

NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

parte 5



NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

3 Novembre 2008, ore 21:00

Introduzione. Orientamento sulla Terra. Coordinate orizzontali degli astri, azimuth e altezza. Coordinate equatoriali degli astri, Ascensione Retta e Declinazione.

17 Novembre 2008, ore 21:00

Moti del Sole. Equazione del tempo. Declinazione annuale del Sole. Moti della Luna (cenni)

1 Dicembre 2008, ore 21:00

Il Sestante. Misura delle altezze e correzioni, calibrazione dello strumento. Rifrazione.

15 Dicembre 2008, ore 21:00

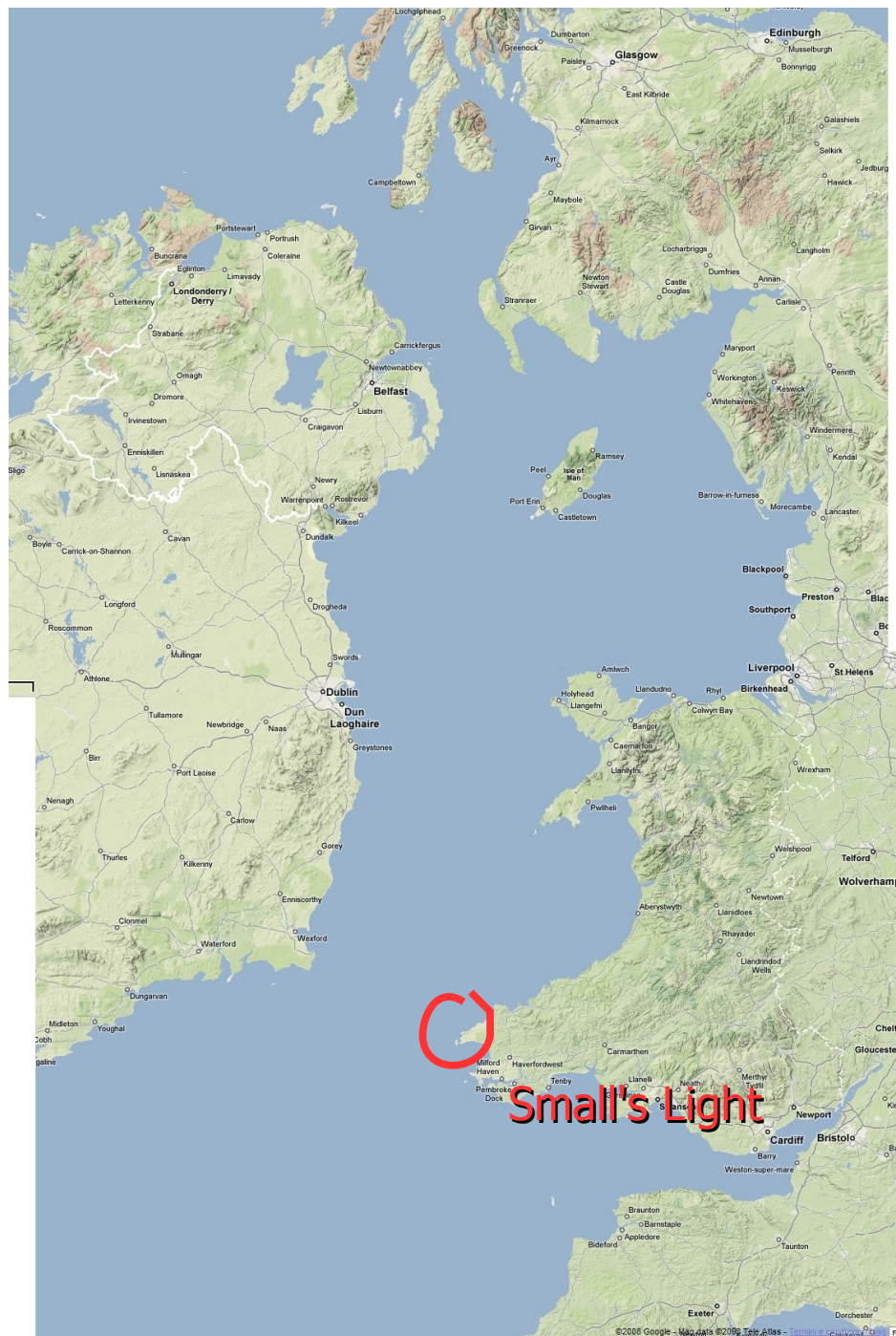
Il triangolo sferico: teorema del coseno e la relazione di Eulero. Il triangolo di posizione. Determinazione della Longitudine e della Latitudine.

22 Dicembre 2008, ore 21:00

Metodo delle rette d'altezza: metodo di Sumner e metodo di St. Hilaire

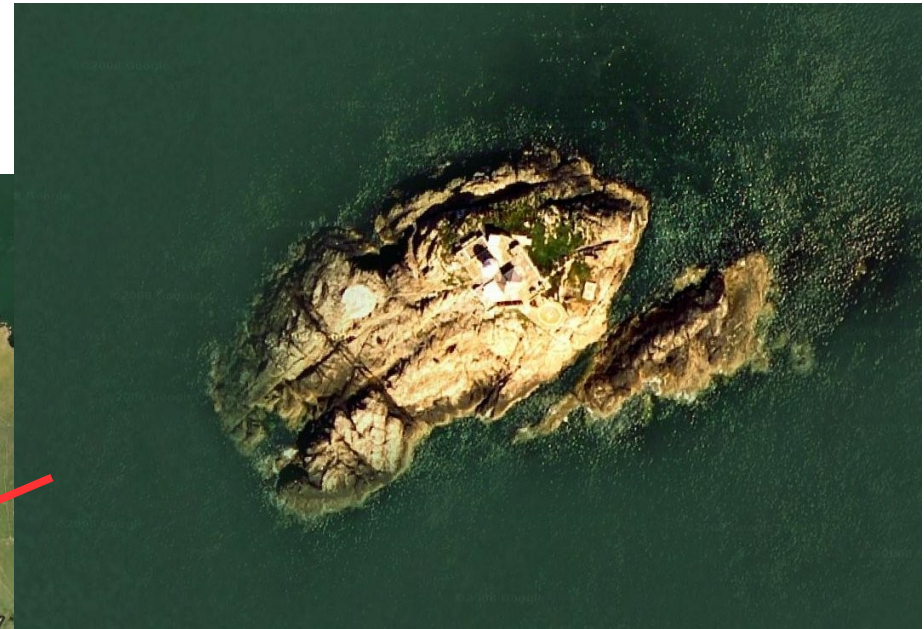
NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

Nel dicembre del 1837 il capitano **Thomas H. Sumner** stava navigando dalla Carolina del Sud a Greenock, in Scozia. Raggiungendo il canale di S. Giorgio, tra l'Irlanda ed il Galles, si stava accingendo ad effettuare una misurazione di altezza del Sole dopo molti giorni di brutto tempo. Utilizzando la formula di riduzione di Eulero, calcolò la longitudine dalla latitudine stimata. Poichè era incerto sulla stima, ripeté il calcolo con due latitudini leggermente diverse. Con sua grande sorpresa, i tre punti ottenuti si presentarono allineati sulla carta! Inoltre, la linea che li congiungeva dirigeva accidentalmente verso un faro sulla costa del Galles (Small's Light). Intuitivamente Sumner virò in quella direzione e, poco dopo, effettivamente, il faro apparve all'orizzonte. Sumner concluse che aveva trovato una *“linea di uguale altezza”*. Egli pubblicò il suo metodo nel 1843 segnando l'inizio della navigazione astronomica moderna.

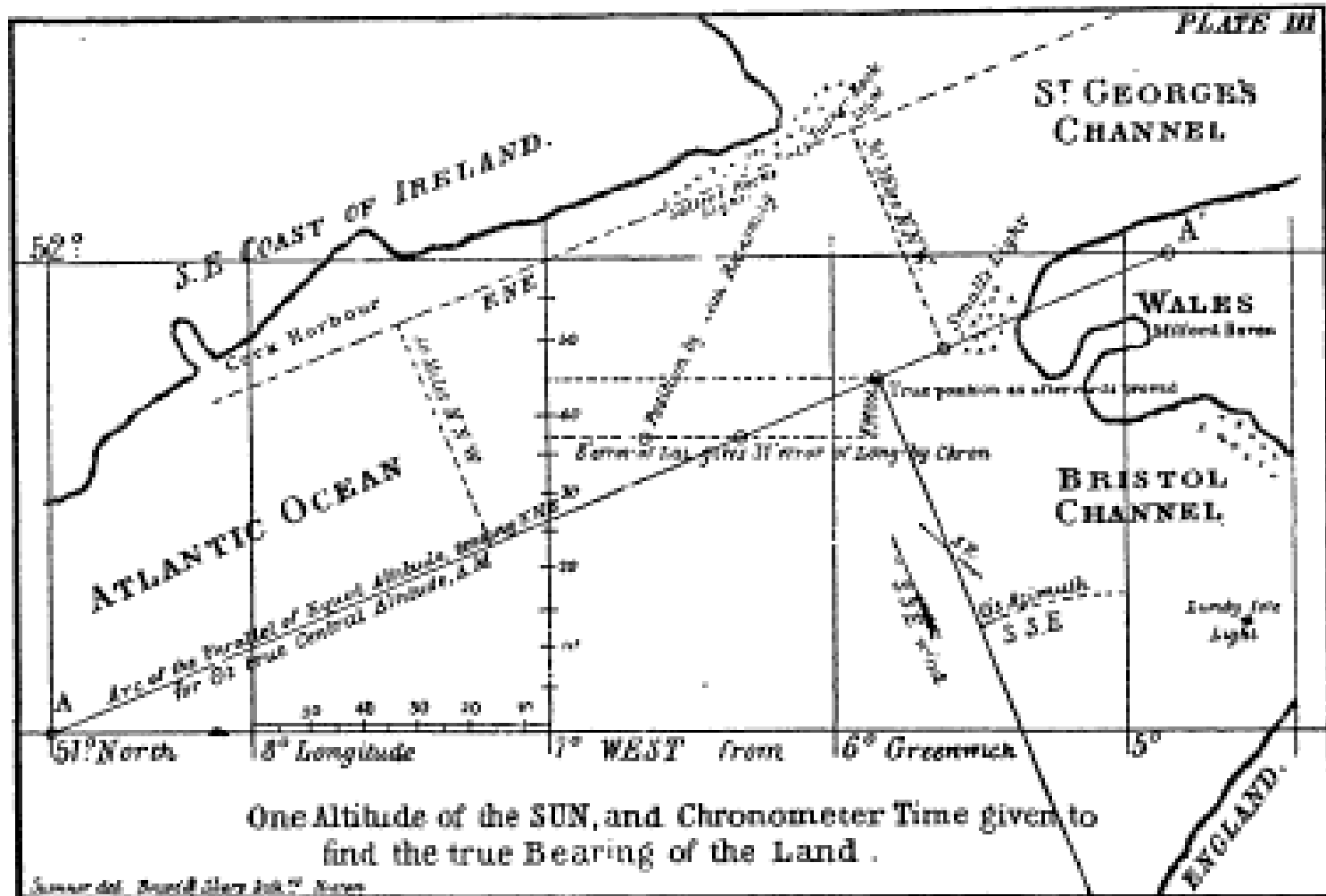


NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

Small's Light



NAVIGAZIONE ASTRONOMICA



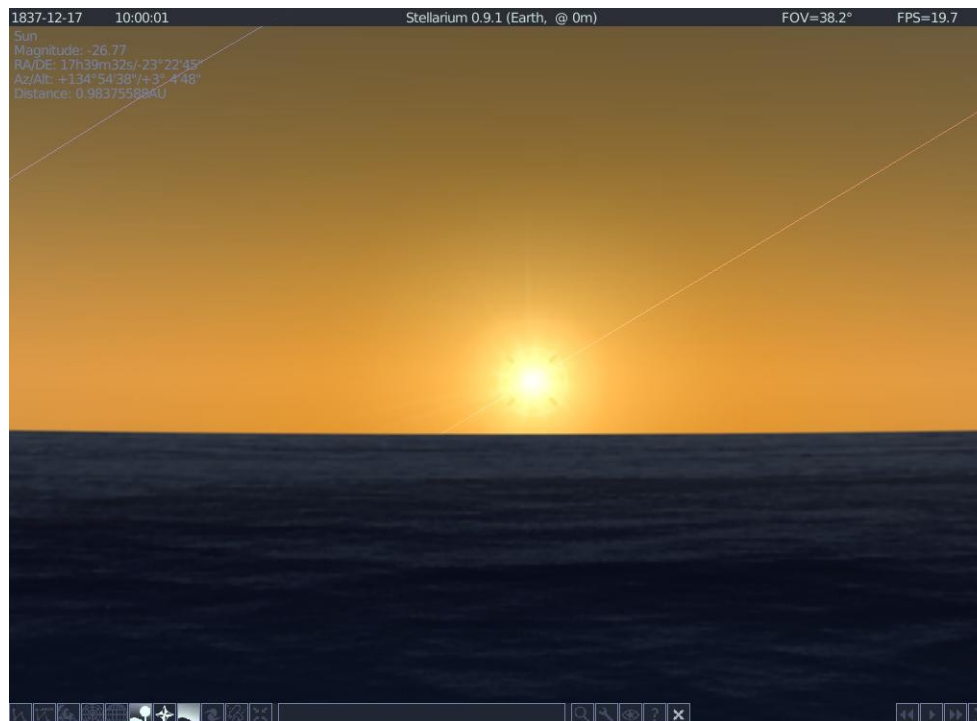
NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

Celestial Navigation Data for 1837 Dec 17 at 10 00 00 UT (GMT)

Delta T = 7.5 seconds

For Assumed Location: Longitude W 6 24.0
Latitude N 51 30.0

Object	Almanac Data				Altitude Corrections			
	GHA	Dec	Hc	Zn	Refr	SD	PA	Sum
	° ' "	° ' "	° ' "	°	' "	' "	' "	' "
SUN	330 54.4	s23 22.8	+ 8 53.8	147.4	-6.1	16.3	.1	10.3
ARIES	235 49.5							



NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

NEW AND ACCURATE METHOD
OF
FINDING A SHIP'S POSITION AT SEA,
BY PROJECTION ON MERCATOR'S CHART.

WHEN THE LATITUDE, LONGITUDE, AND APPARENT TIME AT THE SHIP ARE UNCERTAIN; ONE
ALTITUDE OF THE SUN, WITH THE TRUE GREENWICH TIME, DETERMINES,

FIRST,
THE TRUE BEARING OF THE LAND;

SECONDLY,
THE ERRORS OF LONGITUDE BY CHRONOMETER,
CONSEQUENT TO ANY ERROR IN THE LATITUDE;

THIRDLY,
THE SUN'S TRUE AZIMUTH.

WHEN TWO ALTITUDES ARE OBSERVED, AND THE ELAPSED TIME NOTED, THE TRUE LATITUDE IS
PROJECTED; AND IF THE TIMES BE NOTED BY CHRONOMETER, THE TRUE
LONGITUDE IS ALSO PROJECTED AT THE SAME OPERATION.

The Principles of the Method being fully explained and illustrated
by Problems, Examples, and Plates,

WITH RULES FOR PRACTICE, AND EXAMPLES FROM ACTUAL OBSERVATION.

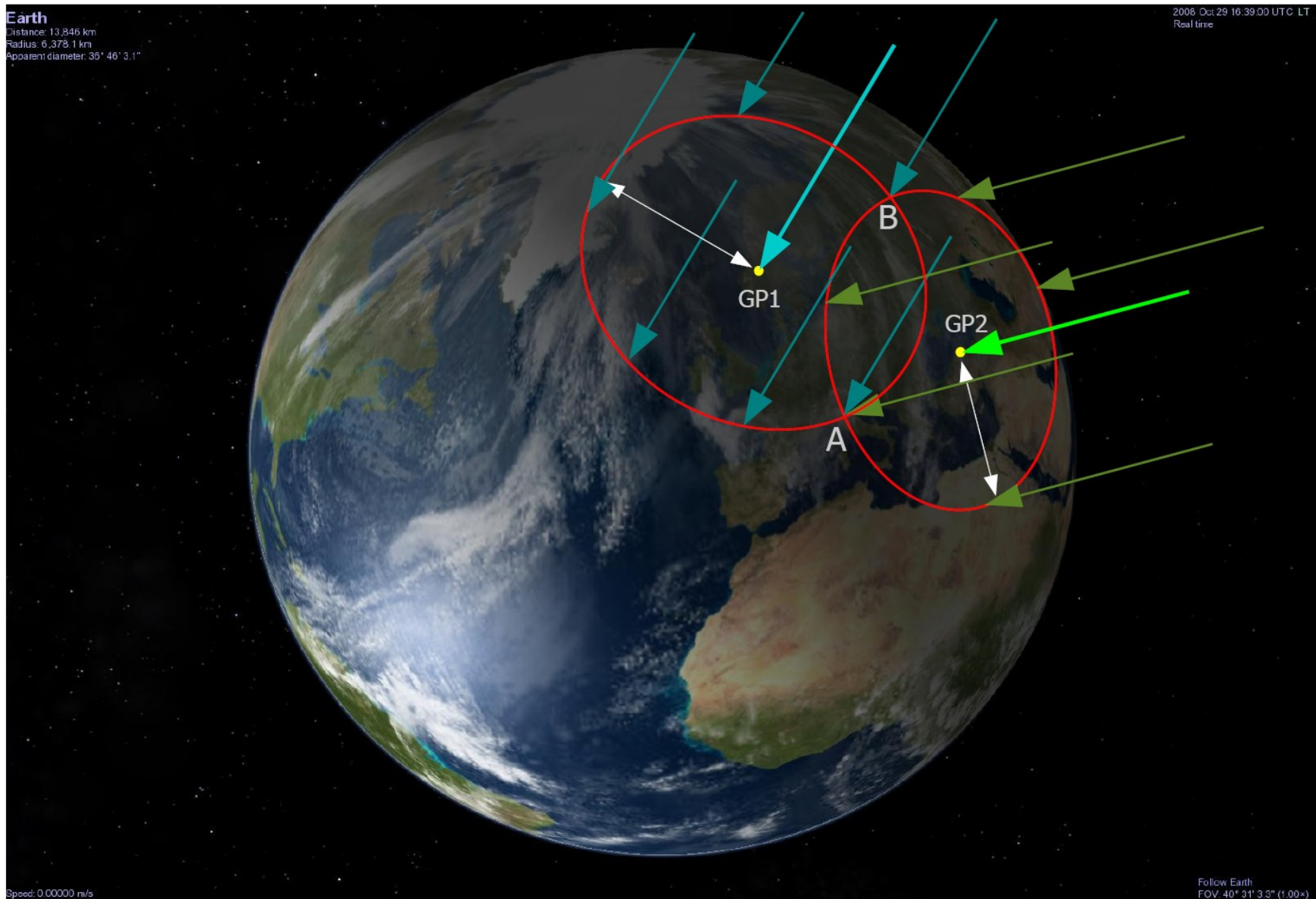
BY CAPT. THOMAS H. SUMNER.

SECOND EDITION.

BOSTON:
PUBLISHED BY THOMAS GROOM, 82 STATE STREET.
1845.

FIG. 2.—Title page of the second edition of Sumner's treatise

NAVIGAZIONE ASTRONOMICA



NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

Sumner, procedura:

1. Scegliere un parallelo di latitudine stimata (Lat_1), preferibilmente un valore intero sulla griglia
2. Da Lat_1 , Dec e H_0 , altitudine osservata dell'astro, calcolare l'angolo meridiano (angolo al polo) mediante la formula:

$$t = \pm \arccos\left(\frac{(\sin(H_0) - \sin(Lat_1) \cdot \sin(Dec))}{(\cos(Lat_1) \cos(Dec))}\right)$$

3. da t si calcola Lon secondo la seguente regola:

$$Lon = t - GHA; Lon' = 360^\circ - t - GHA$$

se $Lon < 180^\circ$ allora $Lon = Lon + 360^\circ$

se $Lon' < -180^\circ$ allora $Lon' = Lon' + 360^\circ$

se $Lon' > 180^\circ$ allora $Lon' = Lon' - 360^\circ$

4. A questo punto si sceglie Lon o Lon' in base alla stima a disposizione
5. Si ripete il calcolo con un parallelo di latitudine diverso, di solito uno o due gradi e si ottiene una seconda latitudine Lat_2 .
6. Con questi due dati (Lat_1 , Lon_1) e (Lat_2 , Lon_2) si costruisce la LOP1
7. Si ripete tutto fino al punto 7 con un secondo astro
8. Si tracciano le due LOP sulla carta quadrettata (o sulla mappa): l'intersezione delle due LOP è il punto di posizione

ATTENZIONE: gli astri dovrebbero essere separati da un angolo di circa 90° e non giacere in prossimità del meridiano

NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

Celestial Navigation Data for 2008 Dec 22 at 20 30 00 UT (GMT)

Delta T = 71.4 seconds

For Assumed Location: Longitude E 12 29.3

Latitude N 45 27.0

Object	Almanac Data				Altitude Corrections			
	GHA ° ' "	Dec ° ' "	Hc ° ' "	Zn °	Refr ° ' "	SD "	PA "	Sum "
VEGA	119 57.6	n38 47.5	+ 4 26.4	324.8	³ -10.5	.0	.0	-10.5
ARIES	39 15.9							

Celestial Navigation Data for 2008 Dec 22 at 20 30 00 UT (GMT)

Delta T = 71.4 seconds

For Assumed Location: Longitude E 12 29.3

Latitude N 45 27.0

Object	Almanac Data				Altitude Corrections			
	GHA ° ' "	Dec ° ' "	Hc ° ' "	Zn °	Refr ° ' "	SD "	PA "	Sum "
SIRIUS	297 52.2	s16 43.7	+13 17.7	131.4	³ -4.1	.0	.0	-4.1
ARIES	39 15.9							

NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

Metodo di Sumner

Oggetto: **SIRIO @ 20081222;20:30GMT**

Posizione assunta (AP)		gradi	minuti	secondi	decimale	radianti
Latitudine		45	0.00	0.00	45.00	0.79
Declinazione		-16	43.70	0.00	-16.73	-0.29
Sestante->	H0	13	17.70	0.00	13.30	0.23
	t				50.20	0.88
	GHA	297	52.20	0.00	297.87	5.20
	longitudine				Lon1 -247.67 Lon2 11.93	

Lon **112.33**
Lon **11.93**
Lon **11.93**

$$t = \pm \arcsin \left(\frac{\sin(H_0) - \sin(Lat) \cdot \sin(Dec)}{\cos(Lat) \cdot \cos(Dec)} \right)$$

NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

Metodo di Sumner

Oggetto: **SIRIO @ 20081222;20:30GMT**

Posizione assunta (AP)		gradi	minuti	secondi	decimale	radianti
Latitudine		46	0.00	0.00	46.00	0.80
Declinazione		-16	43.70	0.00	-16.73	-0.29
Sestante->	H0	13	17.70	0.00	13.30	0.23
	t				48.94	0.85
	GHA	297	52.20	0.00	297.87	5.20
	longitudine				Lon1 -248.93 Lon2 13.19	

Lon **111.07**
Lon **13.19**
Lon **13.19**

$$t = \pm \arcsin \left(\frac{\sin(H_0) - \sin(Lat) \cdot \sin(Dec)}{\cos(Lat) \cdot \cos(Dec)} \right)$$

NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

Metodo di Sumner

Oggetto: **VEGA @ 20081222;20:30GMT**

Posizione assunta (AP)		gradi	minuti	secondi	decimale	radianti
Latitudine		45	0.00	0.00	45.00	0.79
Declinazione		38	47.50	0.00	38.79	0.68
Sestante->	H0	4	26.40	0.00	4.44	0.08
	t				131.55	2.30
	GHA	119	57.60	0.00	119.96	2.09
longitudine				Lon1	11.59	
				Lon2	108.49	
				Lon	11.59	
				Lon	108.49	
				Lon	108.49	

$$t = \pm \arcsin \left(\frac{\sin(H_0) - \sin(Lat) \cdot \sin(Dec)}{\cos(Lat) \cdot \cos(Dec)} \right)$$

NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

Metodo di Sumner

Oggetto: **VEGA @ 20081222;20:30GMT**

Posizione assunta (AP)					
	gradi	minuti	secondi	decimale	radianti
Latitudine	46	0.00	0.00	46.00	0.80

Declinazione	38	47.50	0.00	38.79	0.68
--------------	-----------	-------	------	--------------	------

Sestante->

H0	4	26.40	0.00	4.44	0.08
t				133.58	2.33
GHA	119	57.60	0.00	119.96	2.09

longitudine

Lon1	13.62
Lon2	106.46

Lon **13.62**
 Lon **106.46**
 Lon **106.46**

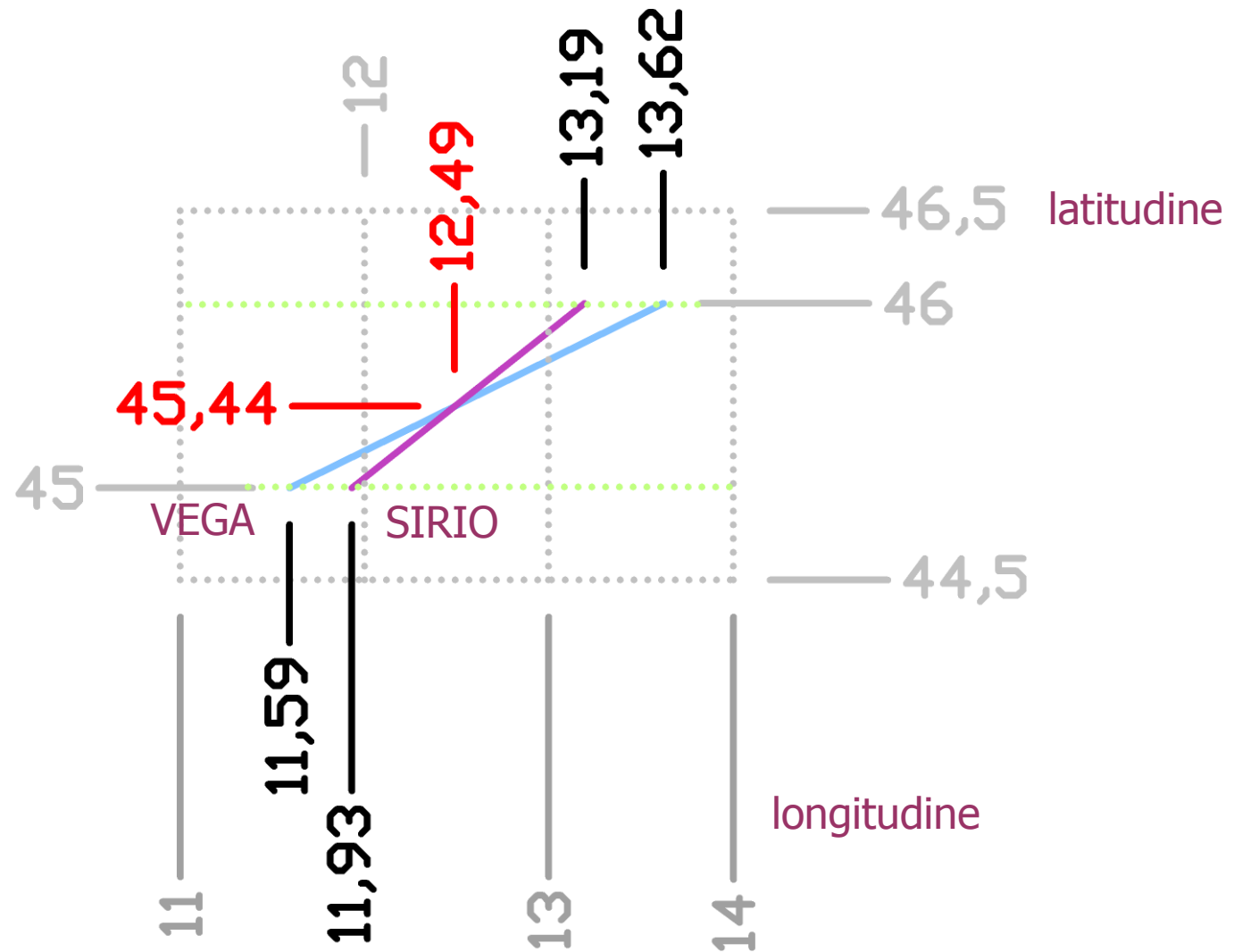
Lat(POS) 45.44
 Lon(POS) 12.49

	gradi	minuti	secondi
Latitudine	45	26	24.00
Longitudine	12	29	24.00

$$t = \pm \arcsin \left(\frac{\sin(H_0) - \sin(Lat) \cdot \sin(Dec)}{\cos(Lat) \cdot \cos(Dec)} \right)$$

NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

METODO DI SUMNER



NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

StHilaire (metodo delle intercette), procedura:

1. Scegliere un punto opportuno, vicino alla stima della posizione, possibilmente coincidente con l'intersezione di un meridiano e un parallelo intero. Questa diviene la Posizione Assunta (AP). Questa posizione corrisponde perciò a Lon(AP) e Lat(AP) note.
2. Si calcola l'angolo meridiano $t(AP)$ dalla conoscenza di GHA e Lon(AP)

$$t = GHA + Lon \quad \text{se } 0^\circ < GHA + Lon < 180^\circ$$
$$t = GHA + Lon - 360^\circ \quad \text{se } GHA + Lon > 180^\circ$$

3. Con questi dati, per l'astro selezionato, si calcola l'altezza in quella posizione, H_c :

$$H_c = \arcsin(\sin(Lat_{AP}) \cdot \sin(Dec) + \cos(Lat_{AP}) \cdot \cos(Dec) \cdot \cos(t_{AP}))$$

4. da H_c , Lat(AP) e $t(AP)$ si calcola l'azimuth dell'astro secondo la seguente regola:

$$Az = \arccos \frac{\sin(Dec) - \sin(H_c) \cdot \sin(Lat_{AP})}{\cos(H_c) \cdot \cos(Lat_{AP})}$$

$$Az_N = Az \quad \text{se } t < 0$$

$$Az_N = 360^\circ - Az \quad \text{se } t > 0$$

5. da H_c e da H_o (altezza osservata) si calcola la quantità;

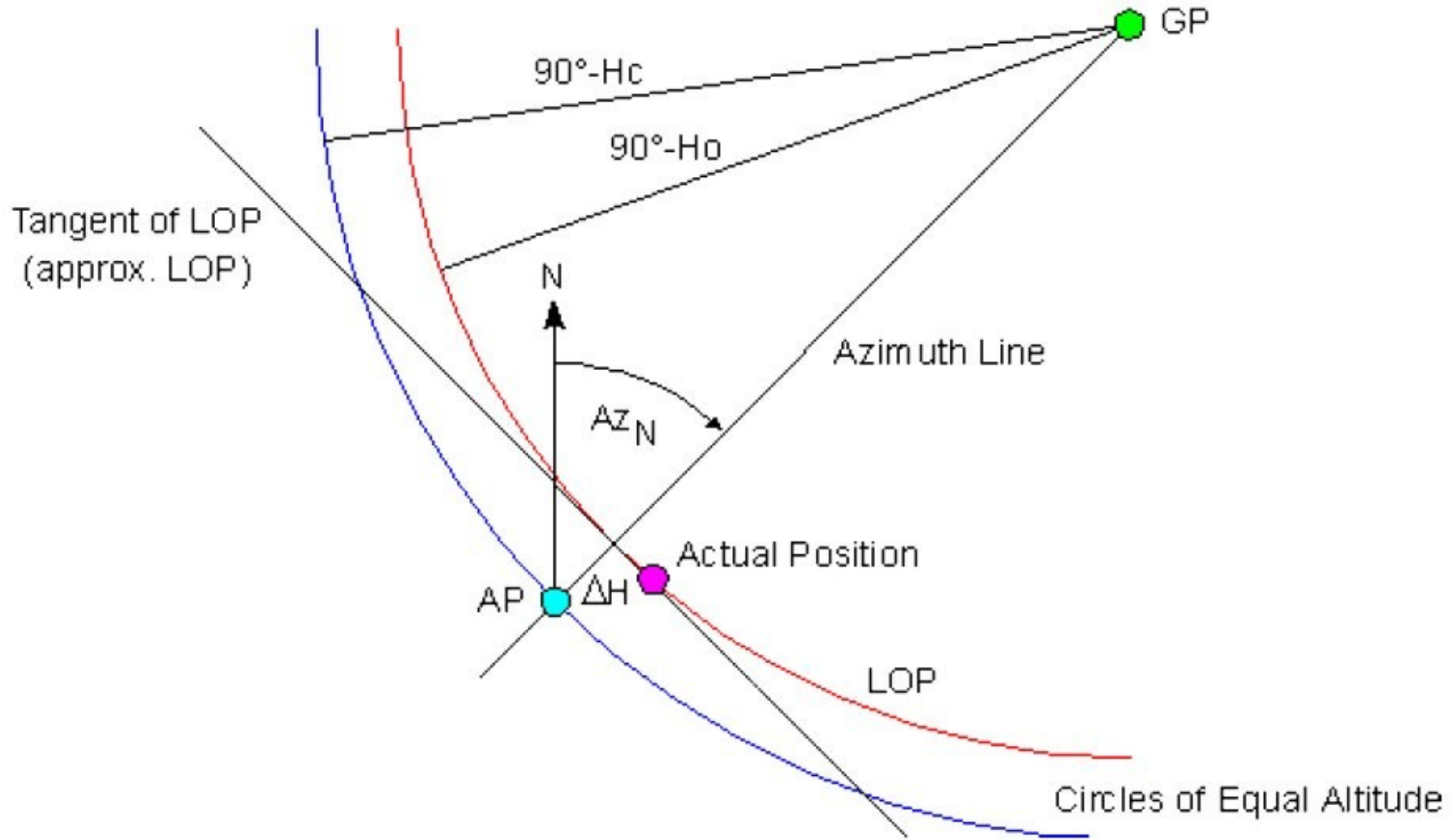
$$\Delta H [nm] = 60 \cdot (H_o [^\circ] - H_c [^\circ])$$

$$\Delta H > 0, \text{ verso } GP$$

$$\Delta H < 0, \text{ via da } GP$$

6. sulla linea di azimuth ci si sposta della quantità Delta(H) e da questo punto si disegna sulla carta la perpendicolare alla linea di azimuth. **Questa è la LOP.**
7. Si ripete la procedura per un secondo astro: l'intersezione delle due LOP è la **posizione cercata**

NAVIGAZIONE ASTRONOMICA



Henning Umland

NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

Metodo di StHilaire o metodo delle intercette

Posizione assunta (AP)		gradi	minuti	secondi	decimale	radianti
Latitudine		45	0.00	0.00	45.00	0.79
Longitudine		12	0.00	0.00	12.00	0.21
Oggetto:	SIRIO @ 20081222;20:30GMT					
Declinazione		-16	43.70	0.00	-16.73	-0.29

GHA	297	52.20	0.00	297.87	5.20
LHA				309.87	
t				-50.13	-0.87

Calcolata	Hc	radianti	gradi		
		0.23	13.33		
Sestante->	H0	gradi	minuti	secondi	decimale
		13	17.70	0.00	13.30
	DELTA(H)=H0-Hc	-0.04	via da GP	2.16	miglia
	Az	radianti	gradi		t<0 (180<LHA<360)
		2.29	130.94		t>0 (0<LHA<180)
	Azn	2.29	130.94		
		Angolo std	-40.94		
		Dist std	0.04		

$$H_c = \arcsin(\sin(Lat_{AP}) \cdot \sin(Dec) + \cos(Lat_{AP}) \cdot \cos(Dec) \cdot \cos(t_{AP}))$$

NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

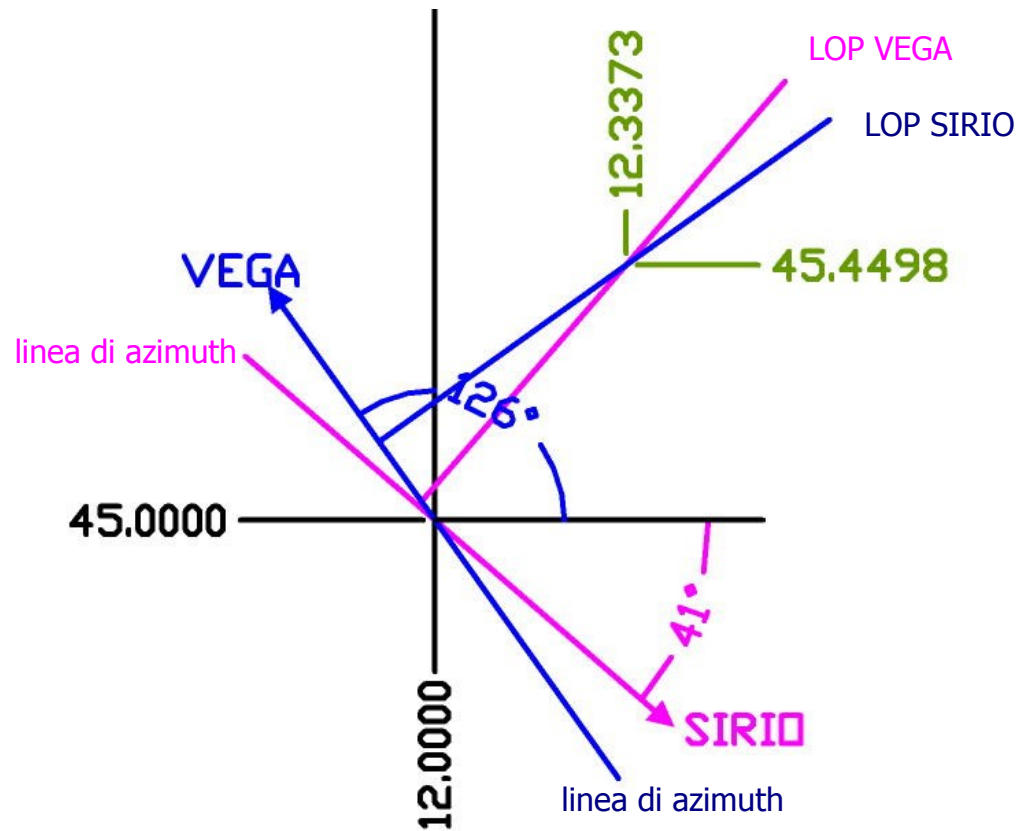
Metodo di StHilaire o metodo delle intercette

Oggetto:	Posizione assunta (AP)					
		gradi	minuti	secondi	decimale	radianti
	Latitudine	45	0.00	0.00	45.00	0.79
	Longitudine	12	0.00	0.00	12.00	0.21
	VEGA @ 20081222;20:30GMT					
	Declinazione	38	47.50	0.00	38.79	0.68

	GHA	119	57.60	0.00	119.96	2.09	
	LHA				131.96		
	t				131.96	2.30	
Calcolata	Hc	radianti	gradi				
		0.07	4.27				
Sestante->	H0	gradi	minuti	secondi	decimale		
		4	26.40	0.00	4.44		
	DELTA(H)=H0-Hc	0.17	verso GP	10.06	miglia		
	Az	radianti	gradi			t<0 (180<LHA<360)	
		0.62	35.54			t>0 (0<LHA<180)	
	Azn	5.66	324.46				
		Angolo std	-234.46	125.54	Lat(POS)	45.45	
		Dist std	0.17		Lon(POS)	12.34	
	Stimate	gradi	minuti	secondi	Vera	gradi	minuti
	Latitudine	45	26	59.28	Latitudine	45	27.00
	Longitudine	12	20	14.28	Longitudine	12	29.30

$$H_c = \arcsin(\sin(Lat_{AP}) \cdot \sin(Dec) + \cos(Lat_{AP}) \cdot \cos(Dec) \cdot \cos(t_{AP}))$$

NAVIGAZIONE ASTRONOMICA



LOP=line of position (linea di posizione)

NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

Metodo di StHilaire o metodo delle intercette

Posizione assunta (AP)		gradi	minuti	secodi	decimale	radianti
Latitudine		45	0.00	0.00	45.00	0.79
Longitudine		12	0.00	0.00	12.00	0.21
Oggetto: ALDEBARAN @ 20081222;16:00GMT						
Declinazione		16	31.80	0.00	16.53	0.29
GHA		262	27.70	0.00	262.46	4.58
LHA					274.46	
t					-85.54	-1.49

Calcolata	Hc	radianti	gradi			
		0.26	14.71			
Sestante->	H0	gradi	minuti	secondi	decimale	
		15	7.00	0.00	15.12	
	DELTA(H)=H0-Hc	0.41	verso GP	24.43	miglia	
	Az	radianti	gradi		t<0 (180<LHA<360)	
		1.42	81.17		t>0 (0<LHA<180)	
	Azn	1.42	81.17			
		Angolo std	8.83			
		Dist std	0.41			

$$H_c = \arcsin(\sin(Lat_{AP}) \cdot \sin(Dec) + \cos(Lat_{AP}) \cdot \cos(Dec) \cdot \cos(t_{AP}))$$

NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

Metodo di StHilaire o metodo delle intercette

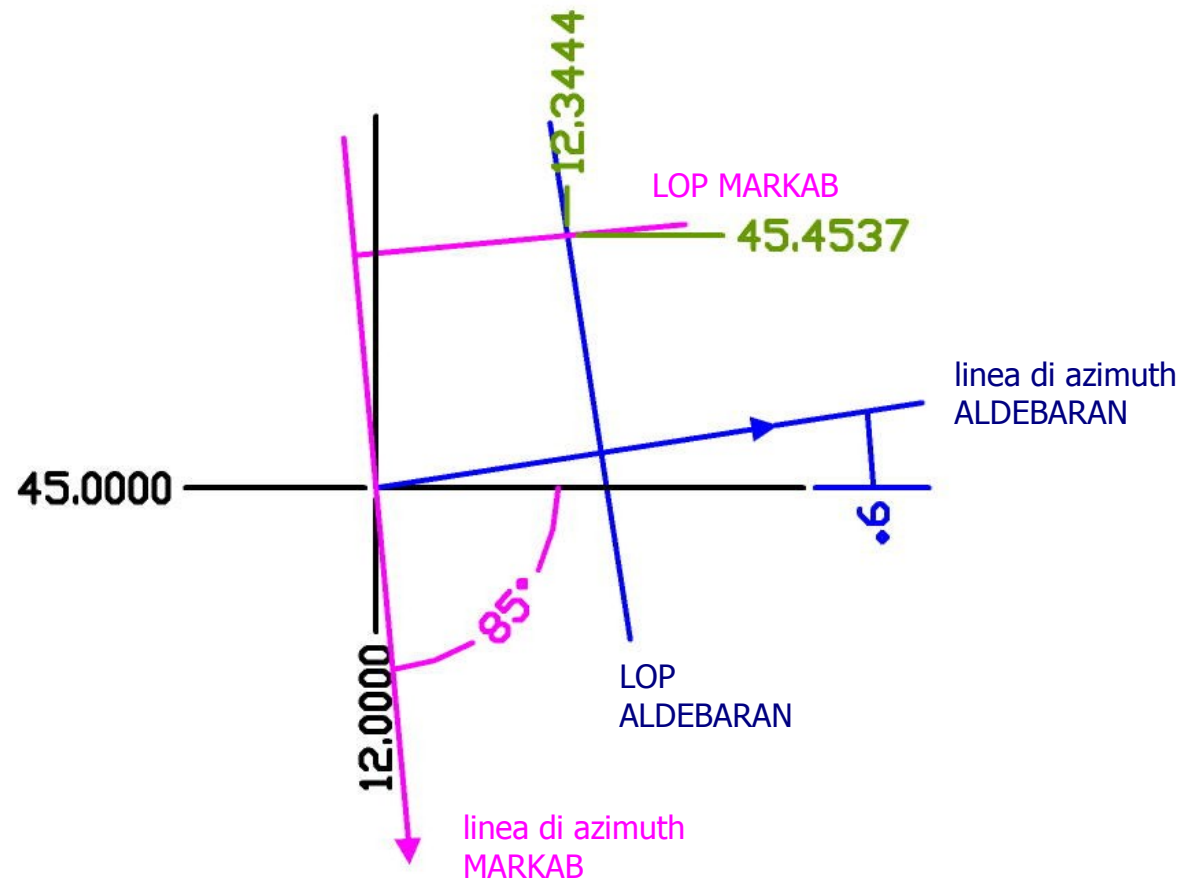
Posizione assunta (AP)		gradi	minuti	secondi	decimale	radianti
Latitudine		45	0.00	0.00	45.00	0.79
Longitudine		12	0.00	0.00	12.00	0.21
Oggetto:	MARKAB @ 20081222;16:00GMT					
Declinazione		15	15.40	0.00	15.26	0.27

GHA	345	16.60	0.00	345.28	6.03
LHA				357.28	
t				-2.72	-0.05

Calcolata	Hc	radianti	gradi		
		1.05	60.17		
Sestante->	H0	gradi	minuti	secondi	decimale
		59	44.80	0.00	59.75
	DELTA(H)=H0-Hc	-0.42	via da GP	25.27	miglia
	Az	radianti	gradi		t<0 (180<LHA<360)
		3.05	174.71		t>0 (0<LHA<180)
	Azn	3.05	174.71		
		Angolo std	-84.71		
		Dist std	0.42		

$$H_c = \arcsin(\sin(Lat_{AP}) \cdot \sin(Dec) + \cos(Lat_{AP}) \cdot \cos(Dec) \cdot \cos(t_{AP}))$$

NAVIGAZIONE ASTRONOMICA



NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

Dicembre 2008

Gianpietro Favaro
gpfavaro@iol.it