

HAMTV – Una proposta di Amsat-Italia per la trasmissione televisiva amatoriale in DVB-S dalla Stazione Spaziale Internazionale (ISS)

di F. Azzarello IW8QKU, E. D'Andria IØELE, P. Tognolatti IØKPT

Premessa

Lo scopo di questo articolo è di presentare un esperimento di trasmissione video digitale che verrà effettuato dalla Stazione Spaziale Internazionale (ISS) ad integrazione dei collegamenti vocali half-duplex condotti nell'ambito degli school contact ARISS dalle stazioni di radioamatore. L'articolo illustra il processo di identificazione delle bande di frequenza e degli standard di trasmissione video (analogico o digitale) più adatti e prosegue con l'identificazione dell'hardware più conveniente disponibile sul mercato (Commercial off-the-shelf – COTS) quale soluzione per la realizzazione del payload. Sono anche presentati i primi risultati di laboratorio come anche l'architettura di una stazione terrena ricevente. Questo esperimento sarà imbarcato sul modulo Columbus della ISS dove è installata ed operata una stazione di radioamatore. Userà le antenne per le VHF/UHF e per le Bande L/S già installate fuori del modulo Europeo Columbus.

Introduzione

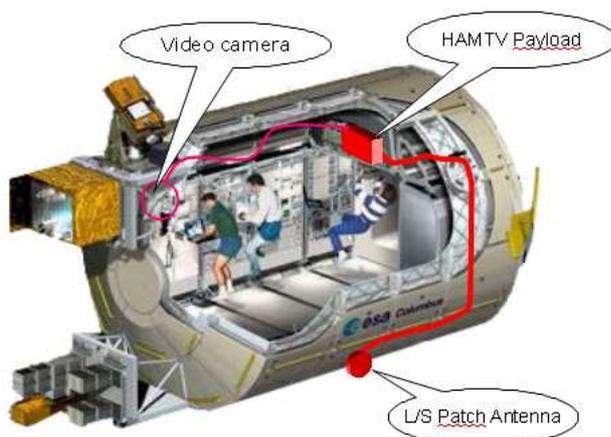
L'installazione degli apparati in Banda S nel modulo Columbus aprirà una nuova era per i radioamatori come anche per gli School Contacts ARISS.

Il collegamento televisivo verso terra realizzato da HAMTV, in combinazione con il collegamento audio in VHF, consentirà in occasione dei collegamenti con le scuole di tutto il mondo, una visione in tempo reale di ciò che accade a bordo della ISS.

La modalità di beacon televisivo, ancora da definire, permetterà ai radioamatori esperimenti con diverse configurazioni.

La combinazione dei segnali audio e video trasmessa a terra procurerà un'esperienza molto intensa ed interessante del passaggio della ISS sopra la stazione ricevente di terra.

Per i collegamenti video dalla ISS verso la stazione di terra, l'apparecchiatura ricevente è un po' più complessa di quella necessaria per i soli collegamenti audio: un ricevitore in banda S costituito da una idonea antenna direttiva, in generale una parabola, e da un down-converter ed un ricevitore televisivo digitale commerciale.



Selezione della Banda di Frequenza

Una indagine preliminare delle bande UHF, L ed S attribuite al servizio di radioamatore, con lo scopo di selezionare la banda di frequenza più appropriata per l'esperimento HAMTV dalla ISS, ha identificato la Banda S come il miglior candidato per l'esperimento HAMTV.

Questa banda può supportare sia segnali televisivi analogici che digitali, a causa della adeguata larghezza di banda per la trasmissione di un segnale televisivo e può garantire un sufficiente margine del collegamento (Link Margin) con l'uso di una antenna con alto guadagno.

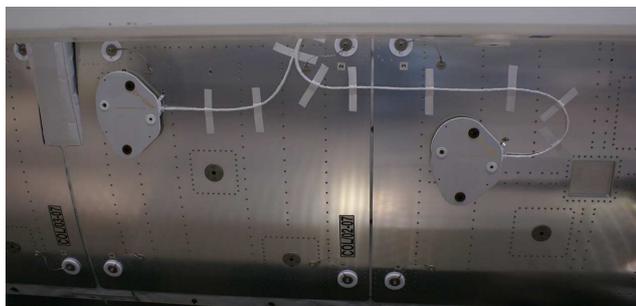
D'altra parte la banda S è usata in maniera intensiva a bordo della ISS: alcune bande sono attribuite al Servizio di Operazioni Spaziali (2025-2100 MHz ↑ and 2200-2290 MHz ↓) ed inoltre vi sono a bordo connessioni Wi-Fi sulle frequenze 2400-2483.5 MHz che si sovrappongono con le frequenze HAMTV (2400-2450 MHz).

Comunque la Banda S potrebbe essere compatibile con il Servizio di Operazioni Spaziali in presenza di un appropriato filtraggio del ricevitore della ISS e del trasmettitore della HAMTV, che dovranno essere verificati.

C'è da osservare che i terminali Wi-Fi sono in grado di operare in un contesto interferenziale (Bande ISM) ma allo scopo di minimizzare le potenziali interferenze, si suggerisce di adottare uno schema di modulazione per l'HAMTV che richieda minor potenza e minore larghezza di banda.

Un ulteriore effetto di schermaggio può essere dovuto al fatto che il trasmettitore HAMTV irradia fuori dal modulo Columbus mentre le reti Wi-Fi vengono utilizzate all'interno della ISS e pertanto questa geometria migliora la compatibilità elettromagnetica. Un ulteriore fattore migliorativo può essere ottenuto con una accorta selezione della frequenza della portante HAMTV (ad esempio il canale 3 a 2.422 GHz della canalizzazione Wi-Fi) in una porzione non utilizzata dello spettro.

Poiché la Banda S è realmente affollata, una possibile soluzione è proporre una modifica dello IARU Band Plan allo scopo di consentire l'applicazione fuori della banda ISM ma all'interno della Banda attribuita al servizio di Amatore, anche se non per i collegamenti satellitari.



HAMTV: a sinistra - Ipotesi di installazione di HAMTV a bordo del modulo Columbus; sopra - Le antenne ARISS in banda L/S installate sul modulo Columbus.

Analogico o Digitale

Per valutare la miglior tecnologia da usare, allo scopo di ottenere collegamenti più affidabili, sono stati considerati approcci differenti. I calcoli del Budget di Link sono stati fatti sia per i collegamenti analogici che digitali nelle tre bande di interesse.

La Banda L non è stata presa in considerazione, anche se considerata la più promettente, a causa delle limitazioni regolamentari. Infatti la Banda L non può essere utilizzata per collegamenti spazio-terra essendo attribuita esclusivamente per i collegamenti terra-spazio.

Come mostrato in Tabella 1 la scelta è condizionata dalla Banda S a causa della buona disponibilità di hardware COTS a basso costo.

La banda dei 70 cm è stata scartata anche a causa di forti segnali interferenti da parte di servizi terrestri, mentre l'hardware COTS non è così facilmente reperibile come per la Banda S.

HAMTV: Tabella 1 – Technology summary

Operating frequency	435-438 MHz		1260-1270 MHz		2400-2450 MHz	
	ANALOG FM	DIGITAL DVB-S	ANALOG FM	DIGITAL DVB-S	ANALOG FM	DIGITAL DVB-S
Modulation type	ANALOG FM	DIGITAL DVB-S	ANALOG FM	DIGITAL DVB-S	ANALOG FM	DIGITAL DVB-S
Link budgets assumptions (antenna gains, losses, intermodulation, etc)	N.A. Band limitation	QPSK FEC 1/2 FEC 7/8	N.A. Downlink restrictions	N.A. Downlink restrictions	FM 16 MHz-pp	QPSK FEC 1/2
On board RF output power (with estimated back-off, efficiency and resulting DC power consumption)	N.A.	10 W	N.A.	N.A.	10 W	10 W
Instantaneous bandwidth	-	2.93 MHz 1.67 MHz	-	-	28 MHz	2.93 MHz
Link Budget Margin	-	+13.8 dB +11.9 dB	-	-	-12.0 dB	+2.0 dB

In questa sezione vengono riportati I calcoli del Budget di Link per i segnali con standard DVB-S [REF 2,3]. Questa è la scelta finale determinata dalle considerazioni riportate nei capitoli precedenti.

La Tabella 2 che segue mostra i più importanti parametri relativi al Budget del Link.

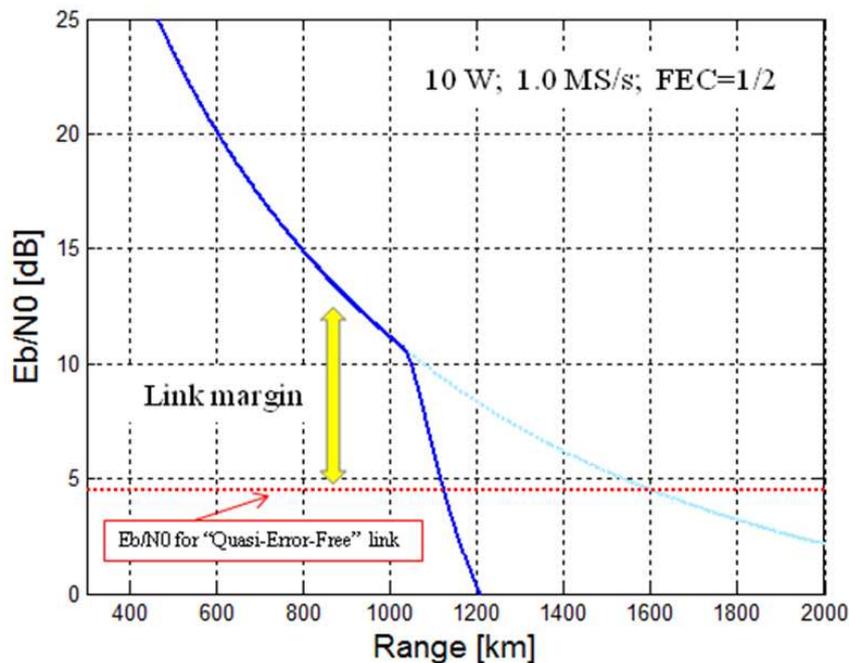
S-Band Link Budget	Value	Unit
Downlink frequency	2.450	GHz
Boltzmann's constant	-228.60	dBW/KHz
ISS range	340-2000	Km
EARTH STATION CHARACTERISTICS		
Rx Antenna gain (80 cm dish)	24.0	dBi
Antenna Noise Temperature (see below)	100 - 3000	K
Implementation losses	0.0	dB
Antenna pointing losses	0.0	dB
LNB noise figure	0.8	dB
LNB equiv noise temp	58.7	K

HAMTV: Tabella 2 – Link Budget

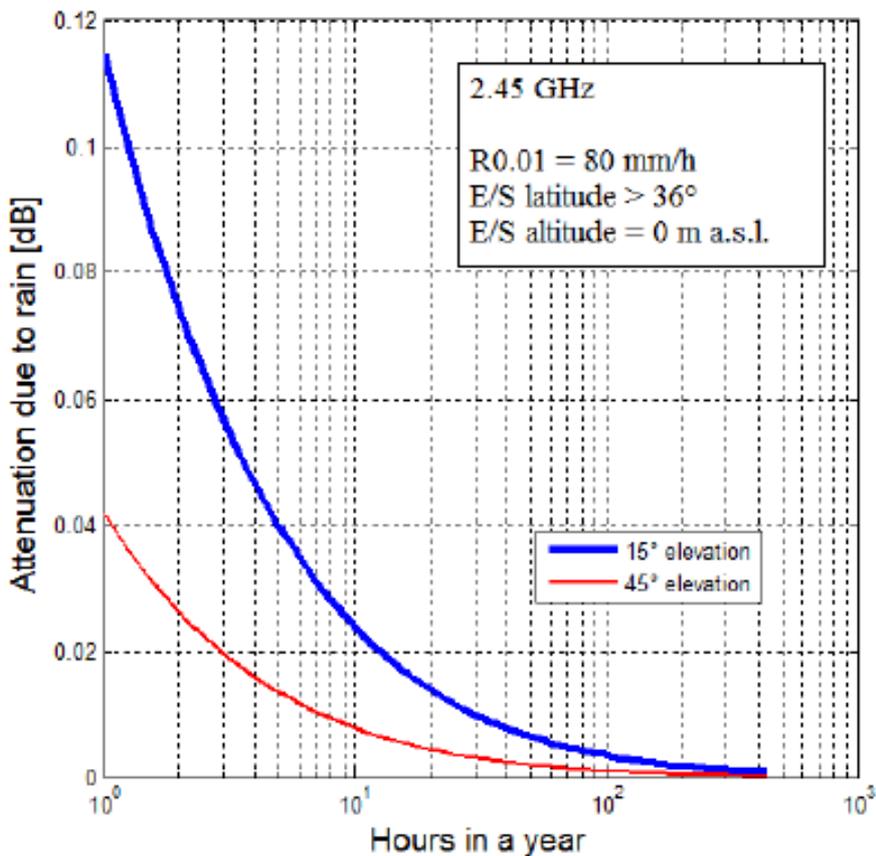
CARRIER CHARACTERISTICS		
User Data Rate	1250	kbps
Reed Solomon	188/204	
Modulation	QPSK	
FEC	1/2	
Symbol Rate	1356	kbaud
Mod. Factor (2=QPSK, 3=8PSK, ..)	2	
Brutto BitRate	2713	kbps
Roll-off (%)	0.35	
Carrier's occupied bandwidth	1.83	MHz
Downlink		
TX output power (20 W)	13.0	dBW
cable & connector losses	7.0	dB
TX Antenna gain (boresight)	8.0	dBi
TX antenna pointing losses	0 - 10.5	dB
Downlink path loss (free space)	151- 160	dB
Atmospheric losses	0.0	dB
Rain attenuation losses	0.0	dB

Per sintetizzare i calcoli di link budget, possiamo riferirci alle prossime Figure [REF 3].

Sulla figura 2 è possibile valutare l'attenuazione dovuta alla pioggia e, come mostrato, potrebbe essere trascurabile alla frequenza scelta [REF 4].



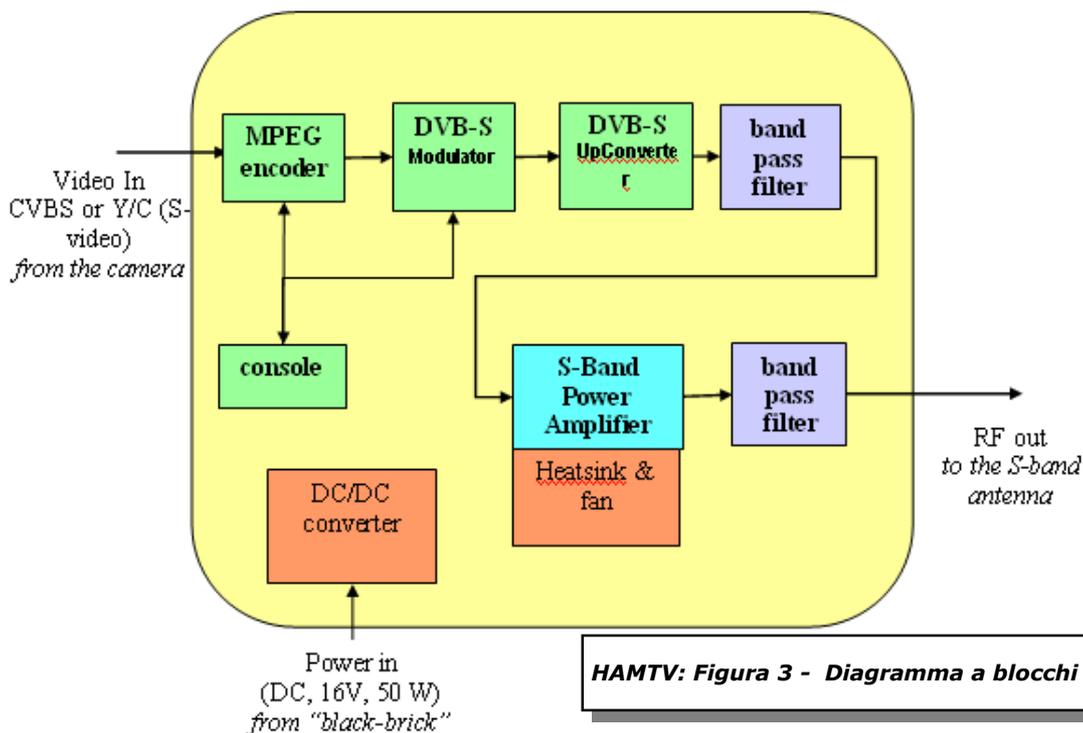
HAMTV: Figura 1 - Link Margin



HAMTV: Figura 2 - Attenuazione dovuta alla pioggia

Payload

In questo paragrafo viene descritta la configurazione del trasmettitore HAMTV



HAMTV: Figura 3 - Diagramma a blocchi

Il diagramma a blocchi dovrebbe essere sufficientemente esaustivo: la sorgente video potrebbe essere una comune videocamera che fornisce il segnale video al sistema HAMTV. L'encoder converte l'input in un flusso MPEG che viene modulato in Banda S secondo lo standard prescelto e quindi trasmesso alla stazione ricevente di terra.

I componenti COTS prescelti per i test sono tra quelli più ampiamente utilizzati dalla comunità radio-amatoriale e questo dovrebbe anche garantire una capacità sufficiente a usare ed operare questi componenti

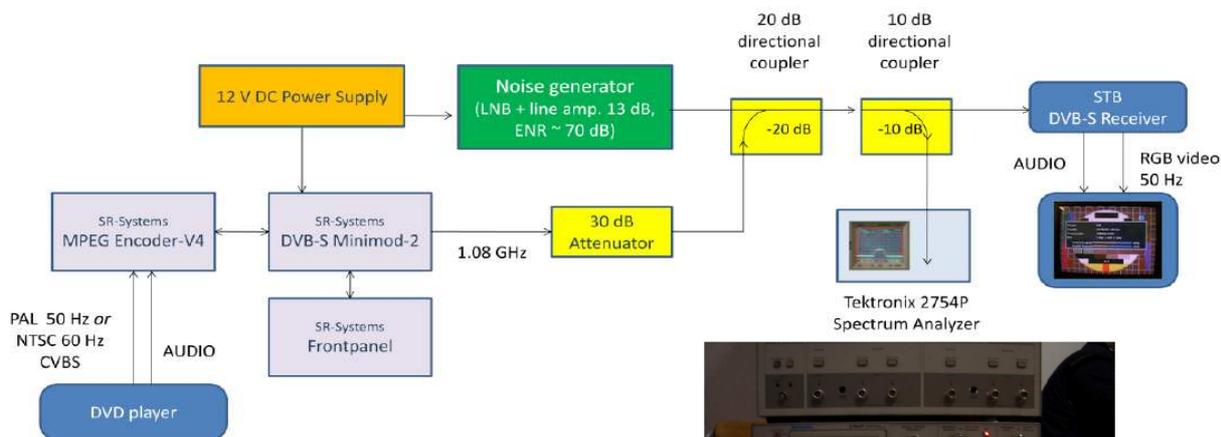
Primi test e risultati

La figura (4) seguente mostra il setup di HAMTV realizzato presso il Laboratorio LTG del socio Tonino Giagnacovo.

Questo set-up è stato realizzato per verificare le

principali prestazioni della codifica MPEG con diverse velocità del FEC, parametri di codifica e per misurare le prestazioni del ricevitore con diversi rapporti Segnale-Rumore.

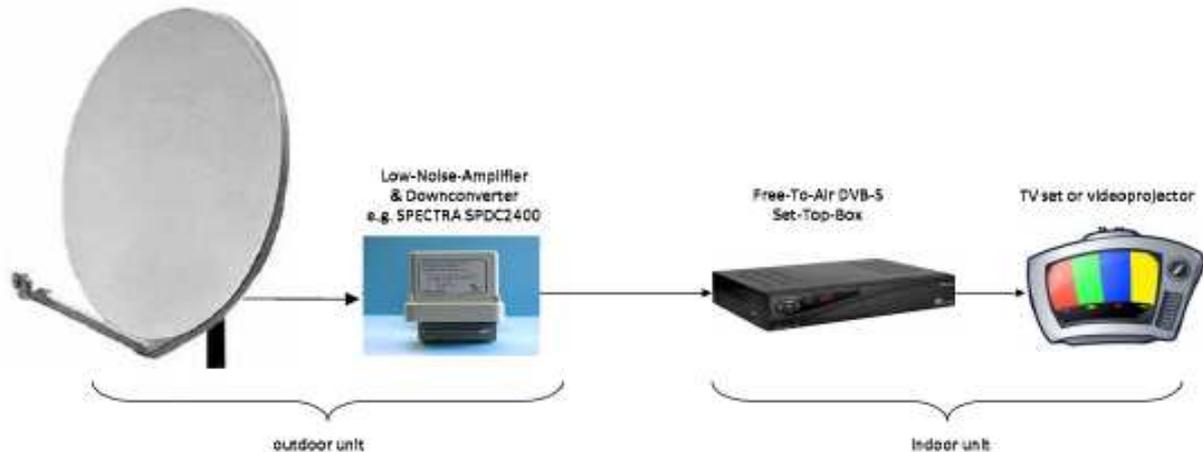
Tutte le misure sono state fatte in modalità "IF-loop", che vuol dire che la connessione tra TX ed RX è realizzata a livello IF a circa 1 GHz.



HAMTV: Figura 4
schema a blocchi della configurazione di prova
(L'analizzatore di spettro mostra l'emissione sul test set up)

Architettura della Stazione di Terra

Nella seguente Figura 4 si riporta una stazione radio base capace di ricevere il segnale televisivo dalla ISS.



HAMTV: Figura 5 - Segmento di terra

Il sistema ricevente, ovviamente, è progettato tenendo in considerazione il calcolo del Link Budget.

Un riflettore di 90 cm con un illuminatore appropriato dovrebbe essere adeguato per raggiungere i requisiti minimi del sistema.

Deve essere perseguita la soppressione dei lobi laterali e l'ottimizzazione della figura di merito G/T.

Poiché l'antenna patch a bordo della ISS è polarizzata circolarmente anche le stazioni di terra devono essere equipaggiate con illuminatori con polarizzazione circolare.

Bibliografia

[REF 1] ETSI EN 300 421 V1.1.2 (1997-08) - Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite-services.

[REF 2] ETSI TR 101 290 V1.2.1 (2001-05) - Digital Video Broadcasting (DVB); Measurement guidelines for DVB systems.

[REF 3] Amsat-Italia Doc HamTV 002 Issue 2 - 21 April 2010

[REF 4] ITU-R P.618-7 - Propagation data and prediction methods required for the design of Earth-space telecommunication systems.

La collaborazione al bollettino è aperta a tutti i Soci.

Vengono accettati articoli tecnici, teorici, pratici, esperienze di prima mano, impressioni di neofiti, storie di bei tempi andati, opinioni, commenti, riferimenti e traduzioni da riviste straniere specializzate.

**SCRIVERE E' UN'ESPERIENZA UTILE
PER ENTRARE IN CONTATTO CON FUTURI AMICI E COLLEGHI.**

CHIUNQUE HA QUALCOSA DA RACCONTARE,

ANCHE TU !

AVVISO IMPORTANTE:

Se non altrimenti indicato, tutti gli articoli pubblicati in questo bollettino rimangono di proprietà degli autori che li sottoscrivono. La loro eventuale riproduzione deve essere preventivamente concordata con la Redazione di AMSAT-I News e con la Segreteria di AMSAT Italia. Gli articoli non firmati possono considerarsi riproducibili senza previa autorizzazione a patto che vengano mantenuti inalterati.