Cromosfera solare in luce Ca II K dall'ala violetta al centro riga

di Fulvio Mete

Abstract

The purpose of present work is to visualize and understand the appearance of solar cromosphere in CaII K line at wavelengths among 3932,61 and 3933,68 A

La finalità del presente lavoro, realizzato il 28 luglio 2012, è quella di visualizzare ed indagare l'aspetto della cromosfera solare nella finestra di lunghezza d'onda di 1 A circa situata sull'ala violetta della riga Ca II K ,che comprende il punto di stazionarietà K1v.Sono state a tal fine elaborate, da un filmato acquisito con lo spettroscopio-spettroelioscopio VHIRSS, 7 immagini, ciascuna di 1 pixel, corrispondente a 0,029 A di banda passante, per un'ampiezza di 1,07 A.

La successione delle immagini nella direzione dal blu verso il rosso sino al centro riga mostra in modo evidente il drammatico cambiamento dell'intensità in emissione della riga in corrispondenza delle regioni attive e delle facole e quindi dei forti campi magnetici che le contraddistinguono, nonché la grande differenza esistente, all'interno della riga, tra le ali ed il centro CaII K3, dove risultano anche visibili le caratteristiche cromosferiche simili a quelle del centro della riga Ha, come i filamenti e le proturberanze.

La strumentazione utilizzata

La strumentazione utilizzata per l'indagine è stato VHIRSS, acronimo di Very High Resolution Solar Spectroscope, spettroscopio solare con capacità di spettroelioscopio digitale completamente autocostruito e messo a punto dal responsabile della Sezione Spettroscopia UAI.VHIRSS è uno spettroscopio autocollimante collegato ad un rifrattore di corta focale che proietta l'immagine solare sulle fenditura dello spettroscopio stesso, secondo lo schema indicato nella figura1.La videocamera digitale utilizzata è una Imaging Source DMK 41 con un sensore Sony ICX 205 AL con pixel da 4,65 micron.



Fig. 1 Schema dello spettroscopio-spettroelioscopio digitale VHIRSS

La scansione del disco solare è ottenuta ponendo il lembo inferiore dello stesso sul bordo della fenditura opportunamente chiusa (mediamente tra 1/20 ed 1/30 di mm) e facendo scorrere l'immagine del sole su di essa per effetto della rotazione terrestre attivando nel contempo la registrazione di un filmato con la videocamera digitale.L'inseguimento siderale della montatura sulla quale è posto lo strumento è disattivato.

Il filmato dello spettro solare centrato sulla riga di interesse sarà poi trasformato in singole immagini formato Fits con un programma di conversione AVI-Fits. In ogni singolo frame sarà infine possibile estrarre da ciascun pixel che forma la riga spettrale indagata, grazie ad un apposito algoritmo del programma freeware IRIS di C. Buil, od altri simili, immagini complete del disco,come nell'esempio di seguito illustrato per la riga Ha nella fig 2: in sintesi il software affianca alla colonna relativa al pixel scelto tante altre colonne di 1 pixel l'una per quante sono le immagini Fits dello spettro ottenute dal filmato .





Fig2- Esempio della modalità di scansione e di costruzione delle immagini

La procedura permette la emulazione totale di uno spettroeliografo di tipo convenzionale, consentendo di associare a ciascun pixel dell'immagine dello spettro lungo l'asse X e quindi ad una data lunghezza d'onda di dimensioni molto piccole (con VHIRSS ed una camera con pixel da 4.65 micron, 0,029 A) la corrispondente immagine solare.Mentre il formato dell'asse Y dell'immagine è quello nativo della camera usata,quello lungo l'asse X è dato dalla velocità di acquisizione scelta in rapporto alla durata della scansione: se , ad es, il formato immagine nativo è 960 x 1280 , le immagini che si otterranno saranno 960 X (To x Fps) dove To è il tempo necessario per effettuare la scansione del disco solare e Fps è il numero dei frames per secondo di acquisizione.Ammettendo quindi, per esempio, che To= 160 sec e Fps= 7,5, il formato immagine dell'asse X sarà 160 X 7,5= 1200.Avremo quindi delle immagini solari 960 X 1200 pixel.

Nonostante la relativa semplicità di costruzione e le imperfezioni conseguenti ad una costruzione casalinga VHIRSS è uno strumento capace di prestazioni notevoli in rapporto alle dimensioni esigue ed alla portatilità.Esso viene utilizzato per l'osservazione della cromosfera solare nelle lunghezze d'onda a 6562,85 A (Ha); 4861,33 A (H beta), 4340,47 (H gamma), 3933,68 (Ca II K) e 3968,47 A (CaII H).

Nelle figure 3, 4 si possono osservare due immagini del 13 maggio 2012 in luce H alpha a 6562,8 A e H beta a 4861,33 A.Nella fig 5 viene effettuato un confronto tra un'immagine Ha del 10 maggio 2012 con VHIRSS ed una dello stesso giorno dello Spettroeliografo dell'Osservatorio di Meudon a Parigi, di bel altro costo e potenzialità.Le righe orizzontali sono dovute a piccole imperfezioni della fenditura regolabile (commerciale, di basso costo).



Fig 3- Immagine Ha ottenuta con VHIRSS il 13 maggio 2012



Fig. 4- Immagine H beta con VHIRSS del 13 maggio 2012



Fig 5- Confronto tra un immagine Ha di VHIRSS del 10 maggio 2012 ed una dello Spettroeliografo dell 'Osservatorio di Paris Meudon.

VHIRSS si dimostra quindi uno strumento completo, facilmente usabile ed affidabile, al punto da non sfigurare nel confronto con strumenti professionali.

L'osservazione effettuata

Nel merito dello specifico lavoro di cui alle premesse, Nell'immagine della fig.6 è mostrato l'aspetto della cromosfera al centro riga Ca II K3 per una banda passante di 0,37 A (poco più del doppio di 0,15 della effettiva larghezza dello stesso K3): le principali features cromosferiche, come i filamenti e le protuberanze sul bordo appaiono netti e ben incisi, così come le zone facolari.L'immagine integrata del centro riga è stata ottenuta dalla media di 13 frames (6 a destra e 6 a sinistra del pixel corrispondente al centro riga)



Fig 6- Immagine del sole in luce CaIIK3 (centro riga) del 28 luglio 2012

La serie di 7 immagini solari che seguono, distanziate tra loro di 0,15 A e di 0,029 A ciascuna di banda passante che vanno nell'ala violetta della riga da 3932,61 A a 3933,68 A (centro riga), come indicato nella fig.7, danno l'idea dell'andamento e della sensibilità della riga del calcio ionizzato dal continuo verso il centro della stessa.Considerato che il coefficiente di assorbimento di una riga rispetto al continuo è funzione anche dell'altezza rispetto alla base della fotosfera e varia in Eaidio continuo la lunghezza d'onda (cfr modo con Landi Degl'Innocenti "Fisica Solare", Cap.5), la variazione del coefficiente di assorbimento della riga dall'ala verso il centro permette di effettuare una sorta di tomografia dell'altezza della zona di cromosfera osservata sino a giungere a circa 2000 Km dalla fotosfera nel centro riga K3.Ciascun frame corrisponderebbe guindi ad una zona dell' alta cromosfera . Notevolissimo il cambiamento dell'aspetto della cromosfera nell'ambito di un solo Angstrom, in primis per quanto concerne la variazione della sensibilità della riga ai campi magnetici delle regioni attive, con il passaggio da assorbimento in emissione, e poi per la visibilità dei filamenti e delle proturberanze.



Fig.7 posizione in lunghezza d'onda delle immagini oggetto della sequenza

Nella fig.8 la sequenza del filmato è condensata in 7 frames, dal bordo al centro riga, distanziati tra loro di 0,174 A



Fig 8- Sequenza di immagini da 3932,61 a 3933,68 A, intervallate tra loro da 0,174 A

Nella figura 9 (fonte NASA- Skylab) è mostrato il diagramma della atmosfera solare in base all'altezza, temperatura e densità.Da essa si può osservare il punto nel quale si colloca la parte di atmosfera solare osservata nel presente lavoro, al di sotto dei 2000 Km ed ai confini della zona di transizione tra Cromosfera e Corona.



Fig 9 -Diagramma dell'atmosfera solare in base all'altezza, temperatura e densità (fonte NASA –Skylab).

•