

## NAVIGAZIONE ASTRONOMICA COL CALCOLATORE TASCABILE

Appunti e programmi di Marco Fraschini

### Convenzione generale :

- N ed E sempre con segno positivo, S ed W sempre negativo.

### Glossario :

- "abs X" corrisponde a "modulo di X"
- il salto condizionato e' espresso con sintassi IF condizione THEN .. ELSE .. FINESALTO (a seconda del calcolatore che usate, applicate la 'grammatica' adatta..)
- "testo" appunto, fra virgolette, corrisponde alla visualizzazione sullo schermo della dicitura : testo
- ▲ vuol dire 'calcolatorino, fermati e visualizza'

### Considerazioni :

L'esempio riportato per ogni programma e' basato sull'uso del calcolatore tascabile CASIO FX 4500 PA.  
Con altri calcolatori la modalita' di introduzione dati e la visualizzazione dei risultati puo' variare, nella forma.

Per esempio con questo calcolatorino si puo' immettere direttamente il numero in gradi, minuti, secondi.  
quindi, in tutti questi esempi, ogni volta che viene presentata un'immissione in gradi minuti secondi, la riporto cosi' com'e'.  
Controllate la 'grammatica' corretta del vostro calcolatorino per le conversioni in gradi minuti secondi.

Alcuni passi possono sembrare ridondanti : sono stati segmentati cosi' perche' 1) non sono sicuro che tutti i calcolatori tascabili di questo mondo permettano salti condizionati 'complessi' 2) ho sicuramente qualcosa da imparare ancora, in programmazione ☺

Qualcosa di navigazione astronomica dovete saperla gia', questi sono solo programmi per facilitare i calcoli.  
Magari faro' anche qualcosa di piu' didattico, un domani.  
Ma mi sa che quello sara' a pagamento, mica gratis, scaricabile dalla rete come questo ☺

## RETTA D'ALTEZZA

Dati :

F = latitudine stimata

D = declinazione

P = angolo al polo

Risultato : angolo azimutale Z e altezza H

Programma:

RETTA HZ(FDP)	
$H = \sin^{-1}(\sin F \times \sin D + \cos F \times \cos D \times \cos P)$	Calcolo altezza H
$Z = \tan^{-1}((\sin(\text{abs } P)) / (\tan D \times \cos F - \sin F \times \cos(\text{abs } P)))$	Calcolo angolo azimutale Z
IF (F x Z) < 0 THEN Z = 180 - abs Z ELSE Z=Z FINESALTO	Se F e Z sono eteronimi, allora Z = 180 - Z, altrimenti Z rimane invariato
IF (F x Z) < 0 THEN Z = - Z ELSE Z=Z FINESALTO	Se F e Z sono ancora eteronimi, allora Z = - Z, altrimenti Z rimane invariato
IF P < 0 THEN "Z=...W" ▲ ELSE "Z=...E" ▲ FINESALTO	Dice se Z e' W oppure E, a seconda dell'angolo al polo

Esempio :

dati : latitudine 38°12'N declinazione S 16° 43'.2 angolo al polo PW 24° 02'.5

Visualizza	immissione	Significato
P?	- 24° 02'.5	DATI : Angolo al polo
D?	- 16° 43.2'	DATI: declinazione
F?	38° 12'	DATI: latitudine
Z=...W 153.0		RISULTATO Z= N 153° 2'.2 W (convertito in gradi minuti secondi)
H= 30.6		RISULTATO H= 30° 37'.5 (convertito in gradi minuti secondi)

## INTERPOLAZIONE

Dati :

A = limite 'basso' : riferimento

B = limite 'basso' : valore

C = limite 'alto' : riferimento

D = limite 'alto' : valore

Y = riferimento, compreso tra i due riferimenti limite, di cui si cerca il valore

Risultato : valore ricercato X

Considerazioni : l'esempio spiega meglio, piuttosto che tutto 'sto casino di riferimenti e valori limite... ©

<b>INTERPL</b>	
$X = AB/CDY$	Serve solo a mettere ordine in maniera che il CASIO 4500 richieda i dati con una sequenza logica.
$X = (D - B) \times (Y - A) / (C - A) + B$	Calcolo valore ricercato X

Esempio :

calcolo del sorgere del sole alla latitudine 37°38' N

Dati :

a latitudine 35°N, il sole sorge alle 04:49

a latitudine 40°N, il sole sorge alle 04:35

Visualizza	immissione	Significato
A?	35	DATI : limite basso, riferimento
B?	04°49'	DATI: limite basso, valore
C?	40	DATI: limite alto, riferimento
D?	04°35'	DATI: limite alto, valore
Y?	37°48'	DATI : riferimento di cui si cerca il valore
X = 4.7		RISULTATO : il sole sorge alle 4h 41m 9s (convertito in ore minuti secondi)

## LOSSODROMIA DA PUNTO NOTO A PUNTO NOTO

Dati :

- A = latitudine punto di partenza
- B = longitudine punto di partenza
- C = latitudine punto di arrivo
- D = longitudine punto di arrivo

(eventualmente vengono richieste anche  
I = latitudine crescente punto di partenza  
J = latitudine crescente punto di arrivo)

Risultato : percorso in miglia M, rotta quadrantale R

Considerazioni :

ricordarsi di trasformare la rotta quadrantale in rotta vera, che senno' il timoniere fa casino.

Nel caso la distanza M sia maggiore di 500 miglia, il programma segnala che e' consigliabile l'utilizzo delle TAVOLE NAUTICHE (tavola 4) ed allora richiede di immettere i valore delle latitudini crescenti diviso 60. e' facile ☺

Programma:

LOS (ABCD)	
$G=A \times B \times C \times D$	Serve solo a mettere ordine in maniera che il CASIO 4500 richieda i dati con una sequenza logica.
$F = C - A$	Calcolo delta latitudini
$L = D - B$	Calcolo delta longitudini
$R = \tan^{-1} (( \text{abs } L / F ) \times \cos (( A+C ) / 2 ))$	Calcolo rotta quadrantale
IF L < 0 THEN "R=...W" ▲ ELSE "R=...E" ▲ FINESALTO	Dice se R e' W oppure E, a seconda del delta longitudine
$M = \text{abs} ( 60 \times F / \cos R )$	Calcola percorso in miglia
IF abs M > 500 THEN "IJ/60TAVOLA4" ▲ ELSE "M=" ▲ FINESALTO	Se il percorso e' maggiore di 500 miglia, visualizza che saranno ora richiesti I = latitudine crescente di partenza e J = latitudine crescente di arrivo, da ricavarsi dalla tavola 4 delle TAVOLE NAUTICHE. Se M e' minore di 500, invece, visualizza M cosi' com'e', e ci si puo' fermare qui.
$K = - I + J$	Richiede I e J e calcola differenza fra le latitudini crescenti
$R = \tan^{-1} ( \text{abs } L / K )$	Calcolo rotta quadrantale, nel caso il percorso sia > 500 miglia
IF L < 0 THEN "R=...W" ▲ ELSE "R=...E" ▲ FINESALTO	Dice se R e' W oppure E, a seconda del delta longitudine

Esempio :

dati : latitudine partenza 38°08' N longitudine partenza 28° 40'.1 W latitudine arrivo 32°45' N longitudine arrivo 16° 55' W

Visualizza	Immissione	Significato
A?	38° 08'	DATI : latitudine partenza
B?	- 28° 40.1'	DATI: longitudine partenza
C?	32° 45'	DATI : latitudine arrivo
D?	- 16° 55'	DATI: longitudine arrivo
R=...E -60.7		RISULTATO rotta quadrantale R = S 60°.7 E
IJ/60TAVOLA4 659		RISULTATO percorso M di 659 miglia. Ma Attenzione! Siccome il percorso e' maggiore di 500 miglia, saranno ora richiesti I e J da estrarre dalla TAVOLA 4 delle TAVOLE NAUTICHE. Non tener conto quindi della rotta quadrantale di prima, sara' ricalcolata.
I?	2468 / 60	DATI : latitudine crescente del punto di partenza, diviso 60 (in pratica 41.1 e rotti)
J?	2069.2 / 60	DATI : latitudine crescente del punto di arrivo
R=...E -60.5		RISULTATO rotta quadrantale R = S 60°.5 E (questa e' quella buona)

## LOSSODROMIA DA PUNTO NOTO A PUNTO INCOGNITO

Dati:

F = latitudine punto di partenza

R = rotta vera

V = velocità in nodi

T = intervallo di tempo di navigazione

Risultato : percorso in miglia M, delta latitudine A e delta longitudine L del punto d'arrivo incognito

Programma:

LOS FRVT	
$M = V \times T \blacktriangle$	Calcola percorso in miglia
$A = M \cos R / 60$	Calcola latitudine punto incognito X di arrivo
" DELTA F " $\blacktriangle$	Visualizza 'DELTA F'
$L = M \sin R / ((\cos ( F + A/2)) / 60$	Calcola delta longitudine
IF abs M > 500 THEN "IJ/60 TAV4" $\blacktriangle$ ELSE "DELTAL" $\blacktriangle$ FINESALTO	Se il percorso e' maggiore di 500 miglia, visualizza che saranno ora richiesti I = latitudine crescente di partenza e J = latitudine crescente di arrivo, da ricavarsi dalla tavola 4 delle TAVOLE NAUTICHE. Se M e' minore di 500, invece, visualizza DELTAL cosi' com'e', e ci si puo' fermare qui.
$L = \text{tg } R \times (- I + J)$	Calcola Delta longitudine per M > 500 miglia
"DELTAL >500=" $\blacktriangle$	Visualizza " DELTAL >500" $\blacktriangle$

Esempio :

dati : velocità 20 nodi, tempo di navigazione 30 ore, rotta vera 45, partenza latitudine 32°50' N longitudine 64°10'.8 W

Visualizza	Immissione	Significato
V?	20	DATI : velocità in nodi
T?	30	DATI : intervallo di tempo di navigazione
M = 600		RISULTATO cammino percorso 600 miglia
R?	45	DATI : rotta vera 45°
DELTA F 7.1		RISULTATO delta latitudine punto di arrivo : 7°4'.3 N (convertito in gradi minuti secondi), in pratica devo sommarlo a latitudine partenza e ottengo : 39°54' N
F?	32°50'	DATI : latitudine partenza 32° 50' N
IJ/60 TAV4 8.8		RISULTATO delta longitudine 8°.8 E . Ma Attenzione! Siccome il percorso e' maggiore di 500 miglia, saranno ora richiesti I e J da estrarre dalla TAVOLA 4 delle TAVOLE NAUTICHE.
I?	2075.1/60	DATI : per 32°50' dalle tavole nautiche ricavo 2075.1, che divido per 60 (in pratica 34.6)
J?	2600/60	DATI : per 39°54' N dalle tavole nautiche ricavo 2600, che divido per 60 (in pratica 43.3)
DELTAL >500= 8.7		RISULTATO delta longitudine punto di arrivo : 8° 44'.9 E (convertito in gradi minuti secondi)

## ORTODROMIA DA PUNTO NOTO A PUNTO NOTO

Dati :

- A = latitudine punto di partenza
- B = longitudine punto di partenza
- C = latitudine punto di arrivo
- D = longitudine punto di arrivo

Risultato : percorso in miglia M, rotta quadrantale R, latitudine E e longitudine H del vertice

Considerazioni :

ricordarsi di trasformare la rotta quadrantale in rotta vera, che senno' il timoniere fa casino.

Programma:

<b>ORT (ABCD)</b>	
$G=A \times B \times C \times D$	Serve solo a mettere ordine, in maniera che il CASIO 4500 richieda i dati con una sequenza logica.
$L = D - B$	Calcolo delta longitudine
$M = 60 \times (\cos^{-1}(\sin A \times \sin C + \cos A \times \cos C \times \cos L)) \blacktriangle$	Calcola percorso in miglia
$R = \tan^{-1} ((\sin(\text{abs } L)) / (\tan C \times \cos A - \sin A \times \cos(\text{abs } L)))$	Calcolo rotta quadrantale
IF R < 0 THEN R = 180 - abs R ELSE R=R FINESALTO	Se R minore di 0 e minore di 180, lo fa diventare quadrantale Nord
IF L < 0 THEN "R=...W" ▲ ELSE "R=...E" ▲ FINESALTO	Dice se R e' W oppure E, a seconda del delta longitudine
$E = \cos^{-1}(\cos A \times \sin R)$	Calcola latitudine del vertice
"F vertice" ▲	Visualizza "F vertice" cioe' latitudine vertice
$H = B + \tan^{-1} (1 / (\sin A \times \tan R))$	Calcola longitudine del vertice
"L vertice" ▲	Visualizza "L vertice" cioe' longitudine vertice

Esempio :

dati : partenza latitudine 32°50' N longitudine 64°10'.8 W , arrivo latitudine 37°44' N longitudine 25° 40' W

Visualizza	Immissione	Significato
A?	32°50'	DATI : latitudine partenza
B?	- 64°10'.8	DATI: longitudine partenza
C?	37°44'	DATI : latitudine arrivo
D?	- 25° 40'	DATI: longitudine arrivo
M = 1895.6		RISULTATO cammino percorso 1895.6 miglia
R=...E 70.1		rotta quadrantale R = N 70°.1 E
F VERTICE 37.8		RISULTATO latitudine vertice : 37°49'.7 N (convertito in gradi minuti secondi)
L VERTICE -30.4		RISULTATO longitudine vertice : 30° 23'.3 W (convertito in gradi minuti secondi)

## ORTODROMIA DA PUNTO NOTO A PUNTO INCOGNITO

Dati:

A = latitudine punto di partenza

B = longitudine punto di partenza

R = rotta vera

V = velocità in nodi

T = intervallo di tempo di navigazione

Risultato : percorso in miglia M, latitudine F e longitudine L del punto d'arrivo incognito

Programma:

ORT FX LX	
$M = V \times T \blacktriangle$	Calcola percorso in miglia
$F = \sin^{-1} (\sin A \times \cos M - \cos A \times \sin M \times \cos R) \blacktriangle$	Calcola latitudine punto incognito X di arrivo
$L = B + \tan^{-1} ((\sin (\text{abs } R)) / ((\cos A / \tan M) - \sin A \times \cos (\text{abs } R))) \blacktriangle$	Calcola longitudine punto incognito X di arrivo

Esempio :

dati : velocità 20 nodi, tempo di navigazione 48 ore, rotta vera 70.1°, partenza latitudine 32°50' N longitudine 64°10'.8 W

Visualizza	Immissione	Significato
V?	20	DATI : velocità in nodi
T?	48	DATI : intervallo di tempo di navigazione
R?	70.1	DATI : rotta vera 70.1
A?	32°50'	DATI : latitudine partenza
B?	- 64°10'.8	DATI: longitudine partenza
M = 960		RISULTATO cammino percorso 960 miglia
F = 36.9		RISULTATO latitudine punto di arrivo : 36°53'.0 N (convertito in gradi minuti secondi)
L = -45.3		RISULTATO longitudine punto di arrivo : 45° 16'.7 W (convertito in gradi minuti secondi)

## CULMINAZIONE : determinazione dell'intervallo di tempo

Dati:

F = latitudine punto nave precedente

R = rotta vera

V = velocità in nodi

P = angolo al polo dell'astro al punto nave precedente

Risultato : T = intervallo di tempo dall'ora del punto nave precedente a quella di culminazione dell'astro

Programma:

CULM DT ( PVRF)	
$T = P / 15^\circ + V \times (\sin R / \cos F) / 60$	Calcola intervallo di tempo
"DT CULM" $\blacktriangle$	Visualizza DT CULM

Esempio :

dati : angolo al polo PE 36° 55'.8 , velocità 20 nodi, rotta vera 135°, latitudine punto nave 28° 22' S

Visualizza	Immissione	Significato
P?	36° 55'.8'	DATI : angolo al polo
V?	20	DATI : velocità in nodi
R?	135°	DATI : rotta vera 135°
F?	-28°22'	DATI : latitudine punto nave
DT CULM 2.4		RISULTATO : intervallo di tempo alla culminazione : 2h 25m 07s (convertito in ore minuti secondi)

## AMPLITUDINE: correzione bussola

Dati:

C = Correzione dell'amplitudine per il lembo superiore del sole, dalle tavole nautiche 17

D = declinazione del sole

F = latitudine punto stimato al sorgere del sole

B = rilevamento bussola del sole (azimut bussola)

E = declinazione magnetica (quella stampata sulle carte)

Risultato : V = differenza tra azimut vero e azimut bussola

Programma:

<b>AMPL (AC17BUD)</b>	
$M = \text{abs}(\sin^{-1}(\sin D / \cos F)) + C$	Calcola amplitudine marina
IF ( D x F ) < 0 THEN R = 90 + abs M ▲ ELSE R = 90 – abs M ▲ FINESALTO	Calcola azimut vero, controllando se latitudine e declinazione del sole sono eteronomi o no
$V = R - B - E$	Calcola Differenza tra azimut vero e azimut bussola

Esempio :

dati : declinazione sole 23° 00'.8 N, latitudine stimata al sorgere 37° 38' N, Correzione da tavole nautiche 0,6 e declinazione magnetica 0°

Visualizza	Immissione	Significato
D?	23° 00'.8	DATI : declinazione del sole
F?	37° 38'	DATI : latitudine punto stimato
C?	0.6	DATI : correzione, da tavole nautiche 17
B?	56°	DATI : azimut bussola
E	0	DATI : declinazione magnetica
V=	3.8	RISULTATO : 3.8° E (differenza tra azimut vero e azimut bussola)

## PASSAGGIO AL MERIDIANO

Dati:

P = Angolo al polo (giusto per verificare che sia il meridiano superiore o quello inferiore)

D = declinazione dell'astro

F = latitudine punto stimato

Risultato : H = altezza meridiana, E = azimut

Programma:

<b>MERID HZ(PDF)</b>	
IF abs P < 3.8 THEN W = F – D ELSE W = 180 – (abs F + abs D) FINESALTO	Se l'angolo al polo e' vicino a zero, e' passaggio al meridiano superiore, altrimenti applico un'altra formula
$H = 90 - \text{abs } W$	Calcola altezza meridiana
"HS MERID=" ▲	Visualizza "HS MERID="
IF W > 0 THEN E = 180 ELSE E = 0 FINESALTO	Calcola azimut
"AZIMUT="	Visualizza "AZIMUT="

Esempio :

dati : angolo al polo PW 0° 1.7' , declinazione S 16° 04'.4 , latitudine stimata 25° 30'.3 N

Visualizza	Immissione	Significato
P?	-0° 1.7'	DATI : angolo al polo dell'astro
F?	25° 30'.3	DATI : latitudine punto stimato
D?	- 16° 04.4'	DATI : declinazione dell'astro
HS MERID 48.4		RISULTATO : altezza meridiana 48° 25'.3 (convertito in gradi minuti secondi)
AZIMUT 180		RISULTATO : azimut astro 180°

## RICONOSCIMENTO ASTRO X

Dati :

F = latitudine stimata (inserire con segno positivo)

H = altezza strumentale (inserire con segno positivo)

Z = angolo azimutale (inserire con segno positivo)

Risultato : D = declinazione , P = angolo al polo

Considerazioni : a parte che fate prima ad usare lo star finder, comunque il programma da' una declinazione e un angolo al polo stimati. L'angolo al polo, trasformato in t astro, ci serve poi per determinare la coascensione ( formula  $coa=t \text{ astro} - t \text{ sidereo}$ ).

Con coascensione stimata e declinazione stimata entro nelle effemeridi e mi cerco l'astro con declinazione e coa simili.

Ripeto, compratevi lo star finder e usatelo, magari con i sistemini che ho segnalato sotto la voce 'Star Finder' della stessa pagina web.

Programma:

X DP ( FHZ)	
$D = \sin^{-1}(\sin F \times \sin H + \cos F \times \cos H \times \cos Z)$	Calcolo declinazione approssimata
IF D < 0 THEN "DF ETERO" ▲ ELSE "DF OMO" ▲ FINESALTO	Mi dice se il segno della declinazione e' uguale (OMO) o diverso (ETERO) da quello della latitudine
$P = \tan^{-1}(\sin Z / (\tan H \times \cos F - \sin F \times \cos Z))$	Calcolo angolo al polo P
IF P < 0 THEN P=180+P ELSE P=P FINESALTO	Trasforma angolo al polo se minore di 0
"P = EW COME Z" ▲	Mi dice che il segno dell'angolo al polo e' uguale Est o West a quello dell'angolo azimutale.

Esempio :

dati : latitudine 25°30'.3 N altezza strumentale 21° 43'.9 , angolo azimutale N 90 E

Visualizza	immissione	Significato
F?	25°30'.3	DATI : latitudine stimata
H?	21° 43'.9	DATI: altezza strumentale
Z?	90°	DATI: angolo azimutale
D=OMO 9.2		RISULTATO declinazione N 9° 10'.4 (declinazione NORD stesso segno di latitudine)
P=EWCOMEZ 70.2		RISULTATO angolo al polo PE 70° 12'.8 (EST come angolo azimutale)