

Tempo solare, tempo siderale e orbite sincrone al Sole

Tutti i nostri programmi di previsione orbitale derivati da quello di W3IWI eseguono i calcoli riferiti al tempo siderale e poi convertono gli stessi in tempo solare.

Ciò è giusto poiché il satellite, per quanto è stato detto su R.R. 1/89 (pag. 95) viene considerato al pari di una stella.

Siccome il nostro orologio sulla Terra è riferito al Sole, dobbiamo effettuare la conversione da tempo siderale (basato sulle stelle fisse) a tempo solare (basato sulle coordinate del tempo universale UTC, o GMT che dir si voglia).

Cerchiamo allora di capire cosa è questo tempo siderale.

Osserviamo la fig. A, ove è raffigurata la Terra nel suo moto di rivoluzione intorno al Sole, da destra verso sinistra, in due giorni successivi, il giorno 1 ed il giorno 2.

Supponiamo che oggi la Terra si trovi nella posizione 1 e noi osservatori terrestri ci troviamo in A, proprio al mezzogiorno locale, quando il Sole culminando taglia il nostro meridiano.

Congiungiamo ora la nostra posizione A col Sole e la stella fissa (asterisco) che si trova a distanza praticamente infinita. Avremo ottenuto dunque a mezzogiorno del nostro orologio la retta congiungente A - Sole - Stella.

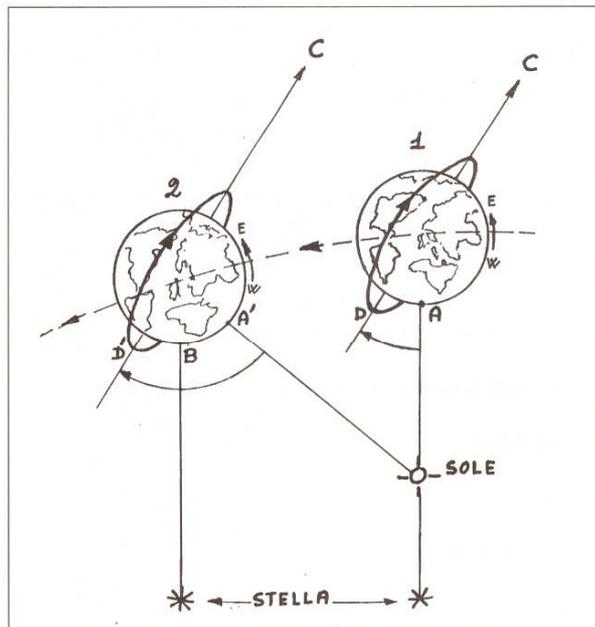


Fig. A - Tempo solare e tempo siderale

La Terra è in 1 ed a mezzogiorno congiungiamo la nostra posizione A con il Sole e la stella (asterisco). Il giorno dopo, a mezzogiorno, la nostra posizione è in A' e noi vediamo il Sole alla massima altezza mentre passa al meridiano locale. La stella (asterisco) però passerà al meridiano prima del Sole, quando noi siamo in B. Da A a A' passano 24 ore (o giorno solare); da A a B la rotazione terrestre è di 360 gradi e si compie in 24 ore meno 3 minuti e 56 secondi (giorno siderale). La differenza fra B e A' è di 3 minuti e 56 secondi, corrispondenti ad un arco di 0,98 gradi.

Rifacciamo la stessa osservazione il giorno dopo quando la Terra, dopo aver orbitato intorno al Sole nel suo moto di rivoluzione, si troverà in posizione 2.

Il giorno dopo, a mezzogiorno, la nostra posizione è passata in A' e noi vediamo il Sole alla massima altezza di culminazione che taglia il nostro meridiano locale. La stella (asterisco), a distanza praticamente infinita, ci passa però al meridiano prima del Sole, cioè quando noi siamo in B.

Durante una rotazione terrestre, dal punto A di posizione 1 al punto A' di posizione 2 passano 24 ore o "giorno solare".

Dal punto A di posizione 1 al punto B di posizione 2 la rotazione terrestre è esattamente di 360 gradi perché noi traggiamo al meridiano una stella fissa a distanza praticamente infinita.

Questa rotazione si compie in 24 ore meno 3 minuti e 56 secondi, ossia in 23 h, 56' e 4", e prende il nome di "giorno siderale" proprio perché è riferito alla stella anziché al Sole.

La differenza fra B e A' di posizione 2 è di 3 minuti e 56 secondi, ossia un arco di 0,98 gradi. Risulta dunque che il giorno siderale è più breve o "più veloce" di quello solare.

Siccome l'anno solare tropico è di 365,2422 giorni, ne risulta che la Terra in questo tempo avrà ruotato di 360 gradi sul suo asse rispetto alla stella per 366,2422 volte, cosa della quale non ci accorgiamo affatto in quanto il ciclo giorno notte è basato sul sole.

Siccome la posizione della stella è praticamente fissa nello spazio, la Terra, rispetto alla stella, guadagna un giro, o giorno siderale in più, ogni anno, paragonata ai 365,2422 giri che essa compie nei confronti del Sole e di cui noi ci accorgiamo.

In altre parole, mentre la Terra ruota in un anno, sul proprio asse, di 360 gradi, per 366,2422 volte rispetto alla stella, nello stesso tempo la Terra ruota rispetto al Sole soltanto 365,2422 volte.

Questo strano paradosso si spiega col fatto che in un anno la Terra gira intorno al Sole una volta, mentre intorno alla stella non gira mai e la stella rispetto alla Terra si trova a distanza praticamente infinita.

Il rapporto fra tempo siderale e tempo solare è dunque:

$$366,2422 : 365,2422 = 1,0027379033$$

ossia quella misconosciuta costante chiamata normalmente G1 (Sideral/Solar Rate Ratio, che appare nei nostri programmi di tracking e previsioni orbitali).

Facciamo ora un'altra interessante osservazione.

Durante il moto di rivoluzione intorno al Sole, la Terra trascina con sé anche il piano orbitale del satellite. Se annulliamo per semplicità la regressione del nodo o variazione giornaliera della RAAN, il piano orbitale resterà di giorno in giorno costantemente fisso ed orientato verso lo stesso punto C dello spazio, come se il piano stesso fosse agganciato in C a distanza infinita.

Il giorno 1 il Sole illumina il piano orbitale del satellite con un angolo di incidenza A - D, mentre il giorno 2 lo illumina con un angolo maggiore A' - D' e così, di giorno in giorno, durante l'anno il Sole illumina il piano orbitale del satellite sotto angoli sempre diversi.

In alcuni periodi dell'anno il Sole sarà addirittura perpendicolare al piano dell'orbita, il satellite resterà sempre illuminato dal Sole e non avremo le eclissi. In altri momenti dell'anno invece i raggi del Sole saranno paralleli al piano orbitale e così il satellite avrà dei periodi di eclissi perché la Terra si frappone fra il satellite ed il Sole.

Se, per esempio, il piano orbitale resta sempre orientato verso

Spazio nuova frontiera

il punto C, la rivoluzione terrestre intorno al Sole produce una apparente precessione del piano orbitale verso Ovest di 0,98 gradi al giorno. Se vogliamo che il piano orbitale conservi sempre lo stesso angolo A - D rispetto al Sole per tutti i giorni dell'anno, in modo che il Sole si trovi sempre alle spalle del satellite, bisogna annullare la precessione di 0,98 gradi al giorno verso Ovest, dovuta al moto di rivoluzione della Terra intorno al Sole, con una precessione uguale e contraria del piano orbitale di 0,98 gradi al giorno verso Est.

Questo avviene se il piano orbitale del satellite ruota su sé stesso in modo tale che la sua RAAN, o longitudine del nodo ascendente, vari in opposizione di 0,98 gradi al giorno.

Ciò accade se l'inclinazione del piano orbitale sull'equatore è maggiore di 90 gradi, come nei satelliti meteorologici in orbita polare, che per esigenze di illuminazione fotografica devono avere sempre il Sole alle spalle.

Queste orbite in cui l'arco A-D di posizione 1 rimane sempre co-

stante per tutto l'anno, sono chiamate sincrone al Sole.

Del come si fa a compensare la precessione di 0,98 gradi al giorno verso Ovest dovuta al moto di rivoluzione terrestre intorno al Sole con una pari e contraria precessione di 0,98 gradi al giorno altrettanto provocata, ci occuperemo alla prossima puntata.

* * *

1) Se la precessione del piano orbitale varia di 0,98 gradi al giorno verso Est, equivale a dire che la longitudine del nodo ascendente diminuisce di 0,98 gradi W al giorno, mentre la RAAN aumenta di 0,98 gradi al giorno (vedasi fig. 1 di R.R. 1/89 - pag. 96).

2) 365,2422 giorni è la durata dell'anno tropico, conosciuta già ai tempi di Giulio Cesare con sufficiente approssimazione in 365,2500 giorni. Esso consiste nel tempo intercorrente tra due passaggi consecutivi del Sole per il punto gamma o punto primo di Ariete (vedasi fig. 1 di R.R. 1/89 - pag. 96).

Correzione di Epoch Time

I satelliti a bassa orbita come il MIR, lo Space Shuttle ed ultimamente AO-9, sceso ormai a 430 km di altitudine dalla Terra, richiedono elementi kepleriani molto aggiornati, diversamente l'errore sulla acquisizione risulta di parecchi minuti. L'errore che si accumula non varia linearmente nel tempo e così risulta difficile modificare il decay-rate.

AO-9, che come sappiamo è stato immesso in orbita circolare (LEO) a 554 km di altitudine nel 1981, è sceso dunque a 430 km e perde circa 330 m di quota al giorno: il suo rientro e conseguente distruzione nell'atmosfera terrestre è previsto agli inizi dell'ottobre 1989. Data la bassa altitudine, gli effetti del rallentamento comincia a farsi sentire in modo appariscente, anche 15 minuti di anticipo rispetto a quanto calcolato con i più aggiornati elementi kepleriani disponibili.

Per ovviare all'inconveniente occorre aggiornare da soli l'Epoch Time col seguente metodo:

1) calcolare i dati orbitali utilizzando gli elementi kepleriani più aggiornati possibile;

2) effettuare qualche ascolto e prendere nota dell'anticipo o del ritardo con cui il segnale viene ricevuto al sorgere (AOS);

Supponiamo che il satellite anticipi il sorgere di 15 minuti su quanto calcolato dal computer; effettuare allora il rapporto:

$$15 \text{ min} : 1440 \text{ min} = 0,0104166667 \text{ giorni}$$

Sottrarre questa quantità all'Epoch Time; se l'Epoch Time è per esempio 89028,59009 si otterrà:

$$28,59009 - 0,0104166667 = 28,57967333$$

e così il nuovo Epoch Time diventerà:

$$89028,57967333.$$

Se il satellite ritarda sul tempo calcolato con gli elementi kepleriani di cui si dispone, allora bisogna sommare anziché sottrarre.

Con questo sistema abbiamo tenuto sotto controllo il MIR per oltre un mese, ottenendo precisioni sui tempi di acquisizione intorno al minuto. E' ovvio che il sistema non è rigoroso, ma è soddisfacente per i nostri usi, maggiormente ora che, dalla seconda quindicina di febbraio, MIR è tornato ad essere operativo con U4MIR.

Rotazione della linea degli apsi

Alcuni OM hanno letto l'articolo "Argomento del perigeo" a pagg. 91-93 di R.R. 2/89 e chiedono la dimostrazione matematica del perché con inclinazione $i = 63,43$ gradi la rotazione della linea degli apsi si annulla.

L'equazione che permette di calcolare la rotazione giornaliera della linea degli apsi in gradi è la seguente:

$$\Delta_{W/24 \text{ ore}} = \frac{5^\circ}{(a/R)^{7/2} (1 - e^2)^2} (5 \cos^2 i - 1)$$

Dove

$\Delta_{W/24 \text{ ore}}$ = Variazione giornaliera della rotaz. (in gradi)

a = Semiasse maggiore dell'orbita (in km)

R = Raggio medio terrestre all'equatore = 6378,388 km

e = Eccentricità dell'orbita

i = Inclinazione del piano orbitale (in gradi)

Vediamo per quale valore di (i) l'equazione si annulla:

Poniamo

$$5 \cos^2 i - 1 = 0$$

e ricavando la (i) si ha

$$5 \cos^2 i = 1$$

$$\cos^2 i = 1/5 = 0,2$$

$$\cos i = \sqrt{0,2}$$

$$i = \arccos \sqrt{0,2} = 63,43 \text{ gradi}$$

Da cui si dimostra che $\Delta_{W/24 \text{ ore}} = 0$ per (i) = 63,43 gradi. L'inclinazione dei satelliti in orbita Molnya, pari a circa 63 gradi, permette di mantenere costante la latitudine dell'apogeo di questi satelliti.

Spazio nuova frontiera

La cifra di merito G/T del sistema ricevente

Spesso si sente chiedere: quanta potenza e.i.r.p. occorre usare per fare un buon traffico via satellite?

La risposta dipende da quanto è sensibile il nostro sistema ricevente e quello dei nostri corrispondenti.

Un sistema ricevente è tanto più sensibile per quanto è più grande il suo guadagno d'antenna e per quanto è più bassa la sua cifra di rumore totale (NF).

E' ovvio che, entro certi limiti, una stessa prestazione di sensibilità si può ottenere con un'antenna ad alto guadagno e cifra di rumore NF elevata, oppure cifra di rumore più bassa e guadagno d'antenna inferiore.

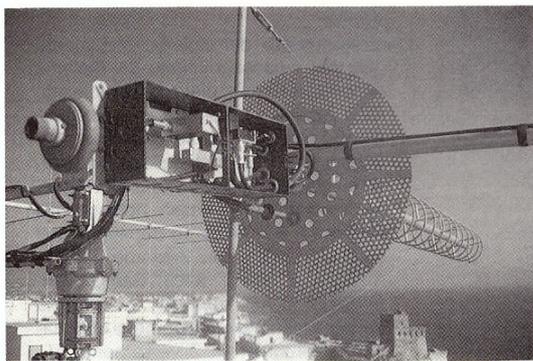
Se tutti usassimo lo stesso modello d'antenna ricevente, lo stesso preamplificatore, la stessa linea coassiale ed il medesimo ricevitore, sarebbe come dire che tutti noi avremmo la stessa sensibilità del sistema ricevente. In queste condizioni sarebbe possibile dire che per ricevere indietro un buon segnale dal satellite occorre una certa potenza e.i.r.p. (effective isotropic radiated power).

Siccome i nostri sistemi riceventi, antenna, preamplificatore, cavo e ricevitore sono tutti diversi uno dall'altro, bisogna stabilire un parametro che riunisca ed esprima tutti questi elementi con un solo valore numerico.

Se questo valore si raggiunge, il nostro sistema ricevente viene ad essere globalmente uniformato, caratterizzato e definito universalmente come idoneo o meno a certe prestazioni che sono uguali e comparabili per tutti; ciò vale anche se ognuno di noi usa antenne, preamplificatori e ricevitori diversi fra loro.

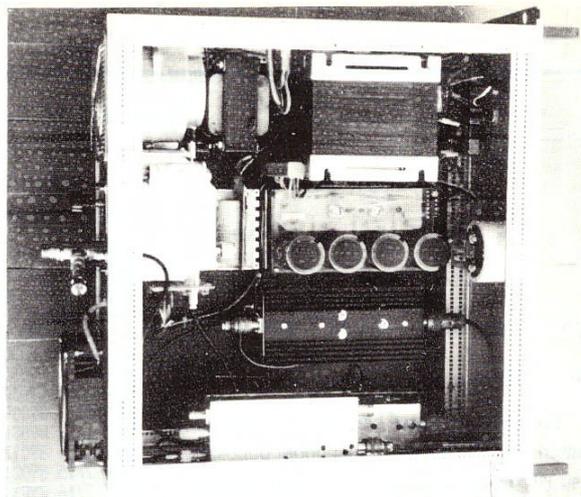
Questo parametro che permette di misurare l'efficienza totale del sistema ricevente si chiama "cifra di merito G/T del sistema" e si esprime in dB/K, ovvero in decibel per unità Kelvin.

Calcoliamo per esempio la cifra di merito G/T di un sistema ricevente la cui antenna abbia un guadagno di 13 dBd e la cifra di rumore totale NF dell'intero ricevitore, includendo l'attenuazione del cavo, sia 3 dB.



L'antenna elicoidale a 15 spire in polarizzazione circ. destra per il downlink del transponder Modo-JL usata da IBCVS.

Il guadagno di questa antenna è di 13 dBdc e porta nella parte posteriore dietro il riflettore il preampl. a basso rumore con MGF 1402 (NF = 1 dB). Nella scatola stagna è ospitata anche una linea K3PGP che funziona da filtro di banda e protezione del GaAsFET. Un relé coax Radiall serve per la commutazione d'antenna sul trasmettitore dei 70 cm, in modo da poterla usare in Uplink per il transponder Modo-B di AO-13. Il riflettore è un disco di alluminio perforato Ø 70 cm.



Il trasmettitore per i 1269 MHz di Ettore Gatelli - I2EF. L'amplificatore è composto dalla cavità con due tubi 7289 della EME, in basso a destra. A sinistra il transmit-converter autocostruito. Al centro è il pilota allo stato solido da 10W e l'alimentatore, di cui sono visibili il trasformatore AR ed i condensatori elettrolitici del filtro. La potenza di uscita è 100 W.

Calcoliamo per prima cosa il fattore di rumore F del ricevitore:

$$F = 10^{NF/10} = 10^{3/10} = 10^{0.3} = 2$$

Calcoliamo ora la temperatura equivalente T di rumore del ricevitore:

$$T = (F - 1) \cdot 290 \text{ K} = (2 - 1) \cdot 290 \text{ K} = 290 \text{ unità Kelvin}$$

Allora la cifra di merito G/T del sistema ricevente è:

$$G/T = 10 \log_{10} 13 \text{ dB} / 290 \text{ K} = -13,48 \text{ dB / K}$$

Questo valore congloba con un numero solo tutte le caratteristiche riunite, sia dell'antenna che del ricevitore collegati insieme. Tanto più questo numero tende ad essere positivo, tanto migliore risulterà la cifra di merito; per esempio: un sistema ricevente da -10 dB/K è più sensibile di uno da -13 dB/K.

Da questa definizione, stabilito un determinato valore per la cifra di merito G/T che sia ottimale per ricevere i segnali di un certo transponder, sarà possibile giocare sul guadagno di antenna e sulla cifra di rumore NF fino ad ottenere quel rapporto dB/K e così tutti quanti saremo allineati sul medesimo standard di sensibilità e potremo usare tutti la stessa e.i.r.p.

Facciamo ora l'esempio contrario. Da specifica risulta che la cifra di merito minima del sistema ricevente idoneo a ricevere il transponder del Modo-JL di AO-13 è di -13,48 dB/K.

Se la cifra di rumore totale del nostro ricevitore è NF = 3 dB quale dovrà essere il guadagno G di antenna che dobbiamo montare?

Siccome la temperatura equivalente di rumore di un ricevitore da NF = 3 dB è pari a 290 K, il guadagno di antenna sarà:

$$G = [\text{antilog}_{10} (-13,48 : 10)] \cdot 290 \text{ K} = 13 \text{ dB}$$

Facciamo ancora un esempio:

La cifra di merito minima del sistema ricevente adatto a ricevere il transponder Modo-JL di AO-13 è di -13,48 dB/K; se il guadagno di antenna è di 13 dB, quale dovrà essere la temperatura equivalente di rumore T del ricevitore e la sua cifra di rumore totale NF?

$$T = 13 : [\text{antilog}_{10} (-13,48 : 10)] = 290 \text{ K}$$

Passiamo da temperatura di rumore T a fatture di rumore F

Spazio nuova frontiera

$$T = (F - 1) 290 \text{ K} \quad \text{da cui:}$$

$$F = (T / 290) + 1 \quad \text{ossia:}$$

$$F = (290 \text{ K} / 290 \text{ K}) + 1 = 2$$

e passando a cifra di rumore NF in dB si otterrà:

$$NF = 10 \log_{10} F = 10 \log_{10} 2 = 3 \text{ dB}$$

Sulla base di questi esempi e conoscendo i fattori di merito dei vari transponder pubblicati su RR 11/88 (pagg. 90 - 91), sarà possibile progettare il più adeguato sistema ricevente per AO-13 su basi meno improvvisate di quanto spesso capita di sentire.

Elementi kepleriani dei satelliti radiantistici e meteorologici

Name	Epoch	INCL	RAAN	ECCY	ARGP	MA	MM	DECY	REVN
#OSCAR-9	89028.59009	97.58	75.00	0.0001	352.82	7.27	15.42808	3.6E-4	40735
#OSCAR-10	89028.46773	26.68	284.16	0.6052	10.83	357.88	2.05882	-6.4E-7	4217
#OSCAR-11	89028.20618	98.02	91.00	0.0014	43.80	316.40	14.62898	2.9E-5	26207
#OSCAR-12	89009.16412	50.02	67.15	0.0011	297.90	62.06	12.44397	-2.5E-7	10960
#OSCAR-13	89021.67169	57.36	222.95	0.6646	197.51	118.78	2.09700	-1.0E-6	466
#RS-10/11	89030.92370	82.93	339.54	0.0013	73.59	286.66	13.71936	1.5E-7	8057
#MIR	89030.82146	51.62	337.11	0.0011	218.98	141.03	15.69759	4.5E-4	16969
#SALYUT-7	89030.76477	51.61	268.02	0.0001	185.76	174.29	15.36860	-2.4E-5	38702
#AJISAI	89009.42214	50.01	66.14	0.0011	301.15	58.82	12.44374	-3.6E-7	10964
#MET-2/12	89031.03428	82.53	53.84	0.0017	136.16	224.09	13.84029	1.7E-6	20208
#MET-2/14	89017.98628	82.53	5.83	0.0016	74.47	285.82	13.83835	2.1E-6	13368
#MET-2/15	89021.07529	82.46	271.76	0.0013	319.84	40.17	13.83656	4.5E-6	10327
#MET-2/16	89022.31786	82.56	335.11	0.0012	225.58	134.42	13.83409	1.1E-5	7234
#MET-2/17	89017.52550	82.54	40.28	0.0016	337.51	22.52	13.84081	2.5E-6	4884
#MET-3/1	89017.92247	82.54	341.99	0.0019	318.19	41.77	13.16856	4.3E-7	15574
#MET-3/2	89021.65985	82.54	279.33	0.0014	188.06	172.01	13.16852	3.9E-6	2362
#NOAA-9	89030.44625	99.12	14.79	0.0015	344.28	15.78	14.11809	1.1E-5	21301
#NOAA-10	89030.54175	98.65	63.57	0.0012	292.43	67.95	14.22791	9.7E-6	12436
#NOAA-11	89029.91827	98.92	334.71	0.0011	264.45	95.53	14.10792	1.0E-5	1797

Diplomi (seguito da pag. 80)

Radio e filatelia



In occasione del XX Anniversario del Circolo Filatelico di Figline Valdarno (FI), il 1° maggio 1989 si terrà una particolare Manifestazione Radiantistica avente per oggetto la "Radio e Filatelia".

Presso il Palazzo Pretorio del Comune di Figline, opererà una stazione speciale di radioamatore; nei medesimi locali si trasferirà anche un ufficio postale distaccato per praticare un annullo speciale.

Con l'occasione si terrà pure una Mostra di apparecchi di radio d'epoca, tutti funzionanti ed una grande Mostra di francobolli, sul tema del radiantismo; all'iniziativa della Sezione A.R.I. di Valdarno hanno dato adesione diverse ditte del Comprensorio, oltre a banche, istituti ed amministrazioni comunali.



Diploma Valdarno

Motivazione: far conoscere il Valdarno Superiore, la sua storia, la sua cultura, le sue attività. Il diploma è a cadenza annuale.

Data di effettuazione per il 1989: dalle ore 08,00 UTC del 16 aprile 1989 alle ore 24,00 UTC del 18 giugno 1989.

Partecipazione: possono partecipare tutti gli OM ed SWL del mondo.

Bande di freq.: 3,5, 7, 14, 21, 28 MHz.

Modo di attività: SSB.

Punteggi: ogni collegamento vale un punto; collegamenti con le stazioni jolly valgono tre punti.

Stazioni valide: sono validi i collegamenti con le stazioni appartenenti alle Sezioni A.R.I. di: a) Valdarno; b) Pontassieve; c) Arezzo.

Conseguimento del diploma con medaglia: per il conseguimento del diploma occorre totalizzare dieci punti per le stazioni italiane e tre punti per quelle straniere. I collegamenti devono essere effettuati in giorni diversi nella stessa banda e nello stesso giorno su bande diverse. Il diploma deve essere richiesto alla Sezione A.R.I. Valdarno Superiore con sede in San Giovanni Valdarno - via Peruzzi 21 - P. Box 2 - 52027 San Giovanni Valdarno AR, inviando: 1) fotocopia del log attestante i collegamenti effettuati e QSL di conferma; 2) versamento di L. 10.000 o 10 dollari oppure 1000 pesetas oppure 15 coupons.

Classifiche: verranno stilate classifiche separate per europei, extraeuropei e italiani. Ai fini della classifica si terranno valide le richieste pervenute fino al 30 settembre 1989.