

“HAMTV: cronache dal laboratorio...”

di Piero Tognolatti, IOKPT

Lo scorso mese di Gennaio il team AMSAT Italia che sta curando il progetto HAMTV, che ricordo consiste nell'imbarcare a bordo della ISS un trasmettitore video amatoriale per arricchire con video real-time i collegamenti ARISS, ha effettuato alcune misure su un primo prototipo del trasmettitore.

Si è rivolta l'attenzione all'amplificatore finale (Power Amplifier, detto anche PA) che deve fornire circa 10 W RF (in banda "13 cm") all'antenna già installata sulla parete esterna del modulo Columbus. E' infatti necessario che tale amplificatore, affinché operi con una buona efficienza energetica, venga fatto funzionare in condizioni prossime alla sua saturazione. Ciò comporta, inevitabilmente, una significativa distorsione armonica i cui prodotti indesiderati debbono comunque avere ampiezze che rientrino nei limiti stabiliti dalla norme. Vale la pena ricordare che la scelta dello standard DVB-S, che impiega una modulazione QPSK di un'unica portante, è stata effettuata proprio per consentire l'uso di un PA che operi vicino alla saturazione e quindi con grande efficienza.

Il prototipo sotto misura era costituito da: a) encoder video MPEG2; b) modulatore QPSK a 1 GHz in standard DVB-S; c) upconverter con uscita in banda 2.4 GHz e potenza sino a 0.2 W; d) Power Amplifier (Kuhne KU PA 2327 LD-20). Le misure sono state eseguite presso il Laboratorio di Campi Elettromagnetici del Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione dell'Università dell'Aquila utilizzando, quale strumento principale, un Signal Analyzer ANRITSU MS2830A. Alle misure, che ci hanno visti impegnati per più di una giornata, hanno partecipato Emanuele IOELE, Tonino (IK0LTG??), Piero IOKPT di AMSAT Italia ed Elisa Carruba, Fabrizio Chimenti e Andrea Mazzaccherini di Kayser Italia. Il personale tecnico del laboratorio si è, come sempre con entusiasmo, messo a nostra disposizione.

Nella Fig. 1 si osserva lo spettro all'uscita del modulatore QPSK. Si può notare la presenza della terza armonica ad un livello di circa -24 dBc, mentre la seconda armonica si trova a circa -44 dBc.

Segue —>

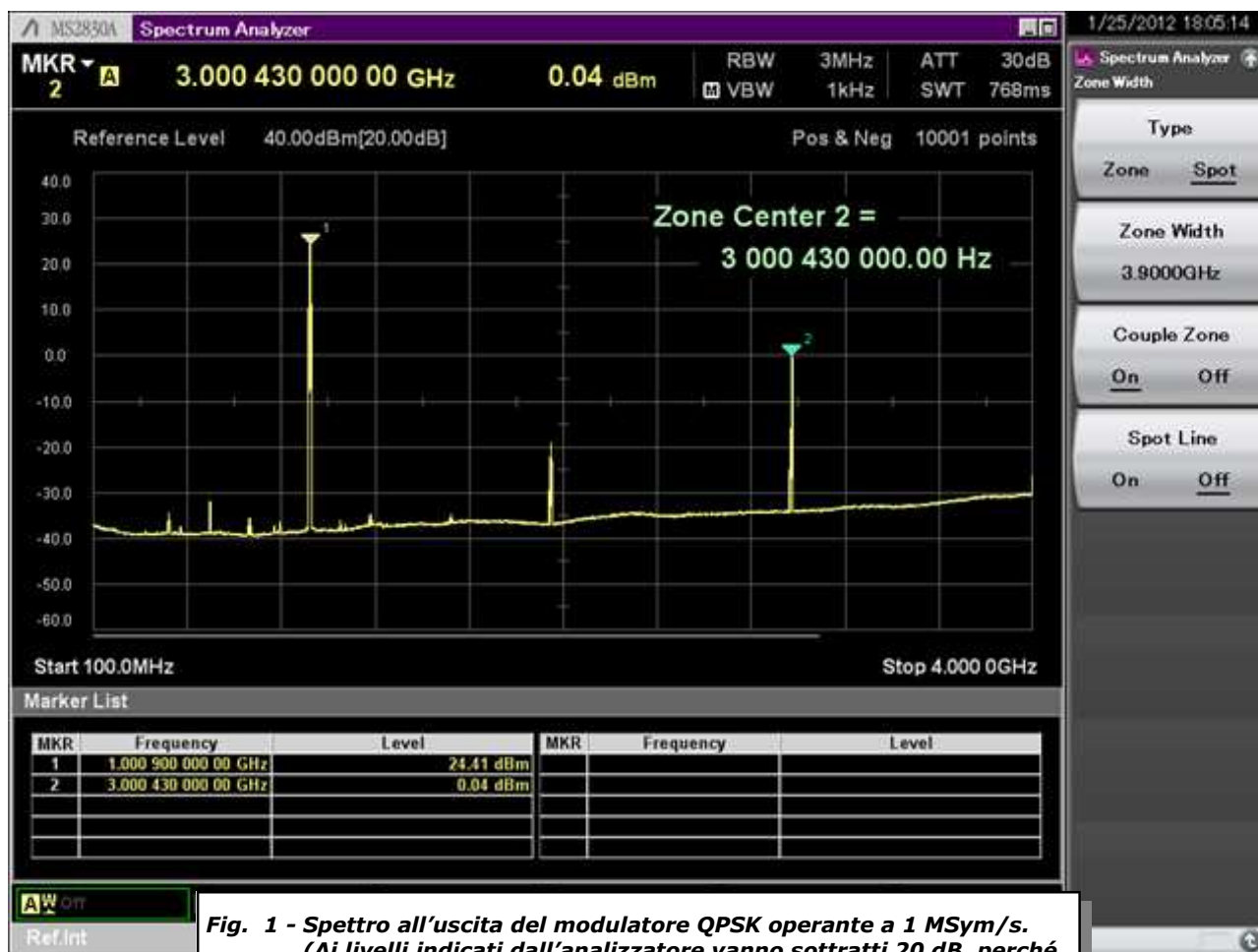


Fig. 1 - Spettro all'uscita del modulatore QPSK operante a 1 MSym/s.
(Ai livelli indicati dall'analizzatore vanno sottratti 20 dB, perché quest'ultimo era stato impostato con un offset di +20 dB)

Le successive Figg. 2 e 3 mostrano il dettaglio dello spettro in uscita dall'upconverter (SR-Systems KON-UP2327-PA) nell'intorno della portante QPSK per due diversi valori della potenza all'uscita dell'upconverter. Si nota chiaramente nella Fig. 3 la presenza di intermodulazione (3° e 5° ordine) dovuta alla non-linearità dello stadio finale dell'upconverter.

Consideriamo ora lo spettro all'uscita del Power Amplifier Kuhne KU PA 2327 LD-20. Tale amplificatore è internamente dotato di un circuito di ALC che, agendo

automaticamente su un attenuatore variabile, aggiusta la potenza d'uscita al valore richiesto dall'utente. Tale valore viene impostato mediante un trimmer multigiri. La Fig. 4 mostra lo spettro d'uscita quando $P_{out}=10.2$ W. Il valore di P_{out} è misurato ricorrendo alla funzione "Channel Power" dell'analizzatore. Tra il Power Amplifier e l'analizzatore è inserito un attenuatore di potenza, il cui valore di attenuazione (40 dB) è impostato come offset nell'analizzatore.

Segue —>

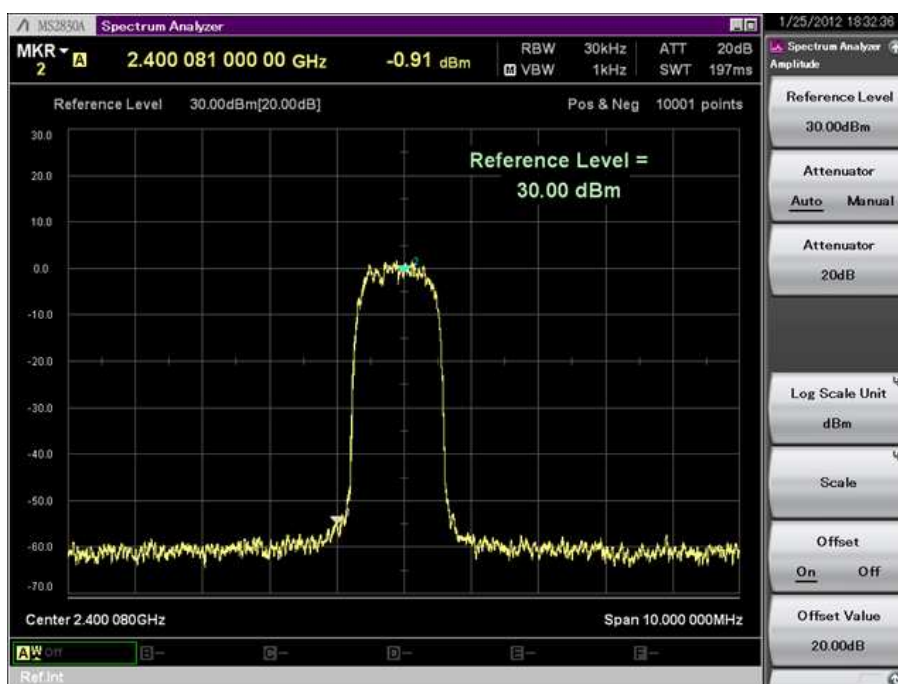


Figura 2 - Spettro all'uscita dell'upconverter operante a 1 MSym/s.

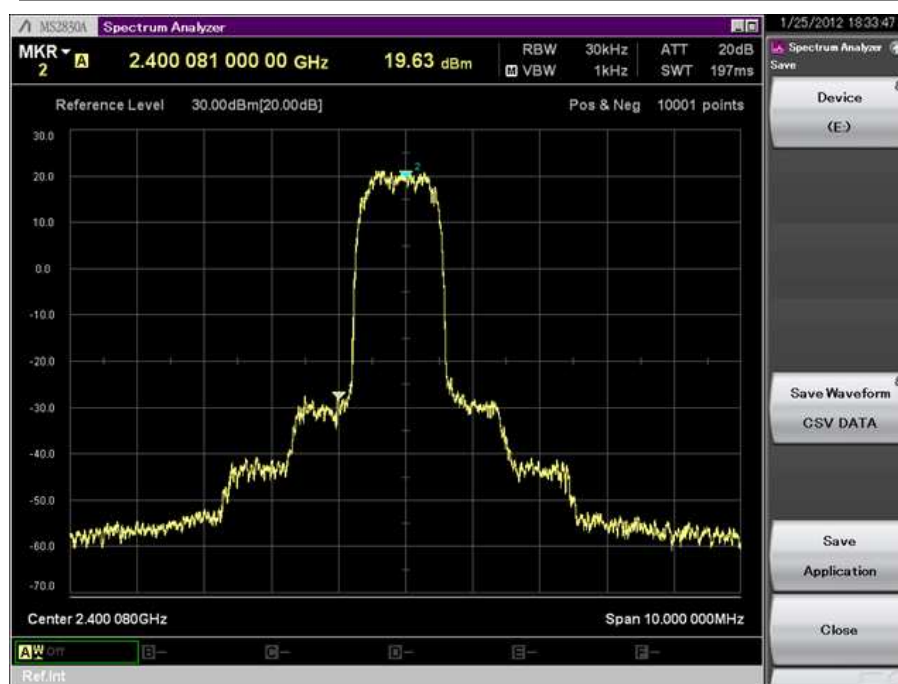


Figura 3 - Spettro all'uscita dell'upconverter operante a 1 MSym/s.

La Fig. 5 mostra invece lo spettro del segnale d'uscita quando $P_{out}=13.6$ W. Questo valore di P_{out} consente di avere a valle del filtro passa-banda che viene posto all'uscita del PA una potenza di almeno 10 W.

Infine la Fig. 6 mostra lo spettro del segnale d'uscita, con $P_{out} = 13.6$ W, osservato su una banda ampia (1-8 GHz). Si nota ben evidente la presenza della seconda armonica a circa -54 dBc e la terza armonica a -38 dBc.

In prossimità della portante si osservano alcune emissioni spurie, con livelli vicini a -50 dBc, che sono presenti anche all'ingresso del PA e che quindi hanno probabile origine nell'up-converter.

Sulla base delle misure qui illustrate, e dopo aver individuato e concordato con ESA e NASA quali normative sulla Compatibilità Elettromagnetica (EMC), verranno individuate le caratteristiche del filtro d'uscita. Per il momento si può ipotizzare l'impiego di un filtro con le caratteristiche riportate in Fig. 7.

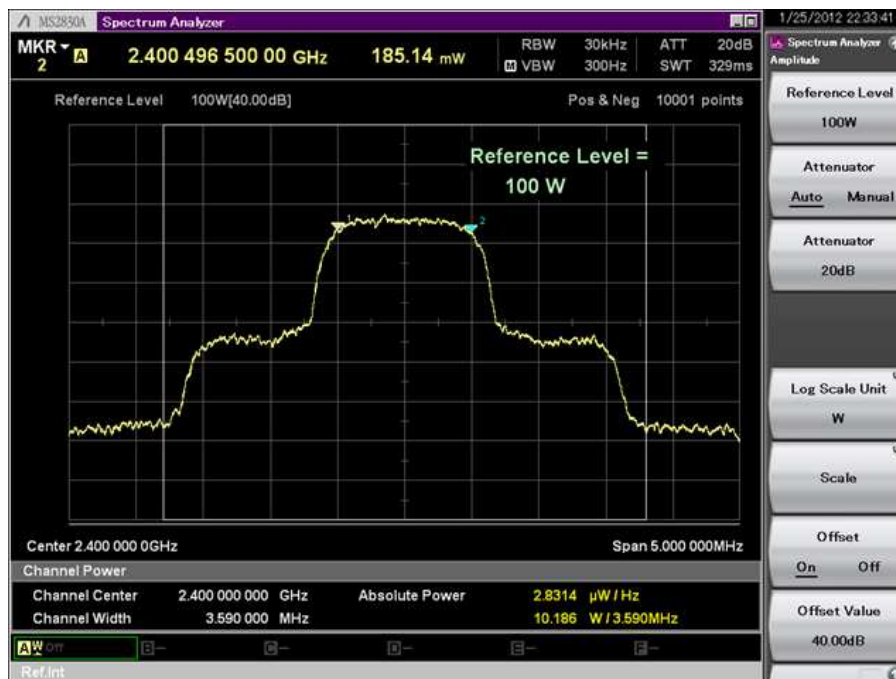


Figura 4 - Spettro all'uscita del PA. $P_{out}=10.2$ W



Figura 5 - Spettro all'uscita del PA. $P_{out}=13.6$ W



**Figura 6 - Spettro all'uscita del PA osservato sulla banda 1-8 GHz.
Pout=13.6 W**

PRODUCT DETAILS

PART NUMBER, INFORMATION, AND RESPONSE:

5FV40-2400/H100-O/O

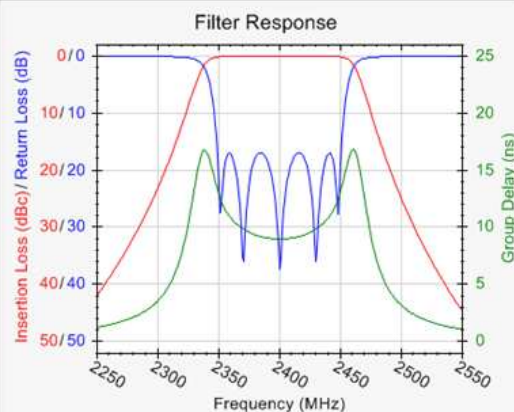
	Spec:	Typical:
Center Frequency:	2400 MHz	2400.6 MHz
0.5 dB Bandwidth:	100 MHz	111.0 MHz
Insertion Loss:	0.7 dB	0.56 dB
Stopband Atten. (2270 MHz):	32 dBc	35.63 dBc
Stopband Atten. (2530 MHz):	33 dBc	37.74 dBc

Additional Information:

Filter Type:	Cavity
Relative Price:	\$\$\$\$\$
Spec Return Loss:	14.0 dB (1.5:1 VSWR)

Size Information:

Inches:	3.56 x 1.25 x 0.59 inches
Millimeters:	90.50 x 31.75 x 15.06 mm



**Figura 7 - Un possibile filtro d'uscita per il PA di HAMTV.
Il filtro è commerciale ed è stato configurato utilizzando il tool
<http://www.klfilterwizard.com/bandpass.aspx>**



AMSAT Italia®

Portiamo lo spazio alla gente

n.d.r.

Nella documentazione del progetto HAMTV, ci sono molti interessanti rapporti di prova. Tra questi c'è anche l'analisi dell'andamento termico, ovvero lo studio della dissipazione di calore di ogni componenti che costituisce il "payload". Ho pensato interessante di proporlo.

Il riscaldamento, ovvero la generazione di calore di un qualsiasi apparato funzionante a bordo della ISS è un aspetto che deve essere valutato e quantificato. Infatti, ad ogni equipaggiamento e ad ogni "payload" a bordo della ISS è assegnato un limite di dissipazione di calore.

Qui di seguito ci sono alcune immagini riprese con un sistema di rilevamento ad infrarossi (termocamera). In maniera sintetica, una termocamera misura le lunghezze d'onda della "luce" infrarossa emessa dalla superficie di un corpo ad una data temperatura. Il sistema di ripresa può essere fotografico o video. L'elemento fondamentale di sistema di misura a IR è il CCD, il quale provvede a trasformare l'immagine infrarossa in una matrice a punti. Mediante una elaborazione e secondo le impostazioni attribuisce a ciascun punto un valore temperatura.

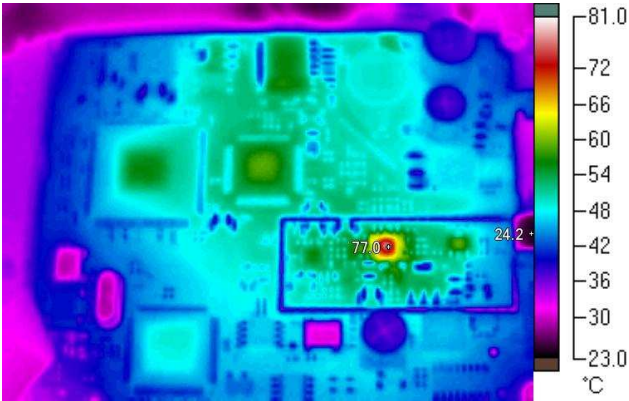


Foto 1 - Immagine IR del modulo DVB-S "miniMod- 2" della SR-System



Foto 2 - Immagine al visibile del modulo DVB-S "miniMod- 2" della SR-System

Temperatura dello sfondo	20.0°C
Emissività	0.90
Temperatura media	43.8°C
Intervallo immagine	24.2°C a 77.0°C
Modello termocamera	Ti25
Numero di serie termocamera	Ti25-09100XXX
Versione OCA	1.3.0.0
Produttore	Fluke
Descrizione lente	20mm
Numero di serie lente	-
Ora immagine	25/01/2012 13.01.30
Intervallo di calibrazione	-22.0°C a 125.0°C

Tabella 1 - Informazioni immagine IR del modulo DVB-S "miniMod- 2"

Nome	Temperatura	Emissività	Sfondo
Più caldo	77.0°C	0.90	20.0°C
Più freddo	24.2°C	0.90	20.0°C

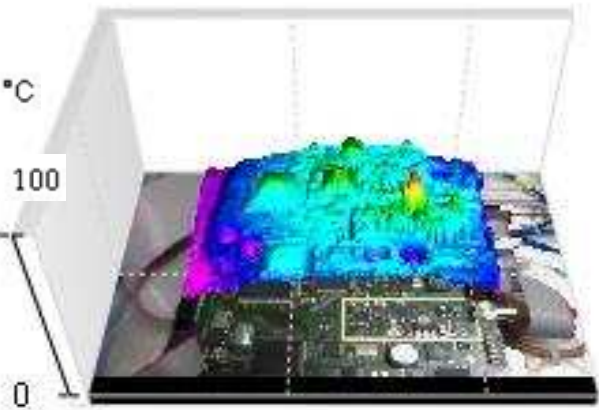


Foto 3 - Immagine IR 3D del modulo DVB-S "miniMod- 2" della SR-System

← Tabella 2 - Marker immagine IR della Foto 1

Nelle immagini e nelle tabelle qui sopra trovate la sintesi di un rapporto di prova di un'indagine all'infrarosso di uno dei componenti di HAMTV, precisamente del modulo DVB-S "miniMod- 2" della SR-System. Nella foto 2 è visibile l'immagine del modulo proposta del sistema di ripresa IR a cui ad ogni punto è stato associato un colore corrispondente da una determinata temperatura (vedi scala sul lato destro dell'immagine).

Nella foto 2 è rappresentata al visibile la zona di indagine. Nella foto 3 è rappresentata la miscelazione dell'immagine al visibile del modulo in esame e dell'immagine termica in tre dimensioni dello stesso modulo. La tabella 1 riporta i dati di prova e le informazioni sullo strumento utilizzato. La tabella 2 riassume i valori massimi e minimi rilevati durante l'indagine.