

Domenico Marini - I8CVS
via Alcide De Gasperi, 89 - Parco Merola
80059 Torre del Greco NA

Parte 4^a

Phase 3D Un satellite per tutti

La prima puntata di questa serie è stata pubblicata su R.R. 7/94, seguita da altre su R.R. 11/94 e 12/94. Lo scopo è quello di esaminare l'insieme e i vari carichi a bordo del satellite, modulo per modulo, descrivendo funzioni e prestazioni.

Solo conoscendo a fondo la filosofia progettuale del satellite è possibile decidere in generale e poi nei dettagli come allestire la propria stazione terrena in modo organico e funzionale in modo da sfruttare tutti i transponder e tutti i modi operativi possibili. Punto di incontro su questo tema è da tempo Oscar-13 in SSB su 145.950 MHz, frequenza usata dagli OM italiani tutti i giorni quando il satellite è acquisibile con "Squint" inferiore a 30 gradi. Troverete sempre qualcuno con cui discutere i vostri problemi, scambiare le vostre esperienze, dare i vostri consigli, nel modo più consono al radioamatore "usando la radio e il satellite".

Le antenne di Phase-3D

Phase-3D (fig. 1) deve consentire il traffico via satellite a stazioni terrene di piccola potenza e perciò dovrà imbarcare antenne con guadagno maggiore di quello finora ottenibile su Oscar-10 e 13.

Il progetto delle antenne è stato l'argomento più controverso e dibattuto negli ultimi cinque anni. Come si vede su fig. 2 di R.R. 11/94 (schema a blocchi), Phase-3D porterà un carico di ricevitori e trasmettitori per combinare fra loro transponder su tutte le bande da 30 MHz a 24 GHz, e per ciascuna banda occorre un'antenna che abbia il massimo guadagno possibile senza superare i 20 dBi, unitamente al minimo ingombro con la massima robustezza meccanica.

Perché il guadagno non deve superare 20 dBi? Considerando che Phase-3D sarà

impresso in un'orbita con apogeo a 48.000 km, la Terra vista dal satellite da quell'altezza sottende un angolo di circa 13° che corrisponde all'angolo solido del fascio di apertura a -3 dB (metà potenza) di un'antenna con guadagno di circa 20 dBi.

Se il guadagno di un'antenna a bordo del satellite fosse maggiore di 20 dBi, il fascio a terra, essendo più stretto, illuminerebbe soltanto una calotta della superficie terrestre.

Siccome vogliamo irradiare efficacemente su tutto il globo terrestre, senza perdere molta energia nello spazio esterno, guadagni di antenna del satellite maggiori di 20 dBi non sono utili per noi, anzi dannosi.

Se si pensa che tutte le antenne per VHF e superiori verranno installate sul solo lato +Z del motore di apogeo, la cui superficie è 3,68 m², si comprende quali difficoltà devono essere superate (fig. 4).

Installare sul satellite antenne long-yagi è

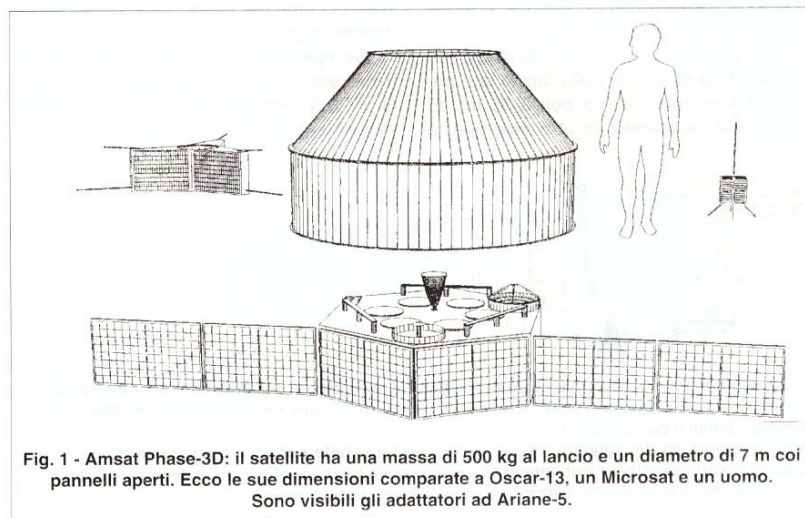


Fig. 1 - Amsat Phase-3D: il satellite ha una massa di 500 kg al lancio e un diametro di 7 m coi pannelli aperti. Ecco le sue dimensioni comparate a Oscar-13, un Microsat e un uomo. Sono visibili gli adattatori ad Ariane-5.

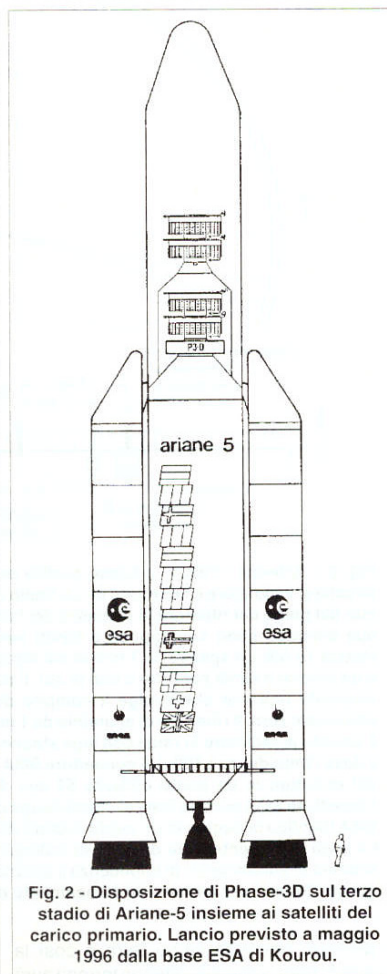


Fig. 2 - Disposizione di Phase-3D sul terzo stadio di Ariane-5 insieme ai satelliti del carico primario. Lancio previsto a maggio 1996 dalla base ESA di Kourou.

un problema meccanico insormontabile, sia per lo spazio che sarebbe necessario, che per la vulnerabilità.

Prendiamo ad esempio un'antenna yagi da 16 dBi (dB sull'isotropa polarizzata circolarmente) per 70 cm. L'antenna dovrà essere a polarizzazione circolare per evitare che i segnali del satellite giungano in punti diversi della terra con polarizzazioni diverse fra loro e imprevedibili.

Usando antenne lineari a bordo del satellite si obbliga la stazione terrena a usare polarizzazione circolare perché il segnale dallo spazio può arrivare in un punto della terra polarizzato, facciamo per dire, orizzontalmente e in un altro punto, invece, ruotato di parecchi gradi.

Se il satellite usa invece polarizzazione circolare, l'antenna terrena può essere anche lineare con una perdita di 3 dB. Se anche la stazione terrena usa polarizzazione circolare omonima, si riguadagnano i 3 dB e il problema della differenza di polarizzazione non si pone più. Ciò è tanto più vero e diverso da Oscar-13 perché Phase-3D avrà sempre

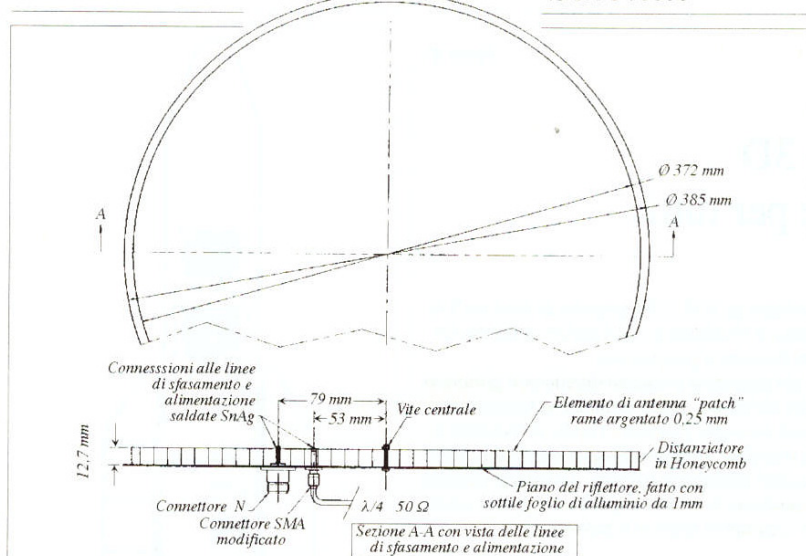


Fig. 3 - Antenna "Patch" a basso profilo per 435 MHz con radiatore e riflettore di forma circolare. Il radiatore è costituito da un foglio di rame argentato spesso 0,25 mm spazato 12,7 mm dal piano del riflettore. Il diametro del radiatore è 372 mm, quello del riflettore 385 mm. I due elementi sono sovrapposti e tenuti isolati con polietilene cellulare Honeycomb tipo Hexcel 10-3/8-1,5 spesso 12,7 mm la cui struttura in sezione è simile alle celle di un'arancia o un limone e simili per tutto a nidi di api. Il punto centrale del radiatore è fissato al riflettore mediante una vite che svolge il compito di supporto meccanico in un punto a RF con potenziale zero. Il riflettore di alluminio da 1 mm porta un connettore N il cui spinotto centrale è saldato al radiatore in rame con lega stagno-argento in un punto distante 79 mm dal centro e dove l'impedenza è 100 Ω. Il connettore SMA invece ha lo spinotto centrale saldato sul piatto del radiatore in un punto distante 53 mm dal centro, in cui l'impedenza è 50 Ω. Questo connettore SMA porta la linea di ritardo lunga un quarto d'onda di UG-141 a un altro connettore SMA identico collegato in un punto ruotato di 90° rispetto al primo e non visibile nel disegno. La linea di alimentazione da 50 Ω va collegata al connettore N e si ottiene così un perfetto sistema di adattamento di impedenza e polarizzazione circolare. In genere occorrono sette di questi "Patch" per formare un allineamento da circa 19 dBic di guadagno.

le antenne orientate verso terra e così la polarizzazione vista dall'antenna terrena avrà tutt'al più una ellitticità molto piccola.

Il modo più semplice per ottenere polarizzazione circolare è l'uso di antenne elicoidali o di yagi a elementi incrociati, ma immaginate di dover montare una di queste antenne sul satellite, quando in 70 cm, per esempio, il boom della yagi dovrebbe essere lungo circa 4,5 m per ottenere il guadagno voluto di 16 dBic.

Dunque, nel caso di Phase-3D, è eviden-

te a tutti che questo guadagno di antenna non può essere ottenuto usando delle elicoidali o long-yagi perché se è vero che allungando il boom aumenta l'area di cattura e il guadagno, è altrettanto chiaro che ciò è semplicemente irrealizzabile per mancanza di spazio. Bisogna perciò costruire antenne che funzionano con criteri diversi.

Fortunatamente su Phase-3D la superficie metallica riflettente della faccia lato antenne ha un'ampiezza di ben 3,68 m². E' chiaro che, riuscendo ad utilizzare questa

superficie riflettente come area di cattura di un'antenna, è possibile calcolare quanto guadagno sia possibile ottenere dalla stessa e per ogni banda semplicemente ricordando che il guadagno isotropico di un'antenna è legato alla sua area di cattura (A) dalla seguente relazione:

$$A = \frac{G \cdot \lambda^2}{4 \pi}$$

da cui

$$G = \frac{A \cdot 4 \pi}{\lambda^2}$$

dove G è espresso in rapporto e non in dB. Se trovassimo il modo di usare la superficie di cattura di 3,68 m² per realizzare un'antenna in 70 cm, otterremmo un guadagno isotropico massimo a 435 MHz pari a:

$$G = \frac{3,68 \cdot 4 \pi}{0,689^2} = 97,2 \text{ volte}$$

e in dB:

$$G = 10 \log_{10} 97,2 = 19,8 \text{ dB}$$

Siccome il dipolo guadagna 2,14 dB sull'isotropa, per differenza si avrà:

$$G = 19,8 - 2,14 = 17,7 \text{ dBd}$$

(valore molto vicino ai 20 dBic ottimali)

Per ottenere tale guadagno da una yagi ci vorrebbe un boom lungo oltre 6,5 m.

Appare subito evidente che il problema è usare antenne adatte a sfruttare la superficie riflettente del satellite come area di cattura, tanto più che la stessa superficie può essere sfruttata contemporaneamente su bande diverse e ciò non è poco.

Esistono tali antenne?

Fortunatamente sì, e quindi non bisogna fare nessun miracolo tecnologico perché è stato già fatto per scopi poco conosciuti nel mondo degli OM.

Se ripetiamo i conti per le altre bande troveremo che G = 8,25 dBd per i 2 m e G = 26,9 dBd per i 24 cm, e da ridurre perché superiore al richiesto.

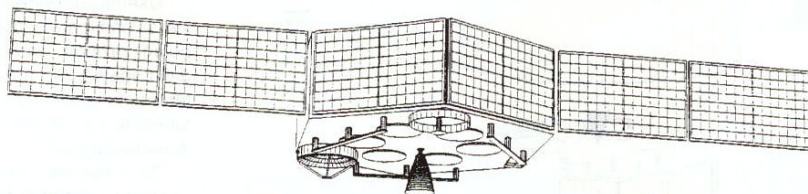


Fig. 4 - Disposizione delle antenne sulla faccia +Z del satellite Phase-3D, lato motore di apogeo. Le antenne per 145 MHz sono tre dipoli a 120° uno dall'altro. Sono visibili sei antenne Patch a basso profilo (nel disegno simili a sei cerchi, ma in realtà ogni cerchio è già un allineamento di sette patch). Si notano due antenne "Short Backfire" simili a due parabole. Le antenne dei 10 m sono filari e contenute lungo le grandi ali del satellite, che si vedono già spiegate nella configurazione di volo. La disposizione delle antenne è in evoluzione e potranno esserci sensibili cambiamenti. La soluzione a basso profilo consente lo sfruttamento della superficie del satellite come area di cattura unitamente a grande robustezza meccanica in un piccolo volume.

Satelliti

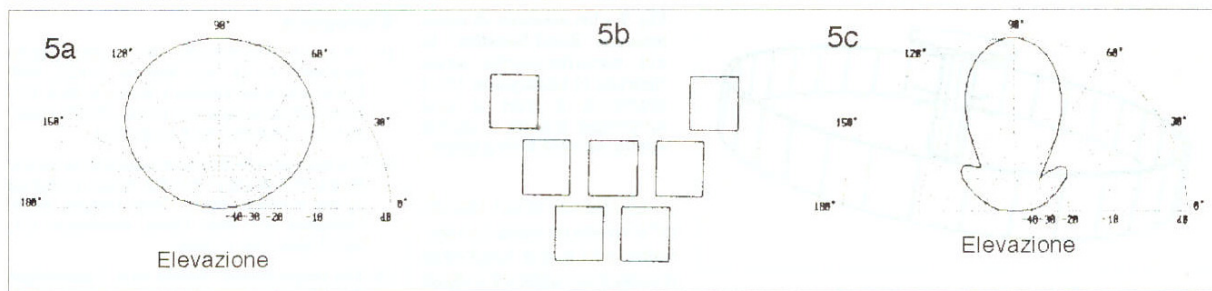


Fig. 5 - In fig. 5a il lobo di radiazione di un singolo elemento patch in polarizzazione circolare a 437 MHz mostra un guadagno di 8,59 dBi. In fig. 5b è raffigurata la disposizione di sette patch per ottenere il lobo di radiazione di fig. 5c con 14,59 dBi di guadagno. Su Phase-3D le antenne patch e short backfire saranno impiegate a 436 MHz, 1269 MHz e 2400 MHz con eccezione dei 10 GHz e 24 GHz che impiegheranno antenne horn.

Le antenne più adatte al Phase-3D che permettono di sfruttare ampie superfici riflettenti come aree di cattura sono del tipo a basso profilo, chiamate "Patch" e "Short Backfire" [3] - [4] - [5].

Un'antenna "Patch" (fig. 3) può essere descritta come formata da una sottile superficie quadrata o circolare di materiale conduttore (rame o alluminio).

Se la superficie è quadrata, il lato sarà lungo circa mezz'onda, e questa sarà spaziata di un minimo di 0,01 lunghezze d'onda da un largo piano metallico riflettente. Per 70 cm la spaziatura è tipicamente 12,7 mm e va bene da 435 MHz a salire in frequenza.

Il punto centrale di questo quadrato, come elemento attivo, è a potenziale zero, come se fosse il centro di un dipolo fissato al boom e così può essere messo a massa usando un conduttore verticale che assolve così anche alla funzione di sostegno meccanico (center screw di fig. 3).

Il tutto rassomiglia a un grosso ombrello tondo o quadrato e piano tenuto sollevato dal

piano riflettente dalla vite che sarebbe il manico dell'ombrello.

Anche se non proprio esattamente, questo radiatore "Patch" può essere visto come un paio di dipoli messi in fase, spazati mezz'onda e messi davanti a un riflettore.

La descrizione ancor più esatta dell'antenna "Patch" è che questa consiste di due antenne a fessura lunghe mezz'onda e spaziate anche mezz'onda fra loro. Il punto di alimentazione con impedenza di 50 Ω si trova a 0,078 lunghezze d'onda dal centro o 53 mm a 435 MHz (fig. 3).

Il punto di alimentazione a impedenza di 100 Ω si trova a 0,115 lunghezze d'onda dal centro o 79 mm (fig. 3) a 435 MHz.

La polarizzazione circolare del "Patch" si ottiene collegando fra loro due punti a impedenza 50 Ω di due lati in quadratura (90°) mediante una linea di ritardo lunga un quarto d'onda elettrico di cavo coassiale semirigido UG-141 e alimentando il sistema nel punto con impedenza di 100 Ω (fig. 3).

Si ottiene così un perfetto adattamento di

impedenza a 50 Ω . Tutti i conduttori esterni dei cavi coassiali semirigidi devono essere collegati al piano del riflettore mentre i conduttori interni vanno collegati all'elemento attivo (spilli interni allungati dei connettori del tipo N e SMA di fig. 3).

Tutti i cavi coassiali devono essere perpendicolari al piano del riflettore e devono fuoriuscire da questo esattamente in corrispondenza del punto di alimentazione dell'elemento attivo.

Se l'elemento attivo è quadrato, ogni suo lato deve essere lungo circa 0,47 lunghezze d'onda. Se invece è circolare, il suo diametro deve essere 0,540 lunghezze d'onda.

Siccome l'elemento attivo è molto sottile e delicato, questo deve essere tenuto distanziato dal piano del riflettore mediante un supporto di materiale isolante a bassa costante dielettrica, costituito da grosse celle aperte come fossero la struttura di un nido d'ape chiamato Honeycomb (fig. 3).

Il guadagno di un singolo elemento "Patch" varia da 8,5 a 8,8 dBi e così è possibile

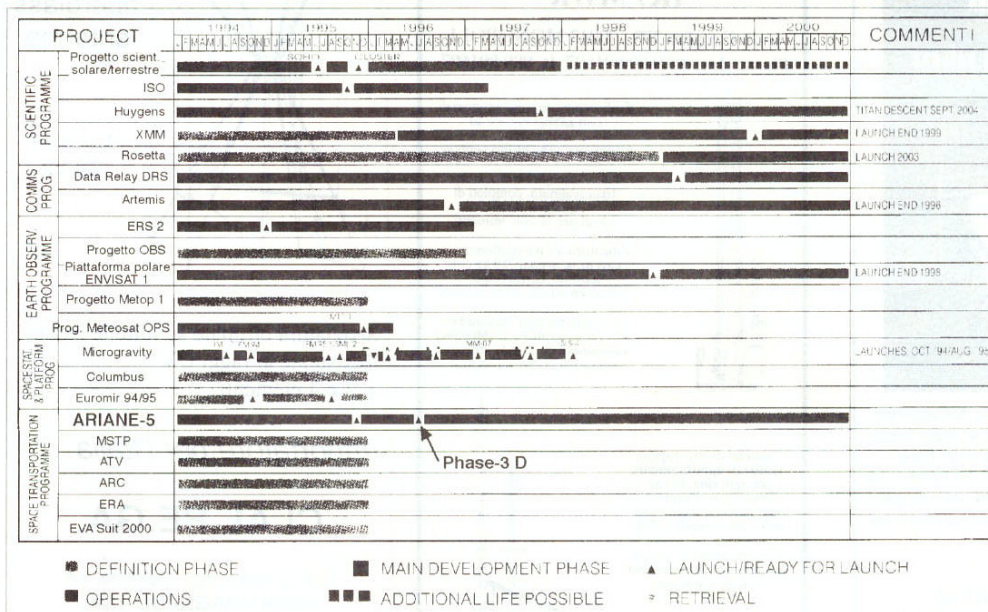


Fig. 6 - Programmi di lancio dell'ESA dal 1994 al 2000. Phase-3D è in calendario per maggio-giugno 1996 col secondo lancio del vettore Ariane-5 attualmente in fase di sviluppo, costruzione e prove.

Satelliti

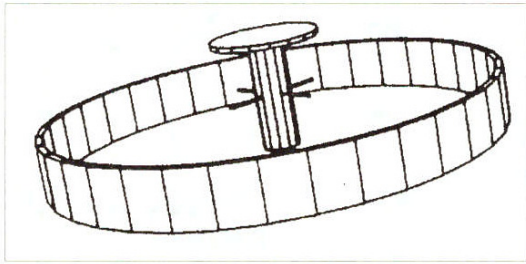


Fig. 7 - Un esempio di tipica antenna "Short-Backfire", le cui caratteristiche sono riportate in bibliografia [4]. Il diametro è pari a due lunghezze d'onda e quindi adatta dai 1270 MHz a salire.

realizzare un allineamento di vari "Patch" sullo stesso piano riflettente.

Con sette "Patch" (fig. 5), di cui uno al centro, si può ottenere un guadagno di 14,59 dBi in funzione della spaziatura fra i patch.

Alimentando i vari patch di un allineamento con densità di potenza diversa, fra quello al centro e quelli ai bordi, si può dosare il guadagno secondo quanto descritto in [3].

La disposizione degli allineamenti patch per microonde sul Phase-3D è illustrata in fig. 4. Per maggiori dettagli sull'antenna "Patch" consultare i riferimenti [2] - [3] - [4].

Il fatto importante è che questo tipo di geometria a basso profilo e bassissima occupazione di volume, rende l'antenna estremamente piatta e robusta, tanto da resistere alle fortissime vibrazioni del satellite trasmesse dal vettore Ariane-V durante il lancio, programmato per maggio 1996 (figg. 2 e 6).

L'antenna "Short Backfire" è invece un disco con diametro pari a due lunghezze d'onda e un radiatore a dipoli incrociati con riflettore circolare montato sull'asse centrale (fig. 7) e riferimento [4].

Questa antenna funziona come una cavità risonante fornendo un buon guadagno in piccolo spazio.

L'OM responsabile di tutto il progetto e della realizzazione antenne è Stan Wood, WA4NFY. Tutte le antenne saranno sistemate in modo compatto sulla superficie lato +Z, motore di apogeo (su Oscar 10 e 13 il motore è montato sul lato -Z), ed è la prima volta che questa tecnologia viene sperimentata su un satellite amatoriale. **Continua.4**

Nota: Nella Bibliografia, che segue, tutti i volumi editi dalla ARRL possono essere richiesti direttamente alla ARRL Bookshelf, 225 Main Street, Newington, CT 06111-USA a mezzo Carta Visa, Amex, Master Card, senza ulteriori tasse o spese doganali trattandosi di materiale educativo. Vi sarà inviato anche il catalogo generale delle altre pubblicazioni ARRL.

Bibliografia

- [1] "A Linear Transponder for Amateur Radio Satellites", by Dr. Karl Meinzer DJ4ZC; VHF Communications Volume 7 Spring Edition 1/75 (eventualmente reperibile presso I8CVS inviando busta preindirizzata e affrancata).
- [2] "Proceedings of the 26th Conference of the Central States VHF Society", Kerville, Texas, published by the American Radio Relay League. ARRL Bookshelf, 225 Main Street, Newington, CT, 06111-USA. Cat. n. 3932.
- [3] "The Amsat Journal" volume 16 n. 2 March/April 1993: Amsat Phase-3D Antenna Design Review Phase-3D HF/UHF/Microwave Antennas: by Stan Wood, WA4NFY and Dick Jansson, WD4FAB.
- [4] QST, "Phase-3D: a Satellite for All": Part 2 by Dick Jansson, WD4FAB and Bill Tynan, W3XO.
- [5] "Il Moto dei Corpi Celesti" di Antonio Leone; Metodi di calcolo, formule ed esempi pratici. Franco Muzio e C. Editore ISBN 88-7021-193-2.
- [6] "Astronomia Pratica" di Wolfgang Schroeder, Serie Guide Pratiche, Editore Longanesi e C. Traduzione dall'originale inglese: Practical Astronomy.
- [7] "Satellite Tracking", by Stanley Macko: A Rider Publication, Cat. n. 289 John F. Rider Publisher, Inc. New York.
- [8] "The satellite Experimenter's Handbook" by Martin R. Davidoff, K2UBC, Cat. n. 3185 ARRL Bookshelf, 225 Main Street, Newington, CT 06111-USA.
- [9] "Getting to Know Oscar from the Ground Up" ARRL Bookshelf, 225 Main Street, Newington, CT 06111-USA.

Il nuovo manuale delle antenne

di Angelo Barone I7ABA



Il volume rappresenta il sunto dell'esperienza di una intera vita dedicata al radiantismo, come sperimentatore e autocostruttore. 240 pagine, 196 illustrazioni, 20 tabelle, 12 programmi basic e tante altre informazioni utili fanno di questo testo un'opera nuova nel settore delle antenne.

Costo L. 30.000

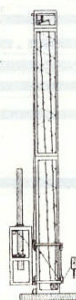
Ordini a: EDIRADIO srl
Via D. Scarlatti 31 - 20124 Milano
Tel. 02-6692894

PRO. SIS. TEL.

Produzione Sistemi Telecomunicazioni

IK7 MWR

C.da Conghia 298, 70043 MONOPOLI
Phone: Int. 0039 80 801607 It. 080 801607



Tralicci per antenne amatoriali con gabbia-rotore ad ascensore. Ottimi per zone molto ventose.

Pali telescopici con sezione fissa scalinata, completi di gabbia-rotore. Ideali per piccoli impianti.

Zincatura a caldo, bulloneria e cavi inox, argani 750 kg con frizione, cerniere per l'abbattimento laterale di serie.

Leggeri, robusti, (collaudati con vento a raffica di 160 kmh) economici, e... con le antenne sempre a portata di mano.

I sistemi di ancoraggio, realizzati appositamente per ogni singolo caso consentono l'impianto dei nostri tralicci e pali anche nei casi più difficili.

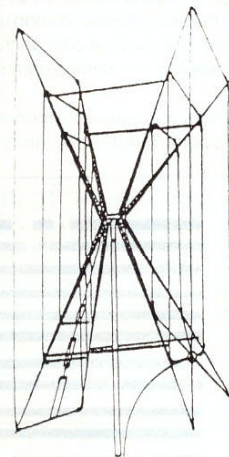
Contattateci e troverete la soluzione definitiva per le vostre antenne.



GEM QUAD

fiberglass antenna

10, 15 e 20 mt.



Spaziatura ottimale su tutte le bande
Resistente ai raggi UV
2, 3 e 4 elementi

Importatore per l'Italia:

CI.AL.PE.GA.

Via C/mare I trav. Calenda, 14
80054 GRAGNANO (Na)

081 - 871.98.67

Domenico Marini - I8CVS

via Alcide De Gasperi, 89 - Parco Merola
80059 Torre del Greco NAParte 5^a

Phase 3D Un satellite per tutti

La prima puntata di questa serie è stata pubblicata su R.R. 7/94, seguita da altre su R.R. 11/94, 12/94 e 2/95. Per decidere come attrezzarsi per la prima metà del 1996 è necessario approfondire le relazioni esistenti nella tratta Terra-Satellite (uplink) e Satellite-Terra (downlink) per i vari transponder in V, U, SHF.

Le frequenze ed i link di Phase-3D

Nello scegliere le bande di frequenza per i satelliti occorre prendere sempre decisioni difficili. Da una parte ci sono criteri tecnici molto precisi che determinano quali sono le frequenze ottimali in funzione della distanza del satellite, delle dimensioni delle sue antenne, ossia il guadagno, dello scopo della missione e dello stato dell'arte nella tecnologia dei circuiti. Ciò è evidente esaminando la **tabella 1** con l'annessa didascalia.

D'altra parte occorre considerare le esigenze dei futuri utilizzatori e la situazione delle concessioni di frequenze radiotelevisive nei vari paesi. Anche le migliori frequenze non sono utilizzabili se in certi paesi gli utenti non le hanno in concessione, oppure le devono condividere in modo selvaggio con altri Servizi, come nel caso dell'Italia, con il generico "Servizio d'Amatore" (ripetitori e simplex) fra 435 e 436 MHz e Ministeri e Privati (abusivi e non, NdR) fra 436 e 438 MHz.

Più estesa relazione sarà fatta presto a questo proposito.

In altri paesi, la banda dei 2 metri (da 145,8 a 146,0 MHz) è invasa da utenza radiotelevisiva FM, come in Giappone, o addirittura abusiva (taxi, in Spagna).

Come conseguenza, il 5% dei paesi riunitisi nel primo meeting Phase-3D a Marburg dal 7 al 9 maggio 1990 votò contrario per il Modo-B.

Modi	A favore	Neutrali	Contrari	
29 MHz Down	30%	30%	30%	
50 MHz Down	30%	20%	40%	
145 MHz Down	75%	20%	5%	Modo B!
435 MHz Down	70%	20%	10%	
145 MHz Up	0%	30%	70%	
435 MHz Up	95%	5%	0%	Modo B!
24 cm Up	30%	65%	5%	
13 cm Down	70%	30%	0%	Modo S!

Tabella 4 • Risultati delle votazioni per la scelta delle frequenze di Phase-3D durante la prima riunione ufficiale a Marburg (7-9 maggio 1990). Come si vede, il Modo-B e il Modo-S ebbero la preferenza. Il Modo-J ebbe la maggior parte dei contrari ed il Modo-L solo il 30% a favore, con il 5% dei contrari e la maggior parte di indecisi con il 75% dei voti.

Band	29	145	435	1296	2400	10,5	Unity
S/C ant gain	0	6	15	18	18	18	dBi
gnd ant gain	-3	3	3	5	20	33	dBi
noise temp.	2000	500	500	300	200	200	K
path loss	154	168	177	186	192	205	dB
power for 20 dB	100	12,5	12,5	18	2	2	W
S/N in 20 kHz							

Tabella 1 • Per ogni banda in downlink (Satellite-Terra), vengono dati nell'ordine:

- 1) **S/C ant gain** = guadagno [dBi] dell'antenna del satellite;
- 2) **gnd ant gain** = guadagno [dBi] dell'antenna terrena;
- 3) **noise temp.** = temper. equival. di rumore del ricevitore, in kelvin [K], con antenna collegata;
- 4) **path loss** = attenuazione della tratta Satellite-Terra su una distanza di 40.000 km, [dB];
- 5) **power for 20 dB S/N in 20 kHz** = potenza [W] da applicare all'antenna terrena per ricevere indietro dal transponder un segnale con un rapporto S/N = 20 dB su una banda passante di 20 kHz.

Esempio in modo UV, attuale modo B. Ricevendo in 145 MHz con un'antenna da 3 dBi di guadagno isotropico (il dipolo guadagna 2,14 dBi) e usando un ricevitore con NF = 3 dB equivalenti a 288,6 K, che sia collegato all'antenna che, se installata lontano dai centri urbani, ha una temperatura equivalente di rumore di 290 K, totale (288,6 + 290 = circa 500 K), si può ricevere il proprio segnale trasmesso a 435 MHz con 12,5 W con un rapporto S/N = 20 dB quando il satellite si trova ad una distanza di 40.000 km e l'attenuazione della tratta Satellite-Terra è 168 dB. Analogamente per gli altri modi.

La **tabella 4** con l'annessa didascalia riporta il risultato di quella votazione.

L'**istogramma 5** offre un'idea precisa di come si sia arrivati democraticamente alla scelta delle frequenze definitive che sono riportate nella matrice di **fig. 7** ed il cui downlink 70 cm è stato consolidato a favore degli italiani.

A questo titolo un'intera puntata sarà dedicata all'analisi delle bande di **fig. 7** ed al ruolo svolto dagli OM operativi italiani via satellite per modificare certe decisioni iniziali che sarebbero state penalizzanti della loro libertà, in modo particolare in 70 cm.

Inoltre, non tutti gli OM possono acquistare o costruire apparecchiature a frequenze elevate se in certi paesi non si trovano componenti adatti. Come risultato finale, in certe bande si avrebbe uno scarso utilizzo del satellite, non tanto per colpa dei radioamatori, ma dei paesi in cui essi vivono, che poco offrono alla loro iniziativa.

In altri termini, il satellite deve essere accettato dalla comunità amatoriale e deve usare frequenze accessibili a tutti; frequenze facili come i due metri ed i 70 cm, adatte agli OM principianti o residenti in paesi ove oltre 1,2 GHz non esistono componenti da usare, ma deve utilizzare frequenze oltre 1,2 GHz per gli sperimentatori residenti in paesi privilegiati ad alto livello tecnologico, dove la componentistica a microonde è reperibile anche nel surplus militare.

In tanti anni di attività su OSCAR-10 e 13 ho collegato un solo OM russo in CW Modo-L che trasmetteva a 1270 MHz di uplink e nessuno di quel paese che ricevesse a 2400 MHz downlink Modo-S.

Purtroppo questi OM sono fermi ai 70 cm, non per colpa loro, ma perché mancano ancora di componentistica a microonde che certamente userebbero, forse meglio di altri, se ne disponessero, perché tanti come noi sono abituati a lavorare il Modo-S con transceiver giapponesi a 2400 MHz. Bella forza!

Gli OM russi, per esempio, sino a 432 MHz hanno valvole migliori e più potenti di quelle americane ed europee, come quelle militari della famiglia GS26B. Queste stazioni russe in Modo-B (UA0SNV, UA0OB, RB5EPR, RV3DEL) su OSCAR-10 e OSCAR-13 svolgono un ottimo lavoro anche perché puntano tutto sull'efficienza delle antenne ad alto guadagno, autocostruite, in 2 m ed in 70 cm.

Nella scelta delle frequenze di questo nuovo satellite come dunque non pensare a quelli che non possono varcare facilmente la frontiera dei 70 cm?

La scelta delle frequenze di Phase-3D, oltre che da considerazioni del tipo esposto, dipende anche dal comportamento, squisitamente tecnico, dei vari link Terra-Satellite e viceversa al variare della frequenza.

Siccome il satellite ha una superficie riflettente pari a 3,68 m², utilizzabile come area di cattura, è possibile realizzare un'an-

Satelliti

	146 MHz	435 MHz	1260 MHz	2400 MHz	(10,5 GHz)
T N (K)	1000	500	300	300	300
P Rx (23 dB)	-142 dBW	-145 dBW	-147 dBW	-147 dBW	-147 dBW
Sat Ant Gain	10 dBi	14 dBi	20 dBi	20 dBi	20 dBi
d (ii)	170 dB	179 dB	188 dB	194 dB	207 dB
ground-PEP	18 dBWi	20 dBWi	21 dBWi	27 dBWi	40 dBWi
Example	10 W + 7 el cross-yagi or 50 W + 3 dBi	10 W + 10 el cross-yagi or 50 W + 3 dBi	5 W + Short backfire (40 cm diameter)	5 W + 60 cm parabolic antenna	3 W + 60 cm parabolic antenna

Tabella 2 • Phase-3D Uplink

TN (K) = Temperatura equivalente di rumore del ricevitore del satellite espressa in kelvin (vedasi il formulario in RR 4/94, pag. 42, par. 5).

P Rx (23 dB) = Potenza di rumore del ricevitore del satellite espressa in decibel sotto il watt, affinché con la potenza trasmessa da terra in colonna (ground-PEP) e attraverso l'attenuazione della tratta Terra-Satellite data in colonna d(ii) il segnale all'uscita del ricevitore del satellite sia 23 dB sul rumore.

Sat Ant Gain = Guadagno dell'antenna del satellite in decibel sull'isotropa [dBi].

d (ii) = Attenuazione della tratta Terra-Satellite [dB], vedasi testo.

ground-PEP = Potenza che deve essere trasmessa da terra da un'antenna isotropica, espressa in decibel sul watt, affinché all'uscita del ricevitore del satellite il segnale sia 23 dB sul rumore.

Example: vedasi esempio nel testo.

tenna in 2 m con guadagno di 10 dBi e con circa 14 dBi in 70 cm, ma a partire da 1270 MHz a salire è possibile realizzare guadagni di 20 dBi con antenne Patch e Short Backfire, come mostra la **tabella 2** (uplink).

Siccome in 2 m ed in 70 cm il lobo di radiazione del satellite è più largo di 13°, una parte di energia irradiata si spreca nello spazio esterno, fuori dal bersaglio Terra.

Dai 1270 MHz a salire, tutta l'energia irradiata dal satellite raggiunge la Terra e perciò, se vogliamo mantenere costante la densità di potenza per metro quadrato di superficie terrestre, la potenza in 2 m ed in 70 cm dovrà essere maggiore di quella a partire da 1270 MHz in poi.

Ciò torna utile anche perché non è possibile ottenere sul satellite potenze elevate sulle frequenze più alte delle microonde, come i 10,5 GHz.

Aumentare il guadagno di antenna oltre i 20 dBi sarebbe anche possibile, ma ciò ridurrebbe il fascio a meno di 13° e l'aumento di densità di potenza per metro quadrato si pagherebbe con una riduzione di superficie terrestre illuminata e servita e con maggiori difficoltà di assetto per mantenere le antenne puntate costantemente verso la Terra.

Ciò non è tuttavia un problema, come potrebbe sembrare, perché la minore densità di potenza per metro quadrato a frequenze oltre i 1270 MHz si può compensare facilmente con un maggior guadagno delle antenne a terra, automaticamente a parità di area di cattura.

Per comprenderlo basta supporre di avere sulla Terra un'antenna che abbia la stessa area di cattura (A) per tutte le frequenze del downlink del satellite e quindi un guadagno in decibel che aumenta col salire della frequenza.

Facciamo un esempio: sappiamo che il guadagno $G = A \times 4\pi / \lambda^2$.

Vogliamo dimostrare che l'effettivo bilancio dei link Terra-Satellite e viceversa resta costante perché, usando la stessa area di cattura, l'aumento di guadagno isotropico dell'antenna terrena, ottenibile all'aumentare della frequenza è compensato dall'identico aumento dell'attenuazione isotropica della tratta fra Satellite e Terra.

Infatti, se da un punto si irradia energia elettromagnetica di potenza P_t , l'energia ricevuta, di potenza P_r , raccolta da un'antenna isotropica di area equivalente $A = \lambda^2 / 4\pi$, subisce un'attenuazione calcolabile in decibel dalla seguente equazione.

$$\text{Attenuazione [dB]} = 32,44 + 20 \log_{10} f + 20 \log_{10} d$$

f è la frequenza [MHz]
d = distanza [km]

Questa formula non è semiempirica, come molti credono, ma deriva da una ben precisa e rigorosa dimostrazione matematica.

Supponiamo di avere a terra un'antenna con area di cattura $A = 1,13 \text{ m}^2$ che è quella di una parabola da 1,2 m di diametro e supponiamo di ricevere un segnale a 2400 MHz trasmesso dal satellite con un certo livello che consideriamo di riferimento a 0 dB.

Il guadagno isotropico **teorico** della nostra parabola a 2400 MHz è:

$$G = 1,13 \times 4\pi \times 3,14 / 0,125^2 = 908 \text{ volte} = 29,6 \text{ dB}$$

L'attenuazione della tratta a 36.000 km a 2400 MHz è 191,17 dB.

Riceviamo ora un segnale a 10,5 GHz con la stessa parabola.

Ripetendo il calcolo, il guadagno a 10,5 GHz risulta $G = 42,4 \text{ dB}$ e l'attenuazione Satellite-Terra a 10,5 GHz alla stessa distanza è 203,9 dB. La differenza fra i guadagni è $42,4 - 29,6 = 12,8 \text{ dB}$.

La differenza fra le attenuazioni è:

$$203,9 - 191,17 = 12,73 \text{ dB}$$

che a meno di 7 centesimi di decibel bilancia esattamente la differenza fra i guadagni.

I guadagni della parabola sono teorici, avendo assunto per il rendimento 1 anziché 0,5 ma ciò non cambia il criterio della dimostrazione.

Se dunque il satellite trasmette a 2400 MHz od a 10,5 GHz, usando la stessa poten-

	146 MHz	435 MHz	2400 MHz	(10,5 GHz)
PEP Sat	34 dBWi	38 dBWi	40 dBWi	35 dBWi
Ground Ant. Gain	8 dBi	10 dBi	20 dBi	33 dBi
Example	7 el cross-yagi	10 el cross-yagi	60 cm parabolic	60 cm parabolic
Ground Rx	1000 K	500 K	300 K	150 K
P N	-165 dBW	-168 dBW	-170 dBW	-173 dBW
P S 0dB S/N	-3 dBWi	+1 dBWi	+4 dBWi	+1 dBWi
S/N ->	28 dB	27 dB	26 dB	24 dB
(nominal PEP Ben value > 20 dB)				

Tabella 3 • Phase-3D Downlink

PEP Sat = Potenza pep trasmessa dal satellite [dBWi], ossia in decibel rispetto alla potenza di riferimento di 1 W irradiato da un'antenna isotropica.

Ground Antenna Gain = Guadagno dell'antenna terrena [dBi], ossia decibel rispetto all'antenna isotropica il cui guadagno si prende per riferimento di 0 dB. Il dipolo guadagna 2,14 dB, ovvero 1,63 volte rispetto all'antenna isotropica.

Ground RX = Temperatura equivalente di rumore del ricevitore terreno espressa in kelvin [K] (vedasi il formulario RR 4/94, pag. 42 paragr. 5) ed esempio nel testo.

P N = Power Noise, o noise floor, o soglia di rumore del ricevitore collegato all'antenna, espressa in decibel sotto il watt (vedasi formulario RR 4/94, pag. 42 paragr. 5).

P S 0dB S/N = Power Satellite for 0 dB S/N, ovvero potenza trasmessa dal satellite in decibel rispetto al watt su antenna isotropica, affinché il segnale a terra sia allo stesso livello del noise floor PN.

Per altre considerazioni ci si riferisca all'esempio riportato nel testo.

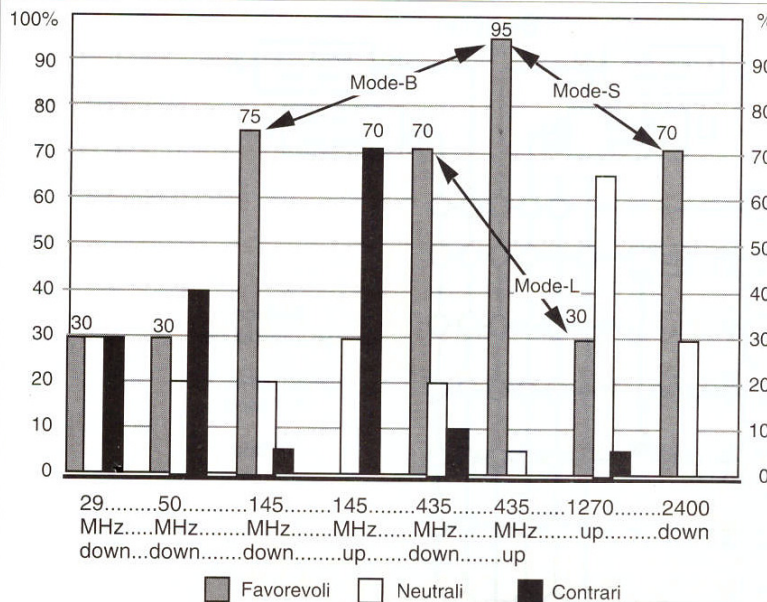


Tabella 5 • Indagine per la scelta delle frequenze di Phase-3D

I sondaggi di opinione in seguito a valutazioni di ordine tecnico, di assegnazione di frequenze nei vari paesi, di ordine economico e operativo hanno dato per risultato una forte preferenza per l'uplink in 70 cm con il downlink in 2 m, 70 cm e 13 cm. Con questi è possibile fare Modo-B, Modo-S e Modo-L (rispettivamente futuri Modi UV, US, LU). Il Modo-J ha riscosso impopolarità per la facilità con cui è possibile trasmettere in 2 m con forti potenze anche in FM da parte di troppe stazioni, che trasformerebbero il satellite in un ponte orbitante.

za e due "Patch" da 20 dBi, riceveremo la stessa potenza di segnale all'ingresso del ricevitore. Siccome la potenza trasmessa a 10,5 GHz è 35 dBW_i pep e quella a 2400 è 40 dBW_i pep (Tabella 3 Downlink), ne consegue che per ricevere i 10,5 GHz con lo stesso rapporto S/N dei 2400 MHz ci vorrebbe un'antenna terrena con 5 dB di guadagno in più, sempre ammettendo che i ricevitori a 2400 MHz ed a 10,5 GHz abbiano la stessa NF.

Tutto ciò fa concludere che, escludendo i downlink in 2 m ed in 70 cm, ricevibili con antenne Yagi, tutti i downlink a frequenze superiori sono ricevibili con piccole parabole di 60 cm di diametro e che, tutto considerato, la 2,4 GHz risulta essere la banda più favorevole di tutte, sia per la tratta uplink che downlink, anche perché risulta più facile ottenere basse cifre di rumore a 2,4 GHz che non a 10,5 GHz.

Facciamo ora un po' di conti sui downlink ed uplink dei vari transponder, con riferimento alle tabelle 2 e 3 e con interesse particolare a quelli più facili in VHF e UHF mediante un esempio numerico.

La tabella 2, colonna 1 riguarda l'uplink dei transponder e mostra la potenza PR_x (23 dB) che deve giungere all'ingresso del ricevitore del satellite da terra in 146 MHz affinché il segnale all'uscita del transponder sia di 23 dB sopra il suo rumore.

Considerato che la temperatura equivalente di rumore del ricevitore VHF è 1000 K,

corrispondente ad una soglia di rumore o "noise floor" di -164,8 dBW a 2400 Hz di banda (SSB), ne deriva che, affinché all'ingresso del transponder 146 MHz la potenza in arrivo da terra sia 23 dB più alta del rumore del ricevitore, debba essere:

$$PR_x (23 \text{ dB}) = -164,8 + 23 = -141,8 \text{ dBW}$$

in pratica -142 dBW.

Essendo il guadagno dell'antenna del satellite a 146 MHz pari a 10 dBi, e 170 dB l'attenuazione della tratta Terra-Satellite a 50.000 km, l'attenuazione si riduce a:

$$-170 + 10 = -160 \text{ dB}$$

Se la potenza EIRP (Effective Isotropic Radiated Power) in 144 MHz è 18 dBW_i, ossia 18 dB sopra il watt, applicati ad un'antenna isotropica, si otterrà all'ingresso del transponder una potenza di:

$$-160 + 18 = -142 \text{ dB}$$

così come richiesto dalle specifiche del costruttore. A terra, una potenza di 18 dBW_i pep si può ottenere usando 10 W su antenna da sette elementi *crossed yagi* con 8 dBi di guadagno, oppure con 50 W (10 log₁₀ 50 = 17 dBW) applicati ad un semplice dipolo con riflettore, dal guadagno di circa 3 dBi.

Il criterio di calcolo qui esposto, che corrisponde ai dati di colonna 1 della tabella 2, vale analogamente per tutti gli altri transponder.

E' evidente che trasmettendo in 2 m ed in

70 cm non è necessario usare grosse antenne direttive a terra, se si dispone di un massimo di 50 W pep.

Nelle bande 1,2 - 2,4 e 10,5 GHz, usando parabole di solo 60 cm di diametro e 5 W all'illuminatore, è possibile arrivare all'ingresso dei rispettivi transponder con 23 dB sul rumore.

Vediamo invece le relazioni intercorrenti sul downlink, ossia fra Satellite e Terra (tabella 3), e cosa ci occorre per ricevere con un rapporto S/N in SSB di almeno 24 - 28 dB, che è un gran segnale per davvero.

Supponiamo di possedere un normale ricevitore in 146 MHz con una cifra di rumore NF = 5,4 dB pari a 710 K. In 2 m, anche se l'antenna è puntata verso il cielo, la sua temperatura equivalente di rumore è circa 290 K, che sommata a quella del ricevitore tereno fa 1000 K (vedasi il formulario su RR 4/94 pag. 42, paragrafo 5) e la soglia di rumore o "noise floor" avrà una potenza di rumore all'ingresso, P_n = KTB. Siccome T = 1000 K mentre BW = 2400 Hz (SSB) avremo:

$$P_n = 1,38 \times 10^{-23} \times (710 + 290) \times 2400 =$$

$$= 3,312 \times 10^{-17} \text{ W}$$

$$10 \log_{10} 3,312 \times 10^{-17} = -165 \text{ dBW}$$

che corrisponde alla soglia di rumore PN data in colonna 1 della tabella 3.

Supponiamo che cinquanta utenti usino contemporaneamente un uplink di un qualunque transponder la cui matrice trasli il downlink in 2 m, per esempio in modo UV.

La potenza erogata da questo transponder per un solo utente, affinché il suo segnale giunga all'ingresso del nostro ricevitore con un rapporto S/N = 0 dB ossia al livello di -165 dBW del rumore, è -3 dBW_i, pari a 0,5 W (tabella 3, colonna 1) e ciò considerando anche che il nostro ricevitore è collegato a un'antenna che guadagna 8 dB.

Ciò è facilmente verificabile perché è come se il satellite trasmettesse con una potenza di:

$$-3 \text{ dBW} + 8 \text{ dB} = +5 \text{ dBW} = 10^{5/10} = 3,88 \text{ W}$$

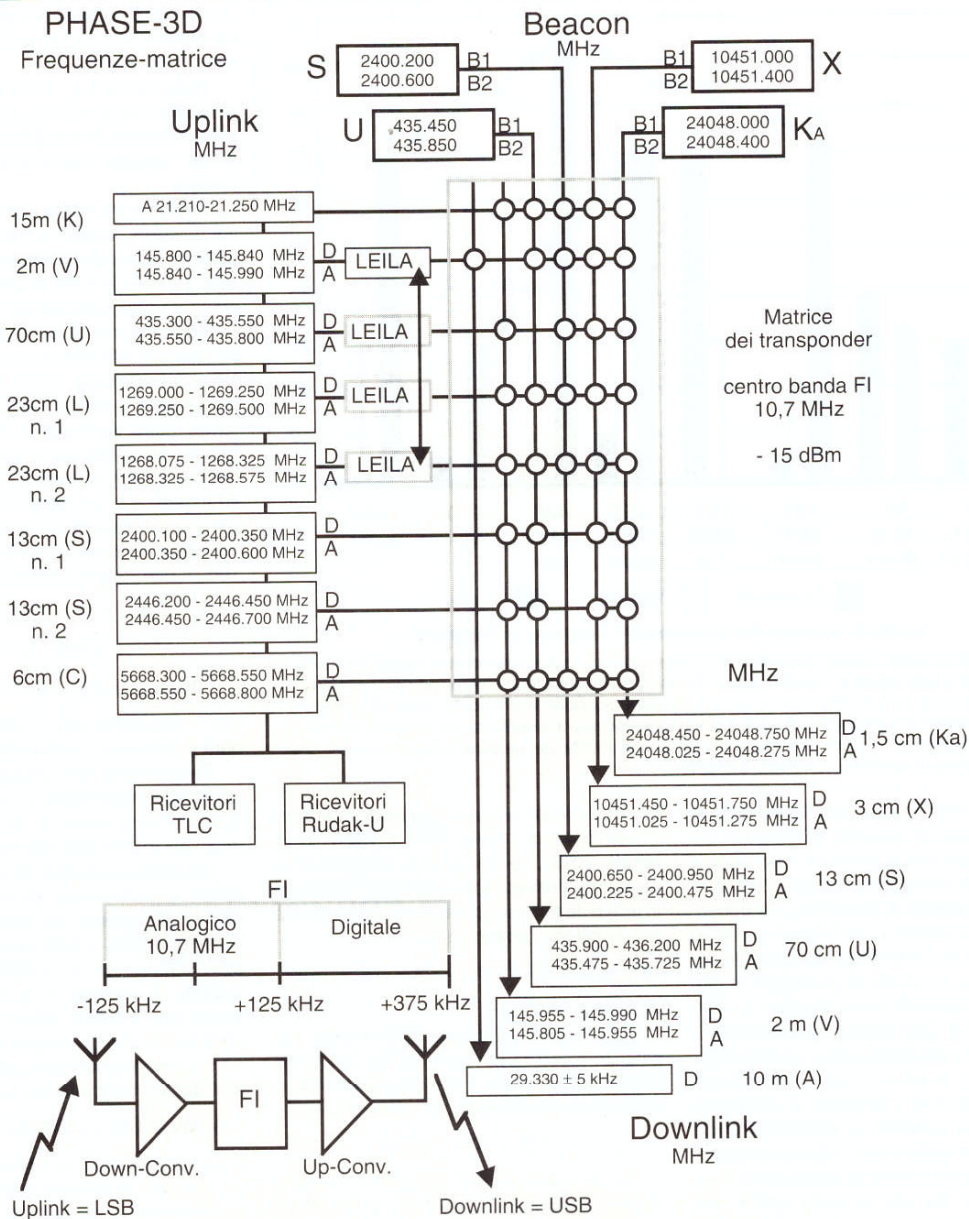
e noi ricevessimo con un'antenna isotropica.

Siccome la potenza pep di ogni utente è mediamente 10 dB sotto la potenza pep del transponder, come risulta da analisi spettrali e studi statistici, ne deriva che ogni utente sarà mediamente ad un livello di 0,5 × 10 = 5 W pep e che cinquanta utenti faranno erogare al transponder una potenza di 5 × 50 = 250 W pep, pari a

$$10 \log_{10} 250 = 24 \text{ dBW}$$

Giacché l'antenna dei 2 metri del satellite guadagna circa 10 dBi, la potenza totale pep trasmessa dal transponder sarà 34 dBW_i pari a 2500 W EIRP, come riportato in tabella 3, colonna 1 in PEP sat. Con questa potenza, ogni utente (ammesso che tutti usino la stessa potenza di uplink) sarà da noi ricevuto con un rapporto S/N maggiore di 10 dB, sul picco.

Fig. 7



Frequenze e matrice transponder Phase-3D rese definitive il 23 novembre 1994.

Ogni banda di Uplink può essere convertita in ciascuna delle frequenze Downlink come indicato nella matrice. Gli Uplink 2m, 70cm, 23cm sono controllati dal LEILA, un avvisatore ed attenuatore automatico dei segnali Uplink troppo forti, desensibilizzanti i transponder. Gli Uplink in 23cm (L) e 13cm (S) sono due e possono essere programmati a scelta dalle stazioni di controllo, secondo le necessità. I beacon sono quattro, in 70cm, 13cm, 3cm, 1,5cm, ad eccezione dei due metri, che manca.

Ogni transponder ha una banda riservata all'analogico (SSB, CW), indicata con (A) ed una banda riservata al digitale (RUDAK-U) indicata con (D). Ogni Downlink analogico copre 250kHz, ad eccezione dei due metri che è soltanto 150 kHz. Ogni Downlink digitale copre 300 kHz, ad eccezione dei 2 metri che è di 35 kHz.

La media frequenza della matrice del transponder è centrata su 10,7 MHz; -125/+125 kHz per l'analogico e +125/+375 per il digitale. I transponder sono invertenti ed un segnale Uplink LSB viene traslato in USB.

Il Downlink in 10 metri è solo digitale e trasmetterà bollettini per gli utenti a varie velocità. La TLM dei beacon è in PSK bifase a 400 bps, come per OSCAR-13 ed avrà lo stesso vettore di sincronismo 39 15 ED30.

Ben 450 kHz di Downlink in 70 cm sono stati inseriti nella banda 435 - 436 MHz per favorire espressamente gli OM italiani. Solo 200 kHz sono inclusi fra 436 - 437 MHz, dove gli OM italiani sono in Servizio secondario. Questo grande risultato è stato ottenuto evitando l'uscita dei ripetitori UHF-FM italiani fra 435,200 a 435,400 MHz e rispettando gli attuali Downlink dei satelliti digitali oggi esistenti fra 435 - 436 MHz. Maggiori notizie nelle prossime puntate. Le frequenze sono state concordate fra le tre Regioni IARU e l'AMSAT.

Satelliti

Questo rapporto si è rivelato in pratica soddisfacente per traffico d'amatore col satellite all'apogeo.

In pratica, siccome 50 utenti non sono mai presenti, e se ci sono non possono essere statisticamente tutti al picco nel medesimo istante perché lavorano in CW o in SSB, e considerato che il rapporto fra potenza di picco e potenza media (incluso anche le pause fra i punti e le linee o fra le parole) è circa 13 dB, ne consegue che in pratica i rapporti S/N sono migliori di 20 dB, come riportato in calce alla **tabella 3**.

Questo è uno dei motivi per cui si raccomanda di non usare sistemi di trasmissione che comportano la presenza di una portante, come la FM o RTTY FSK e AFSK.

Queste considerazioni numeriche nascono dal fatto che un transponder a divisione di frequenza riceve e trasla contemporaneamente un grande numero di segnali ed è molto importante poter calcolare e misurare quanta potenza è disponibile mediamente per ogni utente, rispetto a quella totale del transponder.

Questi valori numerici sono basati su studi effettuati dal dottor Karl Meinzer DJ4ZC, che ha sviluppato dei modelli matematici che in pratica si sono rivelati molto vicini alla realtà e che sono riassunti nelle **tabelle 2 e 3**.

Per giudicare se un transponder è più vantaggioso di un altro utilizzando a terra ricevitori di media sensibilità, la cui temperatura equivalente di rumore sia pari a quella di **tabella 3** (Ground-RX), e antenne di medio guadagno, bisogna che il rapporto S/N del segnale ricevuto in SSB sia intorno a 20 dB.

La **tabella 3** mostra che il rapporto S/N ottenibile ricevendo in 2 m è il migliore, con 28 dB, e che ricevendo in 10,5 GHz è il peggiore, con soltanto 24 dB.

In ogni caso questi rapporti S/N sono sempre superiori a 20 dB e quindi ottimali.

Ne deriva che la potenza irradiata dai vari transponder è più che sufficiente per effettuare anche traffico in mobile e che usando antenne paraboliche, anche più piccole di 60 cm di diametro, a partire da 2400 MHz a salire, il traffico mobile si può fare benissimo e, anzi, la 2400 MHz specialmente in downlink, risulta essere la banda più indicata per questo tipo di traffico con un rapporto S/N ottenibile di ben 26 dB con potenze limitate in uplink 70 cm (Modo-US).

Questa analisi ci fa concludere che il costo delle attrezzature necessarie per utilizzare Phase-3D è basso, specie a frequenze superiori a 1,2 GHz, quindi c'è da attendersi un elevato indice di gradimento dei transponder a microonde che dovrebbero rendere obsoleto nel tempo l'attuale Modo-B o futuro Modo-UV, che anche se popolare per il modesto impegno tecnologico, dovuto al tutto

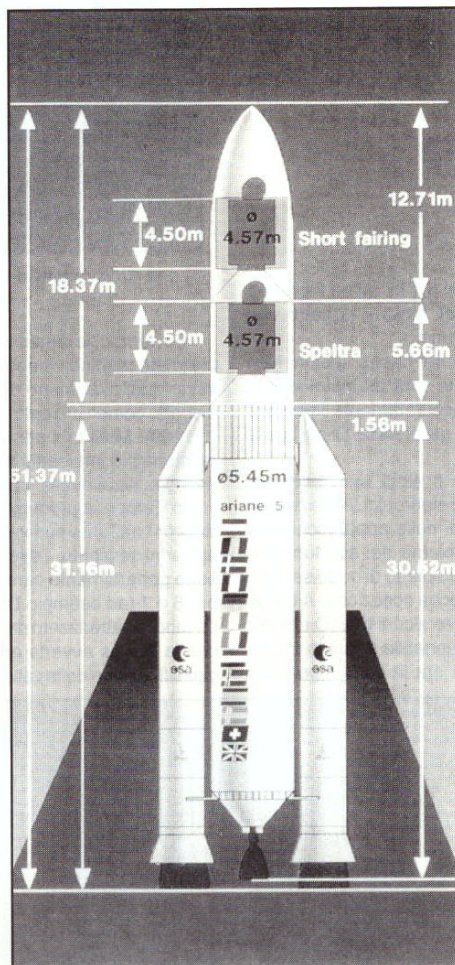


Fig. 8 - Ecco il vettore Ariane-5 dell'ESA, in corso di realizzazione.

L'altezza di Ariane-5 è di 51,37 m, la metà di quella dell'Apollo, che portò l'uomo sulla Luna.

I primi due voli di qualificazione sono programmati entro la prima metà del 1996.

Phase-3D sarà lanciato col secondo volo.

I due booster laterali, che forniscono ciascuno una spinta di 540 tonnellate e pesano ciascuno 143 tonnellate a vuoto, sono costruiti dalla italiana BPD (Bomprini Parodi Delfino), gruppo FIAT, di Colleferro (Roma) per quanto riguarda la parte propellente a polvere.

I due booster, denominati rispettivamente B1 e M1, sono stati provati con successo il 16 febbraio 1993 al Test Range CGS di Kourou.

Ogni booster è caricato sul luogo dalla BPD con 230 tonnellate di propellente e fornisce la spinta per i primi due minuti dal lancio.

**Collaborate a
Radio Rivista**

acquistabile, presenta notevoli limitazioni sul downlink a causa di interferenze locali FM fra 145,8 e 146 MHz e appena 200 kHz di banda, contro i 550 kHz degli altri downlink fra analogico e digitale (**fig. 7**).

Per prepararsi bene ai 2400 MHz, sia in uplink che in downlink, non ci serve un transceiver, se poi abbiamo troppo cavo, anche se a bassa attenuazione. Ci serve invece un buon transverter che possa essere montato sotto l'antenna insieme ad un piccolo amplificatore lineare allo stato solido da circa 10 W.

Dalle ricerche effettuate, mi sono convinto che il transverter più promettente per 2400 - 2402 MHz è quello di DB6NT (pubblicato su Dubus 3/93), disponibile in scatola di montaggio presso la EISCH Electronic, Inh. Annemarie Eisch - Kafka Abt. - Ulrich Str. 16; D-89079 Ulm-Göggingen (Germania); tel. 0049/7305/23208; fax 0049/735/23306. Questa ditta vende anche tramite carta Visa. Il numero di catalogo è 1009010.

Per coprire la banda 2400-2402 MHz con una FI da 144 a 146 MHz bisogna specificare che il quarzo fornito sia da 125.33333 MHz, 7° overtone che moltiplicato per 18 dà 2256 MHz per l'oscillatore locale.

La potenza di uscita è 1,5 W e la cifra di rumore NF = 1,5 dB, il costo è 429 DM.

Il montaggio richiede notevole perizia, essendo in tecnologia SMD ed il PCB molto piccolo.

Come amplificatori lineari sono disponibili alcuni modelli pronti all'uso della Modultechnik di Philipp Prinz, Riedweg 12, D-88299 Leutkirch - Friesenhofen (Germania); tel. 0049/7567/294; fax 0049/7567/1200.

Esiste un modello per 2,35 GHz con MGF 0904 più MGF-0906 che ha un guadagno di 24 dB e fornisce 11 W di uscita con 50 mW di ingresso; costo 568,50 DM.

Un altro modello, più indicato da usarsi col transverter, monta un solo MGF-0907 e fornisce un guadagno di 11 dB erogando sempre 11 W con circa 1 W di pilotaggio. Costo 488,50 DM.

Le notizie su questi moduli sono state fornite da ITEX, che ha provato con successo alcuni modelli per 5,7 GHz e che ringrazia per la collaborazione, insieme a IW1ASJ.

Si spera che Phase-3D contribuisca ad aumentare grandemente l'uso delle microonde che rappresentano la condizione essenziale per tenere occupate di fatto col satellite molte bande che diversamente rischiamo di vederci assottigliare.

Attendiamo con fiducia l'estate 1996, e se l'Ariane-5 (**fig. 8**) farà il suo dovere, il riantismo compirà una svolta storica nel campo delle telecomunicazioni analogiche e digitali.

(Continua.5)

LEILA, ovvero il Castigamatti

LA prima puntata di questa serie è stata pubblicata su RR 7/94, seguita dalle successive su RR 11/94, 12/94, 2/95 e 3/95. Faremo ora la conoscenza di «Leila», un sistema progettato per combattere la desensibilizzazione dei transponder lineari a causa dei segnali forti. Per comprendere meglio Leila è necessario conoscere bene il problema, a partire dai primi satelliti OSCAR, includendo anche i circuiti e gli esperimenti fatti da noi in Italia all'inizio del 1978 sui palloni (ARTOB) stratosferici del C.N.R.

Gli americani lo chiamano "Alligator Eater", ossia il mangiatore di coccodrilli, e i coccodrilli sono quelli che trasmettono con elevata potenza.

Per potenza non si intende quella di uscita del TX, bensì quella che riesce ad essere irradiata dall'antenna, moltiplicata per il suo guadagno in rapporto di potenza. Se una stazione EME in 70 cm viene su Oscar-13 e se la sua antenna guadagna 25 dBi (cioè 316 volte in potenza) e se la potenza assorbita dall'antenna è appena 25 W, allora la potenza EIRP effettivamente irradiata è pari a $25 \times 316 = 7905$ W.

Concettualmente significa che per avere la stessa intensità di campo al satellite, usando a terra un'antenna isotropica, bisognerebbe trasmettere con 7905 W.

Siccome poi il dipolo guadagna 2,14 dB (1,63 volte) sull'isotropia, per avere la stessa intensità di campo sul satellite trasmettendo con un semplice dipolo bisognerebbe fargli assorbire $7905/1,63 = 4850$ W.

Si vede allora che questa stazione EME, per irradiare i consentiti 1000 W EIRP, dovrebbe far assorbire all'antenna $1000/316 = 3,16$ W, o giù di lì.

Una stazione standard con 21 el. Tonna da 18 dBi di guadagno (63 volte) ed una cinquantina di watt che vengano assorbiti dal suo dipolo, irradia già una potenza EIRP di $63 \times 50 = 3155$ W.

Siccome nessuno trasmette con 1000 W EIRP, o molto pochi veramente, ne consegue che per farsi sentire bisogna usare molta potenza, rubandola all'alligator, diventando noi stessi "Alligators".

Il discorso della potenza EIRP non è ben recepito da molti "users" che, accusati di avere segnali "tuono", si difendono dicendo che hanno appena 25 W, ma dimenticandosi del guadagno di antenna. Uno dei problemi dei transponder lineari a divisione di frequenza che ha afflitto finora tutti i satelliti amatoriali è che la potenza di uscita è proporzionale al livello del segnale di ingresso.

Se, per esempio, si fa per dire, un segnale all'ingresso è alto 1 cm, siccome il transponder è lineare, se questo guadagna, per dire, 10 volte, il segnale di uscita sarà alto 10 cm. Se i segnali in ingresso aumentano di numero, ognuno preleverà dal transponder una potenza linearmente proporzionale alla sua altezza o livello, in modo tale che la potenza totale di uscita del transponder sia divisa linearmente fra tutti gli utenti presenti all'ingresso.

Siccome la potenza di uscita del transponder non è illimitata, ciò significa che, finché lavora in modo lineare, la potenza disponibile all'uscita per ogni utente diminuisce in proporzione all'aumentare del numero dei segnali all'ingresso.

Ciò è ovvio, se no la potenza di uscita dovrebbe aumentare all'infinito.

Se però uno o più segnali sono di livello molto alto, tale da portare l'amplificatore alla saturazione facendogli erogare il massimo della potenza, allora si avrebbe compressione del guadagno e distorsione, perché ad esempio alcune frequenze dello spettro acustico sarebbero amplificate di più ed altre di meno.

Per evitare che l'amplificatore arrivi alla saturazione, limitazione e compressione, ci vuole un AGC (Automatic Gain Control) o CAV, chiamiamolo come vogliamo, che riduca il guadagno dell'amplificatore man mano che aumenta il livello dei segnali in ingresso in modo tale che il suo guadagno si abbassi in proporzione e mantenga un'uscita lineare.

E' evidente che ora, se uno o più segnali sono di livello molto alto, tale da fare intervenire questo AGC, allora il segnale più forte fa diminuire il guadagno del transponder prendendo per sé la maggior parte della potenza disponibile, a discapito dei segnali più deboli che è come se trovassero un transponder meno potente.

In queste condizioni il circuito AGC evita la distorsione, ma l'uscita di tutti gli utenti è molto più bassa di quando il segnale molto forte non è presente.

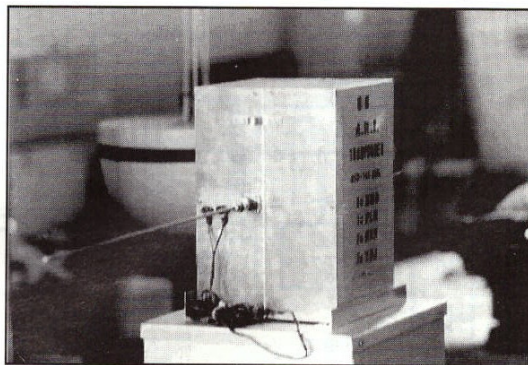
I segnali più forti del necessario sono quelli che, in Oscar-13 per esempio, determinano in uscita un livello superiore a quello del General Beacon.

In genere, operando sul transponder Modo-B di Oscar-13, per superare questo livello occorre una potenza EIRP di 1000 W, quando il satellite ci punta bene le antenne con uno "Squint" inferiore a 10°. Quando lo "Squint" aumenta intorno a 40°, la potenza EIRP sale a circa 10.000 W e a volte non basta.

Sul Modo-S a 435/2400 MHz, occorre una EIRP molto bassa e per mandare il transponder in limitazione bastano 1000 W EIRP perché, fra l'altro, questo transponder non ha AGC ed è cosiddetto "Hard Limited", ossia è limitato dal segnale più forte e così 100 W EIRP bastano per il normale traffico, tanto è vero che risento traslato anche il residuo della mia portante, pochi milliwatt, cosa che non avviene in Modo-B anche perché il Modo-S lavora sempre quando Oscar-13 ha le antenne rivolte verso la Terra e lo "Squint" è il più basso possibile.

Gli americani definiscono gli operatori di questi segnali forti "Power Hog" od anche "Alligators", ossia gente che usa potenza,

Foto 1
Volo Telemaco Odissea 84.
Il transponder Modo-B da 100 mW appoggiato sul contenitore della batteria. L'antenna in quarto d'onda è quella dei 144 MHz



Satelliti

comportandosi da vero Hog (maiale), oppure mangiatori di potenza, come potrebbero azzannare i coccodrilli, con tutto rispetto parlando.

In passato l'unico rimedio possibile, oltre a mettere il transponder "Off", è stato quello di avvertire individualmente e anonimamente questi operatori con una serie di "PSE QRP" in CW.

Quando, per misconoscenza del CW, l'avvertimento era scambiato per QRM, alcuni operatori invitavano ad abbassare la potenza direttamente in SSB con un "Please Reduce Your Power".

Ciò comporta chiaramente una certa soggezione in chi avverte e nell'avvisato, anche se via satellite tutto si risolve, salvo rare eccezioni, sempre con vera galanteria di altri tempi.

Noi italiani siamo considerati "Alligators" anche se non siamo i soli e tutti i paesi secondo me hanno i loro.

Certo, riascoltarsi forte fa piacere, perché erroneamente si pensa che il prestigio della propria stazione si difenda con l'intensità del segnale e non con ciò che si dice in aria.

Inoltre, i segnali forti indispongono chi usa la potenza giusta.

Io stesso sono stato avvertito più volte, ma ho ridotto subito la potenza, ringraziando chi mi avvisava, riscotendo il suo consenso e soddisfacendo il suo sentimento di "giustiziere": così tutto finisce lì.

Alcuni operatori invece se qualcuno gli dice in inglese... «you are very, very strong» lo prendono per complimento, mentre per gli anglosassoni significa rimprovero.

Ad alcuni poi, se gli si dice che il segnale

è troppo forte per la potenza che dichiarano, rispondono che il merito è tutto delle loro antenne e che quelle degli altri sono delle mazze di scopa.

Se poi ti vogliono proprio accontentare, questi operatori dicono di essere passati da 125 W a 25 W, ma non è vero (sono sempre 350 W), come dice il mio misuratore lineare in dB, ti prendono per i fondelli, giurando che non hanno un amplificatore Henry.

Il fatto di dire che in questi segnali-tuono tutto il merito sia delle antenne e degli impianti messi a punto per bene indispette chi 25 W ha veramente, chi ha portato il ROS a 1 o quasi, perché, diciamo chiaro, si sente dato dell'imbecille.

Ciò vale per i satelliti analogici. Se parliamo dei digitali, alcuni operatori nostrani comutano la stazione in automatico con adatto software e poi vanno al lavoro.

Quando il Microsat viene da Sud, essendo noi i primi ad acquisirlo perché più in giù non c'è nessuno, connettono facilmente il satellite e se lo tengono tutto per loro, caricando materiale in italiano o foto destinate a OM nel territorio nazionale anziché fare traffico con gli antipodi in inglese, cosa per cui il Microsat è giustificato esistere.

Ciò avviene tutti i giorni per tutto l'anno.

Anche questa è una forma di essere un "Alligator", anche se in modo digitale.

Questo comportamento va ricercato nel desiderio di esibizionismo, come analizzano gli americani che (QEX febbr./95 - pag. 24) definiscono le comunicazioni digitali il luogo "where everybody knows your name".

Nel passato, anche noi OM in Italia abbia-

mo progettato e realizzato qualcosa per limitare il fenomeno della desensibilizzazione dei traslatori a divisione di frequenza su segnali forti.

Ne fu ideatore e realizzatore I5TDJ presso la OTE di Firenze, coadiuvato da I5SXN, I5HRD dell'IROE e I5FLN, i quali poterono trarre vantaggio da attrezzature esistenti per il costruendo satellite Sirio, quali la camera per le prove termiche nel vuoto.

Nel 1978 questo gruppo realizzò un transponder lineare da satellite (foto 1) con la banda passante di media frequenza FI a 10,7 MHz larga in tutto 45 kHz, ma suddivisa in tre amplificatori FI a bande affiancate (fig. 3), ognuno dotato di un filtro largo 15 kHz ed un AGC indipendente dagli altri due.

In questo transponder, il segnale forte che cadeva nella banda di uno dei tre filtri azionava un solo AGC e solo per 15 kHz di banda passante, desensibilizzando unicamente i segnali che cadevano in quel solo amplificatore di media ma lasciando quasi invariata la sensibilità sugli altri due amplificatori FI per i restanti 30 kHz di banda.

Per mettere in crisi questo transponder ci volevano dunque tre segnali forti e ognuno doveva cadere nelle rispettive tre bande di media (fig. 4).

Questi transponder da satellite, realizzati col contributo ARI di 500.000 lire (del tempo) e col lavoro volontario di questo gruppo, furono imbarcati gratuitamente su palloni stratosferici del CNR (foto 3) nel cui Servizio Attività Spaziali dell'IROE, Istituto Ricerca Onde Elettromagnetiche di Firenze opera ancora oggi I5KRD (foto 7).

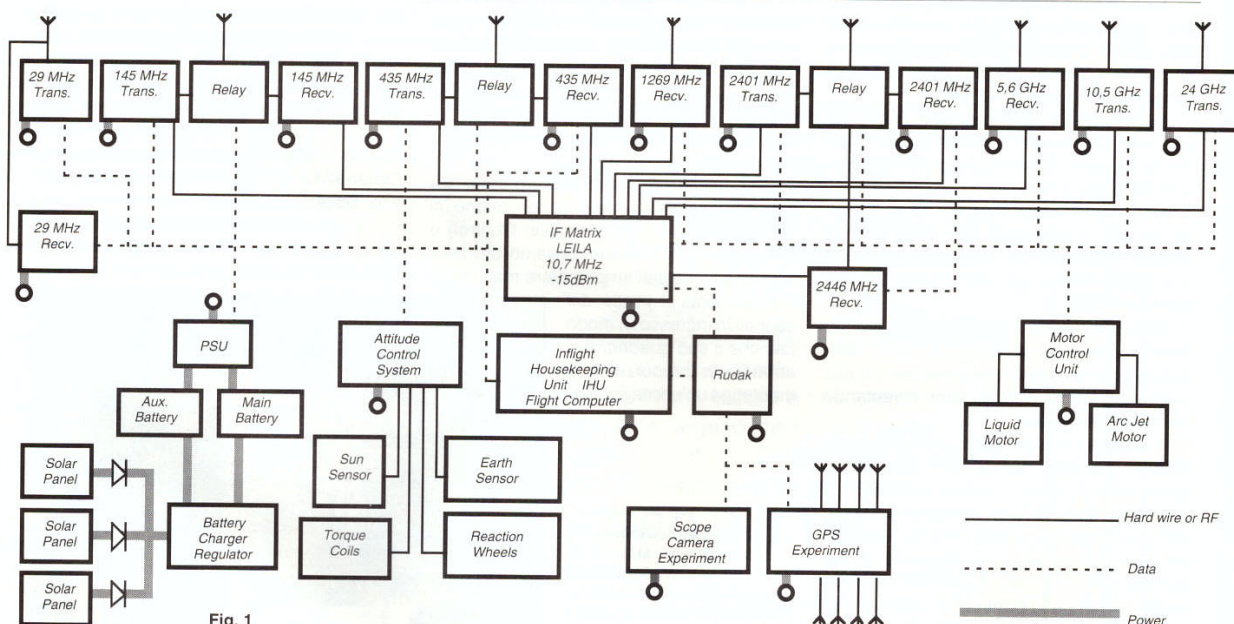
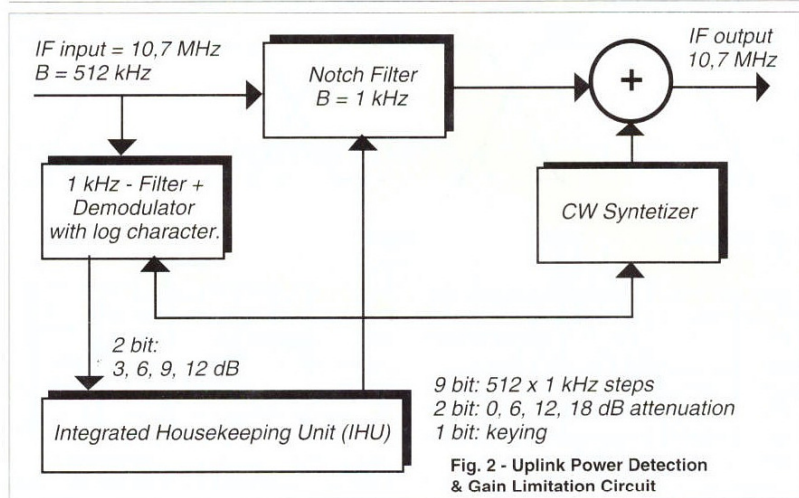


Fig. 1



Col programma Odissea del CNR furono fatti due voli a 40 km di altitudine, con partenza dall'aeroporto militare di Milo (Trapani), fino a Huelva nel Sud della Spagna, passando sotto le Baleari (foto 7), sospinti dai venti che in agosto spirano da Est verso Ovest.

Le navicelle, dal peso di oltre una tonnellata, erano poi sempre recuperate su paracadute a mezzo di telecomando del SAS nei pressi di Huelva, coi carichi primari del CNR e del CNES francese.

Furono fatti i voli Nausicaa nel 1980 e Telemaco nel 1984 e furono svolti esperimenti in volo con transponder in Modo-B e Modo-A. Per dimostrare l'efficienza del sistema, nel volo Telemaco trasmisi con la mia stazione EME in 70 cm verso il transponder sul Mediterraneo, con una potenza EIRP di ben 0,5 megawatt (15 x 21 el. Tonna, più amplificatore K2RIW).

Entrando su ciascuno dei tre amplificatori FI non fu possibile desensibilizzare apprezzabilmente o intermodulare con gli altri corrispondenti che svolgevano traffico nelle BW degli altri due amplificatori FI adiacenti (fig. 4).

Per oltre 24 ore di durata di ogni volo

furono collegate stazioni in tutto il bacino del Mediterraneo.

Il principio di funzionamento ideato da I5TDJ trova oggi applicazione nei transponder lineari dei satelliti russi RS da 40 kHz di banda passante, alcuni dei quali impiegano fino a sei filtri di banda a fianchi sovrapposti e amplificatori FI ad AGC indipendenti.

Il sistema di I5TDJ non ha potuto trovare impiego su Oscar-10 e 13 per problemi di peso, dovendosi usare molti amplificatori, per via delle bande passanti molto larghe, fino a 350 kHz per il Modo-JL di Oscar-13.

Questo transponder Modo-B da 100 mW era anche dotato di telemetria con sei canali in CW, proprio come Oscar-6, e trasmetteva in continuazione il valore delle tre tensioni AGC, della tensione batteria, della potenza di uscita e della temperatura.

La telemetria fu realizzata da I2PHD ed integrata dallo scrivente. Questo transponder Modo-B fu anche dotato di un amplificatore lineare da 10 W e fu impiegato fra un volo e l'altro per l'addestramento degli OM ai transponder da satellite in preparazione di Oscar-10. Fu installato sul monte Faito e Monte Vergine.

L'ultimo impiego fu sul monte Boé e poi, danneggiato da un fulmine, non fu riparato e se ne perse traccia.

Chi potesse recuperarlo potrebbe mandarlo a I5TDJ per ricondizionarlo e tenere come glorioso trofeo dell'ARI. La foto 6 riproduce la fase del lancio del pallone stratosferico relativo al volo Telemaco presso la base di Milo.

I riferimenti agli articoli che descrivono il transponder sono riportati in Bibliografia.

Dopo questa necessaria premessa vediamo cosa è stato ideato per combattere gli Alligators su Phase-3D.

Dai palloni ad oggi sono trascorsi tanti anni, le tecnologie sono cambiate e così Phase-3D imbancherà un circuito digitale ad hoc ed all'altezza dei tempi.

In che cosa consiste?

Con riferimento alla fig. 1, che riporta lo schema a blocchi di Phase-3D, si vede che la frequenza di ingresso di tutti i ricevitori è down-convertita a 10,7 MHz.

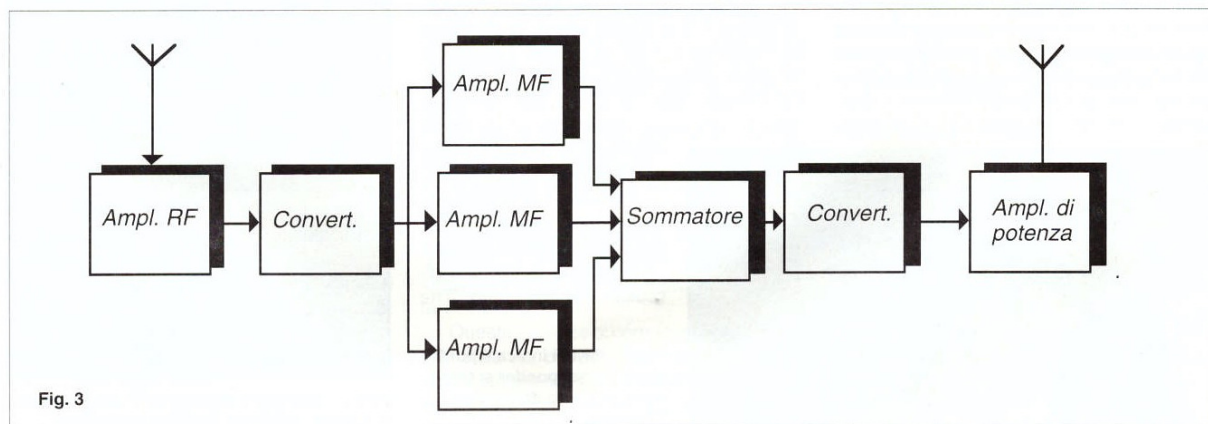
Questa media frequenza FI, con livello di -15 dBm e larga 512 kHz, una volta commutata dalla matrice, può essere up-convertita a qualunque frequenza dei singoli TX.

L'interconnessione della matrice fra l'uscita FI a 10,7 MHz di ogni RX e l'ingresso a 10,7 MHz di ogni TX è gestita dal computer di bordo IHU, il cui programma operativo è caricato da terra come avviene oggi per Oscar-13.

Nella gestione del livello dei segnali nella banda FI a 10,7 MHz che si trova fra RX e TX è inserito il dispositivo Leila, che sostanzialmente esplora velocemente tutta la banda passante di media frequenza che contiene tutti i segnali in arrivo da terra. Siccome il circuito lavora in media frequenza che è comune a tutti i ricevitori, Leila funziona su tutte le combinazioni di modi uplink/downlink che la matrice può fare.

Leila è acronimo del tedesco **LEistung Limit Anzeige**, ovvero "Avvisatore del Limite di Potenza" e funziona nel seguente modo.

Se in media frequenza giunge un segnale di livello superiore ad una certa soglia di



Satelliti

intervento AGC settabile da terra, Leila allerta subito l'utente, mettendogli isoonda un segnale di avvertimento in CW con un messaggio del tipo "PSE QRP".

Se la potenza non viene subito abbassata Leila crea un notch su quella frequenza, riducendo il livello del segnale. L'attenuazione dell'Alligator può arrivare fino a un massimo di 18 dB (63 volte).

Come si vede dallo schema a blocchi di **fig. 2**, Leila è asservito al computer di bordo IHU ed esplora velocemente in continuità tutta la larghezza di banda FI, pari a 512 kHz a passi di 1 kHz. Appena il segnale forte viene rivelato avviene la conversione analogico/digitale. Il numero di bit all'uscita è proporzionale al livello analogico in ingresso.

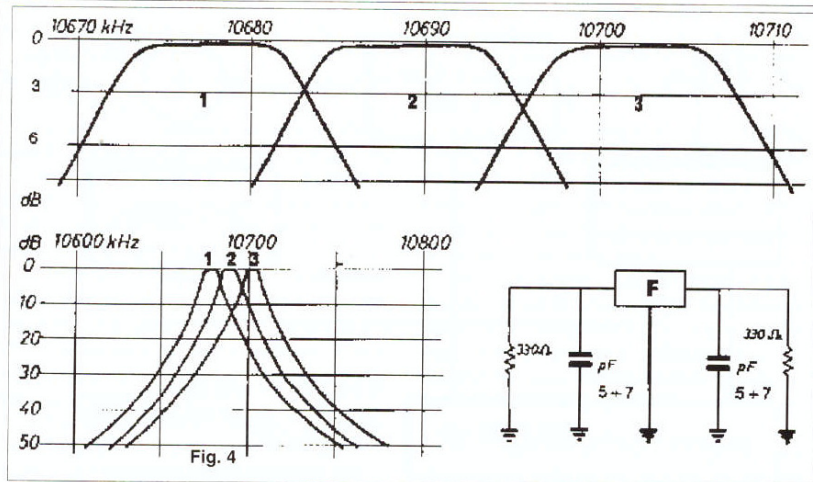
L'attenuazione del notch si incrementa a passi di 1,5 dB ed è proporzionale al numero dei bit, ossia del livello del segnale.

La larghezza di banda entro cui il notch crea il buco è appena di 1 kHz. E' evidente che un'attenuazione massima di 18 dB (63 volte) su una BW di 1 kHz fa sparire quasi del tutto il segnale Alligator, mentre la sensibilità resta quella nominale per gli altri utenti.

Leila può gestire velocemente ed in continuità più segnali nell'interno della FI e, data l'originalità del dispositivo, il Ministero P.T. tedesco ha contri buito al finanziamento di Phase-3D erogando un notevole aiuto economico all'Università di Marburg.

L'impiego di Leila renderà vano l'uso di potenze elevate ed è evidente che l'OM, per ricevere meglio, dovrà indirizzare i propri sforzi nell'ottenere un elevato rapporto G/T dai sistemi riceventi, vale a dire nell'abbassare sempre più la cifra di rumore NF e nell'aumentare nel contempo il guadagno delle antenne, scordandosi di esagerare in potenza. Ciò rappresenta un vantaggio per tutti, potendosi aumentare il numero di utenti a parità di potenza disponibile dal transponder e permettendo l'accesso contemporaneo a molti utenti in più che potranno irradiare potenze EIRP poco elevate.

Mentre oggi su Oscar-13 Modo-B, e specialmente Modo-S, si avverte l'effetto del calo di tutti i segnali dovuto alla presenza delle stazioni che usano grossi allineamenti senza abbassare potenza, domani le stesse stazioni potranno trarre un notevole vantaggio dal guadagno di queste antenne abbassando la NF dei loro ricevitori. In tal modo



sarà possibile ricevere i segnali più deboli con maggiore soddisfazione per tutti.

Certo, può darsi che qualcuno si dia allo sport di azionare Leila solo per il gusto di farlo, ma ciò non pregiudica od attenua i segnali adiacenti degli altri, e questo è lo scopo di Leila. Se qualcuno, per esempio, va con 2 kW EIRP e Leila lo avverte mettendogli un notch di 6 dB è come se gli avesse ridotto la potenza del TX di quattro volte, portandolo a soli 500 W EIRP, con in più il fastidio del messaggio CW "PSE QRP...PSE QRP" nella cuffia. Ciò equivale ad essere presi a punti in faccia dal satellite alla presenza dei propri corrispondenti.

Siccome il notch in FI attenua per forza tutti i segnali isofrequenza a quello forte indesiderato, tutti i corrispondenti del cocodrillo, finché questo parla, non potranno interromperlo interloquendo con lui. Così Leila, per colpa di un solo OM, rovina il QSO di parecchi altri, i quali, sapendo a chi dare la colpa, si rifiuteranno di fare QSO con gli Alligators, a meno che questi non abbassino potenza. E' sperabile che predomini il punto di onore e che si stia attenti a non farsi prendere in fallo da Leila.

Siccome per sentire forte e chiaro bisogna migliorare la ricezione, bisogna diventare tutto orecchie e poca bocca; io per primo mi cospargo il capo di cenere e sono già all'opera cercando di accettare questa nuova filosofia. Solo le pietre non cambiano idea. In ogni caso, solo studiando gli articoli

originali di I5TDJ in [1] e [2] si potranno avere chiare le idee.

L'articolo in [3] di WB6JNN è successivo a quelli di I5TDJ, ma è estremamente analitico.

Il sistema di I5TDJ è discusso nel paragrafo "The

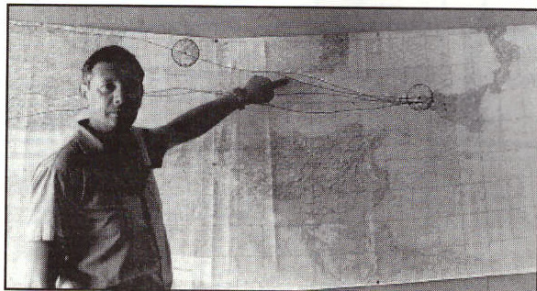


Fig. 7 - I5KDR indica il punto in cui il transponder si trova durante il volo del pallone Telemaco.

ARTOB LT" ed è citato in bibliografia (*)

6. Continua

Bibliografia

- [1] A new Transponder for Amateur Satellites • by Piero Moroni I5TDJ • Amsat Newsletter N°2 June 1978, pagg 6 to 9 (Reperibile in copia presso l'Autore o I8CVS).
 - [2] Un ripetitore da satellite Oscar • di Piero Moroni I5TDJ • Radio Rivista 6/1978 pagg. 563-568.
 - [3] Linear Translators • by James Eagleson, WB6JNN • Ham Radio Magazine September 1983, pagine da 14 a 31.
- (*) Nota - ARTOB LT è abbreviazione di Amateur Radio Transponder On Balloon Linear Transponder.

Seguono a pag. 91 le Ultime notizie

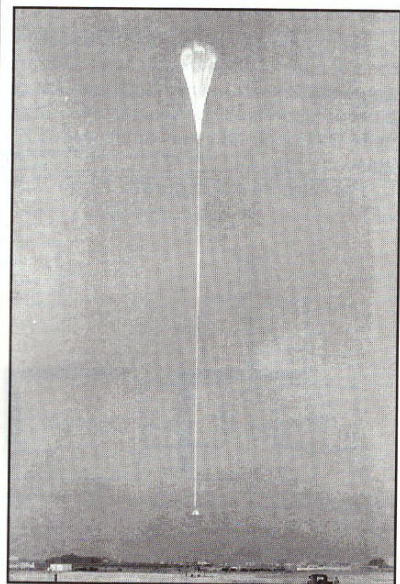


Foto 6 - Telemaco, liberato dalla gru Penelope, si solleva; il pallone inizia ad espandersi.