = TC _{p(i-1)} = TC _i	GS _i = ___ k

$$D_i = FT_i \cdot GS_i$$



INTERCETTAMENTO

a/m – nave con vento

DATI

- R_n
- V_n
- W/V
- $TAS_{i/e}$
- $TB_{i/e-i/o}$
- $D_{i/e-i/o}$

INCOGNITE

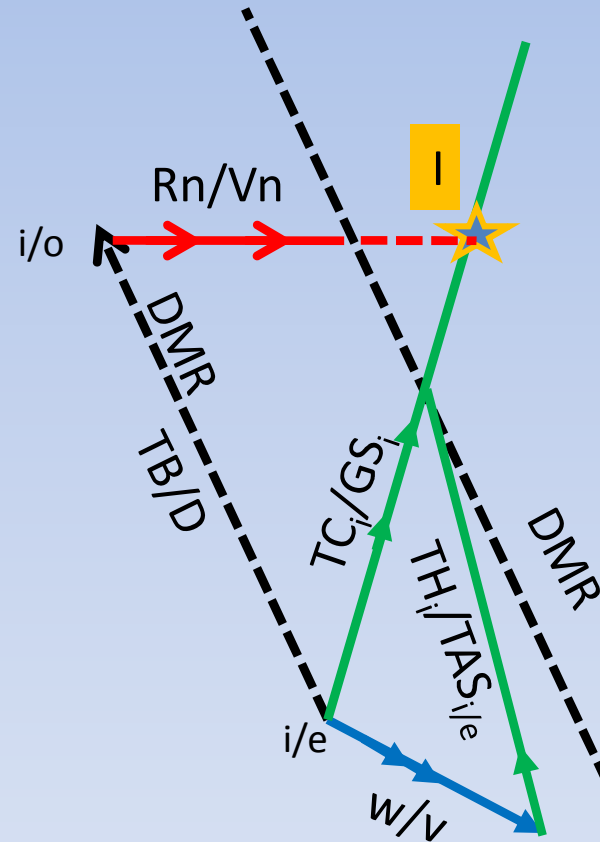
- TH_i
- FT_i
- TC_i
- Di

METODI

- GRAFICO
- REGOLO
JEPPESEN
- ANALITICO



INTERCETTAMENTO a/m – nave con vento



$$D_i = \overline{i/e} - l$$

Righello	D_i	GS_i
Goniometro	TH_i	TC_i

$$FT_i = \frac{D_i}{GS_i}$$



INTERCETTAMENTO

a/m – nave con vento

$$W/V_f = Rn/Vn$$

$$W/V_r = W/V + W/V_f$$

TCr=TB	XC= ___ k	ETAS= ___ k
TAS_{i/e}	LC= ___ k	TH _i = ___ °
W/V_r	WCA = ___ °	GS _r = ___ k

$$FT_i = \frac{D}{GS_r}$$

TH_i	XC= ___ k	..	XC= ___ k	LC= ___ k
TAS_{i/e}	WCA = ___ °	..	WCA = ___ °	ETAS= ___ k
W/V	TC _{pi}	..	TC _{pi} = TC _{p(i-1)} = TC _i	GS _i = ___ k

$$D_i = FT_i \cdot GS_i$$



INTERCETTAMENTO

a/m – a/m(nave) senza vento

DATI

- R_n
- V_n
- $TAS_{i/e}$
- $TB_{i/e-i/o}$
- $D_{i/e-i/o}$

INCOGNITE

- TH_i
- FT_i
- TC_i
- Di

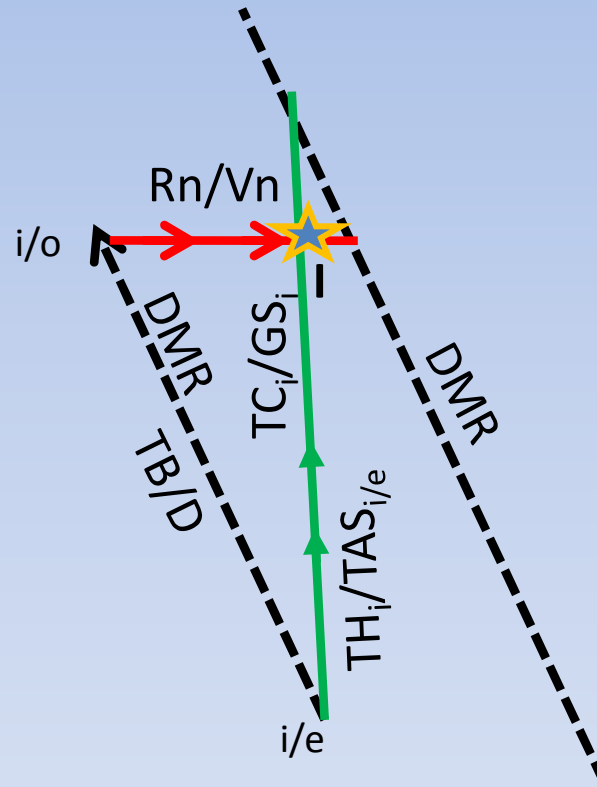
METODI

- GRAFICO
- REGOLO
JEPPESEN
- ANALITICO



INTERCETTAMENTO

a/m – a/m (nave) senza vento



$$D_i = \overline{i/e} - l$$

Righello	D_i	GS_i
Goniometro	$TH_i = TC_i$	

$$FT_i = \frac{D_i}{GS_i}$$



INTERCETTAMENTO

a/m – a/m(nave) senza vento

$W/V_f =$	Rn/Vn
-----------	---------

$W/V_r =$	W/V_f
-----------	---------

TCr=TB	XC= ___ k	ETAS= ___ k
TAS_{i/e}	LC= ___ k	TH _i =TC _i = ___ °
W/V_r	WCA = ___ °	GS _r = ___ k

$$FT_i = \frac{D}{GS_r}$$

$$D_i = FT_i \cdot GS_i$$



PUNTO DI NON RITORNO SULLA STESSA BASE

Il Punto di Non Ritorno (PNR) è quel punto lungo la rotta superato il quale non si ha più il carburante necessario a ritornare alla base di partenza.

Il Raggio di AZione (RAZ) è quel punto lungo la rotta superato il quale si inizia a consumare la riserva per rientrare sulla base di partenza.

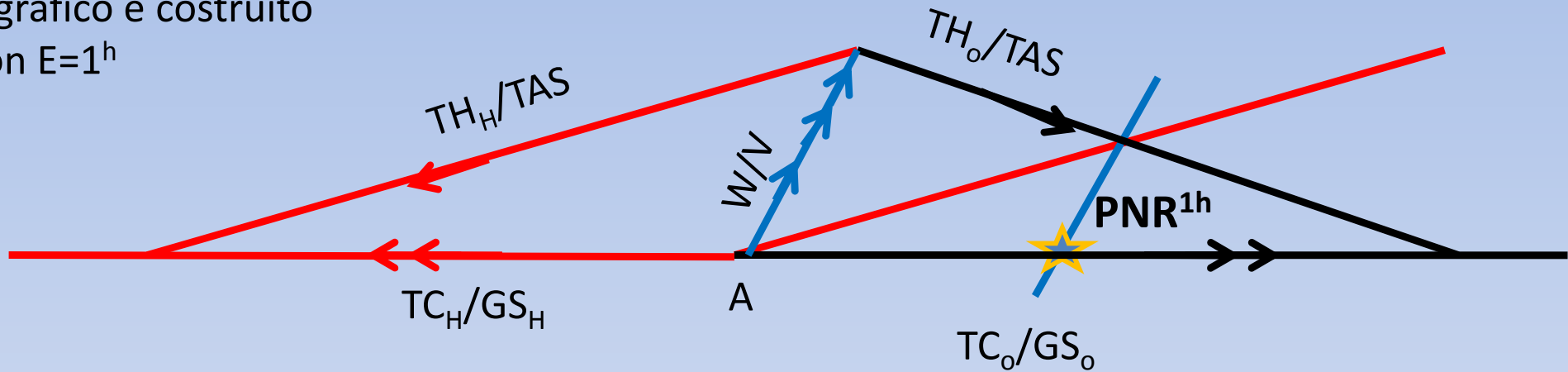
DATI	INCOGNITE	METODI
<ul style="list-style-type: none">• TC_o• TAS• W/V• ENDURANCE (E)	<ul style="list-style-type: none">• PNR_t• PNR_d• TC_h• TH_h• D_h• FT_h	<ul style="list-style-type: none">• GRAFICO• REGOLO JEPPESEN / ANALITICO

La TC_o rappresenta la TC di ricognizione (uscita - out), mentre la TC_h rappresenta quella di rientro (casa - home). La TH_h rappresenta la prua di rientro e la D_h rappresenta la distanza per rientrare sulla base di partenza.



PNR SULLA STESSA BASE

Il grafico è costruito con $E=1^h$



Righello	GS_o	GS_h	PNR_d
Goniometro	TC_h	TH_h	

$$PNR_d = A - PNR^{1h}$$

$$PNR_t = \frac{PNR_d}{GS_o}$$

$$PNRt_{eff} = PNR_t \cdot E$$

$$PNRd_{eff} = PNRt_{eff} \cdot GS_o$$



PNR SULLA STESSA BASE

TC_o	XC= ___^k	ETAS= ___^k	GS_h = ETAS - (±LC) = ___^k
TAS	LC= ___^k	TH_o = TC_o + (±WCA) = ___^k	TC_h = TC_o ± 180° = ___°
W/V	WCA = ___°	GS_o = ETAS + (±LC) = ___^k	TH_h = TC_h - (±WCA) = ___^k

$$E = FT_o + FT_h$$

$$E = \frac{PNR_d}{GS_o} + \frac{PNR_d}{GS_h}$$

$$E = \frac{PNR_d \cdot GS_h + PNR_d \cdot GS_o}{GS_h \cdot GS_o} = \frac{PNR_d \cdot (GS_o + GS_h)}{GS_h \cdot GS_o}$$

$$PNR_d = \frac{E \cdot GS_h \cdot GS_o}{GS_o + GS_h}$$

$$PNR_t = \frac{PNR_d}{GS_o}$$



$$PNR_t = \frac{E \cdot GS_h}{GS_o + GS_h}$$

$$PNR_d = PNR_t \cdot GS_o$$

$$D_h = PNR_d$$

$$FT_h = \frac{D_h}{GS_h}$$



PUNTO DI NON RITORNO SULLA STESSA BASE SU PIU' TRATTE

La ricerca del PNR su tratte multiple, con cambiamento di rotta, si effettua sommando i tempi di volo di andata e ritorno per ogni tratta e sottraendoli successivamente all'endurance disponibile, fino a quando non rimane autonomia sufficiente per la successiva tratta (si veda tabella a pagina successiva). Proprio su quest'ultima tratta, con l'endurance rimasta, si calcola il PNR e, successivamente, si sommano le tratte di volo (in tempo e distanza) di andata, escluse precedentemente per il calcolo dell'endurance.

DATI

- TC_{o1}, TC_{o2}, \dots
- D_1, D_2, \dots
- TAS
- W/V
- ENDURANCE (E)

INCOGNITE

- PNR_t (effettivo)
- PNR_d (effettivo)

METODI

- REGOLO
JEPPESEN /
ANALITICO



PUNTO DI NON RITORNO SULLA STESSA BASE SU PIU' TRATTE

TRATTA	$GS_o =$ ETAS+(\pm)Lc	$GS_h =$ ETAS-(\pm)Lc	$FT_o =$ D/GS _o	$FT_h =$ D/GS _h	$FT_o + FT_h$	ENDURANCE RESIDUA E-(FT _o +FT _h)
A-B						
B-C						
C-D						

$$PNR_t = E_{residua} \cdot \frac{GS_{hi}}{GS_{oi} + GS_{hi}}$$

i=1,2,3, ... rappresenta la tratta sulla quale calcolare il PNR

$$PNR_d = PNR_t \cdot GS_{oi}$$

$$PNR_{teff} = FT_{o1} + FT_{o2} + \dots + PNR_t$$

$$PNR_{deff} = D1 + D2 + \dots + PNR_d$$



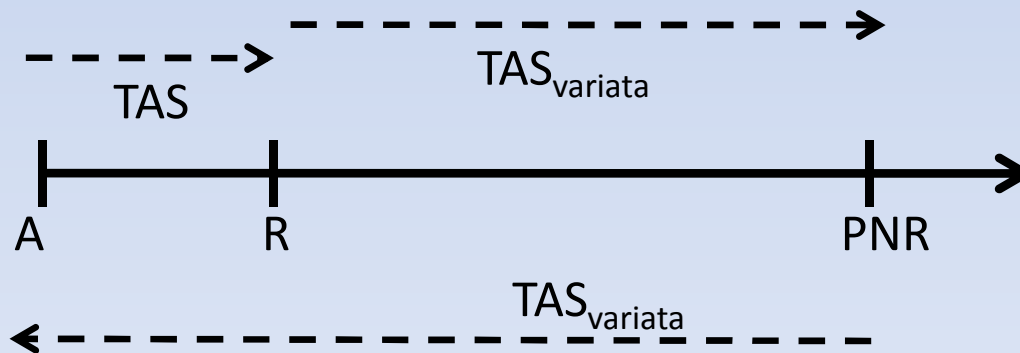
PUNTO DI NON RITORNO SULLA STESSA BASE CON VELOCITA' E CONSUMO ORARIO VARIATI

In questo caso, dopo una prima tratta di volo con una determinata TAS e un determinato consumo orario (da A ad R) accade che la TAS e quindi il consumo orario (C/h oppure FF) variano (aumentano o diminuiscono): se il C/h diminuisce/aumenta di una certa percentuale, l'endurance aumenta/diminuisce della stessa percentuale. L'Endurance ($E_{R\text{ eff}}$) da utilizzare per il calcolo del PNR dal punto R è:

$$E_R = (E - FT_{AR}) \pm \frac{X}{100} (E - FT_{AR}) = \frac{100 \pm X}{100} (E - FT_{AR})$$

+ se la TAS diminuisce
- Se la TAS aumenta

$$E_{R\text{ eff}} = E_R - FT_{RA}$$



PUNTO DI NON RITORNO SU BASE ALTERNATA

Il Punto di Non Ritorno (PNR) è quel punto lungo la rotta superato il quale non si ha più il carburante necessario a ritornare alla base alternata.

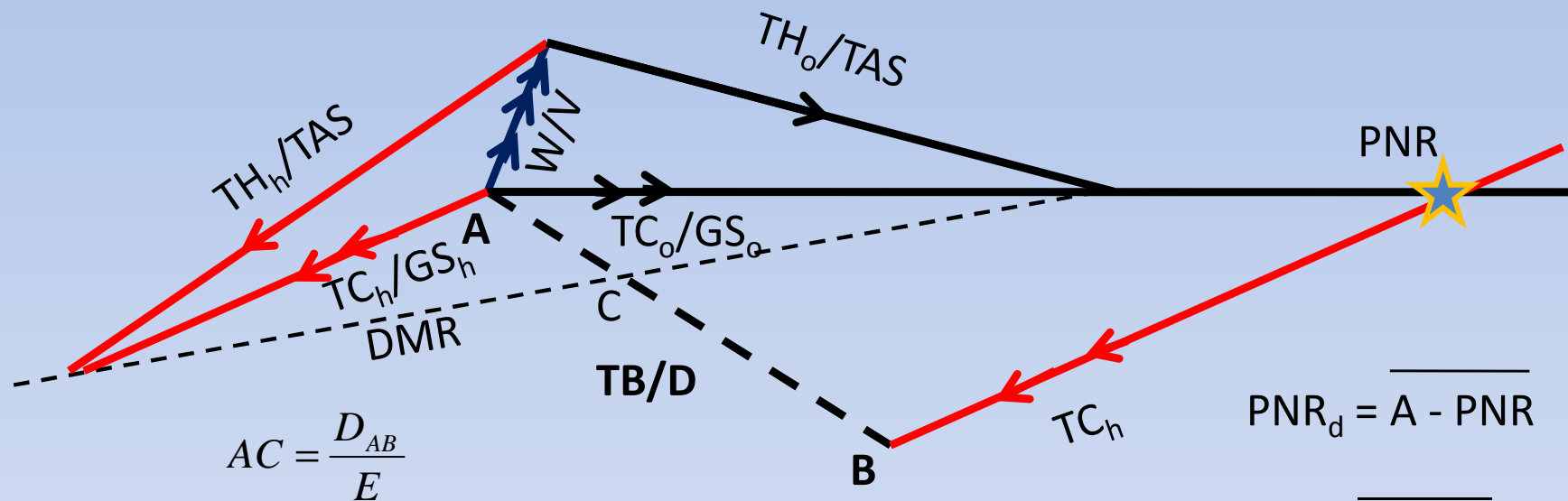
Il Raggio di AZione (RAZ) è quel punto lungo la rotta superato il quale si inizia a consumare la riserva per rientrare sulla base alternata.

DATI	INCOGNITE	METODI
<ul style="list-style-type: none">• TC_o• TAS• W/V• ENDURANCE (E)• TB• D	<ul style="list-style-type: none">• PNR_t• PNR_d• TC_h• TH_h• D_h	<ul style="list-style-type: none">• GRAFICO• REGOLO JEPPESEN• ANALITICO

Il “TB” (True Bearing) rappresenta il rilevamento della base alternata rispetto alla base di partenza misurata dal Nord vero; la “D” rappresenta la distanza tra la base di partenza e quella alternata; l’ENDURANCE è l’autonomia di volo espressa in ore.



PNR SU BASE ALTERNATA



$$AC = \frac{D_{AB}}{E}$$

$$PNR_d = A - PNR$$

$$D_h = PNR - B$$

$$PNR_t = \frac{PNR_d}{GS_o}$$

$$FT_h = \frac{D_h}{GS_h}$$

Righello	GS _o	GS _h	PNR _d	D _h
Goniometro	TC _h	TH _h		



PNR SU BASE ALTERNATA

TC_o	XC= ___ k	ETAS= ___ k
TAS	LC= ___ k	TH _o = ___ k
W/V	WCA = ___ °	GS _o = ___ k

$$W/V_f = TB / \frac{D}{E}$$

$$W/V_r = W/V + W/V_f$$

TH_o	XC= ___ k	..	XC= ___ k	LC= ___ k
TAS	WCA = ___ °	..	WCA = ___ °	ETAS= ___ k
W/V_r	TC _{op}	..	TC _{op(i)} =TC _{op(i-1)} =TC _i	GS _{or} = ___ k

TChr=	TCor±180°
GShr=	ETAS- (±LC)

$$TH_h = TH_{hr} = TC_{hr} - (\pm wca)$$

$$PNR_t = FT_o = \frac{E \cdot GS_{hr}}{GS_{or} + GS_{hr}}$$

$$PNR_d = FT_o \cdot GS_o$$

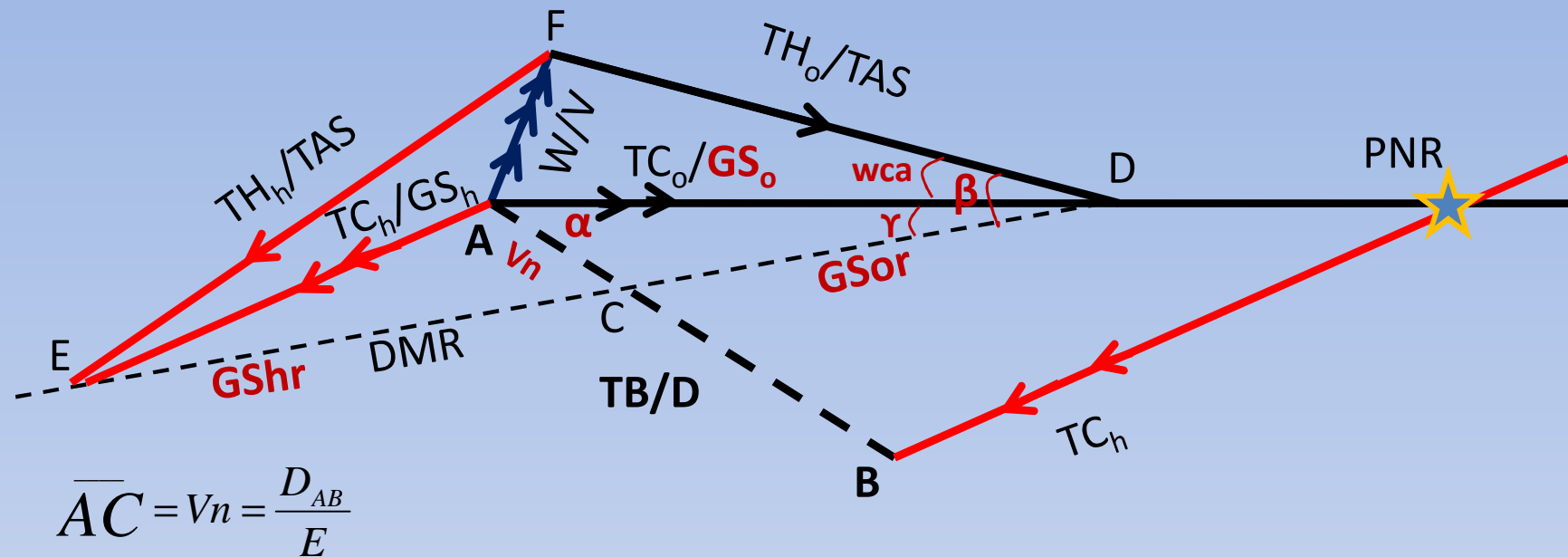
TH_h	XC= ___ k	..	XC= ___ k	LC= ___ k
TAS	WCA = ___ °	..	WCA = ___ °	ETAS= ___ k
W/V	TC _{hp}	..	TC _{hp(i)} =TC _{hp(i-1)} =TC _h	GS _h = ___ k

$$FT_h = E - FT_o$$

$$D_h = FT_h \cdot GS_h$$



PNR SU BASE ALTERNATA



$$\overline{AC} = Vn = \frac{D_{AB}}{E}$$

Dal triangolo ACD

$$\alpha = TB - TC_o$$

$$GS_{or} = \sqrt{GS_o^2 + Vn^2 - 2 \cdot Vn \cdot GS_o \cdot \cos \alpha}$$

$$\frac{\text{sen} \gamma}{Vn} = \frac{\text{sen} \alpha}{GS_{or}} \rightarrow \gamma = \text{sen}^{-1} \left(\frac{Vn}{GS_{or}} \cdot \text{sen} \alpha \right)$$

Dal triangolo EDF (isoscele)

$$\beta = \gamma + wca$$

$$GS_{hr} + GS_{or} = 2 \cdot (TAS \cdot \cos \beta)$$

$$GS_{hr} = 2 \cdot TAS \cdot \cos \beta - GS_{or}$$

$$PNR_t = E \frac{GS_{hr}}{GS_{or} + GS_{hr}}$$

$$PNR_d = PNR_t \cdot GS_o$$



PUNTO DI NON RITORNO CON RIENTRO SU BASE ALTERNATA CON VELOCITA' E CONSUMO ORARIO VARIATI

La procedura da adottare per determinare il PNR in questo caso poco si discosta dal PNR con rientro su base alternata già visto.

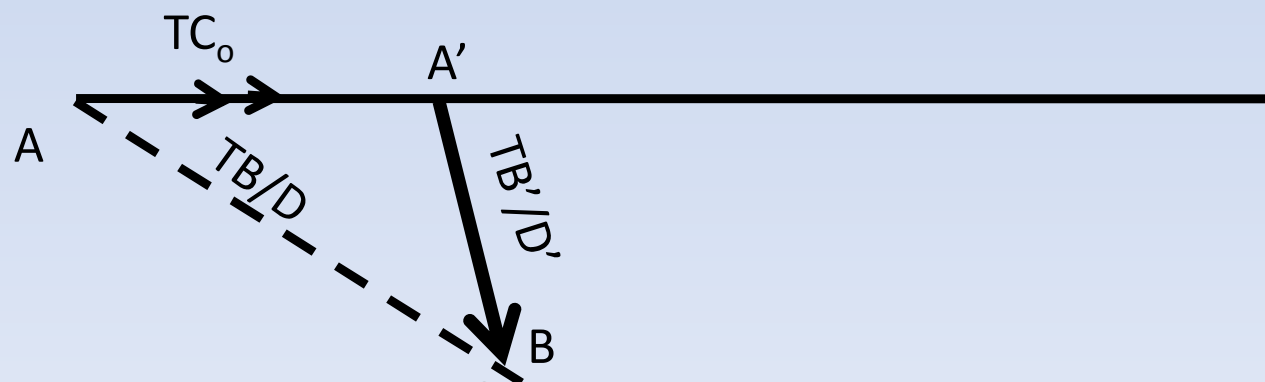
Si procede con i seguenti passi:

1. Si individua il punto (A') dal quale cambiano (aumentano o diminuiscono) TAS (diventa TAS') e consumo orario. Il punto (A') sarà posto sulla TC_o.
2. Si determina il TB' e la D' della base alternata rispetto al punto individuato al punto 1).
3. Si determina la nuova endurance con la formula:

$$E' = \frac{100 \pm x}{100} (E - FT_{AA'})$$

+ nel caso di diminuzione della TAS;
- nel caso di aumento della TAS;

4. Si applica la procedura del PNR alternato con i seguenti dati: TC_o, TAS', E', TB', D'.

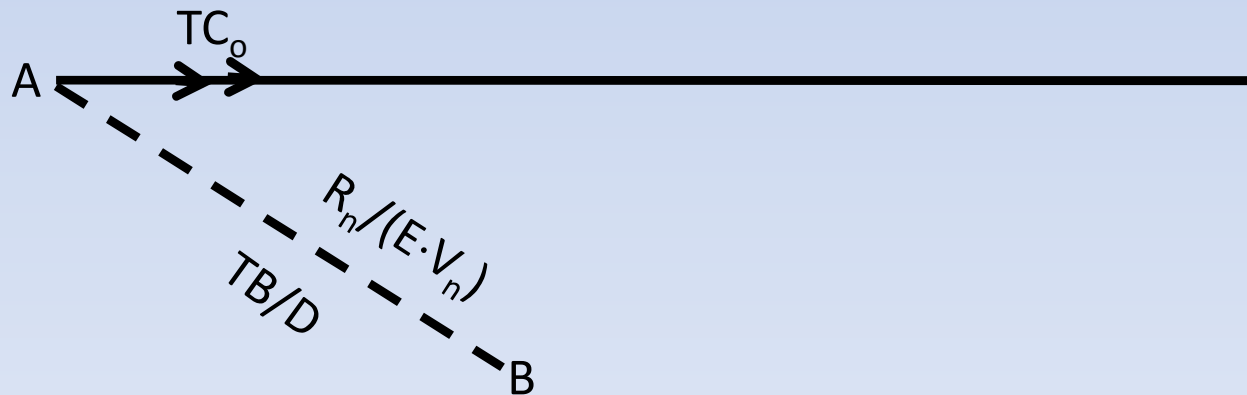


ALLONTAMENTO DA UNA BASE MOBILE CON ROTTA PRESTABILITA E RELATIVO RIENTRO

La procedura da adottare per determinare il PNR in questo caso poco si discosta dal PNR con rientro su base alternata già visto precedentemente.

Si procede con i seguenti passi:

1. Si calcola la distanza percorsa dalla nave nel tempo pari all'endurance: $D = E \cdot V_n$
2. Si assume come TB la rotta della nave: $TB = R_n$
3. Si applica la procedura del PNR alternato con i seguenti dati: TC_o , TAS , W/V , E , TB , D .



PUNTO DI EGUAL TEMPO

Il Punto di Equal Tempo (PET) è quel punto lungo la rotta dal quale il tempo per tornare al punto di partenza è uguale al tempo per raggiungere il punto di destinazione, ossia: $FT_{PET-A} = FT_{PET-B}$

Il PET_d è la distanza per arrivare al PET, mentre il PET_t è il tempo per arrivare al PET.

DATI

- TC_o
- TAS
- W/V
- D_{AB}

INCOGNITE

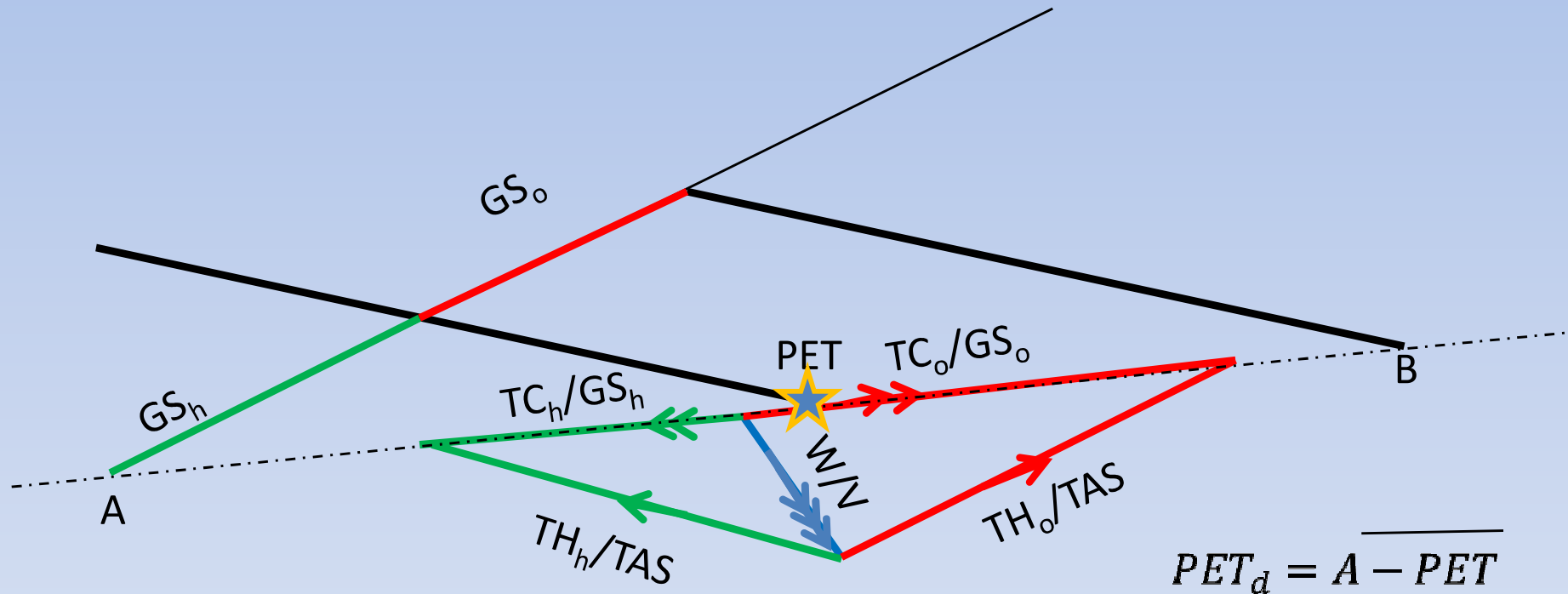
- PET_t
- PET_d

METODI

- GRAFICO
- REGOLO
JEPPESEN /
ANALITICO



PUNTO DI EGUAL TEMPO (PET)



$$PET_d = A - PET$$

$$PET_t = \frac{PET_d}{GS_o}$$

Righello	GS_o	GS_h	PET_d
Goniometro	TC_h	TH_h	



PUNTO DI EGUAL TEMPO

TC_o	XC= ___^k	ETAS= ___^k	GS_h= ETAS-(±LC)= ___^k
TAS	LC= ___^k	TH_o= TC_o+(±WCA)= ___^k	TC_h=TC_o±180°= ___°
W/V	WCA = ___°	GS_o= ETAS+(±LC)= ___^k	TH_h=TC_h-(±WCA)= ___^k

$$FT_{PET-A} = FT_{PET-B}$$

$$\frac{PET_d}{GS_h} = \frac{D_{AB} - PET_d}{GS_o}$$

$$PET_d \cdot GS_o - D_{AB} \cdot GS_h + PET_d \cdot GS_h = 0$$

$$PET_d = D_{AB} \cdot \frac{GS_h}{GS_o + GS_h}$$

$$PET_t = \frac{PET_d}{GS_o}$$



PET SU PIU' TRATTE

Questo tipo di esercizio si risolve isolando la tratta su cui bisogna calcolare il PET e quindi si applica il procedimento per il calcolo del PET visto precedentemente. Nel caso di due tratte si procede nel seguente modo:

1. Determinare i tempi di volo sulla prima e seconda tratta di andata (out) e di ritorno (home) come indicato nella tabella seguente.

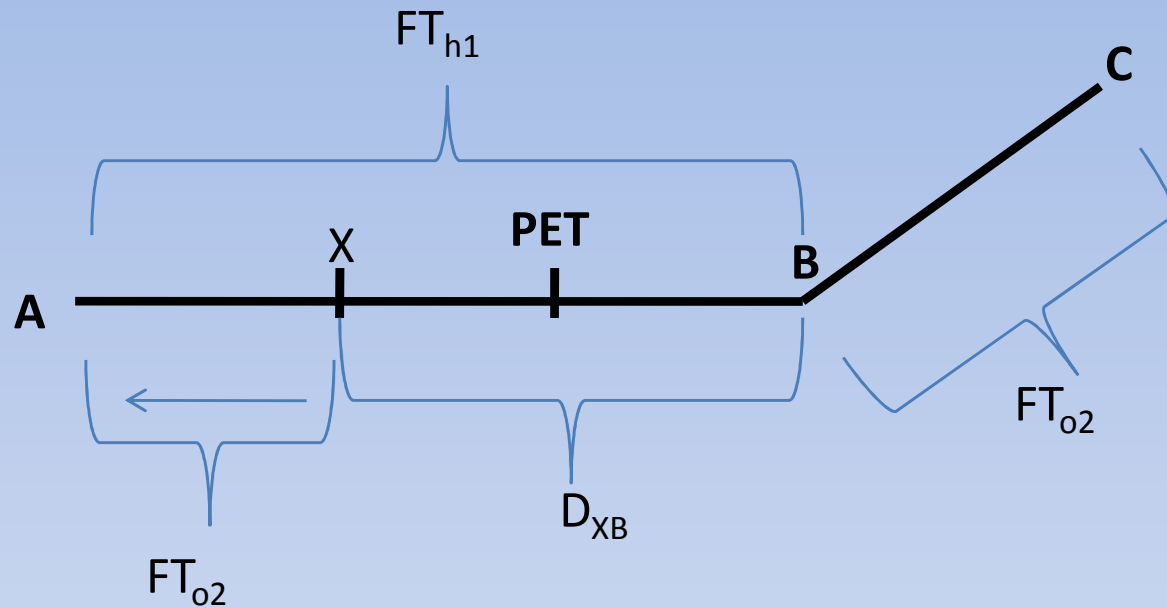
SPEZZATA	TC	TAS	D	W/V	ETAS	LC	GS _o	GS _h	FT _o	FT _h
1 ^a tratta	TC _{o1}	TAS	D ₁	W/V	ETAS ₁	LC ₁	GS _{o1} = =ETAS ₁ + LC ₁	GS _{h1} = =ETAS ₁ - LC ₁	FT _{o1} = =D ₁ /GS _{o1}	FT _{h1} = =D ₁ /GS _{h1}
2 ^a tratta	TC _{o2}	TAS	D ₂	W/V	ETAS ₁	LC ₂	GS _{o2} = =ETAS ₂ + LC ₂	GS _{h2} = =ETAS ₂ - LC ₂	FT _{o2} = =D ₂ /GS _{o2}	FT _{h2} = =D ₂ /SG _{h2}

2. Confrontare i tempi FT_{h1} e FT_{o2} e sulla tratta il cui tempo di volo è risultato più grande si stacca un segmento pari allo spazio che si percorrerebbe con l'altro tempo. La parte restante di questa tratta è la distanza "D" da inserire nella formula per ottenere la posizione del PET. Si riportano di seguito alcuni casi.



DUE TRATTE

TEMPO DI VOLO DELLA PRIMA TRATTA (FT_{h1}) MAGGIORE DELLA SECONDA (FT_{o2})



$$D_{AX} = FT_{o2} \cdot GS_{h1}$$

$$D_{XB} = D_{AB} - D_{AX}$$

$$PET_D = D_{XB} \cdot \frac{GS_{h1}}{GS_{o1} + GS_{h1}}$$

$$PET_t = \frac{PET_d}{GS_{o1}}$$

$$PET_{d\,eff} = \overline{AX} + PET_d$$

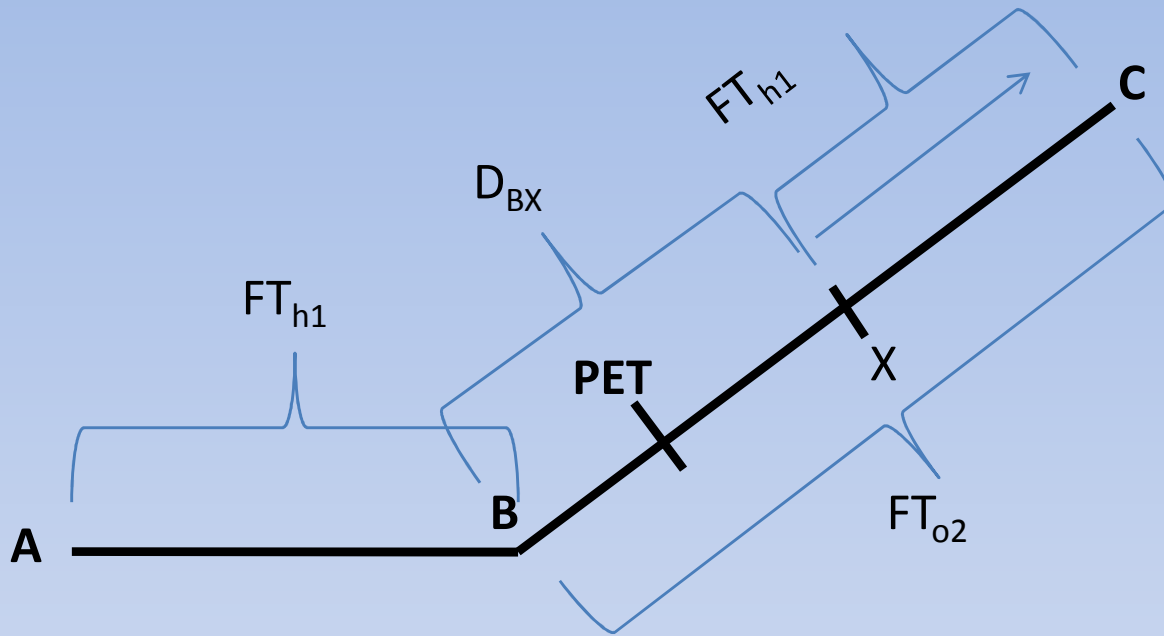
$$PET_{t\,eff} = \overline{FT_{AX}} + PET_t$$

Quindi si ha che: $FT_{PET-X} + FT_{X-A} = FT_{PET-B} + FT_{B-C}$



DUE TRATTE

TEMPO DI VOLO DELLA SECONDA TRATTA (FT_{o2}) MAGGIORE DELLA PRIMA (FT_{h1})



$$D_{XC} = FT_{h1} \cdot GS_{o2}$$

$$D_{BX} = D_{BC} - D_{XC}$$

$$PET_D = D_{BX} \cdot \frac{GS_{h2}}{GS_{o2} + GS_{h2}}$$

$$PET_t = \frac{PET_d}{GS_{o2}}$$

$$PET_{d\,eff} = \overline{AB} + PET_d$$

$$PET_{t\,eff} = \overline{FT_{o1}} + PET_t$$

Quindi si ha che: $FT_{PET-B} + FT_{B-A} = FT_{PET-X} + FT_{X-C}$



VERIFICA DELLE ABILITA'

ARGOMENTO	DATI	RISULTATI
Intercettamento in assenza di vento	$R_n=310^\circ$; $V_n=40^k$; $TAS_{i/e}=70^k$; $TB=350^\circ$; $D=30NM$	$TCi=328^\circ$; $THi=328^\circ$; $FTi=52^m$; $Di=60.9NM$
Intercettamento aereo-nave con vento	$R_n=340^\circ$; $V_n=40^k$; $TAS_{i/e}=350^k$; $TB=93^\circ$; $D=553NM$; $W/V=150^\circ/68^k$	$TCi=086^\circ$; $THi=096^\circ$; $FTi=1^h41^m$; $Di=529.2NM$.
Intercettamento aereo-aereo con vento	$TC_{i/o}=150^\circ$; $TAS_{i/o}=150^k$; $TAS_{i/e}=350^k$; $TB=070^\circ$; $D=200NM$; $W/V=100^\circ/10^k$	$TCi=095^\circ$; $THi=095^\circ$; $FTi=0^h42^m$; $Di=239.2NM$.



VERIFICA DELLE ABILITA'

ARGOMENTO	DATI				RISULTATI
PNR sulla stessa base	TCo=90°, TAS=200 ^k , W/V=250°/50 ^k , E=4 ^h .				PNR _d =377.9NM; PNR _t =1 ^h 32 ^m
PNR a più tratte con rientro sulla stessa base	TRATTE	ETAS	DISTANZA	LC	PNR _d =639NM; PNR _t =3 ^h 40 ^m
	A-B	200 ^k	180NM	-30 ^k	
	B-C	200 ^k	420NM	-25 ^k	
	C-D	200 ^k	350NM	-20 ^k	
Endurance = 6 ^h 30 ^m					
PNR sulla stessa base con velocità e consumo variati	Un a/m parte con TCo=120°, TAS=300 ^k , E=6 ^h , W/V=300°/50 ^k . Trovare il PNR in distanza e tempo se dopo 1 ^h 30 ^m dalla partenza il consumo orario e la TAS si riducono del 10%.				PNR _d =859NM; PNR _t =2 ^h 33 ^m
PNR su base alternata	TCo=150°; TAS=200 ^k ; W/V=120°/20 ^k ; TB=100°; D _{ab} =180NM; E=1.5 ^h				PNR _d =141NM; PNR _t =0 ^h 46 ^m ; TC _h =050°; D _h =141NM
PNR sul base alternata con velocità e consumo variati	Un a/m decolla da un aeroporto A per una ricognizione con TCo=255° e TAS=175 ^k . La sua END è di 4 ^h 28 ^m ed il W/V=140°/35 ^k . La base alternata si trova, rispetto all'aeroporto A, su TB=210° ad una distanza di 125NM. A causa di un'avaria, dopo 1 ^h 16 ^m , riduce la sua TAS del 7%. Supponendo che alla riduzione di TAS corrisponda una eguale diminuzione di consumo orario calcolare il PNR in tempo e distanza, la rotta e la distanza di rientro.				PNR _d =177NM; PNR _t =1 ^h ; TC _h =088°; D _h =336NM
Allontanamento da una base mobile	TCo=220°; TAS=210 ^k ; W/V=320°/20 ^k ; Rn=270°; Vn=35 ^k ; FTo=1 ^h .				PNR _d =213NM; PNR _t =1 ^h ; TC _h =024°; D _h =178NM



VERIFICA DELLE ABILITA'

ARGOMENTO	DATI					RISULTATI
PET	Un a/m deve percorrere 1000 NM su TC=110° a FL 350. I dati di crociera sono i seguenti: CAS=250 ^k ; SAT=ISA-10°; W/V=180°/50 ^k					PET_t=1^h18^m; PET_d=520NM
PET con due tratte	TRATTA	TC	ETAS	DIST	LC	PET_{t eff}=1^h45^m; PET_{d eff}=282NM
	A-B	140°	200 ^{kts}	150NM	-50 ^k	
	B-C	80°	200 ^{kts}	340NM	-25 ^k	
PET con due tratte	TRATTA	TC	ETAS	DIST	LC	PET_{t eff}=1^h21^m; PET_{d eff}=269NM
	A-B	090°	180 ^{kts}	360NM	20 ^k	
	B-C	070°	180 ^{kts}	240NM	15 ^k	

