

## Satelliti

### Phase 3-D Transponder

Situazione marzo 1995; (c) AMSAT-DL, DL6DBN

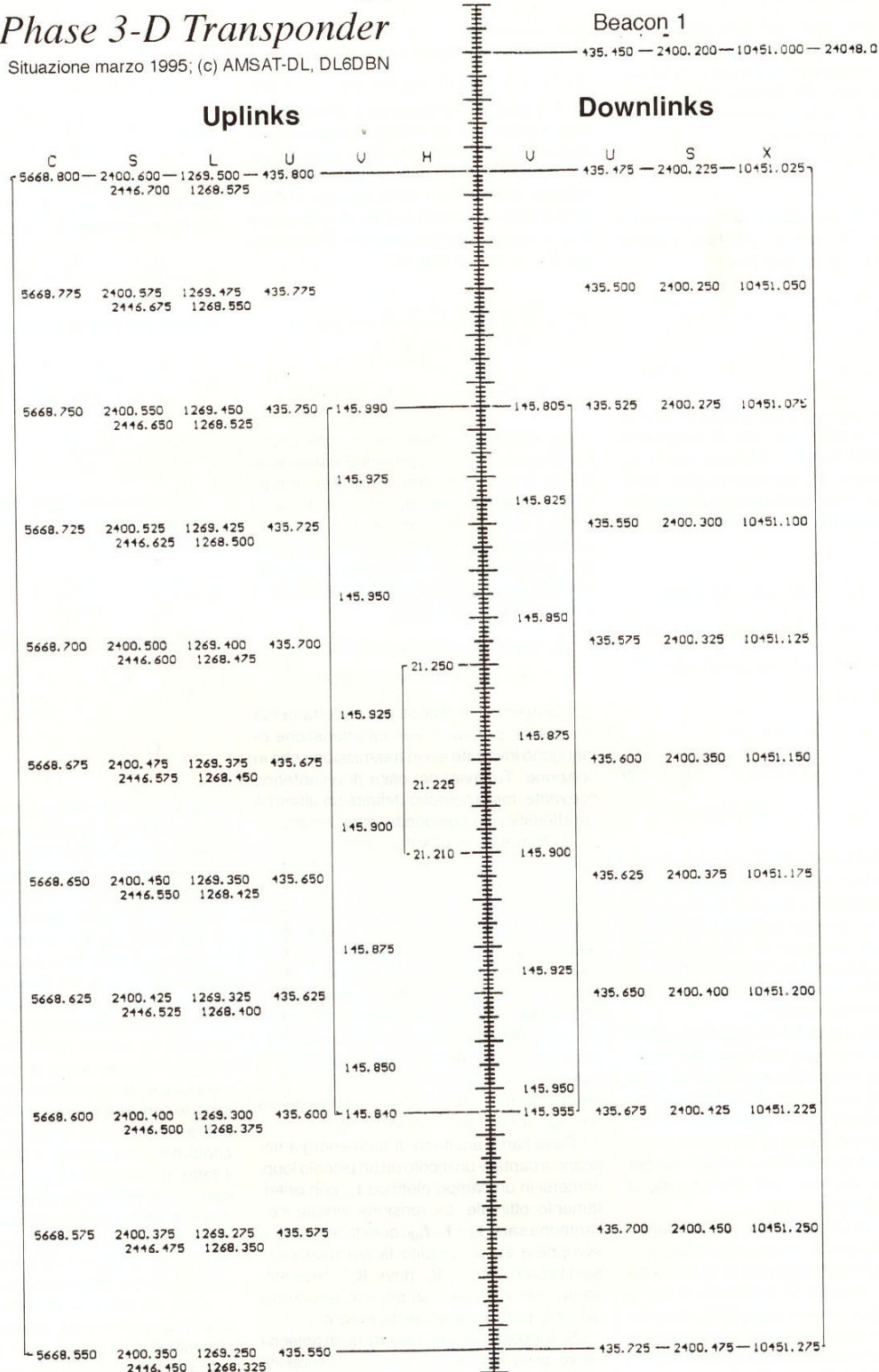


Tabella 1 • Corrispondenza fra le frequenze uplink e downlink,  $\pm$  Doppler, di tutte le possibili combinazioni dei transponder analogici di Phase 3-D fino a 10 GHz, beacon compresi. Per una più approfondita analisi delle prestazioni di ciascuna combinazione, si consulti il testo.



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

## Phase 3-D Un satellite per tutti

### La combinazione dei transponder di Phase 3-D

(parte settima - da RR 8/95)

Con il lancio di questo nuovo satellite, disporremo di molti transponder, combinabili con uplink in bande H, V, U, L, S, C e downlink nelle bande V, U, S, X, K. La combinazione dei modi di P 3-D sarà effettuata da una matrice programmabile da terra, utilizzando le frequenze definitive riportate a pag. 48 in [3].

La corrispondenza delle frequenze uplink-downlink  $\pm$  Doppler è riportata nella **tabella 1** pubblicata nella pagina qui a sinistra, che si consiglia di fotocopiare per tenerla sul tavolo operativo, anche se alla fine ci sarà qualche chilohertz di differenza.

Lo schema a blocchi dei ricevitori del satellite (down-converters), quello della media frequenza comune (IF) a 10,7 MHz con la matrice, e infine i trasmettitori (up-converters), sono illustrati in **fig. 1**, pag. 48 in [2].

Il dilemma, in cui ognuno si dibatte e che è fonte di incertezza per tutti noi, è come allestire la nostra stazione terrena, la cui filosofia è leggermente diversa dall'attuale, ma più complessa.

Il secondo dilemma è: Phase 3-D sarà lanciato oppure no con il volo 02 entro il 1996? Sarà difficile, considerato il fallimento del lancio del vettore Ariane-5, avvenuto il 4 giugno scorso. Ci saranno più rischi che non lanciandolo con un Ariane-4 entro primavera 1997, come previsto dal contratto.

#### Cosa aspettarci da Phase 3-D

L'occupazione di tutte le bande radiantistiche, dalle HF (21 MHz), alle microonde (24 GHz), è buona garanzia di conservare le frequenze previste dalla ITU per il Servizio di Amatore via Satellite, perché con questo satellite in orbita è come piantare molte nostre bandiere nello spazio, occupando di fatto un vasto spettro assegnatoci (non sempre tutto concesso nei vari paesi), molto poco utilizzato sulle frequenze più alte, e su cui grava l'interesse commerciale, come è possibile leggere anche in RR 8/95 a firma di I2MQP (e su questo stesso numero di RR a firma di K1ZZ e I2SG) - NdR).

E' evidente che P 3-D potrà soddisfare le esigenze di tutti gli OM, di quelli cioè che vorranno utilizzarlo a un livello facile, con uplink e downlink su frequenze relativamente basse, in 21 - 145 - 435 MHz, usando transceiver ed antenne commerciali.

Ci sarà spazio soprattutto per chi vorrà sperimentare a un livello più evoluto, utilizzando uplink su frequenze superiori, come i 1269 MHz e 2400 MHz, uscendo sui downlink che vanno dai 145 MHz ai 2400 MHz.

Ci sarà modo, per quelli che praticano le microonde, di utilizzare tecnologie a loro

familiari con uplink a 5668 MHz e uscire su tutte le bande basse ma anche in quelle fino ai 10 e 24 GHz, utilizzandole per collegamenti coi tre quarti del globo.

E' evidente che tutte queste possibilità vanno esaminate attentamente per stabilire razionalmente come attrezzare la stazione terrena.

#### Come decidere la scelta

Se la stazione è fissa, gli attuali transceiver a 144 e 432 MHz sono la base di partenza per l'attività iniziale. Trasmettendo in 2 metri si potrà ricevere in 70cm nel vecchio Modo-J di AO-13 e che si chiamerà Modo-VU. Trasmettendo in 70 cm e ricevendo in 2 metri, saremo nell'attuale Modo-B di AO-10 e AO-13 che si chiamerà Modo-UV.

Si vede subito però (**tabella 1**), che trasmettendo in 2 metri sarà possibile essere traslati anche a 2400 MHz in un modo finora mai sperimentato e che chiamiamo VS.

Analogamente, trasmettendo in 2 metri si potrà essere traslati anche in 10 GHz nel

Modo-VX, oppure a 24 GHz nel Modo-VK. Appare evidente che l'OM attrezzato per trasmettere solo in 2 metri, se volenteroso e curioso, sarà invogliato a realizzare convertitori per 2400 MHz, 10 GHz e 24 GHz che, unitamente a piccole antenne (**tabella 2 e 3** di pag. 46 in [3]), gli permetteranno di ricevere e comunicare con OM di tutto il mondo su ben tre bande nuove: 2400 MHz, 10 GHz e 24 GHz con una spesa limitata, ma con la prospettiva di sperimentare e diventare un esperto di microonde.

Siccome poi tutti gli OM, o quasi, sono attrezzati anche all-mode in 70cm, sarà possibile trasmettere a 435 MHz e, oltre a ricevere in 145 MHz nel Modo UV, sarà possibile ricevere a 2400 MHz nel Modo-US ed a 10 GHz nel Modo UX.

Tutte queste possibilità evidenziano che, disponendo solo di due bande uplink, i 2 metri e i 70cm, l'attività di traffico può essere facilmente estesa su quasi tutto il globo terrestre utilizzando le SHF a 2400 MHz e le microonde in 10 e 24 GHz. Questa possibilità di migliorare la comunicazione in bande affatto congestionate rappresenta il maggiore stimolo verso la conoscenza

tecnologica e l'utilizzo delle microonde perché, trattandosi solo di ricevere, i convertitori sono poco costosi e le antenne hanno ingombri minimi.

In più, la possibilità di lavorare su componenti piccoli con tecnologie SMD e su circuiti provati e di sicuro funzionamento, stimola la curiosità verso l'autocostruzione, con lo sco-

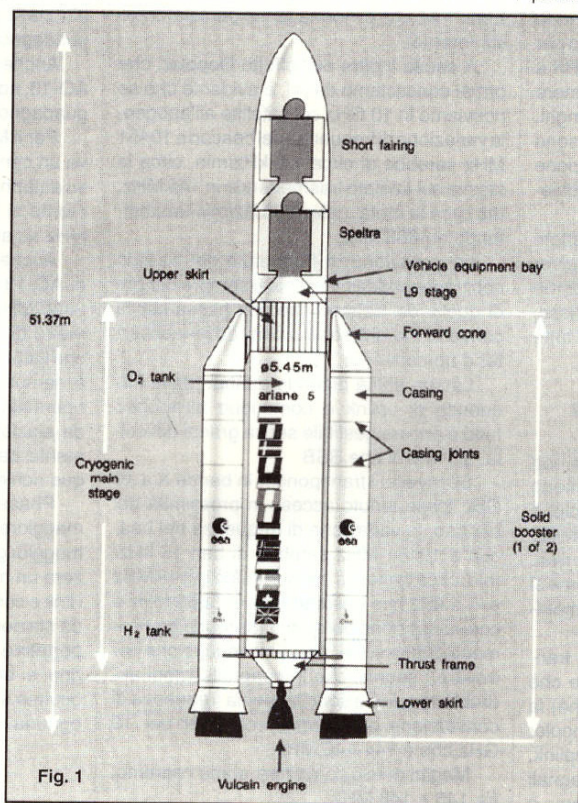


Fig. 1

**Fig. 1 - Ecco il vettore Ariane-5 su cui l'ESA aveva riposto il prestigio dei lanciatori europei. Purtroppo, il 4 giugno scorso, dopo 41 secondi dal lancio e quando era a 4000 m di quota, Ariane-5 è stato fatto esplodere in volo, avendo il sistema di navigazione automatica perso il controllo del vettore e questo era in caduta. Phase 3-D era programmato per il successivo volo di qualificazione (altre notizie a pag. 26).**



po di riuscire per poter comunicare. Si vede però che esiste una limitazione. Chi trasmette in 2 metri e 70 cm (**tabella 1**), viene traslato solo nella parte centrale delle bande SHF e microonde, dove cioè coesiste la maggior parte di traffico e possibilità di congestione col passare degli anni.

Il motivo è semplice, perché tutti quelli che riusciranno ad attrezzarsi per trasmettere in uplink a 1268 MHz, 2400 MHz e 5668 MHz potranno impegnare anche loro la parte centrale di tutte le bande downlink, com'è rilevabile osservando la **tabella 1**.

E' quindi evidente che solo coloro che riusciranno ad attrezzarsi con uplink a 1268-2400 e 5668 MHz saranno avvantaggiati, potendosi svincolare dal centro-banda ed utilizzare le due parti estreme delle bande downlink 2400 MHz, 10 GHz e 24 GHz, dove esiste meno traffico; lì, infatti, non cadono i segnali uplink delle frequenze più basse dei 21, 145 e 435 MHz.

Da una visione sommaria, sembra logico dedurre che la stazione ideale dovrebbe avere tanti TX per quante sono le bande uplink e tanti RX per quante sono le bande downlink di **tabella 1**. In realtà, ciò è vero per una stazione fissa, perché tutti i TX ed RX a frequenze fino a 435 MHz si possono tenere nella stazione e se i cavi sono molto lunghi, i TX e gli RX dai 1268 MHz a salire si possono montare a bordo dell'antenna, a condizione di usare dei transverter, anche se ciò richiede un impegno e un costo maggiore.

Solo chi è fortunato da avere pochi metri di ottimo cavo può tenere in casa transceiver commerciali fino a 1268 ed al massimo 2400 MHz. Comunque sia, se la stazione è fissa, la soluzione tecnica esiste sempre per tutte le frequenze.

## La diversificazione dei Modi

In pratica, tutti i ricevitori del satellite non potranno essere accesi insieme e nemmeno tutti i TX. Ciò è evidente: se, ad esempio, è acceso il ricevitore dei 2 metri, il satellite potrà trasmettere su tutte le bande downlink, meno ovviamente quella dei 2 metri, come si può rilevare dalla configurazione della matrice a pag. 48 in [3].

Bisogna anche pensare che tutti i transponder sono invertenti di proposito e che pertanto (vedremo in dettaglio il perché) la variazione di frequenza per l'effetto Doppler visto dal satellite sui nostri segnali in uplink, si sottrae a quella del Doppler dei segnali trasmessi dal satellite e che noi riceviamo a terra, compensandola in parte nel rapporto fra le frequenze.

E' quindi chiaro che, trasmettendo in 2 metri e ricevendo a 10 GHz, la compensazione è quasi nulla e che l'effetto Doppler sentito a terra sarà molto maggiore che non trasmettendo a 2400 o meglio a 5668 MHz.

Vale il concetto generale che più vicine

sono fra loro le due frequenze di uplink e downlink e minore è il loro rapporto, tanto maggiore sarà la compensazione del Doppler e minori saranno le difficoltà operative.

Si vede subito che se due OM ricevono nella parte centrale di banda dei 10 GHz e se uno trasmette a 145 MHz e l'altro invece a 5668 MHz, quello che trasmette in due metri dovrà rincorrere meno quello che trasmette a 5668 MHz e più se stesso. Siccome vale il contrario, questa diversificazione del Doppler rende difficoltoso il QSO fra i due e così certamente l'OM che trasmette a 5668 MHz si andrà a cercare un corrispondente che usa uplink nella stessa banda o al massimo a 2400 MHz.

Si creeranno così delle diversificazioni di classi o clan tecnologici - chiamiamoli come ci pare - fra OM utilizzatori di uplink bassi, nella categoria del commerciale, e sperimentatori in microonde, che meno dispongono di commerciale e più hanno di homemade e di interessi nello scambio di informazioni fra loro, usando il satellite per fissare sked nella categoria del tropo, Meteor-scatter, EME, FAI, che di norma fanno per telefono o via Internet.

A causa inoltre dell'effetto Doppler, che ormai conosciamo da [4], è evidente che se riceviamo in 10 GHz col satellite all'apogeo, la variazione di frequenza del beacon a 10451 MHz sarebbe di circa 1,5 kHz/min, circa la stessa sul traslato trasmettendo in 145 MHz, ma circa la metà, ossia 750 Hz/min trasmettendo a 5668 MHz.

La variazione di frequenza del traslato con transponder invertente è sempre minore di quella del beacon che non passa per la conversione di frequenza fra down-converter e up-converter.

La sua entità dipende dunque dalla frequenza di uplink e comunque all'apogeo tutto è ancora gestibile senza grandi difficoltà, sia in CW che SSB.

Se invece il transponder in banda X a 10 GHz fosse tenuto acceso in prossimità del perigeo, la variazione di frequenza del beacon a 10451 MHz sarebbe di ben 15 kHz/min, circa la stessa trasmettendo in 145 MHz e 7,5 kHz/min trasmettendo in 5668 MHz e così la ricezione dei segnali sarebbe praticamente impossibile, sia per inseguire che per trovare i segnali che in certe situazioni andrebbero a finire sotto la media frequenza di conversione dei normali converter per 10 GHz che è 144-146 MHz.

Meglio perciò convertire, come vedremo, fra 146 e 148 MHz.

E' dunque chiaro che, pur essendo P 3-D stabilizzato su tre assi, e pur tenendo le antenne orientate sempre verso la terra in qualunque punto dell'orbita ellittica, tutti i transponder a frequenze uplink e downlink elevate saranno tenuti accesi solo in prossimità dell'apogeo e ciò a partire dai 1268 MHz in su.

L'arco di orbita intorno all'apogeo, (MA=128), in cui i transponder saranno accesi, sarà perciò tanto più piccolo quanto più alta è la frequenza di uplink o downlink.

## Come decidere di utilizzare i Modi

Consultando la tabella 3 in [3] e tabella 1 in [1], si vede che le potenze EIRP dei transponder sono molto elevate e che le antenne di P 3-D, a partire dai 1268 MHz a salire, hanno guadagni molto alti, intorno a 20 dBi, in modo che l'angolo solido del lobo di radiazione a -3dB sia circa 13° e tale da illuminare l'intero globo terrestre dalla distanza massima di 48.000 km dell'apogeo.

E' così possibile pensare di attrezzarsi per tre possibili classi di stazioni terrene.

La prima è quella convenzionale "fissa" - o stazione base - che usiamo normalmente con AO-10, AO-13, prevalentemente nel Modo-B, o coi Microsat, e che comporta l'impiego di antenne in 2 metri e 70 cm piuttosto ingombranti, se ad alto guadagno.

Per P 3-D queste antenne saranno molto più corte perché in 2 metri e 70 cm tanto guadagno non serve.

Anche a frequenze più alte di 435 MHz, AO-13, ad esempio, richiede antenne ad alto guadagno e ingombranti.

Per il Modo-J, ora fuori servizio, occorre un centinaio di watt pep in uplink 2 metri su antenna da 13 dBi e per il Modo-L un buon ritorno si otteneva con 120 W pep a 1269 MHz su antenna da 24 dBi.

Anche una buona ricezione del Modo-S di AO-13 richiede oggi una parabola che a 2400 MHz guadagni 28 dBi, ossia con diametro di 1,2 m. Possiamo quindi affermare che l'attuale AO-13, coi suoi Modi-B, JL ed S, è sempre stato un satellite comodamente operabile da stazione fissa, meno facilmente da stazione portatile e talvolta eccezionalmente da stazione mobile, perché comunque richiede antenne con guadagni elevati.

Phase 3-D, al contrario, in virtù della maggiore potenza (tabella 1 in [1]) e del maggior guadagno delle sue antenne, realizzerà un miglioramento di oltre 10 dB su tutti i link e così potrà essere utilizzato facilmente da stazioni fisse molto modeste, da stazioni portatili e mobili con antenne a medio guadagno e bassa potenza, facendo però una oculata scelta dei Modi meglio sfruttabili da ognuna di esse.

## Stazione fissa

Chi decide di utilizzare P 3-D da stazione fissa è bene che cominci ad attrezzarsi per gradi, in 2 metri e 70 cm cioè, più eventualmente in 21 MHz, se la licenza è ordinaria.

Il passo successivo è quello di dare la precedenza ai downlink in SHF e microonde, cominciando dai 2400 MHz. Gli uplink verranno dopo.



Siccome però i 2400 MHz servono anche in uplink, è bene, se possibile, realizzare un transverter, anziché solo un converter, perché la spesa in più è minima.

Per P 3-D a 2400 MHz basta una parabola da 60 cm, sia per uplink che downlink.

Se decidiamo solo di ricevere, basta montare direttamente un converter sull'illuminatore, purché abbia NF di circa 1 dB, e così il preamplificatore non è necessario.

Bisogna però che il converter sia piccolo e stia tutto dietro l'ombra del riflettore dell'elica, che si usa generalmente come feed. Così facendo non si aumenta il bloccaggio coprendo superficie utile della parabola.

Se invece si vuole anche trasmettere in uplink, bisogna montare il preamplificatore nel fuoco, ed il transverter, più un lineare da 10 W pep, vanno montati dietro la parabola, come descritto su RR 11/95 pag. 30 e successive.

Come parabola si può usare vantaggiosamente anche una offset da TV via satellite con diametro 82 x 72 cm, come sperimentato con successo da I5TDJ su AO-13 Modo-S, a cui è bene rivolgersi per dettagliate informazioni.

In linea generale le offset sono sezioni di parabole che ne formerebbero una in primo fuoco più grande e con rapporto F/D di circa 0,3.

Per illuminare però la sezione offset occorre un illuminatore adatto ad una parabola in primo fuoco con un rapporto FD di circa 0,7 come descritto in [5].

Siccome il fascio a -3 dB dell'elica per illuminare i bordi a -10 dB è circa 40°, le spire necessarie sono cinque.

In ogni caso, I5TDJ ha calcolato e misurato con precisione dove cade il centro di fase ed è bene rivolgersi a lui.

Il passo successivo potrà essere quello di attrezzarsi per ricevere i 10 GHz da 10451 a 10452 MHz.

Ciò è possibile, come vedremo, modificando facilmente un transverter DB6NT per 10368 MHz, integrandolo con oscillatore I2SG [8] e moltiplicatori DF9LN.

Siccome a 10 GHz bisogna solo ricevere, il transverter, che costa poco di più di un converter, ci serve per avere un segnale da usare per tarare l'illuminatore per il massimo return loss.

E' evidente che, non occorrendo relè, il preamplificatore (ho usato quello di I0LVA su RR 1/94 che ha NF < 1,5 dB), si può montare nel fuoco.

La parabola adatta è da 60 cm utili (senza quindi misurarla sui bordi), con rapporto F/D = 0,38 circa, come richiesto da tabella 3 in [3].

Queste parabole in primo fuoco si usano per TV via satellite e quindi sono adatte a 10 GHz.

Un guadagno maggiore di 33 dB è sconsigliabile perché con 60 cm il fascio è appena di 3° a -3 dB.

Un guadagno maggiore, aumentando il diametro, restringerebbe troppo il fascio, rendendo il tracking troppo complicato usando i normali rotori commerciali, già carichi anche delle altre antenne.

Bisogna piuttosto cercare di ottenere una buona efficienza della parabola, anziché aumentare il diametro.

Nel nostro caso, a 10 GHz, è necessario che l'illuminatore sia a polarizzazione circolare destra (RHCP), perché non è ancora certo se il satellite avrà polarizzazione lineare oppure, appunto, RHCP.

Se avete un impianto per TV via satellite, provate a vedere cosa succede a commutare la polarizzazione da orizzontale a verticale e viceversa. Non si riceve più niente. Per questo motivo è bene usare RHCP che, pur complicando le cose, ci permetterà di ricevere senza QSB nel caso P 3-D andasse in polarizzazione lineare e di guadagnarci 3 dB se trasmettesse in RHCP.

Per questo motivo io ne ho realizzato uno, usato in EME da SM4DHN, DJ7FJ e I4BER con I4CHY e che può usarsi in RHCP o LHCP.

Al momento opportuno questa stazione satellitare per banda X sarà descritta con gli stessi criteri di quella per Modo-S.

Collaudati i downlink più importanti in 13 cm e 3 cm, bisogna avere fiducia che i 2400 MHz e 10,451 GHz vengano integrati su P 3-D se non è finita e mancherebbe lo stimolo a realizzare qualcosa che potrebbe rischiare di non servire, penserà qualcuno.

Intanto DJ4ZC mi ha personalmente assicurato che i 10 GHz hanno il 95% di probabilità di partire.

Il gruppo finlandese di OH7JP sta lavorando su un tubo TWT che fornirà 30 W pep.

Secondo me però non bisogna aspettare che il satellite sia in orbita e poi pensare di attrezzarsi quando ormai è troppo tardi: guadagnare anni di tempo è impossibile.

Inoltre la filosofia di realizzare transverter anziché converter ha avuto uno scopo mirato. Se il satellite non dovesse andare per qualunque motivo, ci daremmo forse all'ipipica?

Basterebbe sostituire i quarzi e tarare i 2400 e i 10451 MHz per le frequenze Tropo ed andare a incrementare il gruppo dei microondisti - che in Italia è molto agguerrito - con lo scopo di sperimentare in Tropo.

Se l'OM con stazione fissa si sente anche sperimentatore, può realizzare un transverter DB6NT per 24 GHz in kit, come descritto su Dubus 1/93, 4/93, 1/94.

Il downlink a 24 GHz è sicuro, perché già realizzato, come descritto dal costruttore ON4AOD in [6] e in Dubus 3/95; non ci dovrebbero essere problemi per la sua integrazione su P 3-D.

Per completare la stazione fissa il passo finale sarebbe realizzare il transverter per 5,7 GHz di DB6NT descritto in [7], da usarsi

solo in TX e modificato per 5668,3 — 5668,8 MHz, come già sperimentato con successo da I1TEX, cui si possono chiedere info anche per un lineare da 5 W.

Anche qui, una parabola da 60 cm ed illuminatore W2IMU, come descritto da I2SG in [9] è sufficiente per un buon ritorno con una potenza di 5 W. Recentemente Dubus 4/94 ha pubblicato un lineare solid-state da ben 20 W pep per 5,7 GHz a cura di DL2AM, che lo fornisce anche già montato e collaudato.

Ovviamente conviene montare i kit da soli, se non altro per imparare a maneggiare componenti per microonde con la sicurezza che se tutto è montato per bene funziona, facendosi aiutare da chi è già esperto e dotato di adeguata strumentazione. Personalmente non ho ancora affrontato il problema 5,7 GHz, perché questo uplink è particolarmente indicato per stazione portatile anziché fissa.

La prossima puntata sarà dedicata a come organizzarci per una stazione portatile che debba operare durante una spedizione o field-day, nonché a quella mobile per la quale ci sono buoni presupposti di successo utilizzando Phase 3-D.

## Bibliografia

- [1] Phase 3-D - Un Satellite per tutti, di I8CVS Domenico Marini, Radio Rivista 11/94 pag. 36.
- [2] Leila, ovvero il Castigamatt, di I8CVS, Domenico Marini, Radio Rivista 8/95 pag. 48
- [3] Phase 3-D - Un Satellite per tutti, di I8CVS Domenico Marini, Radio Rivista 3/95, pag. 46.
- [4] Cos'è il Doppler? di I8CVS, Domenico Marini, Radio Rivista 6/96.
- [5] More on Parabolic Dish Antennas, by Paul Wade, N1BWT, QEX December 1995, pag.14.
- [6] Ka-Band-Bake und Transponder für Amsat Phase 3-D, by ON4AOD, DL6DBN/AA9KJ - Amsat-DL Journal März/Mai 1996.
- [7] Transverter for 5,7 GHz, by Michael Kune, DB6NT - Dubus N° 3/1991 pag.11. Part 1 - Dubus 4/1991 pag.18. Part 2.
- [8] Oscillatore Master 5...8 GHz, di Gianfranco Sabbadini, I2SG Radio Rivista 3/95 pag. 38.
- [9] Illuminatore "Horn Dual Mode", di I2SG Gianfranco Sabbadini, Radio Rivista 12/95 pag. 77.

## Errata corrige: mea culpa...

73 de I8CVS

Vi prego di correggere alcuni errori apparsi in RR 6/96, dovuti ... al fato:

Pag. 45, fig. 8 a metà didascalia:

**Errata:** Al LOS,  $f = 90^\circ$

**Corrige:** Al Los,  $f < 90^\circ$ ...

Pag.46, inizio prima colonna:

**Errata:** R9 = Differenza fra due range R7 e R [km];

**Corrige:** R9 = Differenza fra due range R7 ed R [km] / t (cioè aggiungere t).

**NdR:** speriamo di avere capito bene: le correzioni ci sono state dettate per telefono dall'Autore.



## Phase 3-D, un satellite per tutti

### Premessa

Per decidere come allestire la stazione terrena per Phase-3D è necessario studiare attentamente la tabella 1 a pag. 22 di R.R. 7/96, che riporta le correlazioni tra frequenze di uplink e downlink combinabili dalla matrice programmabile da terra.

Si vede subito che fra tutti i downlink di P-3D, il più interessante di tutti, considerando le prestazioni, la facilità di realizzazione, gli ingombri di antenna contenuti, la banda disponibile, i tempi di utilizzazione e i costi limitati, è indubbiamente il downlink in banda S da 2400-2401 MHz, quello che oggi su AO-13 chiamiamo, modo S.

Queste considerazioni valgono sia per stazioni fisse che portatili. Attualmente, su AO-13, nonostante le notevoli prestazioni del transponder modo-S da appena 1,25 W pep, una EIRP di soli 10 W e 40 kHz di banda traslata, gli utenti sono pochi. Ciò è dovuto al fatto che il modo-S attualmente è disponibile per tempi limitati, e a causa della rotazione della linea degli apogei di AO-13 cala sempre di più nell'emisfero meridionale. Attualmente il modo-S non è più utilizzabile da latitudini maggiori di circa 47° Nord mentre lo è molto bene dal Sud America dove ci sono appena tre stazioni argentine, nessuna in Africa e un paio in Australia. Quando invece l'apogeo di AO-13 era disponibile sull'emisfero settentrionale, gli utenti DL-JA, quelli in USA e in Italia erano molto numerosi, nonostante le allora difficoltà di reperire apparecchiature commerciali, quattro o cinque anni orsono. La discesa dell'apogeo di AO-13 ha per così dire tagliato fuori la parte di OM residenti a latitudini con tecnologie progredite favorendo quelli che nell'emisfero meridionale, escludendo l'Australia, poco utilizzano SHF e microonde.

Attualmente, noi italiani, che siamo percentualmente fra i più numerosi, siamo gli unici utenti dell'emisfero settentrionale che ancora possono utilizzare per tempi brevi il modo BS, col satellite a pochi gradi di elevazione, e perciò ci sentiamo prima in modo-B e poi fissiamo lo sked in modo-BS, dove i nostri argomenti di discussione sono generalmente legati a problemi di RF in SHF e gli unici DX possibili sono con LU2DDU e LU7DJZ. Ciò nonostante, molti OM italiani sono stati recentemente stimolati a realizzare convertitori o transverter per 2400 MHz

sfruttando al massimo i tempi di acquisizione disponibili con lo scopo di provare su AO-13 in vista di avere tutto pronto per P-3D. Gli ultimi arrivati sono ad esempio IW0EAC, IW0RFK e IW5BSF. E' stata intrapresa un'azione promozionale del modo-S da parte di I5TDJ che ha realizzato il converter per 2400 MHz descritto su QEX July 1994 a cura di Zack Lau, KH6CP/1, responsabile dei laboratori della ARRL. Questo convertitore, che misura 0,6 dB di NF, ha dato prova di sé nelle recenti prove in portatile condotte da I5TDJ e IW5BSF dalle Spianate (LU). Tutta la stazione con appena 40 W di uplink in 70 cm era nel giardino di Piero con la parabola offset da 85 cm per TV via satellite, munita di 5 spire di illuminatore a 2400 MHz. Nonostante la scrosciante pioggia e due ombrelloni da spiaggia a protezione delle apparecchiature, il QSO con lo scrivente, e i soliti argentini è stato un successo. Di questo transverter, I5TDJ ha ricevuto dieci richieste per fornitura del kit e con l'aiuto dello scrivente, apparentemente fortunato con le spese di dogana, sono stati reperiti tutti i componenti in USA e Italia. Ora altri dieci OM potranno prepararsi facilmente per P-3D a basso costo e con la soddisfazione di aver montato il converter, del tipo no-tune, tutto da soli e senza uso di strumentazione sofisticata.

Con P-3D il discorso sarà molto diverso. La potenza EIRP sarà di 10 kW pep distribuita su una BW di ben 250 kHz di analogico (CW, SSB) e 250 kHz di digitale in Rudak. Data la maggiore disponibilità di tempo di acquisizione sull'emisfero settentrionale, e data la facilità di ricezione di segnali così forti, è prevedibile che gli utenti su 2400 MHz aumenteranno in modo vertiginoso, sia in downlink che in uplink, anche perché il mercato offre già transverter, transceiver e lineari per 2400 MHz pronti all'uso. Anche se personalmente sono poco incline al "ready to work", ciò nonostante l'occupazione massiccia della banda ci consente di proteggerla meglio dagli intrusi, ma da quali intrusi se questa banda in Italia non ci è concessa?

Il pericolo maggiore per tutti gli OM della Regione 1 della IARU e quindi anche per noi, è che la banda di frequenza 2300-2450 MHz è assegnata dalla ITU (International Telecommunication Union) ai Servizi Fissi, Mobili e di Radiolocalizzazione che godono di status di Servizio Primario. Il Servizio di amatore via satellite in questa banda è Secondario

e, in conformità alla postilla 3644/320, vi può operare a condizione di non interferire i Servizi Primari. Inoltre, tutti questi Servizi, Primari o Secondari che siano, devono tollerare le interferenze industriali, scientifiche e medicali (ISM) causate per esempio dai classici forni domestici a microonde a magnetron su 2450 MHz.

Da prove fatte la cosa non è poi così grave. Il mio forno M-730 della Philips da 750 W RF, nonostante la schermatura, viene visto dall'analizzatore di spettro 8555 HP munito di un'elica di tre spire puntata verso la cucina a otto metri di distanza. L'attenuatore di ingresso è a zero dB e la banda interferita intorno a 2450 MHz non raggiunge i 2400 MHz. La parabola sul tetto puntata in qualsivoglia direzione non riceve alcuna interferenza dal forno. Giacché la stessa banda 2300-2450 MHz è concessa ai radioamatori della Regione 2 (USA) e Regione 3 (Asia), tanto per intenderci, e siccome in USA i forni a microonde erano popolari molti anni prima che in Europa, ecco che gli americani, per scansare il più possibile le interferenze ISM e le interferenze del traffico tropo di amatore, hanno iniziato a sfruttare la fetta riservata dal Band-Plan al Servizio di Amatore via satellite che va da 2400 a 2450 MHz, cominciando da 2400 MHz, e ossia il più lontano possibile dai magnetron dei microonde. Anche in USA esistono problemi con l'uso dei 2400 MHz per il Servizio di Amatore, spazio-terra, tanto che al tempo di OSCAR-7 la FCC non concesse mai l'autorizzazione di accendere il beacon sperimentale a 2404 MHz costruito dalla San Bernardino Microwave Society. Il beacon fu integrato ugualmente in attesa di futuri eventi e forse fu fatto funzionare solo per pochi ricercatori quando il satellite non era acquisibile sugli USA. Se ogni paese ha i suoi problemi, noi abbiamo il nostro. In Italia infatti, secondo il Piano Nazionale di ripartizione delle radiofrequenze, pubblicato sulla G.U. n. 47 del 17 febbraio 1983, la banda 2300-2440 MHz è concessa ai Servizi fissi che sono primari, ma cosa più grave, i radioamatori italiani, oltre ad essere Secondari, lo sono soltanto da 2303 a 2313 MHz e quindi sono completamente esclusi dai 2400-2402 MHz che non ci appartengono a nessun titolo. Abbiamo invece in concessione esclusiva da 2440 a 2450 MHz che nessun privato avrebbe voluto per via dei microonde e che noi possiamo utilizzare sia per il Servizio di Amatore, dove non troveremo nessun corrispondente europeo, che per il Servizio di Amatore via Satellite dove, eccetto Arsene, nessun satellite dell'Amsat ha mai avuto un downlink. Questo è il motivo per cui Phase-3D è stato dotato di un uplink secondario da 2446.2 a 2446.7 MHz, che potrà essere utilizzato in futuro in caso di interferenza ai Servizi Primari sull'uplink principale 2400.1 - 2400.6 MHz da parte delle stazioni residenti come noi nella Regione 1 della IARU.



Resta tuttavia per noi il problema più grosso, e che cioè il downlink modo-S è uno solo e va da 2400.2 a 2400.950 MHz. Siccome in Italia questa fetta non ci è mai stata concessa a nessun titolo, noi abbiamo sempre ricevuto a rischio e se non ci muoviamo riceveremo sempre con la possibilità che questa banda possa essere occupata in qualsiasi momento dai Servizi Primari e in modo particolare dai Servizi Fissi delle Reti Locali senza fili che presto utilizzeranno la banda 2400-2483 MHz, come descritto da I2MQP su R.R. 8/95, pag. 18. Per questo motivo, tutti i nostri sforzi per realizzare una stazione satellitare potrebbero essere vanificati da un utente privato che, per esempio, potrà comprare e usare senza licenza una telecamera per monitorare via radio il cancello remoto di casa sua senza posare alcun cavo.

Siccome questo problema delle Reti Locali riguarda tutte le Regioni ITU, e anche i paesi che hanno i 2400-2402 MHz in concessione, è necessario che tutte le associazioni membre della IARU (quindi anche l'ARI), lavorino congiuntamente per tentare di ottenere in esclusiva almeno la fetta 2400-2402 MHz, facendo leva sul fatto che in questa banda tutti gli OM delle Regioni IARU 1, 2 e 3 hanno un satellite. La IARU ha un Satellite Frequency Co-Ordinator che attualmente è Graham Ratcliff, VK5AGR e un Satellite Adviser nella persona di Hans van de Groenendaal, ZS5AKV. Questi personaggi si sono riuniti il 25 di luglio presso l'Università del Surrey durante il Colloquium AMSAT-UK 1996.

L'argomento principale, discusso durante lo IARU Satellite Forum, è ad opera di ZS5AKV, W2RS e VK5AGR con G3AAJ, il cui titolo è *"The future of Amateur Radio, a panel discussion on a position paper produced by the IARU to stimulate input for the formulation of a global viewpoint"* (This is in preparation of WARC 99 when the Amateur Radio Regulations will be discussed).

Non potendomi recare al Colloquium senza incarichi ufficiali, ho spiegato i nostri problemi al dottor Perry Klein, W3PK a cui ho consegnato tutta la documentazione in inglese intercorsa con il precedente Satellite Frequency coordinator ON6UG, con DJ4ZC e W3XO per l'ottenimento delle frequenze adatte all'Italia sul downlink 70 cm di P-3D. Siccome W3PK è rimasto a Torre del Greco una settimana con me, ho avuto modo di illustrare la nostra situazione nei dettagli e ho ottenuto la promessa che farà sua la nostra causa durante il Colloquium.

Come è evidente, per raggiungere certi obiettivi, occorre uno sforzo internazionale congiunto di tutte le Associazioni membre della IARU, fra cui l'ARI, che avrà in più delle altre Associazioni il gravoso compito di lavorare in ambito nazionale (MPT), perché la concessione 2400-2402 MHz ci è negata del tutto. E' perciò necessario studiare subito in

casa nostra le migliori strategie in modo che il CD possa presentarle alla pubblica Amministrazione, non solo, ma anche alla IARU e alla ITU di Ginevra per ottenere in ogni modo in Italia questa fetta vitale. Penso che questo obiettivo sia uno dei più importanti per la sopravvivenza del Servizio di Amatore via Satellite in Italia e che tutti gli OM, qualificati a fare qualcosa, lo facciano. Ciò premesso passiamo al lato tecnico.

### La stazione portatile per Phase-3D

Una stazione portatile che debba operare durante una spedizione o un field day, oppure durante le vacanze, va architettata escludendo totalmente i 2 m e i 70 cm che comportano l'uso di antenne ingombranti, banda traslata inferiore a 200 kHz in downlink sui 2 m, e comunque sempre sovraccarica in downlink 70 cm. E' invece preferibile impiegare un uplink a 1268 MHz con downlink a scelta a 2400 MHz, oppure a 10451 MHz. In alternativa, l'uplink potrebbe farsi a 5668 MHz con gli stessi downlink a 2400 oppure a 10451 MHz. In tal modo le antenne avranno ingombri limitati, saranno meglio trasportabili e siccome il satellite usa transponder invertenti la maggiore variazione di frequenza dovuta all'effetto Doppler, usando frequenze elevate, sarà meglio compensata automaticamente sul satellite tanto più le frequenze di uplink e downlink sono vicine fra loro o minore è il loro rapporto. Di conseguenza un uplink a 5668 MHz e un downlink a 10451 MHz è molto meglio che non fare un uplink a 1268 MHz e un downlink a 10451 MHz. Come antenna per uplink a 1268 MHz si può usare una parabola da 1 metro che guadagna 20 dBi, munita di illuminatore elicoidale sinistrorso, per ottenere la RHCP per riflessione sul disco. Non è da escludere che si possano montare due eliche concentriche, quella dei 1268 MHz di diametro maggiore con dentro quella dei 2400 MHz di diametro minore. Ciò è stato già fatto con successo, come descritto da Freddy ON6UG su Oscar News n. 81 del febbraio 1990. Tuttavia non è dato di sapere se trasmettendo in 1268 MHz e ricevendo in 2400 MHz ci saranno dei rientri a 2400 MHz o abbia a bruciarsi il GaAsFet dei 2400 MHz, perché questo doppio feed, che permette di usare la stessa parabola su due bande, venne usato per trasmettere su 1268 MHz ricevendo in 70 cm in AO-13 modo-L, oppure trasmettendo in 70 cm e ricevendo a 2400 MHz sul modo-S. Vale la pena di provare perché, com'è rilevabile da tabella 2, pag. 46 R.R. 3/95, la potenza necessaria per uplink a 1268 MHz con antenna da 20 dBi è inferiore a 5 W. Con tale potenza è possibile che il preamplificatore a 2400 MHz non intermoduli e con ciò tutto il traffico sarebbe fatto con una sola parabola. Bisogna comunque provare.

Alcune prove in merito sono state già

svolte da Gianfranco IK2RTI, che usa la stessa parabola per 2400 MHz e 10 GHz. Inizialmente aveva i due feed affiancati con l'inevitabile conseguenza che i due lobi erano disassati di circa 3°. Pensando al fatto che le antenne elicoidali vengono supportate da tubi anche metallici, IK2RTI ha provato ad infilare il tubo da 22 mm di diametro esterno, che funge da illuminatore per i 10 GHz, posizionandolo al centro dell'elica dei 2400 MHz. Il disassamento dei due lobi è sparito. Il ROS dei 2400 MHz non è apprezzabilmente cambiato e il rumore del sole a 10 GHz è rimasto quello che era. Anche questa soluzione, che non comporta rientri trasmettendo in una banda e ricevendo nell'altra o viceversa, rappresenta un buon compromesso per utilizzare una sola parabola per due bande.

Più semplicemente, per uplink a 1268 MHz si potrebbe anche usare una Yagi a polarizzazione lineare classica da 23 elementi che guadagna circa 18 dBi.

Giacché P-3D riceve a polarizzazione circolare destra (RHCP), il QSB sarà molto contenuto anche trasmettendo in polarizzazione lineare in uplink 1268 MHz, ma la perdita del nostro segnale ricevuto dal satellite è di 3 dB, ossia ne riceve la metà. Siccome la stazione è portatile, è meglio limitare l'ingombro e la lunghezza delle antenne e così una elicoidale classica destrorsa da 20 spire che guadagna circa 18 dBi a 1268 MHz è preferibile, oltre che per ridurre il QSB, anche per riguadagnare i 3 dB persi con la Yagi, approfittando della RHCP sul satellite.

Con guadagni di antenna pari a 18-20 dBi a 1268 MHz, la potenza di 5 W applicati all'antenna è sufficiente a un buon ritorno su tutti i downlink, ma è preferibile avere almeno 10 W, ossia un margine minimo di 3 dB in più. Ciò serve per due motivi. Non sempre P-3D potrebbe avere le antenne orientate verso la terra, e siccome bisogna pensare al caso che il controllo di attitudine si possa anche guastare, è bene avere i mezzi per arrivare sul satellite anche quando ha le antenne rivolte da un'altra parte verso lo spazio. Il secondo motivo che riguarda il caso di uplink in modo-L, e già sperimentato da tutti noi su AO-13, è il seguente: ciò che limita la sensibilità del ricevitore a 1268 MHz sul satellite non è tanto la sua temperatura equivalente di rumore del front-end, pari a 300 K, bensì il rumore che l'antenna del satellite raccoglie dalla terra e che è prodotto da tutte le attività umane, per intenderci, il ben noto "man made noise". Questo rumore aumenta la temperatura  $T_a$  di antenna che funziona come se fosse un termometro puntato verso la terra. Questa temperatura equivalente di rumore maschera i segnali più deboli inviati da terra, limitando la sensibilità del sistema. Per fare un esempio più evidente, anni orsono mi recai all'Osservatorio vesuviano con un gruppo di OM e fummo ospiti del ben noto prof.



## Satelliti

Giuseppe Luongo, vulcanologo, allora direttore dell'Istituto. Tutti i sismografi scrivevano in continuazione una linea leggermente oscillante in su e in giù. La nostra domanda fu subito se trattavasi di attività sismica rilevata da tali sensibili strumenti. Il professore abbozzò un sorriso e disse: "Se mi togliessero di sotto il Vesuvio l'autostrada Napoli-Pompei e la ferrovia dello Stato, potrei spingere la sensibilità molto più in su, ma quello che vedete è l'over-all noise del sismografo, più disgraziatamente sovrapposto al tremare della terra a causa del traffico provocato dall'uomo e perciò bisogna contentarsi di ciò che possiamo vedere su frequenze di oscillazione diverse da quelle delle automobili con l'aiuto dei filtri". Riferimmo l'analoga sui nostri sistemi radioelettrici e mal comune fu mezzo gaudio.

Il rumore raccolto dall'antenna a 1268 MHz di AO-13 modo-L, mascherando i nostri segnali, richiese l'uso di potenze uplink molto più alte del previsto dai calcoli e per avere un buon ritorno in 70 cm occorreva una potenza EIRP di circa 2 kW EIRP; non è quindi da escludere che lo stesso problema abbia a ripetersi per lo stesso motivo anche su P-3D.

Un'altra buona antenna per il portatile a 1268 MHz in uplink è una short-back-fire da 40 cm che si può collegare in RHCP e guadagna 18 dBi. Se alimentata con 5 W, consente di ottenere 25 dBW EIRP, superiore cioè ai 21 dBW richiesti dall'AMSAT, come riportato su tabella 2 pag. 46 di R.R. 3/95. Siccome non esistono molte informazioni o disegni costruttivi, l'unico modo è quello di scalare quella descritta per 2400 MHz da ON6UG su AMSAT-DL Journal Dic/Feb 1996.

### Le antenne per il downlink della stazione portatile

Optando, com'è auspicabile, per un downlink a 2400 MHz, si può usare vantaggiosamente una parabola da 60 cm che guadagna 20 dBi, munita di illuminatore elicoidale, come specificato in tabella 3 di pag. 46 R.R. 3/95. Siccome la stazione è portatile, è bene semplificare l'impianto limitando questa parabola alla sola ricezione del downlink a 2400 MHz. E' così possibile montare un convertitore con NF<1 dB proprio dietro l'illuminatore elicoidale, purché la scatola stagna sia più piccola del riflettore dell'elica, per non aumentare il bloccaggio coprendo la superficie utile della già piccola parabola. Per questo motivo torna utile usare parabole offset per TV via satellite, come fatto da I5TDJ e già discusso nella puntata precedente. In alternativa alla parabola si può realizzare una elicoidale destrorsa classica di 16 spire, come già descritto da G3RUH su Oscar News ottobre 1993 e su AMSAT Journal July/August 93. Questa antenna guadagna circa 17 dBic e G3RUH riusciva a fare

QSO su AO-13 modo-S quando lo Squint-angle era molto piccolo con ALON/ALAT=180/0. A 2400 MHz non è raccomandabile realizzare allineamenti di quattro eliche su unico riflettore perché, data la posizione degli inizi spire, è molto difficile mandare i quattro segnali in fase sull'unico connettore centrale. I risultati sono perciò deludenti. Comunque, una serie di ottimi articoli sulle antenne elicoidali in pratica, a cura di KA1GT, si trova al capitolo 9 pag. 44 del volume della ARRL UHF/Microwave Experimenters Manual, dove per tutte le cose che ci servono viene detto, oltre alle formule, che ci vogliono tanti etti di questo e tanti grammi di quest'altro. Cosa importante: se tutto è fatto bene, funziona. A 2400 MHz anche la loop-yagi, descritta a pag. 96 del volume "Mode-S the Book" della ARRL è molto raccomandabile, anche se a polarizzazione lineare.

Fra tutte le antenne per 2400 MHz adatte al traffico via satellite, la più interessante da realizzare e sperimentare è la Short-Backfire in RHCP da 18 dBi di guadagno. Di questa antenna esiste fortunatamente una dettagliata ed unica descrizione, con tutti i disegni costruttivi, su AMSAT-DL Journal Dic/Feb 96, ad opera di Freddy ON6UG che lavora su P-3D. La Short-Backfire è molto facile da realizzare, trattandosi di superfici cilindriche costruibili con tecniche da lattoniere o utilizzando recipienti di alluminio per cuocere torte e dolci, se reperibili di dimensioni opportune.

### La Stazione portatile a microonde

Se la stazione portatile viene attrezzata con uplink a 5668 MHz è consigliabile ricevere nel downlink a 10451 MHz. In questo caso l'antenna per 5668 MHz può essere una parabola in primo fuoco da 60 cm con guadagno di circa 28 dBi e rapporto F/D = 0,45. Il rendimento varia col tipo di illuminatore usato e l'unico articolo tecnico completo di disegni costruttivi su questa antenna è quello di N1BWT, Paul Wade "Practical Microwave Antennas" Part 1, pubblicato su QEX gennaio/95. Chiunque voglia fare una scelta oculata per una parabola e illuminatore per 5,7 GHz, prima coi numeri e poi con gli etti delle cose che servono per realizzare l'antenna, non può esimersi dallo studiare profondamente tutti gli articoli Bibbia di N1BWT comparsi su QEX. La potenza richiesta all'illuminatore varia da 5 a 10 W pep.

Per l'antenna a 10451 MHz in downlink ho ottenuto ottimi risultati con una parabola da 60 cm che guadagna 33 dB con rapporto F/D = 0,38. L'illuminatore realizzato è a polarizzazione circolare, sia RHCP che LHCP, usato normalmente da chi fa EME a 10 GHz. Usando un preamplificatore montato direttamente nell'illuminatore e con NF totale del sistema di 1,3 dB, ho misurato da 3,6 a 3,8

dB di rumore dal sole. Ciò è quanto basta per una buona ricezione del downlink a 10 GHz di P-3D, com'è rilevabile da tabella 3 pag. 46, R.R. 3/95. Di questo ragioneremo quando sarà descritta la ormai terminata Stazione downlink in banda X per Phase-3D.

Riassumendo, la stazione portatile per P-3D si può comporre dei seguenti elementi che ognuno può scegliere in funzione delle proprie necessità.

#### Soluzione-1

**Uplink:** 1268 MHz: parabola da 1 metro con G = 20 dBi e 5 W all'illuminatore. Polarizzazione RHCP con illuminatore ad elica sinistrorsa.

**Downlink 1:** 2400 MHz, parabola da 60 cm primo fuoco od offset con G = 20 dBi. Polarizzazione RHCP e convertitore nel fuoco con NF<1 dB, illuminatore ad elica sinistrorsa.

**Downlink 2** (in alternativa al n. 1): 10451 MHz con parabola da 60 cm in primo fuoco, rapporto F/D 0,35 - 0,45 con G = 33 dBi. Preamplificatore nel fuoco con NF = 1 - 1,5 dB. Illuminatore Chaparral in RHCP e transverter DB6NT modificato a 10451 MHz e usato solo in ricezione.

#### Soluzione-2

**Uplink:** 5668 MHz con parabola da 60 cm in primo fuoco con F/D=0,45 e G=28 dBi. Polarizzazione lineare o RHCP. Potenza: 5-10 W all'illuminatore.

**Downlink:** 10451 MHz (come sopra).

E' raccomandabile sperimentare per realizzare un sistema uplink-downlink che utilizzi una sola parabola con illuminatore doppio. Ad esempio: uplink a 1268 MHz e downlink a 2400 MHz, oppure uplink a 5668 MHz e downlink a 10451 MHz.

Riuscendo ad eliminare compressione del guadagno e intermodulazione o rientri per sovraccarico sul downlink, il sistema portatile con una sola parabola sarebbe altamente funzionale ed efficiente. A parte l'esperienza fatta da IK2RTI, non risultano altre documentazioni in merito. La prossima puntata sarà dedicata alla stazione mobile.

(continua)



**Domenico Marini • I8CVS**  
Via A. De Gasperi 89 - Parco Merola  
80059 Torre del Greco/NA

**Parte 9<sup>a</sup>**  
(da RR 8/96)

## Phase-3D un satellite per tutti

### Le antenne per Phase-3D

P-3D verrà immesso in orbita entro metà '97. Una finestra di lancio con Ariane-5, volo 02, è programmata fra i giorni 8 e 9 luglio. Attualmente si trova ad Orlando (Florida) per le operazioni di integrazione dei moduli e delle antenne nella struttura. Ci sono state difficoltà, ora superate, in quanto il progettista e realizzatore delle antenne, Stan Wood, WA4NFY, si è trasferito in Colorado per lavoro. Comunque, non ci saranno ritardi e finalmente l'AMSAT-DL ha pubblicato su AMSAT-Journal 4/96, sia le caratteristiche tecniche definitive delle antenne montate su P-3D, (**Tab. 1**), che le specifiche delle antenne e potenze necessarie per tutte le bande di uplink riportate in **Tab. 2**. La **Tab. 3** riporta infine le specifiche delle antenne e dei ricevitori terreni necessari in downlink che qui in dettaglio commentiamo.

### Antenne a bordo del satellite (**Tab. 1**)

Queste antenne sono state già tutte realizzate e non ci saranno ulteriori variazioni. Come si vede, il guadagno massimo di quelle da 2400 MHz fino a 24 GHz è 21 dBi, e non maggiore, come sarebbe possibile ottenere facilmente. Il perché è spiegato su R.R. 2/95 pag. 47. Con guadagno di 20 dBi, il fascio a -3 dB delle antenne è 13° (R.R. 3/95 pag. 46), ossia circa uguale all'angolo solido sotteso dalla terra vista dal satellite da una distanza massima di 48.000 km all'apogeo (R.R. 12/94 pag. 29).

Tutte le antenne, ad eccezione di quella per 24 GHz, ricevono e trasmettono in pola-

rizzazione circolare destra (RHCP) e sono montate sulla superficie metallica della struttura, lato motore di apogeo, che misura 3,68 m<sup>2</sup> (R.R. 2/95, pag. 48). Le caratteristiche delle antenne sono:

**145 MHz** - Sono tre dipoli montati a 120° fra loro e collegati in RHCP. A differenza di quello su AO-10 e 13, il riflettore è costituito dal piano metallico della struttura lato motore di apogeo. Il guadagno è circa uguale a quello di AO-10 e 13, ossia 10 dBi. L'antenna serve in ricezione e trasmissione. La disposizione dei tre dipoli è visibile alle pagg. 36 e 37 di R.R. 7/94.

**435 MHz** - Sono sei antenne patch del tipo descritto su R.R. 2/95, pagg. 48-49. Ogni patch è collegato in RHCP e tutti e sei i patch sono collegati in fase fra loro. Il guadagno totale di 14 dBi è superiore a quello dei tre semplici dipoli a 120° usati su AO-10 e 13. L'antenna serve sia per ricevere che trasmettere.

**1260 MHz** - E' una Short-Backfire (SBF), del tipo già descritto per 2400 MHz su R.R. 10/96 pag. 46. La polarizzazione è RHCP, occupa poco spazio in profondità, guadagna 15 dBi e serve solo per ricevere i segnali uplink trasmessi da terra.

**2400 MHz** - E' una parabola da 48 cm con illuminatore elicoidale avvolto sinistrorso per irradiare in RHCP verso lo spazio. Serve sia per ricevere che per trasmettere e guadagna 20 dBi. Inizialmente, su progetto di ON6UG, si pensava di usare una SBF identica a quella descritta su R.R. 10/96 pag. 46.

**5,6 GHz** - Parabola da 25 cm, RHCP con G=20 dBi. Serve solo per ricevere i segnali uplink trasmessi da terra.

**10,5 GHz** - E' una tromba circolare che irradia RHCP. Serve solo in downlink per trasmettere verso terra. La sua polarizzazione RHCP è stata resa nota ufficialmente solo alla fine del 1996. Il transponder a 10,5 GHz realizzati in blocco con le rispettive antenne sono due. Il primo ad opera del gruppo finlandese

se di OH2AUG e il secondo a cura di Danny Orban, ON4AOD. Il transponder finlandese è stato già testato con successo a Marburg. La potenza massima raggiungibile dal TWT è di 60 W pep, ma sarà tenuta su 30 W pep.

La potenza del TX di riserva, a GaAsFET di potenza, è 10 W pep. Il secondo transponder su cui lavora ON4AOD è stato voluto dall'AMSAT-DL per precauzione, in quanto, per problemi tecnici, il gruppo finlandese andava a rilento. Siccome ON4AOD aveva già terminato il transponder a 24 GHz, che fu pubblicato anche su Dubus 3/95, DJ1ZC lo incaricò di realizzare un secondo prototipo a 10,5 GHz per avere la certezza che almeno uno dei due sarebbe stato finito in tempo utile. Ciò richiese un contributo iniziale di 10.000 DM, di cui 4000 furono donati dall'ARI nell'agosto 1996. Ovviamente su P-3D sarà integrato quello dei due che, dopo i test, avrà superato le prove di qualificazione. L'altro prototipo resterà a terra per usi futuri.

**24 GHz** - L'antenna è una tromba troncopiramidale con G=21 dBi a polarizzazione lineare ed è stata realizzata dalla Flann Microwave Instruments Limited (England). A causa del forte Doppler a 24 GHz, il transponder sarà acceso solo all'apogeo. Dalla distanza di 47.000 km la terra sottende un angolo di 13,7 gradi. Affinché l'energia irradiata sia -3 dB a 13,7 gradi, in modo da illuminare sufficientemente tutta la superficie terrestre, occorre che il guadagno dell'antenna sia 23 dBi. Le misure della tromba sono: lunghezza = 396,6 mm; apertura della bocca sul piano H = 108,1 mm; apertura della bocca sul piano E = 82,17 mm.

Riportando queste quote nel programma HDLANT21 di Paul Wade, N1BWT, il guadagno calcolato risulta di 26,7 dBi = 24,6 dBi, superiore a quanto riportato da **Tab. 1** che dichiara 21 dBi. Più precise notizie appena disponibili.

**21-24-29 MHz** - E' il classico dipolo realizzato come su Oscar-6 e Oscar-7, con due lamine di acciaio simili a quelle con cui sono fatti i metri a rollina.

Ogni semidipolo è ripiegato su se stesso in su e in giù a zig-zag, ed è tenuto legato al centro, come un fiocco, da un dispositivo liberabile su comando dello IHU. Dato il comando che fa recidere il legame, i due semidipoli si estendono automaticamente nello spazio come una molla. A 29 MHz, G=3 dBi e l'antenna serve solo in downlink per trasmettere a terra i bollettini AMSAT con vari tipi di modulazione analogica e digitale.

**GPS Antenna** - E' un'elica di tre spire chiusa in un piccolo Radome sferico e serve a P-3D per ricevere i segnali dai satelliti GPS e determinare così la propria posizione nello spazio. Questo esperimento è stato sviluppato da Tom Klark, W3IWI.

**145-435-1260 MHz, OMNI** - Ciascuna antenna è 1/4 d'onda e tutte e tre sono allineate una sull'altra, come in AO-10 e 13;

**Tabella 1**

Band	Antenna	Gain
145 MHz band	3 dipoles RHCP	10 dBi
435 MHz band	6 patch antennas RHCP	14 dBi
1260 MHz band	SBFA (Short Backfire Ant.)	15 dBi
2400 MHz band	48 cm dish RHCP	20 dBi
5,6 GHz band	25 cm dish RHCP	20 dBi
10 GHz band	Circular Horn RHCP	20 dBi
24 GHz band	Square Horn Linear	21 dBi
21-24-29 MHz bands	2 elementi tape antenna	3 dBi (29 MHz)
GPS - antenna	3 turn helix-bowl cup	---
145 MHz omni	1/4 wavelength	---
435 MHz omni	1/4 wavelength	---
1260 MHz omni	1/4 wavelength	---



## Satelliti

Tabella 2

Uplink	Fixed station	Portable/mobile
HF bands	any HF antenna	vertical
146 MHz	10 W 7 element yagi	50 W ground plane
435 MHz	10 W 10 element yagi	50 W 2 element yagi
1260 MHz	10 W 8 turn helix	10 W 50 cm dish
2400 MHz	5 W 60 cm dish	10 W 50 cm dish
	10 W SBFA	10 W SBFA
5668 MHz	10 W 60 cm dish	10 W 60 cm dish

vengono usate per trasmettere e ricevere. Sono impiegate al perigeo e vanno in funzione automaticamente per default in caso di guasto generale dei sistemi direzionali o di IHU, proprio come avvenne per AO-10.

### Le antenne terrene per uplink

La **Tab. 2** è divisa in due parti. La colonna Fixed Station riporta per ogni banda di uplink il tipo di antenna con la potenza necessaria ai suoi morsetti per generare la potenza EIRP richiesta dai transponder, sufficiente a un traffico normale, come già discusso su R.R. 3/95 pag. 45.

Quando si legge semplicemente "Yagi", significa che l'antenna può essere a polarizzazione lineare, sia orizzontale che verticale. Siccome il satellite riceve in polarizzazione circolare destra (RHCP), anche se il satellite riceve un uplink lineare, il QSB traslato sarà ridotto a livelli minimi. Tuttavia, se per trasmettere si usano antenne a dipoli incrociati collegati in RHCP, si guadagnano 3 dB e il QSB sarà ancora minore. Siccome P-3D è stabilizzato su tre assi e non ruota per "spin" come AO-10 e 13, le antenne saranno puntate verso il subpoint per l'intera orbita. Ne consegue che al subpoint la polarizzazione ricevuta a terra sarà effettivamente circolare, mentre ai bordi del foot-print (orizzonte terrestre) sarà leggermente ellittica.

Inoltre mancherà del tutto l'effetto "Whum-Whum" sui segnali ricevuti e dovuto alla Spin-Modulation.

Quando si legge "Elix" significa che si può usare una elicoidale (W8JK, John Kraus), avvolta destrorsa per avere RHCP.

Quando si legge "Dish" si tratta di una parabola. Se il suo illuminatore è lineare, siamo nella situazione già descritta per le yagi. Se invece si vuole ricevere in RHCP, allora bisogna che l'illuminatore irradi LHCP, ossia polarizzazione circolare sinistra, dal fuoco verso la superficie della parabola. La parabola inverte il senso di polarizzazione per riflessione su se stessa e trasmette o riceve polarizzazione contraria, ossia RHCP, verso o dallo spazio.

Quando si parla di antenna SBFA, significa tipo "Short-Backfire Antenna". Questa è stata già descritta su R.R. 10/96 pag. 46 per 2400 MHz. Proprio questa SBFA ha due

dipoli incrociati che irradiano LHCP verso il fondo piano, che reirradia RHCP per riflessione verso lo spazio. Siccome i due dipoli irradiano verso il punto da cui vengono alimentati, da qui il nome di "Backfire". Questa SBFA si può usare a terra con successo, specie in portatile e mobile a 2400 MHz. La colonna

"portable/mobile" descrive invece le antenne e le potenze occorrenti ai morsetti per questo tipo di traffico in considerazione anche di quanto fu analizzato su R.R. 12/94 pag. 30.

### Antenne terrene per downlink (Tab. 3)

Anche la **Tab. 3** è divisa in due colonne "fixed station" e "portable/mobile". Per ogni banda downlink, da ricevere a terra, viene specificato il tipo di antenna e la cifra di rumore totale in dB che deve avere il sistema ricevente. I valori di NF in dB si riferiscono anche alla colonna "fixed station". Si può osservare che per i 146 e 435 MHz le antenne yagi sono le stesse di quelle in **Tab. 2** per uplink. Per i 29 MHz si possono usare vantaggiosamente due dipoli incrociati montati a circa 5 metri da terra e complanari con la terrazza. E' sempre bene usare dipoli tubolari chiusi al centro e alimentati con adattamento a gamma match. Usando dipoli aperti, preamplificatori e ricevitori scadenti, c'è il rischio di sentire anche le onde medie in 29 MHz. Molti di noi hanno fatto questa esperienza. Uno dei dipoli sarà alimentato con linea di ritardo lunga 1/4 d'onda elettrico per avere indifferentemente RHCP o LHCP verso le Zenith. Sul piano orizzontale la polarizzazione diventa lineare orizzontale. Per i 2400 MHz è bene aumentare il diametro

della parabola a 60 cm per usarne una sola in downlink ed uplink di **Tab. 2**. Gli illuminatori elicoidali, come quello descritto su R.R. 12/95 pag. 43, sono i più semplici da realizzare e portando a cinque il numero di spire sono adatti per normali parabole offset per TV via satellite 88 x 82, come provato da I5TDJ. Ovviamente le eliche vanno avvolte sinistrorse per ottenere RHCP.

A 10,5 GHz è opportuno iniziare con parabole commerciali primo fuoco da 60 cm con rapporto F/D = 0,38, che si prestano bene con illuminatori tipo Chaparral a polarizzazione RHCP e LHCP facilmente realizzabili, come sarà detto nei prossimi numeri di R.R. A 10,5 GHz si può usare vantaggiosamente una parabola offset per TVRO da 65 cm standard, ma al momento non sono apparsi illuminatori adatti in polarizzazione circolare. Anche gli illuminatori lineari con LNB per banda TV bassa (10,95 - 11,70 GHz) sono un campo di sperimentazione molto attraente. Una modifica per portarli a 10 GHz, per usarli solo come illuminatore con preamplificatore, è apparsa su QEX aprile / 96 a cura di Paul Wade, N1BWT. Tuttavia questa sperimentazione è riservata ai microondisti più esperti e strumentalmente attrezzati.

Per cominciare è bene andare sul sicuro con preamplificatori e transverter o converter classici, usati per 10368 MHz troppo, facilmente modificabili per 10451 MHz come sarà descritto nei prossimi numeri di R.R. **24 GHz** - Le uniche fonti per iniziare una seria sperimentazione su questa banda sono la lettura e studio della rivista Dubus, coadiuvata dal contatto con gli OM che a 24 GHz hanno già acquisito esperienza in tropo. Anche i tre volumi del Microwave Handbook di G3PRF editi dalla ARRL, sono un necessario supporto.

### Conclusioni

E' sperabile che questo supplemento di informazioni pratiche a quanto già esposto in modo tecnico da R.R. 7/94 fino ad oggi, sia sufficiente a permettere la scelta più appropriata delle antenne da utilizzare per le varie combinazioni dei modi operativi che saranno programmati dalla matrice di P-3D, pubblicata a pag. 48 di R.R. 3/95.

Continua.9

Tabella 3

Downlink	Fixed station	Portable/mobile
29 MHz	turnstile-dipole	wire -
146 MHz	7 elementi yagi	4 elementi yagi 2 dB NF
		ground pl-turnstile 2 dB NF
435 MHz	10 elementi yagi	3 elementi yagi 1.5 dB NF
		dipole-turnstile 1.5 dB NF
2400 MHz	50 cm dish	50 cm dish 1.5 dB NF
	long yagi	8 turn helix 1.5 dB NF
	SBFA	SBFA 1 dB NF
10.5 GHz	50 cm dish	50 cm dish 2 dB NF
	offset satellite dish	20 dB horn ant. 2 dB NF
24 GHz	50 cm dish	50 cm dish 2 dB NF
	offset satellite dish	---

*Soci  
collaborate a Radio Rivista*