

Studio sulle tratte dei collegamenti radio del satellite AMSAT-Phase-III D

Il progetto iniziale del sistema

di DJ4ZC Dr. Karl Meinzer

da AMSAT-DL Journal, Vol. 14, n. 1 - 1987
Traduzione dal tedesco di Gottfried Mumelter IN3AXG con aggiunte di I8CVS Domenico Marini

P-III-D è la denominazione in codice del nuovo satellite proposto dall'AMSAT-DL che appartiene alla nuova generazione degli attuali satelliti della Phase-III, ossia Oscar-10 e Oscar-13.

La caratteristica più importante di questo nuovo satellite che interessa il radioamatore sarà il notevole aumento dell'intensità dei segnali nella tratta satellite-terra (downlink). Per questo motivo, gli attuali impianti di antenna, relativamente sofisticati, che sono necessari ad esempio per Oscar-13, non saranno più indispensabili. Le tratte radio in uplink e downlink possono essere infatti migliorate in modo da consentire il servizio mobile via satellite o addirittura rendere possibili i collegamenti con apparati palmari.

Il progetto P-III-D prevede di continuare ad usare l'attuale orbita ellittica Molniya per consentire collegamenti radio con tutto il mondo con un solo satellite. In tal modo molta tecnologia già sperimentata all'inizio della Phase-III potrà essere riutilizzata.

In modo particolare potranno essere utilizzati ancora il principio della regolazione di assetto già sperimentato in Oscar-10 e Oscar-13 nonché il sistema della geometria delle antenne.

I parametri orbitali dell'orbita ellittica dovranno però essere correggibili in modo più preciso e così sarà per esempio possibile ottenere una acquisibilità di ben otto ore per due volte al giorno alle nostre latitudini, con almeno otto ore nel periodo serale.

Negli USA, negli ultimi tempi, è di nuovo in discussione il progetto "Phase IV", un sistema di telecomunicazione con più satelliti geostazionari.

Con questo sistema, teorizzato da Arthur Clarke nel 1945, si dà la massima priorità all'acquisibilità del satellite per 24 ore al giorno e si è maggiormente disposti a rinunciare a collegamenti radio "mondiali" pur di avere il satellite fisso, anche se l'intensità dei segnali cala sensibilmente man mano che ci si allontana dal subpoint dove sono orientate le antenne del satellite.

Secondo il punto di vista europeo è più importante invece proseguire il programma utilizzando satelliti tipo Phase-III in orbita Molniya, ai quali in seguito possono essere aggiunti satelliti geostazionari. A lungo termine, con questo criterio, si arriverebbe ad un sistema che consente in ogni momento collegamenti radio con tutto il mondo.

Per giustificare uno dei vantaggi dei satelliti in orbita geostazio-

Nella foto - Le antenne di IK1FJI - Walter per traffico via satellite. Agli estremi due 8+8 El. a dipoli incrociati per 2 metri in pol. circolare destra e in fase fra loro. Al centro una 17+17 elementi a dipoli incrociati per 70 cm in pol. circolare sinistra e una 13 spire elicoidale per 70 cm in pol. circ. destra. Tutte le antenne sono autocostruite. Il segnale di IK1FJI è ottimo sia in Modo-B che in Modo-J. I cavi sono tutti Beiden foam e non superano 8 metri di lunghezza. Il motore per l'elevazione è un KR-500.

naria, viene detto che le antenne terrene non devono essere mosse e che così si possono ottenere elevati guadagni di antenna con una spesa minore. Nella pratica radioamatoriale questa giustificazione vale solo in parte perché le antenne che vengono utilizzate dai radioamatori servono anche per altri scopi e per questo motivo devono comunque essere provviste di rotori.

Il vero problema è che molti radioamatori, per motivi logistici, non sono in grado di montare grandi antenne, con o senza rotori. Il satellite P-III-D offre invece una soluzione del problema in quanto a terra occorreranno antenne piccole.

Se infatti i bilanci delle tratte in uplink e downlink sono così elevati da permettere collegamenti usando a terra antenne molto piccole, ciò significa che anche il loro guadagno è basso, il fascio è ampio e perciò in certi casi l'inseguimento non è più strettamente necessario.

L'AMSAT-DL spera che con questa filosofia riuscirà ad attirare una cerchia più ampia di persone verso il traffico via satellite.

A prima vista non è immediatamente chiaro il perché una maggiore intensità di segnale sia possibile usando orbite Molniya con satelliti Phase-III, anziché usando orbite geostazionarie.

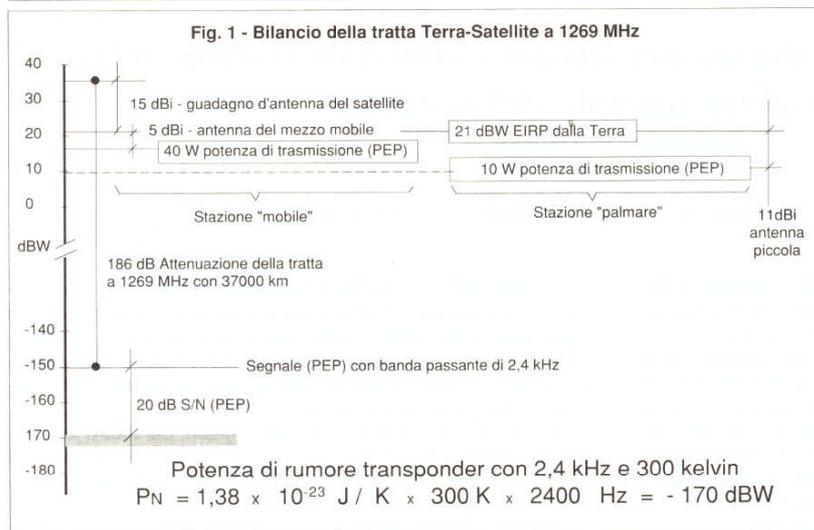
Questo punto verrà discusso più avanti, ma per ora è sufficiente dire che in caso di un'orbita geostazionaria il lobo principale di radiazione delle antenne del satellite si deve trovare perpendicolare, ovvero a 90 gradi con l'asse Z di rotazione per la stabilizzazione per "spin" del satellite.

Come conseguenza, per puntare il fascio sulla terra bisogna usare un'antenna controrotante che ruota cioè meccanicamente in senso contrario al corpo esterno del satellite e con lo stesso numero di giri, oppure occorre avere un satellite stabilizzato sui tre assi X-Y-Z.

Tenendo conto delle attuali condizioni di lancio, la grandezza del satellite della prima soluzione impedisce guadagni di antenna superiori a 8-10 dBi in 70 cm e 23 cm. La seconda soluzione richiede una complicata meccanica di montaggio ed apertura per i pannelli di celle solari, il cui sviluppo e rischio di guasti è meglio evitare.

I satelliti della famiglia Phase-III, come Oscar-10 e Oscar-13, sono relativamente semplici e ben si adattano alle opportunità di lancio con diversi tipi di vettori. Il lobo di radiazione principale delle antenne si trova nella stessa direzione dell'asse + Z rotante del satellite e si possono ottenere facilmente guadagni di antenna di 15 dBi. Questa classica configurazione potrebbe cambiare in futuro. Qualora la potenza elettrica generata a bordo del satellite fosse superiore a quella prevista per il nuovo satellite P-III-D, allora i satelliti stabilizzati su tre assi risulterebbero più economici perché usando questo tipo di stabilizzazione i costi dei pannelli solari vengono dimezzati.

Spazio nuova frontiera



Caratteristiche generali di AMSAT-Phase-III-D

Il salto di qualità nei collegamenti radio del satellite P-III-D rispetto ad Oscar-13 viene ottenuto in maggior parte da un superiore guadagno dell'antenna usata sul satellite e da una più alta potenza del suo transponder. Queste due cose richiedono ovviamente un satellite di dimensioni maggiori. Il grande numero di utenti previsto, cento canali contemporanei, necessita di una grande larghezza di banda passante che può essere ottenuta soltanto col "Modo-L".

La produzione di energia elettrica è stata prevista in modo che una riduzione del tempo d'uso sarà necessaria solo in casi rari.

Stando ai progetti attuali è previsto un satellite con le seguenti caratteristiche:

Diametro	3 m
Altezza senza antenne	1 m
Massa al lancio	400 kg
Potenza elettrica disponibile (nominale)	175 kg
Consumo nominale del transponder	150 W
Potenza media di uscita a R.F. del transponder	50 W
Potenza di uscita pep del transponder	200 W
Guadagno di ciascuna antenna 70 cm e 24 cm	15 dBi
Larghezza di banda del transponder	500 kHz
Temper. equiv. di rumore del ricevitore in 24 cm	300 K

Tratta di collegamento terra-satellite (Uplink)

Nei satelliti precedenti, Oscar-10 e Oscar-13, usanti il Modo-B, l'attenuazione della tratta in 435 MHz verso il satellite aveva meno influenza sulla potenza erogabile dal transponder. Con il "Modo-L" questo non è più vero e la tratta in uplink in 1269 MHz è più attenuante della tratta downlink satellite-terra in 435 MHz.

È possibile in queste condizioni fare traffico via P-III-D, usando stazioni semplici, con poca potenza EIRP in uplink?

Facciamo l'analisi: l'attenuazione della tratta a 1269 MHz alla distanza di 37000 km è di 186 dB. Se il ricevitore del satellite ha una temperatura equivalente di rumore pari a 300 °K (NF+3,1 dB) con larghezza di banda per SSB di 2,4 kHz per canale, la sua potenza di rumore è di -170 dBW.

Per superare l'attenuazione della tratta (fig. 1) e volendo ottenere nel ricevitore terreno un margine di rapporto S/N pari a 20 dB pep è necessario trasmettere verso il satellite una potenza di 36 dBW pep, pari a 4 kW pep.

Consideriamo ora i guadagni di antenna sul satellite e a terra.

Se per il satellite assumiamo un guadagno di antenna di 15 dBi, la potenza di trasmissione a terra si riduce a:

36 dBW pep - 15 dBi = 21 dBW (pep) che corrisponde a una potenza di 126 W pep applicati a un'antenna isotropica.

Se una stazione mobile irradia per esempio verso il cielo con un angolo di elevazione di 20 - 30 gradi con un semplice dipolo avente un guadagno di 2,14 dB (1,63 volte) sull'antenna isotropica, allora la potenza con cui alimentare il dipolo si riduce a:

126 W pep / 1,63 = 77 W pep

Se poi il guadagno di antenna in 1269 MHz è appena di 5 dBi, pari a 3,16 volte, la potenza di trasmissione della stazione mobile si riduce a:

126 W pep / 3,16 = 40 W pep

Questa potenza è oggi relativamente facile da raggiungere usando quattro moduli ibridi in parallelo per 1296 MHz. In alternati-

va, e qui sta il bello, una piccola antenna elicoidale a poche spire, collegata ad un transceiver palmare in SSB per 1269 MHz, potrebbe avere un guadagno di 11 dBi e così sarebbe necessaria una potenza di trasmissione di circa 10 W pep per ottenere sul ricevitore del satellite un rapporto S/N di 20 dB pep.

Da questi dati si può desumere che per raggiungere un margine di 20 dB pep sul rumore nella tratta in salita al ricevitore del satellite è necessaria soltanto una modesta apparecchiatura trasmittente terrena. Per approfondire i concetti analizzare attentamente il diagramma di fig. 1.

Se si pensa che P-III-D è progettato per funzionare nell'ultimo decennio di questo secolo, è da pensare che l'industria sarà in grado di offrire apparecchiature ed antenne idonee in 1269 MHz e che queste non costeranno più delle attuali apparecchiature per 2 metri e 70 cm in SSB.

Per quanto riguarda la tratta "in su", uplink, bisogna considerare che spesso viene usata troppa potenza in trasmissione e che il segnale "alligator" si trova anche 20 dB al disopra della soglia di intervento AGC del ricevitore del satellite. In questo caso la sensibilità del ricevitore del satellite viene ridotta e le stazioni terrene per riascoltarsi sono costrette ad usare più potenza di quella che sarebbe necessaria.

È stato analizzato che i principali motivi per cui le raccomandazioni dell'AMSAT in merito alla limitazione della potenza di trasmissione da terra non vengono seguite sono: ignoranza operativa, indifferenza, desiderio di riascoltarsi più forte degli altri, impianti di ricezione poco sensibili o antenne di ricezione con basso guadagno. Nel Modo-B di Oscar-13 esistono impianti progettati male, come ad esempio un uplink di quattro antenne per 21 elementi in 70 cm con amplificatore da 200 W e in ricezione downlink una sola yagi da 10 + 10 elementi col preamplificatore dei 2 metri in casa. Questo radioamatore è certamente un "alligator". Molto meglio se avesse fatto tutto il contrario usando quattro antenne in 2 metri e una sola in 70 cm.

Per questo motivo ci siamo convinti che i provvedimenti tecnici per agevolare un uso razionale del satellite devono essere attuati sul transponder e non alle stazioni terrene. Per esempio, su Oscar-13 Modo-B, l'AGC del transponder è quasi sempre al valore di attenuazione di -15 dB, ovvero di 31 volte in potenza rispetto alla soglia. In altre parole, se tutte le stazioni presenti sulla banda passante riducessero ciascuna la loro potenza di 31 volte, queste si riascolterebbero esattamente con la stessa intensità di segnale, con la differenza questa volta che anche le stazioni deboli avrebbero la possibilità di utilizzare il satellite. Purtroppo anche durante

i cosiddetti "giorni QRP", la tensione AGC non è inferiore, e ciò dimostra che un appello alla autodisciplina, secondo la nostra esperienza, è inutile.

Già ai tempi di Oscar-7, presso l'AMSAT-DL fu studiato un progetto che venne denominato "LEILA" che sta per "Leistungs Limit Anzeige", ovvero "Indicatore limite di potenza". Si tratta di una specie di analizzatore di spettro che va a cercare la stazione più forte sulla banda passante del transponder e poi, quando la tensione di AGC supera il valore di soglia di intervento, copre tale stazione con un segnale marker in CW (fig. 2).

Oggi la realizzazione di un tale dispositivo gestito dal computer di bordo risulta molto semplice.

Usando il LEILA è infatti possibile, oltre alla "marcatura" della stazione troppo forte, attenuare selettivamente il suo segnale tramite un "Notch" sintonizzabile immediatamente per impedire la desensibilizzazione delle altre stazioni.

In pratica il LEILA funzionerà nel modo seguente.

Quando sul transponder appare una stazione troppo forte, questa viene completamente coperta da una serie di punti in CW. Per poter fare QSO, la stazione deve ridurre per forza la sua potenza fino al punto dove il segnale di copertura CW sparisce. Questa è la potenza ottimale per la trasmissione in uplink.

Se il segnale di una stazione risultasse oltremodo forte, il filtro "notch" provvederebbe immediatamente ad attenuare questo segnale. In conseguenza dell'attenuazione del filtro notch il segnale forte, oltre ad avere addosso la "marcatura CW", avrà anche una riproduzione "sgradevole".

In questo caso, per ritornare alla norma, per togliere il notch e la marcatura CW, è necessario ridurre la propria potenza EIRP di circa 20 volte, ossia di 13 dB, oppure di altri valori programmati sul computer di bordo, come si vede in fig. 2 sul blocco "Notch filter".

Siccome l'analizzatore di spettro di LEILA è gestito dal computer di bordo, LEILA è in grado di lavorare più stazioni contemporaneamente.

E' dunque certamente possibile creare un "software" adatto per evitare in pratica la desensibilizzazione del transponder per intervento del suo AGC. Per questo motivo abbiamo deciso di usare LEILA come modulo standard sul prossimo satellite P-III-D e nei successivi.

Questa "contromisura", in unione all'alto guadagno d'antenna del satellite, dovrebbe garantire in ogni momento la disponibilità del transponder in modo ottimale anche alle stazioni QRP.

E' da tenere presente che tramite il controllo del computer può essere assegnata una maggiore potenza su certe frequenze e a certe stazioni munite di "password". Così è possibile creare canali privilegiati per collegamenti di emergenza, che in condizioni par-

ticolarmente difficili danno la possibilità di uscire con segnali molto forti, senza che il restante traffico venga notevolmente desensibilizzato.

Noi speriamo che tutti gli utilizzatori del satellite ne traggano vantaggio. Chi perderà saranno i costruttori di stadi finali di potenza senza scopo.

La tratta radio dal satellite verso la terra

Il rapporto segnale rumore S/N della tratta in salita all'ingresso del ricevitore del satellite è direttamente proporzionale alla potenza EIRP pep effettivamente irradiata dalla stazione terrena.

Nella tratta in discesa un parametro utile per tale misura è dato dalla potenza media erogata dal trasmettitore del transponder per ciascun utilizzatore del satellite.

Se la potenza media di uscita R.F. del transponder risulta di 50 W, ciò significa che, con cento canali attivi di uguale intensità in uplink, ogni canale avrà a disposizione effettivamente 0,5 W (fig. 3).

Con il sistema SSB, la potenza di picco (pep) è circa 10 volte maggiore, e ciò vuole dire che il transponder mette a disposizione circa 5 W per canale. Se sommiamo queste potenze (pep) con 100 canali, si avrebbe una potenza di 500 W (pep), ma il transponder eroga solamente 200 W (pep).

Da uno studio statistico risulta che ciò non rappresenta un problema perché non tutti i canali richiedono contemporaneamente la potenza massima durante l'involuppo di modulazione. Perfino con 10 canali queste variazioni della potenza dei segnali nella loro media permettono al transponder di mettere a disposizione di un singolo canale una adeguata potenza pep.

L'attenuazione della tratta a 435 MHz, considerando una distanza satellite-terra di 37000 km, è 177 dB. Con un guadagno d'antenna del satellite di 15 dBi e una potenza di 0,5 W per canale, la potenza EIRP effettivamente irradiata verso terra per ogni utente è di 12 dBW, ossia 15,8 W applicati ad un'antenna isotropica.

Siccome l'attenuazione della tratta è 177 dB, il segnale che arriva a terra lungo il fascio dell'antenna ha un'intensità pari a:

$$- 177 \text{ dB} + 12 \text{ dBW} = - 165 \text{ dBW} \quad \text{per canale.}$$

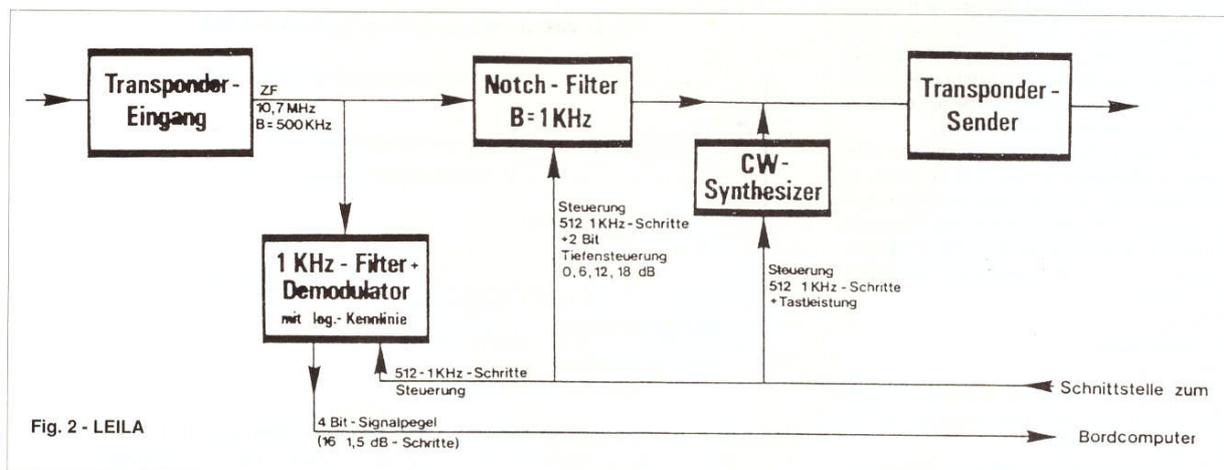
Se il guadagno dell'antenna terrena è appena di 5 dBi il segnale all'ingresso del ricevitore terrena sarà:

$$- 165 \text{ dBW} + 5 \text{ dBi} = - 160 \text{ dBW}$$

Siccome si suppone che la potenza di rumore totale del ricevitore terrena sia pari a - 170 dBW, si può calcolare un margine di segnale sul rumore di:

$$- 160 \text{ dBW} - (-170 \text{ dBW}) = 10 \text{ dB} \quad \text{di rapporto S/N oppure circa 20 dB di rapporto S/N pep.}$$

Si vede così che le tratte in salita ed in discesa del satellite for-



niscono entrambe lo stesso margine di segnale sul rumore e quindi a terra un rapporto S/N pep = 20 dB nel caso di un minimo equipaggiamento della stazione terrena.

Tenendo conto che le due potenze di rumore, al ricevitore del satellite e a quello terreno, si sommano e che altre disuniformità, di polarizzazione, o puntamento antenne, sono inevitabili, il margine del segnale sul rumore non sarà mai al disotto di 15 dB e così la tratta può fornire al radioamatore segnali ancora ben comprensibili in SSB con impianti minimi.

In pratica i rapporti S/N ai ricevitori sulle due tratte si differenziano sempre di qualche dB ma, aumentando un pò di più il guadagno dell'antenna ricevente della stazione terrena, il peggioramento della tratta in salita viene ad essere compensato, essendo questa la più attenuante.

In questo modo il sistema lavora in genere con guadagni di antenna e cifre di rumore dei due ricevitori tanto buone che anche un satellite più grande non potrebbe più migliorare di molto il rapporto S/N raggiungibile a terra con gli attuali mezzi moderni.

Alcune particolarità del satellite P-III-D

a) Orbita

La bassa inclinazione dell'orbita di Oscar-10 (26 gradi) ha dato purtroppo una impressione del tutto errata sulla efficienza delle orbite ellittiche. Con un'orbita inclinata di 57 gradi invece, pari a quella di Oscar-13, e alle nostre latitudini, in un giorno sono acquisibili due orbite. Oltre all'orbita nella direzione Sud, che poi ci passa "sopra la testa", la seconda orbita giornaliera è utilizzabile in direzione Nord.

In pratica in tal modo si guarda attraverso il Polo Nord sull'altra parte della terra, ossia sull'oceano Pacifico. Per questo motivo ci sono solo due brevi interruzioni di acquisizione mentre il satellite passa al perigeo.

Nel satellite P-III-D verrà introdotta per la prima volta una propulsione elettrica, che anche dopo la messa in orbita del satellite consentirà correzioni di orbita. Per esempio, con questo sistema è possibile regolare esattamente il periodo orbitale a 12 ore, e così l'orbita si ripete esattamente ogni giorno. Purtroppo rimane invariata la deriva o regressione Est-Ovest del nodo ascendente, cosicché nel giro di un anno si varia la geometria di visibilità. Ciò non è tuttavia un male perché si rende l'acquisibilità del satellite lentamente diversa nel tempo.

In alternativa, si può "fermare in un punto dell'equatore" la longitudine del nodo ascendente. In questo caso però l'orbita non sarà più sincrona al sole. Tuttora non è ancora chiaro quale dei due provvedimenti sia più vantaggioso per l'OM e sicuramente ci sono da aspettare alcune sorprese nella geometria dettagliata della futura orbita di P-III-D. Il cambiamento dell'orbita, come già detto, richiede una propulsione elettrica.

In origine l'AMSAT-DL nel lontano 1986 ebbe la speranza di ricevere un aiuto da BMFT (ente governativo) per sviluppare questo progetto. Purtroppo ciò è stato impedito da alcuni ostacoli burocratici, ma ormai speriamo di ricevere tali sovvenzioni per iniziare il lavoro.

b) Le antenne

Il progetto Oscar-10 e Oscar-13 nella sua forma originaria usa antenne con un guadagno di 10 dBi.

In alcune stagioni dell'anno queste an-

tenne sono orientate in modo ottimale verso la terra quando il satellite si trova alla più grande distanza all'apogeo. In altri punti dell'orbita il lobo dell'antenna passa "di striscio" sulla terra (fig. 4). Siccome in questo caso la distanza dalla terra è minore, l'intensità di campo, con un guadagno d'antenna di 10 dBi, rimane pressoché invariata sulla terra, anche per grandi parti dell'orbita, seppure con QSB (fig. 4).

Teoricamente sarebbe possibile aumentare il guadagno di antenna fino a circa 18 dBi. Guadagni maggiori non sono possibili perché il lobo di radiazione si restringerebbe troppo e non sarebbe più in grado di coprire tutto il globo terrestre. Un guadagno così alto determina che prima e dopo l'apogeo i segnali si riducono notevolmente e solo una parte dell'orbita centrata all'apogeo sarebbe utilizzabile. Usando un guadagno d'antenna di circa 15 dBi le condizioni migliorano, tuttavia una gran parte dell'orbita, fuori dell'apogeo, resterebbe inutilizzabile.

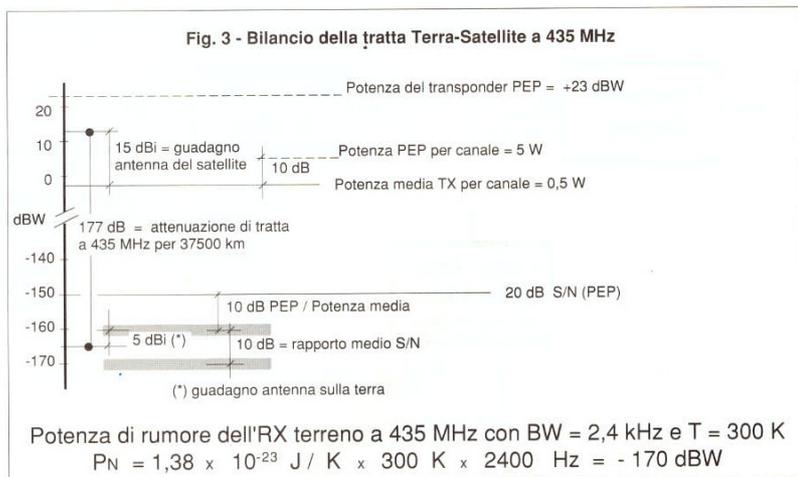
Siccome P-III-D è molto grande, esiste la possibilità di modificare i lobi di radiazione d'antenna. Commutando i diagrammi di antenna durante l'orbita, si può scegliere in ogni momento un guadagno ottimale e almeno un lobo di radiazione è sempre diretto verso la terra e l'altro verso lo spazio.

I diagrammi di radiazione che il computer di bordo sceglie durante l'orbita sono visibili in fig. 5. Bisogna considerare che tutti i lobi di radiazione devono essere simmetrici rispetto all'asse di rotazione Z del satellite per evitare "modulazione di spin". I diagrammi d'antenna commutabili consentono guadagni maggiori di 5-10 dB rispetto alle antenne montate su Oscar-13.

c) Il sistema di alimentazione del satellite P-III-D

In condizioni ideali il generatore a celle solari di P-III-D, con i suoi pannelli da sei metri quadri di superficie, può fornire una potenza di circa 300 W, ma tenendo conto dell'invecchiamento e del calo di rendimento del 20 per cento dovuto alla radiazione corpuscolare, ed un'angolo di incidenza dei raggi solari pari a 30 gradi, la potenza si riduce a poco meno di 200 W alla tensione di 28 V. Di questa potenza, 25 W vengono utilizzati per la propulsione del satellite stesso, per il controllo di assetto e per i sistemi ausiliari di bordo, cosicché restano soltanto 150 W per il transponder. Usando questo budget energetico precauzionale non ci dovrebbero essere limitazioni sui tempi di comunicazione durante la maggioranza del tempo di vita previsto del satellite.

Per poter consentire un funzionamento senza interruzioni durante le eclissi, la batteria di bordo dovrebbe avere una capacità tale da erogare un'energia pari a quella fornita dai pannelli solari al-



Spazio nuova frontiera

Fig. 4 - Geometria delle antenne di OSCAR-10 e OSCAR-13

meno per tre ore. Su Oscar-13 questa condizione è stata raggiunta solo in parte. Per quanto detto, nel caso di P-III-D devono essere immagazzinati 750 Wh.

Al momento non è ancora stato definito se sia realmente pratico prevedere una batteria così grande che pesa circa 40 kg.

Probabilmente è più razionale scegliere una batteria sulla base dei fabbisogni del sistema di propulsione che è di circa 400 Wh e accettare l'interruzione del servizio di comunicazione o riduzioni di potenza durante i periodi di eclissi. In questo caso si perderebbe la capacità di immagazzinare energia durante il perigeo, energia che potrebbe essere usata utilmente nel resto dell'orbita quando gli angoli di incidenza solare sono bassi per consentire un servizio a piena potenza.

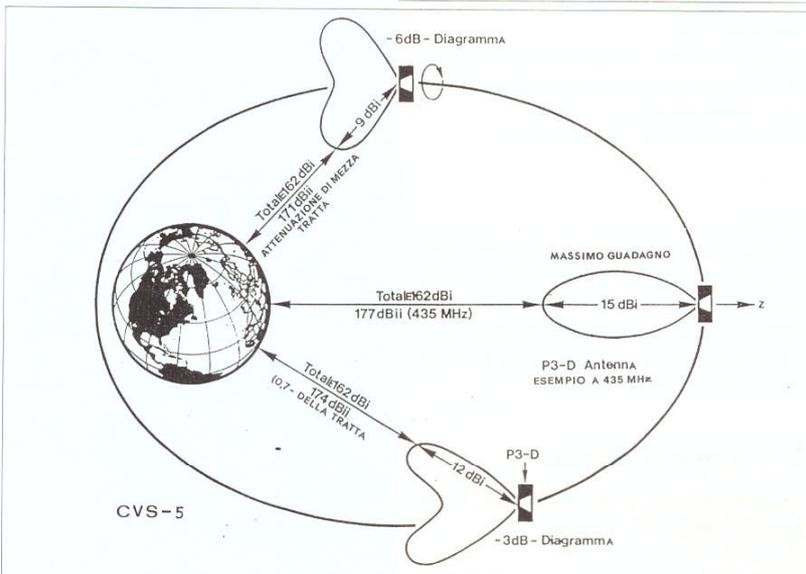
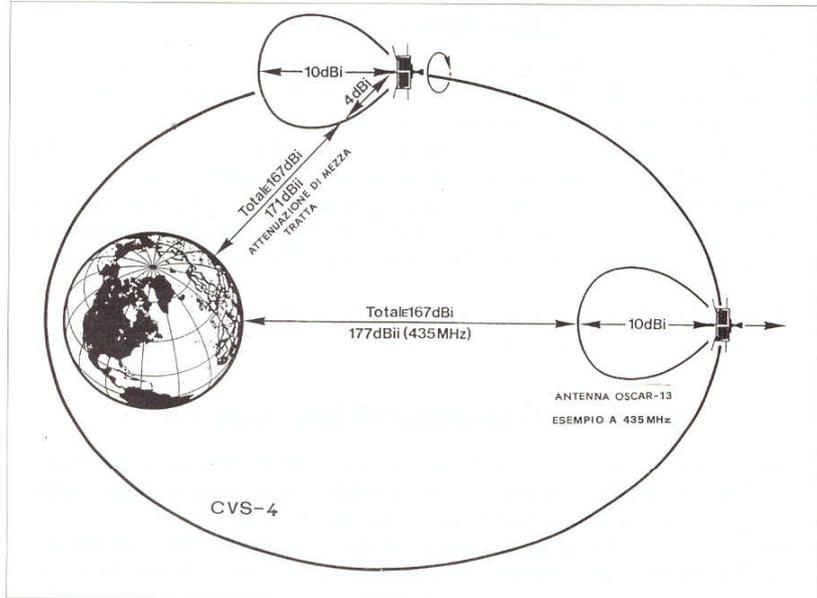


Fig. 5 - Diagramma di antenna a lobo commutabile e secondo la posizione (MA) del satellite lungo l'orbita P-III-D.

Il miglioramento sulla tratta di almeno 10 dB sul rapporto S/N in confronto ad Oscar-13 viene raggiunto sia dalla maggior grandezza del satellite che dalla sua potenza di trasmissione in downlink pari a 200 W pep. Allo scopo di contribuire notevolmente al successo di questo progetto, si aggiungono una nuova concezione di antenna con lobi di radiazione commutabili ed una elettronica "LEILA" che impedisce abusi creati da stazioni terrene operanti con eccessiva potenza.

Bibliografia

AMSAT-DL Journal Offizielles Magazin der AMSAT-DL e V. Nr. 1 Jg. 14 - Januar/ Februar 87 Pagg. 4-9.

AMSAT-NA Technical Journal Volume 1, No. 2, Winter, 1987-88 pagg. 23-26.

Conclusioni

E' stato dimostrato che questi bilanci delle tratte permettono a stazioni senza notevoli guadagni di antenna di utilizzare il satellite a pieno regime. Ciò renderà il traffico via satellite accessibile a un numero più elevato di OM.

Per ora la necessità di antenne complicate è stato ritenuto il maggior ostacolo per il diffondersi di questo servizio su Oscar-10 e Oscar-13. In effetti col satellite P-III-D le stazioni DX per traffico radio su base mondiale saranno notevolmente a miglior prezzo che non buoni impianti per onde corte di pari prestazioni. Le minori dimensioni di impianto di antenna faranno interessare al traffico via satellite anche quelle stazioni che non possono montare grosse antenne esterne.

L'emissione uplink nella gamma 23 cm a potenze relativamente basse non provocherà certamente problemi di TVI.

Radio Rivista 11-89

Elementi kepleriani AMSAT-NA (aggiornamento 25 agosto 1989)

OSCAR-9	89225.11503748	97.5467	282.9235	0.0002433	168.8732	191.3372	15.72589052	1.6393e-03	43790
OSCAR-10	89222.50747033	26.0561	250.4975	0.6050658	66.2981	344.4864	2.05883706	-9.5e-07	4633
OSCAR-11	89225.19157392	98.0004	282.3334	0.0013821	134.0573	225.5789	14.63836110	1.534e-05	29088
OSCAR-12	89226.01332023	50.0170	120.5753	0.001652	131.9903	228.1928	12.44401189	-2.5e-07	13660
OSCAR-13	89224.29686106	57.1273	195.6350	0.6773680	209.3425	84.3091	2.09666573	1.47e-06	831
RS-10/11	89227.02928653	82.9260	194.6868	0.0010331	246.1585	113.8501	13.71995771	3.8e-07	10746
MET-2/16	89224.67835272	82.5575	174.7803	0.0013974	42.8510	317.3557	13.83497822	2.18e-06	10032
MET-2/17	89224.84640040	82.5416	235.5226	0.0018253	107.5785	252.7372	13.84188330	8.1e-07	7752
MET-2/18	89224.88235416	82.5255	114.0925	0.0014506	144.2758	215.9432	13.83827853	1.17e-06	2292
MET-3/2	89217.73110957	82.5415	140.6208	0.0018999	22.9365	337.2485	13.16859041	3.91e-06	4943
NAVA-9	89222.41087799	99.1479	210.4292	0.0015529	157.4958	202.6896	14.12109160	4.42e-06	24010
NAVA-10	89218.07359174	98.6373	247.6148	0.0014507	103.1080	257.1719	14.23108208	4.68e-06	15103
NAVA-11	89221.31263263	98.9426	165.0049	0.0013324	81.1644	279.1038	14.11090338	3.95e-06	4496
MIR	89226.69167195	51.6205	70.6047	0.0010022	274.2751	85.6581	15.58537519	2.615e-04	20028
SALYUT-7	89226.67140000	51.6070	30.5910	0.0000952	230.3449	129.7774	15.43901015	1.8375e-04	41722
AJESAT	89202.18032835	50.0064	193.5888	0.0011257	74.2487	285.9588	12.44379520	-3.8e-07	13644