

Spazio Nuova Frontiera

Guasto al computer di bordo di Oscar - 10

a cura di
Domenico Marini - I8CVS

*Forse lo IHU può essere riparato
Molte le preoccupazioni*

Dopo circa tre anni di funzionamento, Oscar-10 ha subito un grave, se non addirittura irreparabile guasto. Il computer centrale IHU che gestisce l'intero satellite è andato fuori servizio alle ore 03,20 GMT di sabato 17 maggio.

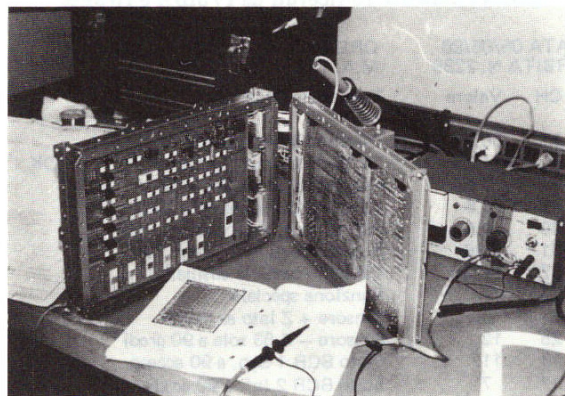
Le previsioni immediate non sono lusinghiere e nella migliore delle ipotesi la funzionalità del satellite potrà essere ripristinata solo in parte. Le prospettive a lungo termine sono molto più infauste. Lo IHU (Integrated Housekeeping Unit) si è guastato a causa della lunga permanenza di AO-10 in un forte campo di radiazioni ionizzanti durante l'attraversamento delle fasce di Van Allen, due volte per ogni orbita. La permanenza nelle fasce è molto più lunga del previsto a causa dell'orbita sbagliata in cui AO-10 si inserì dopo l'unica accensione del motore di apogeo.

Nel tardo sabato 17 maggio, gli utenti di Oscar-10 cominciarono ad accorgersi che era successo qualcosa di anormale. La TLM PSK non commutava più in RTTY e CW. In più, il transponder modo-B rimase acceso durante tutto il passaggio al perigeo. Solo più tardi si venne a sapere che il guasto sullo IHU aveva messo in crisi l'intero funzionamento del satellite.

Quando fu chiaro che il computer non comandava più lo spegnimento del transponder, gli stessi OM si adoperarono per avvisare gli altri affinché cessassero subito ogni attività. Personalmente ho partecipato insieme ad altri OM italiani a questa operazione con messaggi brevi e concisi indirizzati a chi faceva CQ e ho trovato immediata comprensione. Solo qualcuno restava scettico e chiedeva lunghe spiegazioni o le ragioni del guasto, ma questi fatti sono rimasti casi sporadici e isolati. Nessuno ha persistito nel fare traffico e in breve la notizia dell'emergenza ha fatto il giro del globo.

Da sabato mattina, 18 maggio, le "Command stations" dell'Amsat hanno iniziato ad analizzare i sintomi, a controllare schemi e listati di programmi per valutare i danni e le strategie da impiegare. Per una strana coincidenza, tutte le stazioni di controllo dell'Amsat avevano deciso di riunirsi il 25 maggio a Boulder, Colorado, per discutere del nuovo computer di Amsat Phase III-C previsto in orbita alla fine di ottobre 86.

DJ4ZC, Karl Meinzer, era già in Boulder con il team dell'Amsat-DL per l'integrazione e le prove termiche nel vuoto del nuovo satellite.



Il computer di bordo IHU di Oscar-10 attualmente in avaria. Impiega componenti RCA Cosmac e Cmos. Le radiazioni ionizzanti delle fasce di Van Allen hanno danneggiato alcune memorie mettendo in crisi tutto il satellite. Foto W4PUJ Amsat.

Hans Peter Kuhler, DK1YQ era in viaggio, Ian Ashley ZL1AOX era in partenza da Auckland, Randy Smith VE1SAT e Phil Karn KA9Q dovevano partire per Boulder a fine settimana. Al momento del guasto l'unica "Command Station" operativa era ZL1AOX su cui gravava tutto l'onere decisionale delle operazioni.

Questo stato di emergenza ha convinto immediatamente il team che la prima cosa importante da fare era lo spegnimento del transponder modo-B per evitare di scaricare le batterie fino a un livello pericoloso per la loro integrità. L'unico modo per spegnere il transponder, a causa del guasto sullo IHU, era quello di resettare da terra l'intero software a bordo della CPU e tentare di ricaricarlo. Questo comando fu dato da ZL1AOX alle 20,30 UTC di domenica 18 maggio. Oscar-10 era in posizione ideale per ZL1AOX in quanto per buona parte dell'orbita il satellite si presentava alto sull'orizzonte e a sud di Auckland. Ian ha lavora-

Messaggi tra stazioni di controllo a terra

K DE VL1AOX & VK5AGR 19/5/86 TIME 22:40 UTCQST: Operational software has been reloaded into the satellite. At this time, only the TLM composer and BCR-SERVICE routines are active. Karl, Z-MARKE remains set to 1.

Request all p*k 'decoders' to monitor status of the BCR and of the battery system. Battery volts 8 should be in range 13.8 to 14.7 volts.

Transponders will remain OFF until further notice. 73, Ian

L DE ZL1AOX 21/5/86 02:15 UTC. QST: OSCAR 10 STATUS REPORT.

Conditions on board the satellite remain stable. Power budget is very good.

The Mean Anomaly (MA) is presently incrementing at a faster than normal rate. This requires some changes to presets in the memory and adjustments may be made next orbit.

Two Keplerian element sets have been loaded into the M & N blocks. The same elements will be used in AO-10 soon. 73 Ian.

Valori e funzioni dei canali telemetrici trasmessi dal satellite AMSAT OSCAR 10 ricevuti da IV3IBX e IW3ER

DATA 05/27/86 ORE GMT 5: 36: 33
ORBITA N. 2220 M.A. 149 SUN.A. 11

CH	Valore	Telemetrie Oscar 10	
1	35.5	Tensione input modulo BCR	
5	14.1	Tensione output modulo BCR	OK
9	9.95	Regolatore di tensione. 10V.	
45	14.4	Tensione bus separato a 14 V.	
49	9.4	Reg. di tens. a + 9 V trasp. UHF	
61	2.15	Regolatore di tens. trasp. SHF	
57	-2.25	Tensione batteria ausiliaria	
22	7	Funzione speciale	
21	7	Sensore + Z lato antenne	
25	7	Sensore - Z 63 sole a 90 gradi	
13	113	Stato BCR 1 Sup. a 90 acceso	OK
17	7	Stato BCR 2 inf. a 90 spento	
2	30.2	Pot. out TX modo L in watt	GUASTO
30	0	Att. RX modo L. in decibel	
33	2.17	Pot. out TX modo U in watt	OK
37	0	Att. RX modo U in decibel	

to da solo per molte ore, ricaricando per prima cosa il compilatore del linguaggio IPS e successivamente inviando a Oscar-10 alcune istruzioni in software ad alto livello che attivano le varie funzioni dello IHU.

Il software venne caricato senza difficoltà ma purtroppo, dopo circa 15 minuti di perfetto funzionamento, lo IHU entrò nuovamente in tilt.

A questo punto ZL1AOX e VK5AGR decisero di porre il satellite in stand-by fino all'orbita successiva per loro acquisibile alle ore 17,00 UTC di lunedì 19 maggio.

Mentre ZL1AOX attendeva, noi in Europa avevamo Oscar-10 in acquisizione. Grazie al demodulatore PSK di DJ4ZC e i programmi fatti da IV3IBX/IW3ER, su computer TR-80, in Italia eravamo in condizioni di demodulare la TLM PSK di Oscar-10. (Il demodulatore e il software saranno descritti fra breve su Radio Rivista). Il gruppo IV3IBX/IW3ER, IV3TKI, I3PGE, I8CVS si è accordato subito che il 18 maggio la TLM PSK non era più demodulabile per la mancanza del vettore di sincronismo nel flusso sincrono dei dati.

Personalmente ho telefonato subito a G3RUH Jim Miller, una delle poche stazioni in Europa, con noi, in condizioni di demodulare la TLM PSK. Jim confermava e avvertiva di essere in contatto telefonico con ZL1AOX, unica "Command Station" in condizione di operare sul satellite. Finalmente lunedì 20 maggio ZL1AOX fu in grado di resettare e riprogrammare il computer di bordo. La TLM PSK, col vettore di sincronismo, cominciò ad essere demodulabile e finalmente potemmo leggere il contenuto dei blocchi Q recanti i valori delle tensioni e i blocchi K-L-M-N contenenti i messaggi scambiati fra le stazioni di controllo. Riportiamo alcuni blocchi di TLM ricevuti a partire dal 19 maggio 1986. Alla data del 2 giugno 1986 i messaggi K-L-M-N non sono cambiati e ciò conferma che DJ4ZC, ZL1AOX, VEISAT, DK1YQ e i restanti componenti del team "Command Station" dell'Amsat stanno ancora studiando per diagnosticare ed isolare le cause del guasto sullo IHU.

Per sapere qualcosa di più abbiamo fornito a TR8BL il numero telefonico del laboratorio Amsat in Boulder Colorado. Da Libreville, Luciano ha avuto una lunga conversazione telefonica con W3GEY, Jan King. TR8BL riferisce che l'analisi del guasto è in corso attraverso la partecipazione di tutte le Control Stations riunitesi a Boulder, compreso ora anche ZL1AOX.

Dalle prime considerazioni sui sintomi, essi sono convinti che il guasto risiede in alcune memorie dello IHU danneggiate dall'intenso flusso di radiazioni cosmiche o solari. I chips della memoria da 16K sono molto vulnerabili e possono danneggiarsi con la forte esposizione a radiazioni ionizzanti. Gli effetti sono cumulativi e perciò si sospetta un degradamento progressivo delle memorie, mentre quelle più danneggiate sono andate fuori servizio.

Il primo provvedimento che sarà preso da ZL1AOX è quello di tenere sotto controllo il satellite monitorando la tensione di batteria e lo stato del BCR, battery charge regulator. Anche noi abbiamo effettuato questi controlli, com'è rilevabile dai blocchi di TLM ricevuti. Come si vede la tensione rimane a valori di 14,3 volt del tutto normali, mentre il BCR n. 1 è sempre acceso garantendo la ricarica delle batterie. L'Amsat nel frattempo svilupperà un programma diagnostico per identificare gli indirizzi delle memorie danneggiate. Dopo questa fase verrà elaborato un nuovo programma di gestione dell'intero satellite in modo da escludere gli indirizzi delle memorie danneggiate.

C'è da augurarsi che le memorie fuori uso siano poche, facilmente identificabili e siano tutte concentrate nella stessa zona del chip in modo che venga richiesta una drastica riduzione di istruzioni del nuovo programma. E' evidente che occorre conservare le funzioni principali dello IHU per ottenere il controllo di assetto, gestione interna del budget energetico e in ultimo quella dei transponder. Per fare un esempio che calza bene, possiamo paragonare lo IHU danneggiato a un cervello umano che abbia subito un ictus e conseguente necrosi di una certa massa tissutale. Se l'individuo sopravvive occorre ridurlo anche se resterà con alcune menomazioni e limitazioni esistenziali.

Il software sviluppato per lo IHU di Oscar-10 è largamente immune da errori che potrebbero essere indotti dalle radiazioni ionizzanti. Ogni byte contiene degli extra-bits che vengono conti-

nuamente controllati con un riferimento interno e indicano se il byte è stato o meno corrotto dalle radiazioni. Il criterio con cui opera il sistema di correzione degli errori è tale che, mentre il programma gira, un errore indotto su un singolo bit può essere rivelato e corretto automaticamente dallo stesso software, mentre un errore su due bits può essere solo rivelato ma non corretto.

Messaggi tra stazioni di controllo a terra

K DE ZL1AOX 2234/165 3/6/86 TO KARL DJ4ZC
PRIVATE MESSAGE.

The IHU memory test is loaded. When run, it took 15 minutes to respond. I have found that the difference between LO-LIM & HI-LIM must be set to about 140 bytes otherwise the buffer will overflow. Below 3E20, a diff. of 188 is OK. Response is almost immediate for this value. It appears that every EVEN memory location has an error. From 3E1E - 3FFF, multiple errors occur in adjacent addresses e.g. 3FE4, 5, 6, 7, 8, 3FDO, 1, 2, 3FC8, 9, A. Ian.

L DE ZL1AOX 3/6/86 TO KARL, DJ4ZC
PRIVATE MESSAGE.

3FA8, 9, A. 3FA0, 1, 2. 3F88, 9, A. 3F8C, D, E. 3F58, 9, A. 3F58, 9, A. 3ED0, 1, 2. 3ECA, B, C. 3EB4, 5, 6. 3EA4, 5, 6. 3E9C, D, E. 3E92, 3, 4. 3E8A, B, C. 3E80, 1, 2. 3E48, 9, A. 3E28, 9, A. 3E1E, F. 3580, 1, 2. 3380, 1, 2. 072D, E. 0780, 1, 2.

I have checked from 2FB7 to 3FFF & 06D4 to 0790. I've also looked at 0000 & 0F34 to 0FFF & only EVEN number memory locations give errors. LO-LIM is 06D4 & HI-LIM 0790. 73 Ian.

M DE ZL1AOX 4/6/86 KARL DJ4ZC
PRIVATE MESSAGE

I have now been right through the IHU memory test. The following memory locations adjacent to each other give a fault indication:

2E06, 7, 8. 2A8E, F, 90. 2A5E, F, 60. 2A00, 1, 2. 2752, 3, 4. 2132, 3, 4, 5, 6. 2002, 3, 4. 1FDA, B, C. 135A, B, C. 1080, 1, 2. 0F9A, B, C. 0F80, 1, 2. 0C00, 1, 2. 0BF2, 3, 4. 0780, 1, 2. 280, 1, 2. 03B6, 7, 8. 0396, 7, 8. 0388, 9, A. 0380, 81, 82. 02FE, F, 00. 2D6, 7, 8. 0200, 1, 2. All EVEN memory give error. LO-LIM is 0, HI-LIM 0BC. Z preset now 2006. Ian

Valori e funzioni dei canali telemetrici trasmessi dal satellite AMSAT OSCAR 10 ricevuti da IV3IBX e IW3ER

DATA 06/05/86	ORE GMT	10 :42 : 24
ORBITA N. 2239	M.A. 136	SUN.A. 3
CH	Valore	Telemetrie Oscar 10
1	35.2	Tensione input modulo BCR
5	14.3	Tensione output modulo BCR
9	9.95	Regolatore di tensione, 10 V.
45	14.6	Tensione bus separato a 14 V.
49	9.4	Reg. di tens. a +9V trasp. UHF
61	.088	Regolatore di tens. trasp. SHF
57	-.225	Tensione batteria ausiliaria
22	7	Funzione speciale
21	8	Sensore + Z lato antenne
25	12	Sensore - Z 63 sole a 90 gradi
13	117	Stato BCR 1 Sup. a 90 acceso
17	7	Stato BCR 2 Inf. a 90 gradi
2	30.2	Pot. out TX modo L in watt
30	0	Att. RX modo L. in decibel
33	2.31	Pot. out TX modo U in watt
37	0	Att. RX modo U in decibel

Spazio

Durante maggio 86 abbiamo avuto un'attività solare insolitamente elevata. Esiste dunque la possibilità di subire molti errori indotti dalle radiazioni ionizzanti del sole. Errori di questo tipo possono essere innoqui o fatali. La stessa CPU è un microprocessore Cosmac 1802 della Sandia, fatto apposta per applicazioni spaziali, molto resistente alle radiazioni, versione speciale "radiation-hard" del modello commerciale RCA 1802.

Al contrario, la resistenza intrinseca delle memorie nei confronti delle radiazioni, pur non rispondendo agli standard della CPU, fu aumentata con l'aggiunta di schermature supplementari di tantalio e bronzo sovrapposte. I due materiali fissati a "sandwich" sulla superficie di ciascun integrato costituente la memoria da 16K di RAM, forniscono una protezione ulteriore alle radiazioni ionizzanti. Oltre a ciò, un ulteriore margine di schermatura viene apportato dal contenitore dello IHU e dalla struttura del satellite. I progettisti dell'Amsat sapevano fin dal 1980 che l'immunità alle radiazioni dell'intero sistema era un criterio importante da considerare. Comunque, la configurazione adottata era obbligatoria e all'epoca non esistevano prove tangibili sulla resistenza di questi chip alle radiazioni nel tempo. Oltre a ciò non era previsto che Oscar-10 entrasse in un'orbita sbagliata con permanenza eccessiva nelle fasce di Van Allen. Negli ultimi tempi lo staff tecnico e le "Command Stations" dell'Amsat avevano già osservato con crescente preoccupazione che il numero di errori indotti nel software dalle radiazioni ionizzanti era eccessivamente elevato, molto più alto di quanto previsto. Ogni volta che il sistema di rivelazione e correzione di un errore interviene per correggere un bit sbagliato, un contatore incrementa il conteggio di uno.

Il numero del conteggio e la velocità di incremento degli errori corretti fornisce un'indicazione della vulnerabilità che il software caricato nello IHU sta subendo e quindi ciò rappresenta una misura indiretta dell'intensità delle radiazioni ionizzanti incontrate. Ultimamente il contatore ha misurato molte centinaia di bit corretti per settimana. Questa elevata e insolita velocità di conteggio ha suscitato preoccupazione nell'ambiente tecnico dell'Amsat, dove si pensa che la vita del satellite, in questo caso, sia limitata più dall'intensità delle radiazioni che dalla durata delle batterie. Si ricorda che, al contrario, i precedenti satelliti Oscar ed RS sono andati fuori servizio a causa delle batterie e ben oltre il limite di vita delle stesse.

Karl Meinzer, DJ4ZC, presidente dell'Amsat-DL e promotore della Phase III ha dichiarato che l'attuale problema è superabile e ci sono ragionevoli elementi per ritenere che molta della funzionalità di Oscar-10 sia ripristinabile con un nuovo software che escluda le RAM difettose.

DJ4ZC aggiunge che l'attuale guasto è solo l'inizio di una nuova categoria di problemi che saranno ricorrenti fino a condurre al deterioramento di ulteriori memorie. Purtroppo le RAM rimanenti saranno via via insufficienti a permettere un recupero del satellite.

Karl ha detto che il degradamento delle memorie è un fatto inevitabile; ce lo disse a Padova nel 1983 dichiarando che la viata di Oscar-10 poteva durare da cinque mesi a cinque anni. Oggi pensiamo che non poteva prevedere diversamente e che nessuno sia in grado di dire per quanto tempo ancora Oscar-10 funzionerà. Nessun tecnico è in grado di fare previsioni esatte e molti concordano che il tempo di sopravvivenza dello IHU è un fatto impossibile da prevedere.

Jan King, W3GEY, direttore tecnico dell'Amsat, insieme agli altri costruttori di Oscar-10 impegnati nella Phase III, incontratisi recentemente a Dayton, sono stati d'accordo nel commentare che l'elevato numero di errori nel software di Oscar-10 devono farci sperare nel pieno successo del prossimo lancio di Amsat Phase III-C. Questo lancio è previsto nel mese di ottobre 1986 da Kourou con un razzo vettore Ariane IV, una versione sperimentale potenziata dell'attuale Ariane dell'ESA.

Per ora, nonostante il fallito lancio di un vettore Ariane a fine maggio 86, e conseguente perdita di un satellite Intelsat, non sono previsti rimandi del lancio di Ariane IV che dovrebbe mettere in orbita Meteosat-P2 e Amsat Phase III-C.

Ci auguriamo che a luglio, alla lettura di questo rapporto, Oscar-10 sia di nuovo operativo e in buone condizioni come sempre.

Il “giallo” JAS-1

Presto in aria il satellite giapponese

Il lancio del satellite radiantistico JAS-1 costruito dall'Amsat giapponese (Jamsat) è previsto per il 1 luglio 1986 alle ore 20,00 UTC dalla base spaziale di Tanagashima. Per tutte le caratteristiche tecniche di JAS-1 consultare Radio Rivista 10/84 pagg. 78-79.

Maggiori informazioni operative saranno date dopo la messa in orbita. Il satellite opererà anche in packet. Coloro che fossero interessati ad ulteriori informazioni possono richiedere il "JAS-1 Satellite Handbook" in lingua inglese inviando 10 dollari al seguente indirizzo: JAS-1 Satellite Handbook - Project Oscar, Inc - P.O. Box 1136 - Los Altos, CA 94023 - U.S.A..

Transponder Analogico: Modo J

Uplink: 145,9 - 146,0 MHz (CW-SSB)
Downlink: 435,9 - 435,8 MHz (banda laterale invertita)
Potenza eirp di Uplink: 100 watt
Potenza del transponder Modo-J: 2 watt pep

Transponder Digitale: Modo-J

Uplink: 145,9 - 146,0 MHz (paketi)
Downlink: 435,91 MHz (1 canale)
Potenza eirp uplink: 100 watt
Potenza del transponder: 1 watt rms
Formato del segnale: 1200 baud psk store/forward
Orbita: circolare, con altitudine di circa 1500 km
Periodo: 120 minuti
Inclinazione: 50 gradi
Vita prevista: tre anni

Attività sui ponti ripetitori

Un importante comunicato della Segreteria A.R.I.