



RAPPORTO TECNICO - TECHNICAL REPORT

OPSys

relazione sullo stato di attuazione del progetto per
la rendicontazione intermedia del 15 gennaio 2008

Silvano Fineschi

Rapporto nr. 103

31/01/2008

Esperimento di Meteorologia Spaziale con un Razzo Sonda NASA: Calibrazioni e Collaudo (E66)

Responsabile: Prof. Ester Antonucci

Co-responsabile: Dott. Silvano Fineschi

Istituto Nazionale di Astrofisica – Osservatorio Astronomico di Torino

Relazione sullo stato di attuazione del progetto per la Rendicontazione del 15 gennaio 2008



<i>Preparato da:</i>	<i>Signature</i>
<i>Nome: Silvano Fineschi</i> <i>Date : 31 gennaio 2008</i>	
<i>Approvato da:</i>	<i>Signature</i>
<i>Nome: Ester Antonucci</i> <i>Date : 31 gennaio 2008</i>	

Indice

1. INTRODUZIONE.....	3
2. ATTIVITÀ SVOLTA	3
2.1 Test sul polarimetro di volo (KPol).....	3
2.2 Incollaggio degli specchi del telescopio sulle montature e test di vibrazione.....	4
2.3 Integrazione preliminare del telescopio UVC/SCORE.	5
2.4 Software altamente flessibile per il controllo di strumentazione ottica spaziale.....	5
3. ALLEGATI	6

1. INTRODUZIONE

Il progetto di ricerca consiste nelle calibrazioni e nel collaudo del coronografo spaziale di nuova generazione, sviluppato nel quadro dell'esperimento 'Sounding-rocket CORonographic Experiment' (SCORE), e dedicato a studi di meteorologia spaziale e fisica solare. SCORE fa parte del programma HERSCHEL che è stato selezionato nel 2003 dalla NASA, nel quadro del programma NASA di voli suborbitali con razzo sonda, ed è inserito nell'iniziativa di meteorologia spaziale della NASA 'Living With a Star' (LWS): convivere con una stella.

SCORE è incluso nel programma dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e nel piano triennale 2007-2010 dell'Istituto Nazionale di Astrofisica. Il progetto integrato (dicembre 2005-dicembre 2008) coinvolge tre gruppi di ricerca appartenenti a: Osservatorio Astronomico di Torino dell'Istituto Nazionale d'Astrofisica (INAF-OATo), Politecnico e Dipartimento di Fisica Generale dell'Università di Torino. L'ALTEC di Torino è anche coinvolta come un partner co-finanziatore. Gli obiettivi primari del progetto sono:

- i) convalida del telescopio spaziale di nuova concezione per lo studio dell'atmosfera esterna del sole, la corona, a fini scientifici ed applicativi (meteorologia spaziale);
- ii) sviluppo di un sistema integrato per collaudo di strumentazione e 'software' per esperimenti scientifici spaziali.

L'INAF-OATo coordina il consorzio che sviluppa il coronografo di SCORE. Lo strumento consiste in un telescopio innovativo per l'acquisizione simultanea di immagini della corona i) nel visibile e ii) in due righe spettrali ultraviolette (UV) emesse dall'idrogeno (HI 121.6 nm) e dall'elio (HeII 30.4 nm), elementi questi più abbondanti dell'atmosfera solare. Il telescopio è posizionato nell'ombra di un occultatore, distante 3 m, che blocca l'intensa luce del disco solare e crea così un'eclisse artificiale per l'osservazione della corona (un milione di volte più tenue del disco solare). Questo tipo di telescopio, detto appunto coronografo (Ultraviolet and Visible-light Coronagraphic Imager – UVCI), è uno dei 2 strumenti della missione HERSCHEL della NASA. L'altro strumento è sviluppato dal Naval Research Laboratory (NRL), USA.

Il primo lancio di HERSCHEL è stato ri-programmato per la metà del 2008

2. ATTIVITÀ SVOLTA

Nel periodo luglio 2006 - gennaio 2008, l'attività svolta è consistita in:

1. Completamento test di calibrazione del polarimetro di volo (KPol) del telescopio UVCI
2. Incollaggio degli specchi del telescopio sulle montature e test di vibrazione.
3. Integrazione preliminare del telescopio UVCI/SCORE.
4. Sviluppo di software per il controllo di strumentazione ottica spaziale.

2.1 Test sul polarimetro di volo (KPol)

Nell'ambito del programma di convalida del telescopio spaziale di nuova concezione per lo studio dell'atmosfera esterna del sole, la corona, un componente critico è il polarimetro per l'osservazione dell'emissione continua coronale nella banda del visibile (K-corona). Il K-corona polarimeter



(KPol) è basato su cristalli liquidi che possono modulare elettro-otticamente l'immagine coronale polarizzata. Classicamente questa modulazione è ottenuta ruotando meccanicamente le ottiche polarimetriche. L'uso di cristalli liquidi evita la necessità di avere parti meccaniche in movimento. Questo è un grande vantaggio per le applicazioni spaziali.

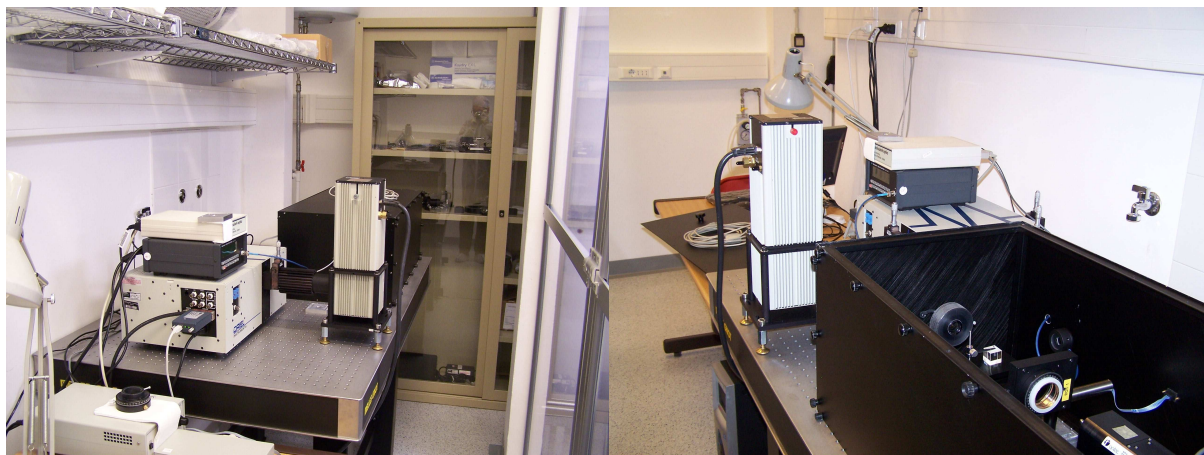


Figura 1 (Sinistra) sorgente luminosa e monocromatore utilizzati per il collaudo del K-corona polarimeter (KPol) presso l'Osservatorio di Torino (Destra) Vista d'insieme del sistema di collaudo.

Presso il laboratorio di ottica dell'Osservatorio Astronomico di Torino (OATo), sono stati completati i test per la definizione delle prestazioni del KPol di volo (Figura 1). Per i tests del KPol è stato realizzato un sistema di calibrazione automatizzato. Il sistema è altamente flessibile e può essere utilizzato più in generale per la calibrazione di ottiche con cristalli liquidi.

Nel primo semestre del 2008, il KPol verrà integrato nel coronografo SCORE per il collaudo in volo col razzo-sonda NASA.

I dettagli dei test e dei risultati ottenuti sono riportati nell'Allegato 1 e 2. Il software di controllo del sistema di collaudo e di acquisizione dati è descritto nell'Allegato 3.

2.2 Incollaggio degli specchi del telescopio sulle montature e test di vibrazione.

Gli specchi del telescopio UVCI sono montati sui loro supporti tramite una colla epossidica con bassa emissione di vapori. La tenuta di questui incollaggi è ovviamente un elemento critico dell'integrazione del telescopio. Nel periodo in oggetto, sono stati effettuati diversi tests di incollaggio ed è stata definita una procedura che assicuri l'affidabilità e la riproducibilità dell'incollaggio (cfr. Allegato 4). Al fine di verificare l'effettiva tenuta dell'incollaggio, delle copie degli specchi di volo sono state sottoposte a numerosi tests dove venivano esposti a vibrazioni analoghe a quelli attesi durante il lancio del razzo sonda (Figura 2).

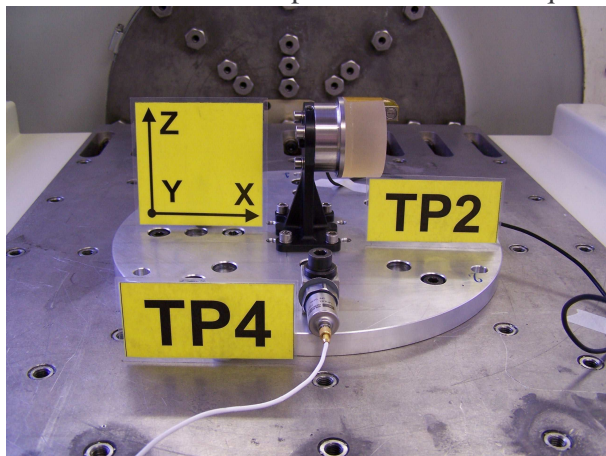


Figura 2 Test di vibrazione degli specchi UVCI.

I tests finali di vibrazione sono stati superati con successo, e nel primo semestre 2008, gli specchi di volo verranno incollati ai supporti per l'integrazione finale nel telescopio UVCI.

2.3 *Integrazione preliminare del telescopio UVC/SCORE.*

Nel periodo in oggetto, sono iniziate le operazioni di integrazione del telescopio UVC/SCORE, presso la camera bianca, installata nel semestre precedente (gennaio-giugno, 2007) nel laboratorio di ottica dell'Osservatorio Astronomico di Torino.

In particolare, sono stati integrati ed allineati sul banco ottico del telescopio gli specchi di volo montati sui loro supporti (Figura 3). L'allineamento preliminare del telescopio UVC/SCORE è descritto nell'Allegato 5. Quest'attività proseguirà e verrà completata nel prossimo semestre 2008.

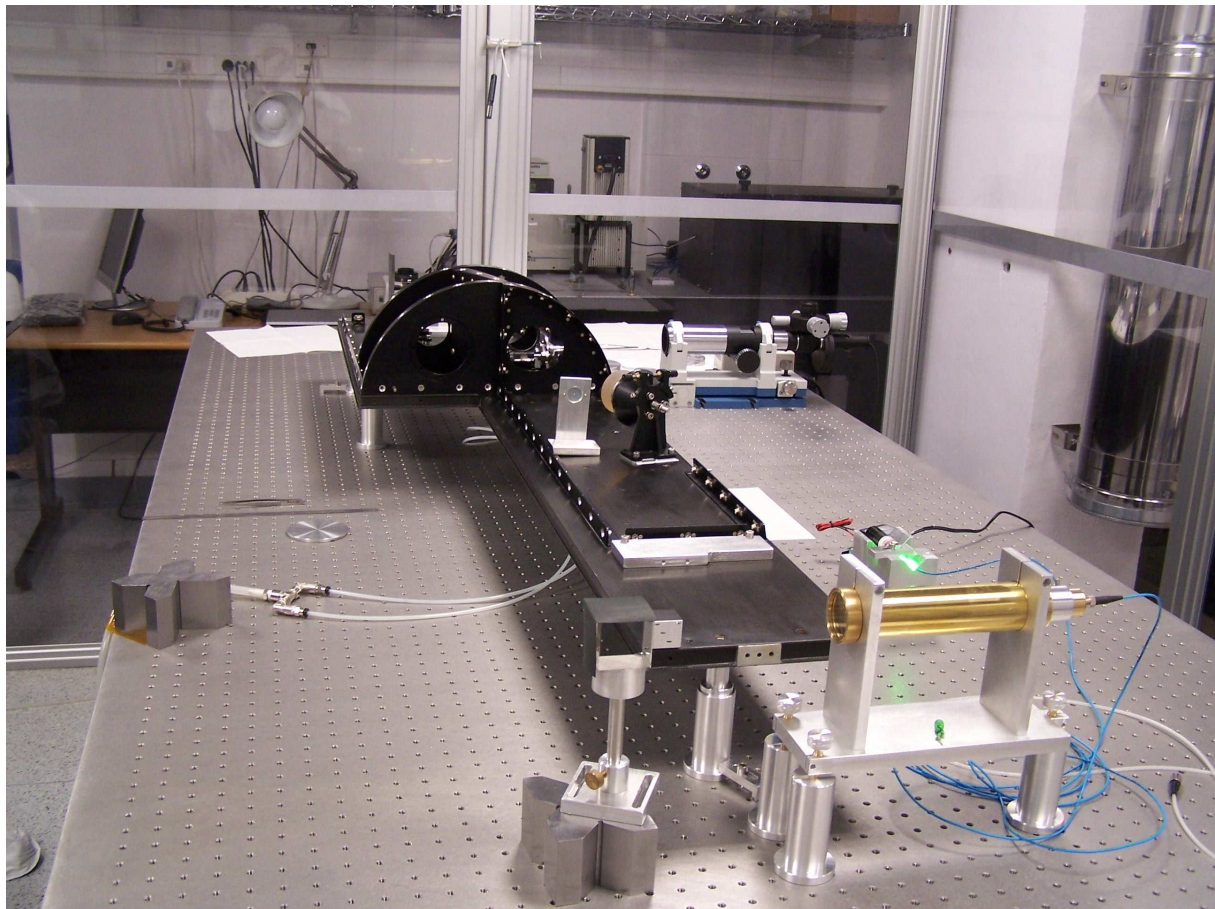


Figura 3 Banco ottico del telescopio UVC/SCORE (struttura nera) durante le fasi preliminari di integrazione nella camera bianca del laboratorio di ottica dell'Osservatorio Astronomico di Torino.

2.4 *Software altamente flessibile per il controllo di strumentazione ottica spaziale*

Nel periodo in oggetto, l'unità operativa del Politecnico di Torino ha proseguito le attività precedentemente intraprese. Nello specifico, il lavoro svolto si può sintetizzare nei seguenti punti:

- 1) Completamento dello sviluppo di un prototipo software basato sull'architettura precedentemente definita, da utilizzare per collaudo a terra e calibrazione pre- e post- volo in ambito SCORE
- 2) Approfondimento delle metodologie e individuazione degli strumenti per il collaudo del software di bordo, sviluppato dall'NRL, che verrà usato per il controllo degli esperimenti del progetto SCORE.

Per quanto riguarda il punto 1), sono stati sviluppati i prototipi in linguaggio Python dei driver di STOC (lo strato basso del software, specifico per il progetto SCORE) per il controller del polarimetro (LCVRC), tramite interfaccia seriale, e per i controller delle camere di SCORE, tramite interfaccia SpaceWire. Questi ultimi sono stati realizzati per funzionare con le schede SpaceWire STAR-Dundee, a partire da un programma di test scritto per le API delle schede SpaceWire 4Links e fornito dal produttore dell'hardware.

I programmi sono stati collaudati con successo su una versione preliminare dell'hardware, resa disponibile verso la fine dell'anno. È stato inoltre realizzato un programma per la conversione in formato FITS dei dati grezzi raccolti in questi test, per permettere una prima analisi statistica dei risultati in attesa del modello definitivo delle camere. Questa attività sui driver ha permesso di convalidare e ulteriormente affinare ed estendere il precedente prototipo del framework ASCI (lo strato superiore del software, precedentemente realizzato in questo progetto).

Ulteriori dettagli di queste attività sono documentati nel rapporto tecnico "A Framework for Astronomy Control Applications", del quale è stata prodotta una nuova versione aggiornata (Allegato 6).

Per quanto riguarda il punto 2), l'attività si è concentrata unicamente sul software Calroc2003, il pacchetto prodotto dall'NRL sul quale il software di volo di SCORE si baserà, in quanto questo è l'unico prototipo del software di volo al momento disponibile. Su di esso è stata completata una prima analisi, che ha permesso di comprenderne l'organizzazione ed il funzionamento e di individuare alcuni errori minori. È stato inoltre definito un possibile piano di test del software di volo, ed è stata completata la valutazione della possibilità di sperimentare su di esso l'applicazione di metodologie di convalida statiche, quali il model checking, basate sull'estrazione di modelli dal codice sorgente. Queste consentirebbero di simulare e analizzare il comportamento del software in condizioni particolari, non facilmente riproducibili con il collaudo classico. I risultati della valutazione sono stati documentati nel rapporto tecnico "Using Static Analysis for the Validation of the SCORE Control Software" (Allegato 7).

3. ALLEGATI

1. "Laboratory Calibration of the Polarimetric Assembly of the SCORE/UVCI Sounding Coronagraph", Rapporto no. 90 dell'Osservatorio Astronomico di Torino, 20/12/2008
2. "KPol Transmissivity Tests", Rapporto no. 91 dell'Osservatorio Astronomico di Torino, 20/12/2008
3. "Il Software per i Tests Automatizzati del KPol di SCORE", Rapporto no. 92 dell'Osservatorio Astronomico di Torino, 20/12/2008
4. "Bonding Procedure for Mirrors M1 and M2", 22/01/2008
5. "HERSCHEL/UVCI Optical Alignment Procedure", Rapporto no. 99 dell'Osservatorio Astronomico di Torino, 18/12/2008
6. "A Framework for Astronomy Control Applications", Rapporto Vers. 0.27 del Politecnico di Torino, 07/01/2008.
7. "Using Static Analysis for the Validation of the SCORE Control Software", Rapporto del Politecnico di Torino, 31/12/2007.