

La misurazione spettroscopica dei campi magnetici umbrali delle macchie solari del 2017

The spectroscopic measurement of umbral magnetic fields of sunspots in 2017:

Fulvio Mete

Abstract

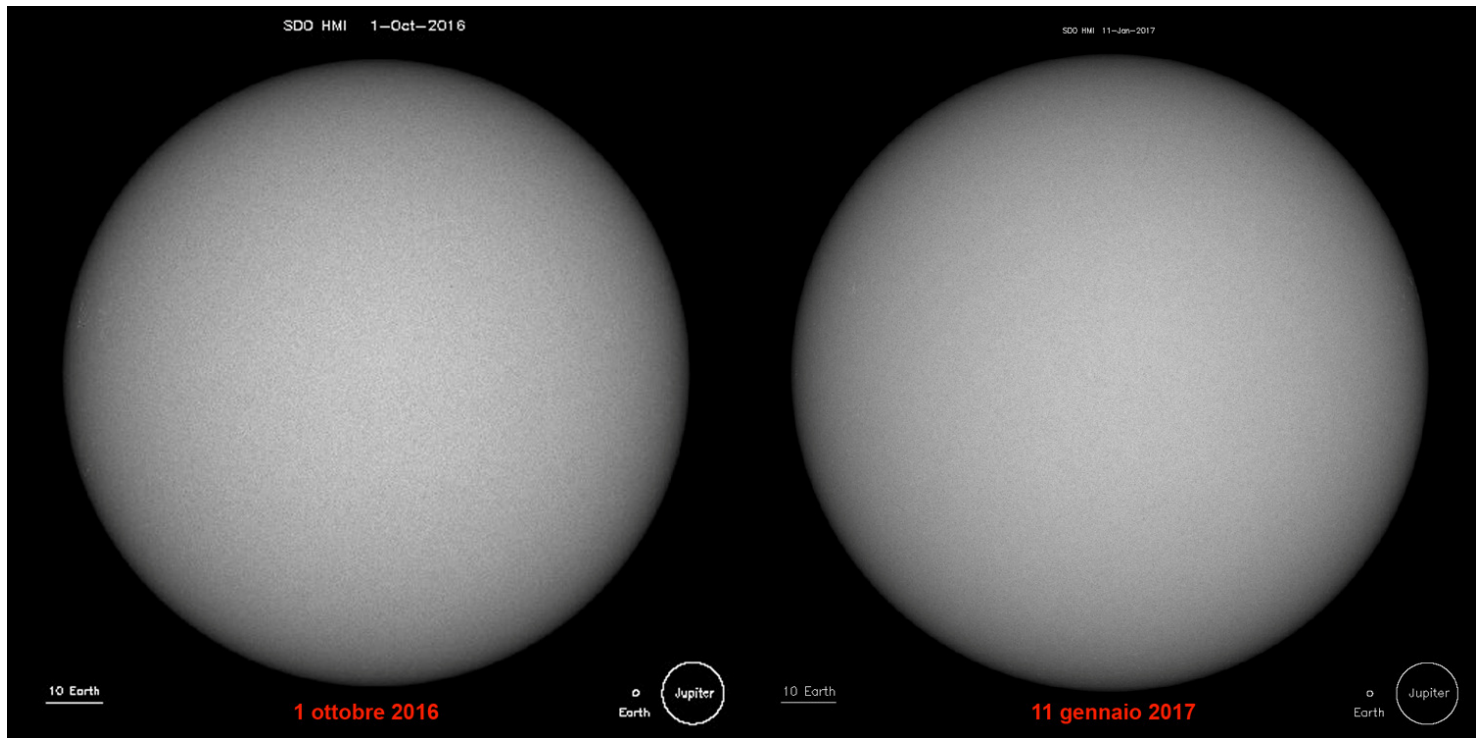
Here I present the measurement of the umbral magnetic field of main sunspots of year 2017 through Zeeman splitting of FeI 6173 Å line with a self made Hires spectroscope.

Premessa:

Pur tenendo conto che il ciclo 24 si avvia verso il minimo nel 2019, dal 1 ottobre 2016 sino a metà gennaio 2017, salvo pochi casi di interruzione del trend negativo con alcune piccole macchie, il sole ha nella maggior parte dei casi presentato l'aspetto indicato nella foto allegata (fonte SOHO-MDI), un disco quasi totalmente privo di macchie in zona fotosferica e di scarsissima attività a livello cromosferico. Nella prima metà dell'anno c'è stato un risveglio di attività, mentre la seconda metà del 2017 sembra aver segnato una certa inversione di tendenza, con alcune macchie di notevole estensione, seppure comunque inferiori a quelle dei precedenti cicli 22 e 23.

Premise:

Even taking into account that the 24 cycle is moving towards the minimum in 2019, from October 1st 2016 until mid-January 2017, the sun has presented, except few cases of interruption of the negative trend with a few sunspots, the appearance shown in the following picture (source SOHO-MDI), a disk totally free from sunspots in photospheric area and with very low-level of chromospheric activity. The first, and much more, the second half of the year 2017 seems to have marked a trend reversal, with some sunspots of noticeable extension, although lower than those of previous cycles 22 and 23.



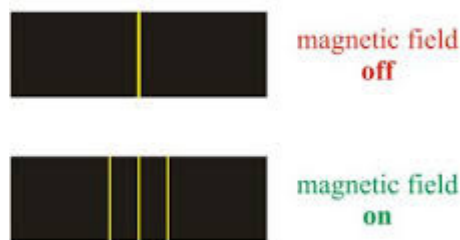
Un breve richiamo sull'effetto Zeeman inverso

A short recall on the inverse Zeeman effect

Nella maggior parte degli atomi, esistono diverse configurazioni elettroniche che possiedono la medesima energia, quindi le transizioni tra differenti coppie di configurazioni corrispondono a una singola linea spettrale. La presenza di un campo magnetico esterno provoca la separazione dei livelli energetici, interagendo in modo differente con gli elettroni in funzione dei differenti numeri quantici e modificando leggermente le loro energie. Il risultato è che da differenti configurazioni che possiedono la stessa energia si ottengono energie leggermente diverse, che producono linee spettrali molto ravvicinate.

A brief review on the inverse Zeeman effect.

In most of the atoms, there are various electronic configurations that possess the same energy, then the transitions between different pairs of configurations correspond to a single spectral line. The presence of an external magnetic field causes the separation of the energy levels, interacting differently with the electrons as a function of the different quantum numbers and slightly modifying their energies. The result is that for different configurations that possess the same energy are obtained slightly different energies, that produce closely spaced spectral lines.



L'effetto Zeeman consiste nell'allargamento o la divisione in più parti di una riga spettrale per effetto di un campo magnetico. In astrofisica, l'astronomo americano George Ellery Hale fu il primo ad osservare tale effetto sul campo magnetico delle macchie solari. Oggi lo stesso effetto viene sfruttato per ottenere magnetogrammi della superficie solare.

Più in particolare si può definire l'Effetto Zeeman come il fenomeno fisico collegato alla scomposizione dei livelli atomici di energia o delle righe dello spettro dovuta all'azione di un campo magnetico esterno. Pieter Zeeman, il fisico olandese che vinse nel 1902 il premio Nobel per la scoperta dell'effetto che da lui prese il nome, si accorse sperimentalmente che, in presenza di un campo magnetico orientato perpendicolarmente, alcune righe spettrali si scomponivano in tre righe diverse (effetto Zeeman ortogonale) mentre con un campo magnetico orientato parallelamente all'oggetto le righe della scomposizione erano due, e quella centrale scompariva (effetto Zeeman longitudinale). Successivamente ci si rese conto che la scomposizione era molto più complessa di quanto apparisse e, in relazione allo spin dell'elettrone si parlò di effetto Zeeman anomalo o normale. Se la riga è in emissione si parla di effetto diretto, mentre se è in assorbimento, di effetto Zeeman inverso.

Dal punto di vista dell'astronomia amatoriale, il fenomeno in questione è molto difficile da osservare per il semplice fatto che richiede poteri risolutivi spettrali molto elevati (a mio avviso > 60.000) ed una certa dimestichezza con le righe dello spettro solare per l'individuazione delle righe del ferro interessate al fenomeno, tra cui in primis quelle Fe1 a 6173 ed a 6302 Å. La registrazione dell'effetto Zeeman sulle righe solari costituisce quindi una vera sfida per l'amatore che si occupa di spettroscopia e per la sua strumentazione.

The Zeeman effect consists in widening or the division into more parts of a spectral line due to a magnetic field. In astrophysics, the American astronomer George Ellery Hale was the first to observe this effect on the magnetic field of sunspots. Today the same effect is used to get magnetograms of the solar surface.

More specifically you can define the Zeeman effect as the physical phenomenon linked to the breakdown of atomic energy levels or of spectral lines due to the action of an external magnetic field. Pieter Zeeman, Dutch physicist who won the Nobel Prize in 1902 for the discovery of the effect which bears his name, noticed experimentally that, in the presence of a magnetic field oriented perpendicularly, some spectral lines were blown to pieces in three different lines (orthogonal Zeeman effect)) while with a magnetic field oriented parallel to the object the lines of the decomposition were two, and the middle one disappeared (the longitudinal Zeeman effect) . Furthermore it was realized that the decomposition was much more complex than it appeared and, in relation to the electron spin was talk of anomalous Zeeman

effect or normal. If the line is in emission is called direct Zeeman effect, while if it is in absorption, inverse Zeeman effect.

From the point of view of amateur astronomy, the phenomenon in question is very difficult to observe for the simple fact that requires very high spectral decisive powers (in my opinion > 60,000) and a certain familiarity with the lines of the solar spectrum for the identification of iron lines affected to the phenomenon, including primarily those Fe I at 6173 and 6302 Å. Recording Zeeman effect on the solar lines is thus a real challenge for the amateur who deals with spectroscopy and its instrumentation.

Le seguenti sono alcune righe del ferro particolarmente sensibili all'effetto Zeeman, ed individuate da amatori specializzati nel campo.

The following iron lines are particularly sensitive to Zeeman effect:

Fe I 6173.3 Å

Fe I 6302.5 Å

Fe I 6137.0 Å

Altre righe Zeeman sensibili:

Some others lines

**Ca I 6572.8 Å,
Fe I 6574.3 Å,
Fe I 6575.0 Å, (nearby water line)
Ti I 6554.2 Å
Ti I 6556.1 Å
Ca I 6572.8 Å
Ti I 5426.3 Å,
Mn I 5432.6 Å
Fe I 5225.5 Å
Cr I 5247.6 Å
Fe I 5250.2 Å**

Revisione della procedura

L'esperienza del 2016 è stata fondamentale per la comprensione delle potenzialità e dei limiti del sistema da me concepito per la misurazione dei campi magnetici delle macchie solari per mezzo dell'effetto Zeeman inverso. La vera novità rispetto alle precedenti osservazioni è stato l'uso di una fenditura fissa da 5 micron, acquistata da Edmund Optics ai primi di gennaio 2017: e devo dire che questa è stata un'arma vincente, in quanto mi ha fatto ottenere un notevole guadagno in risoluzione spettrale, che ha toccato $R = 100000$ in condizioni di seeing buono e con l'applicazione del solito filtro wavelet. La fenditura fissa, lavorata al laser di precisione, ha fatto diminuire le potenziali fonti di errore dovute alla fenditura stessa, circoscrivendo gli errori al seeing diurno ed al software di elaborazione dello spettro e di determinazione dei centri delle righe Zeeman. L'uso di una fenditura molto stretta, se da un lato permette di accostarsi alla misura di macchie di minore estensione e quindi allarga notevolmente il campo di usabilità dei miei strumenti, postula tuttavia l'uso di una procedura più rigorosa, per evitare errori dovuti al seeing ed al software di gestione.

1- Errori dovuti al seeing

Gli errori dovuti al seeing possono ritenersi controllati in modo sufficiente dallo stacking di circa 300- 500 frames singoli, che vengono mediati tra loro.

2-Errori dovuti al software di conversione dello spettro e di determinazione dei centri riga.

L'uso di un filtro wavelet per individuare le righe splittate è quasi obbligato, ma questa operazione ha tuttavia il prezzo di aumentare notevolmente il rumore dello spettro bidimensionale e del profilo relativo. Del resto la semplice valutazione dei centri riga in pixel sullo spettro bidimensionale, con la relativa differenza da moltiplicare per la dispersione in Angstrom è per forza di cose imprecisa. Errori di centesimi di Angstrom, che potrebbero sembrare insignificanti possono in realtà far cambiare in modo notevole il risultato della misura: l'errore di 1 pixel nel centro riga alla dispersione di 0.021 Å/pixel è infatti pari ad un valore 0.0105 Å e di ben 236 Gauss nel valore di B :del resto, come si è detto, Visual Spec e gli altri software analoghi sono stati concepiti per misurare righe dritte e non fortemente inclinate tra loro in misura opposta (a parte la loro sovrapposizione all'ombra molto scura della macchia): è quindi assolutamente necessario definire un sistema di valutazione degli errori del software di conversione. Sia ben chiaro che si entra in un campo assolutamente precluso agli amatori, nel quale operano strumenti sofisticati da milioni di euro, e nel quale ogni passo ulteriore è una sfida. Del resto la potenzialità di strumenti come VHIRSS e Solarscan ne esce notevolmente estesa ed enfatizzata nei risultati.

le linee guida delle mie osservazioni di misurazione dei campi magnetici delle macchie solari, alla luce dei necessari miglioramenti, possono così sintetizzarsi:

1- Acquisizione di 3 o più filmati dello spettro della riga interessata e della macchia di circa 400- 500 frames ad un frame rate di 1/15 di sec (o superiore). Se possibile, ma non sempre lo è, cercare di operare una flat. La camera di acquisizione deve avere una risoluzione e sensibilità sufficiente, ma direi un sensore di almeno ½ di pollice e 1280 x 1024 pixel di risoluzione. Scegliere il migliore filmato, quello in cui la separazione della riga è meglio visibile.

2- Media dei frames ed estrazione di uno spettro mediato con un leggero filtro wavelet (che ovviamente dovrà essere sempre lo stesso per tutte le osservazioni del genere). L'operazione di media consente di abbattere in misura notevole gli effetti del seeing. Correzione dello spettro bidimensionale per lo slant o smile con IRIS od altro programma equivalente.

3- Estrarre il profilo dello spettro. Per fare ciò è necessario che il binning sia quanto più stretto possibile (pochi pixel) e centrato sulla striscia scura che attraversa lo spettro, l'ombra della macchia; ciò al fine di limitare al massimo l'errore del programma di estrazione del profilo spettrale che opera su righe Zeeman oblique rispetto al piano spettrale. Il profilo andrà poi calibrato in lunghezza d'onda, corretto per la risposta e normalizzato.

4- Definire provvisoriamente ed in via di massima i centri delle righe verso il blu e verso il rosso sullo spettro bidimensionale con un programma di fotoritocco per fotografia astronomica (Maxim DL, Astroart, Iris, etc), quindi farne la differenza in pixel, moltiplicare la stessa per la dispersione dello spettro per ottenere la differenza in Angstrom, che servirà come dato di orientamento e controllo per quella più precisa operata sul profilo spettrale.

5- Operare sul profilo spettrale per ottenere i centri riga in Angstrom (in Visual Spec può essere utile "allargare" il profilo lungo l'asse x con la rotellina del mouse) per rendere meglio visibili i centri riga. Può inoltre essere utile, per operare la selezione necessaria per definire il centro riga, individuare con esattezza il continuo, che in caso di spettro rumoroso è impreciso. In tal caso VSpec aiuta con la procedura di definizione del continuo automatico, che applica un filtro Spline al continuo stesso.

6- Una volta delimitati i centri delle righe Zeeman splittate si operano tre misure del loro valore in Angstrom e si mediano tra loro, facendo poi la differenza dei risultati. Si ripete l'operazione almeno per tre volte, ottenendo tre valori della reciproca distanza tra i due centri riga dai quali si ottiene la media finale (che divisa per due darà il valore di D_{λ} per il calcolo di B) mentre la semidispersione massima o la deviazione standard (nel caso di misure oltre le tre) di tale media, sempre divisa per 2, definirà l'errore della misura. Tale procedura potrà sembrare macchinosa, ma è il minimo da fare per ottenere valori di una sufficiente precisione in considerazione della strumentazione amatoriale usata.

Revision and improvements in the procedure of measurement of solar sunspot magnetic fields

The experience of 2016 has been fundamental to the understanding of the potential and limitations of the system I designed to measure the magnetic fields of sunspots. The real novelty compared to previous observations was the use of a fixed 5 micron slit, purchased by Edmund Optics in early January and I can say that this was a winning choice, because I did get a significant gain in spectral resolution, which reached $R = 100,000$ in good seeing conditions and with the application as usual, of a wavelet filter. The fixed slit, machined by a precision laser, decreased potential sources of error due to the slit itself, circumscribing errors to daytime seeing, and to the spectrum processing software and determination of the Zeeman lines centers.

The use of a very narrow slit, if from one side allows to approach to the measurement of sunspots of smaller extent and thus considerably enlarges the field of usability of my instruments, however, presupposes the use of a more rigorous procedure, to avoid errors due to the seeing and the software.

1- Errors due to seeing

Errors due to seeing can be considered controlled sufficiently by the stacking of about 300- 500 individual frames, which are mediated.

2-Errors due to the spectrum conversion software and the determination of line centers.

The use of a wavelet filter to locate the splitted lines is almost obligatory, but this operation has however the price of greatly increase the noise of the two-dimensional spectrum and the related profile. However, the simple evaluation of the pixels of the line centers in the two-dimensional spectrum, with their difference multiplied by the dispersion in Angstrom is necessarily inaccurate. Errors of hundredth of an Angstrom, that may seem insignificant can actually dramatically change the outcome of the measurement: the error of 1 pixel in the center line is, at dispersion of 0.021 Å/pixel equal to 225 Gauss in the measure of B, but conversion software, VSpec and other similar, have been conceived to measure straighten lines, and not inclined ones (apart the uncertainty of their superimposing to the sunspot umbra. Is then mandatory to define a strict procedure per the evaluation of software conversion errors .But you are now entering in a field absolutely precluded to amateurs, in which each step is a further challenge. In every case the potential of instruments like VHIRSS and Solarscan comes out greatly extended and emphasized in the results.

The guidelines of my observations of measurement of solar sunspot magnetic fields, can be summarized as follows:

1-Capture three or more 400- 500 frames videos at a frame rate of 1/15 fps (or higher) .You can, but not always so, try to make a flat. The capture camera for acquisition of a movie of the spectrum of the line and the sunspot shall have a sufficient resolution and sensitivity, I would say a sensor of at least ½ inch and about 1280 x 1024 pixels.Choose the better between the video acquired.

2- Median of frames of the video and extraction (with a software as Registax,Iris,Autostakkert, etc) of an average spectrum with a light wavelet filter (which of course will always be the same for all such observations) .Correction of the bidimensional spectrum for the slant or smile with IRIS or other equivalent software.

3- Extract the profile of spectrum: I use Visual Spec, but also others free software do the job (Isis,BASS,etc). This requires that the binning is as tight as possible (a few pixels) and centered on the dark stripe running through the spectrum, the umbra of the sunspot; this in order to minimize the error of the software in the extraction of the spectral profile, considering that it operates on the Zeeman lines oblique with respect to the spectral plane.The profile will then be calibrated in wavelength, corrected for the response and normalized.

4- Provisionally define roughly the centers of the lines towards the blue and toward the red with a photo editing program for astrophotography (Maxim DL, Astroart, Iris, etc), then make the difference in pixels, multiply the same for the dispersion of the spectrum to obtain the difference in Angstroms between the two lines, which will serve as a system of guidance and control for the one, more precise,to be operated on the spectral profile.

5- To work on the spectral profile to get the splitted line centers in Angstrom (in Visual Spec can be useful "enlarge" the contour along the x axis with the mouse wheel) to make more visible the lines itself.

It may also be useful to operate the selection necessary to define the center line, to pinpoint the continuous, that in case of noisy spectrum is quite inaccurate: in this case Visual Spec helps with the continuum automatic setting routine, which applies a spline filter to the continuum.

6- Once selected the centers of the two splitted Zeeman lines we will operate three measurements of their values in Angstrom and after the difference between the median of such values.We'll repeat the operation for three times, and with the three numbers showing the distance between the two lines we will make the final median that is divided by two to get the d lambda for the definition of the magnetic field in Gauss.The half

maximum dispersion or standard deviation (in the case of more than three of the median), divided by two, will show the error.

Stabilita la procedura usata, qui di seguito i dati della principali macchie solari del 2017 , undici in tutto.

Given the procedure used, hereunder the data of the 11 main sunspots in 2017.

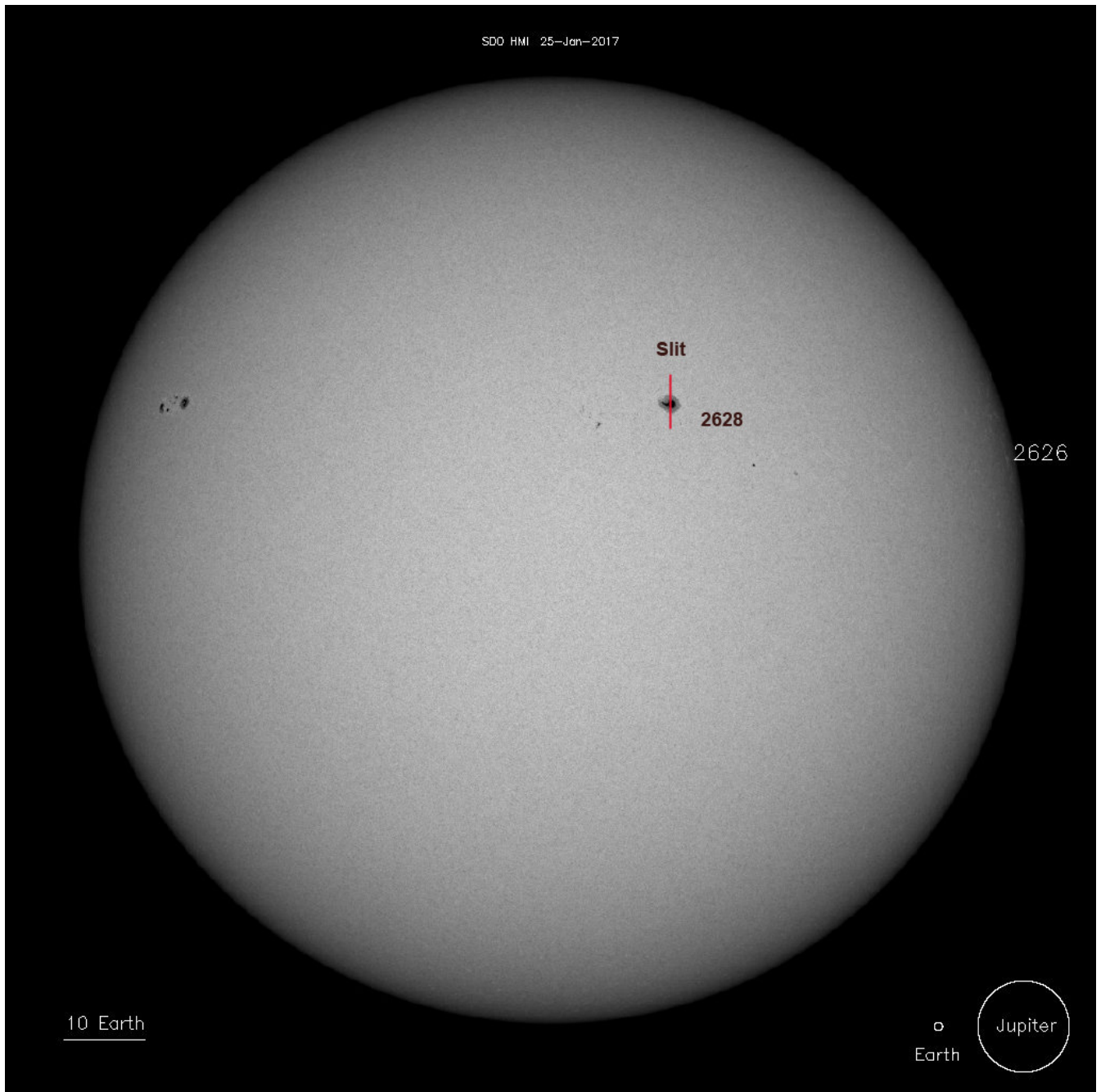
AR 2628- 25 gennaio 2017

Il target

Un minimo segno di ripresa di attività si è avuto nella seconda metà di gennaio 2017, con una macchia di appena discreta estensione, la AR 2628, che ho ritenuto essere un buon campo di prova per testare la nuova fenditura per Solarscan, da soli 5 micron, di cui ho detto in precedenza. Mi aspettavo infatti un miglioramento di risoluzione spettrale tale da poter apprezzare l'effetto Zeeman anche in macchie di modesta estensione come quella in questione.

The target

Minimal signs of recovery of activity has had in the second half of January 2017, with a sunspot of sufficient extension, the AR 2628, that I felt to be a good testing ground to test the new slit for Solarscan, of only 5 microns, I said before. Then I was expecting an improvement in spectral resolution capable to detect the Zeeman effect even in modest extension sunspots such as the one in question.



L'AR 2628 con la posizione della fenditura il 25 gennaio 2017 (fonte SDO-HMI).

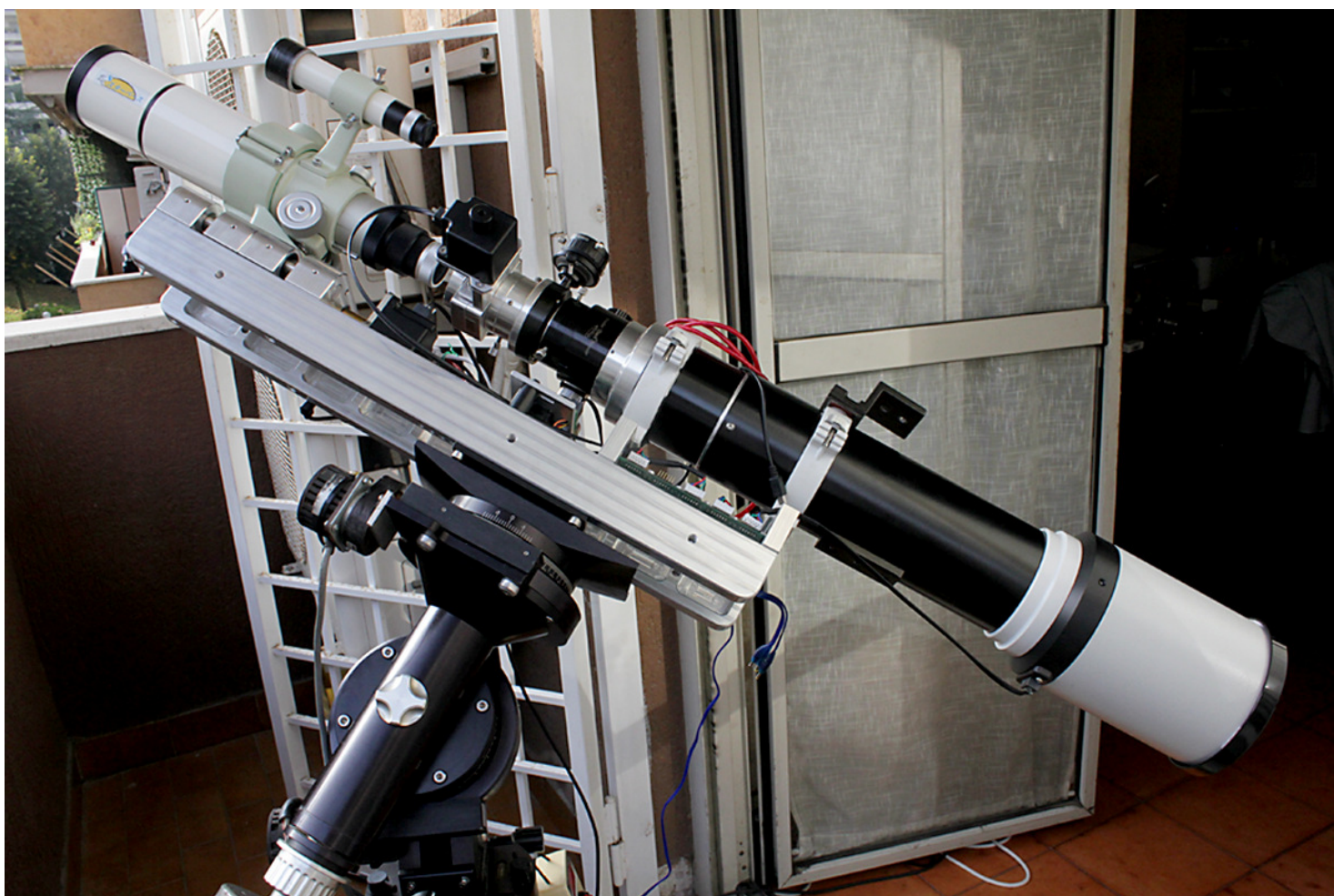
AR 2628 with the position of the slit on january, 25, 2017 (source SDO-HMI).

La strumentazione usata

La strumentazione usata è stata quella dei casi precedenti: Lo spettrografo Hires Solarscan sviluppato, su progetto di chi scrive, dalla nota ditta Avalon di Aprilia (RM): Si tratta di uno strumento di alta qualità tecnologica e meccanica completamente automatizzato e remotizzabile, capace di risoluzioni spettrali anche notevolmente superiori a $R = 60000$ in un peso di 15 Kg e una lunghezza di circa 110 cm, quindi perfettamente gestibile da una sola persona su montature equatoriali di classe media come Losmandy G11 ed Avalon M1. La camera era una IS DMK 41, con sensore Sony ICX 285 AL da 1280×1024 su montatura Losmandy G 11. C'è da dire, a proposito della camera, che, pur avendo recentemente acquistato una DMK 51 da 1600×1200 , mi è sembrato che la 41 sia più sensibile ed adatta per lavori al limite della strumentazione, come quello in discorso. La vera novità rispetto alle precedenti osservazioni è stato l'uso, come detto, di una fenditura fissa da 5 micron. La macchia 2628 era infatti poco estesa, ed ho molti dubbi che sarei riuscito a rivelarne l'effetto Zeeman senza l'uso della nuova fenditura. Allo schema originale dello strumento ho apportato ulteriori modifiche per rendere possibile il suo funzionamento anche in condizioni limite, tenendo conto che il calore solare al fuoco dell'obiettivo è ora concentrato su una sottilissima sfoglia di alluminio e che la stessa non deve deformarsi.

The equipment used

The equipment used was that of the previous cases: The Hires spectrograph Solarscan developed, on my layout, by the known firm Avalon of Aprilia (Rome) capable of remote operation, and a camera DMK 41, with Sony ICX 285 AL sensor 1280×1024 on Losmandy G 11 mount. I must say, about the camera, which, although having recently purchased a DMK 51 1600×1200 , it seemed that the 41 is more sensitive and suitable for work at the limit of the equipment, like the one in topic. The sunspot 2628 was in fact small and I have many doubts that I would be able to reveal the Zeeman effect without the use of the new slit.



L'osservazione

The observation

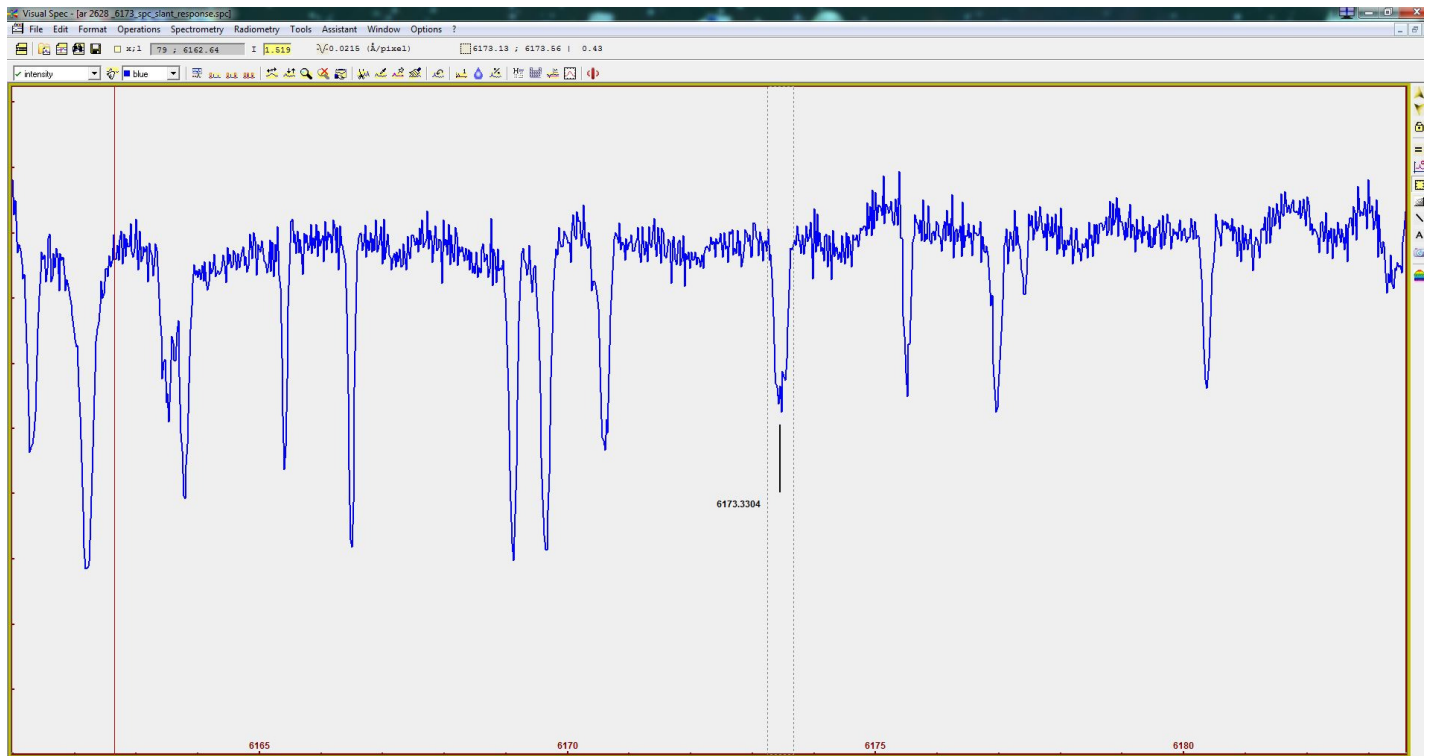
Lo spettro bidimensionale, ottenuto dalla media di ca 300 frames del migliore tra 4 video era il seguente:

The bidimensional spectrum, obtained from the median of 300 frames of the better of 4 videos was the following:



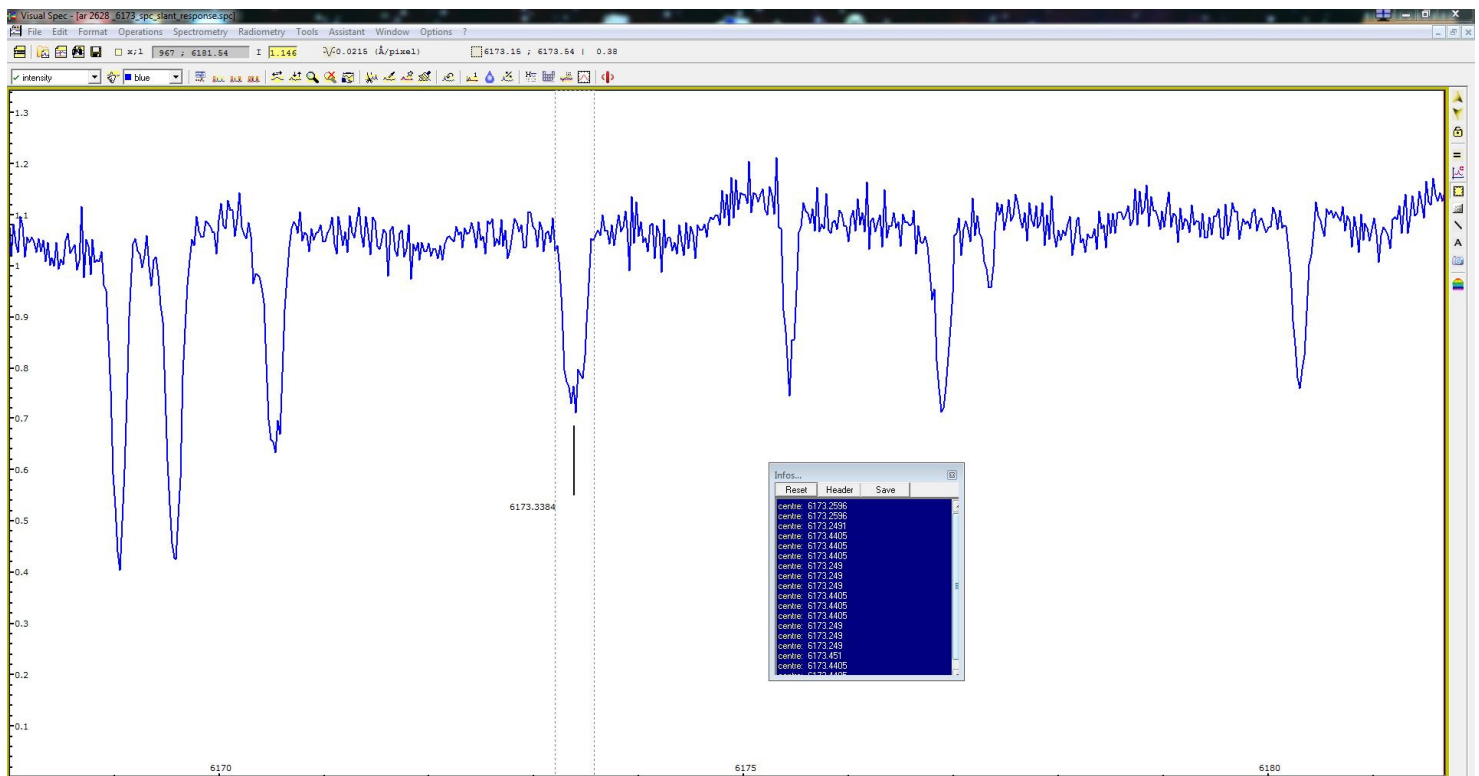
Ed il suo profilo

And its profile



Lo spettro allargato lungo l'asse x per la migliore identificazione dei centri riga splittati e, nel menu a tendina blu, i risultati delle tre misurazioni (ciascuna a sua volta media di tre).

The spectrum enlarged along x axis to enhance the center of the splitted lines and, in the blue drop down menu, the result of three measures (each in turn composed of three measure)



La procedura descritta, per quanto laboriosa, sembra funzionare abbastanza bene e forniva i seguenti risultati per i centri delle due righe , quella verso la parte blu dello spettro e quella verso il rosso.

The described procedure, although laborious, seems to work quite well, and gave the following results for the two center lines and their differences.

<i>Toward blue line</i>	<i>Toward red line</i>	<i>Difference</i>	<i>Difference/2 (d Lambda)</i>
0.2596	0.4405		
0.2596	0.4405		
0.2491	0.4405		
<i>Median: 0.2561</i>	<i>Median: 0.4405</i>	<i>0.1844</i>	<i>0.0922</i>
0.2490	0.4405		

0.2490	0.4405		
0.2490	0.4405		
Median: 0.2490	Median: 0.4405	0.1915	0.0957
0.2490	0.4510		
0.2490	0.4405		
0.2490	0.4405		
Median: 0.2490	Median: 0.4440	0.1950	0.0975
	Median of differences	0.1930	0.0965

Ricordando la formula di B citata nel precedente articolo:

Remembering the B formula:

La relazione tra $\Delta\lambda$ ed il campo magnetico B è:
the relation between and the magnetic field is :

$$(1) \quad \Delta\lambda = \frac{\pi \cdot e}{m_e} \cdot \frac{\lambda^2}{c} \cdot g \cdot B$$

$$(2) \quad \Delta\lambda = 4.67 \cdot 10^{-13} \cdot \lambda^2 \cdot g \cdot B$$

dove:

B è il campo magnetico in Gauss
is the magnetic field in Gauss

λ è la lunghezza d'onda della riga;
is the wavelenght of the line

e è la carica dell'elettrone;
is the charge of electron

m_e è la massa dell'elettrone
is the mass of electron

c è la velocità della luce
is the speedy of light

g il fattore di Landè della riga
is the Landè factor of the line

dalla precedente (2) si ottiene:
from the (2) we obtain:

$$(3) \quad B = \frac{\Delta\lambda}{4.67 \cdot 10^{-13} \cdot \lambda^2 \cdot g}$$

In definitiva, per la riga a 6173.34 Å con un fattore di Landè 2.5 è (valori arrotondati a 1/100):

$$B = \frac{0.0965}{\frac{4.67 \cdot 38110127 \cdot 2.5}{10^{13}}} = \frac{0.0965 \cdot 10^{13}}{444935733} = 2169 \text{ Gauss}$$

Per il calcolo dell'errore statistico sul d lambda ottenuto si è usato il sistema della semi dispersione massima, già usato in precedenza e sufficientemente affidabile per tre misure; era quindi:

The calculation of statistical error on d lambda was done with the half maximum dispersion method, quite reliable with only three measures, was then:

$$0.0975 - 0.0922 / 2 = 0.00265$$

$$0.00265 \times 10^{13} = 59 \text{ Gauss}$$

$$444935733$$

Quindi il valore trovato era :

$$\text{Then the final value was : } B = 2169 \pm 59 \text{ Gauss}$$

Nota : Dati della macchia dal catalogo DPD:

Note: sunspot data from DPD catalogue ;source: <http://fenyi.solarobs.csfk.mta.hu/>

Dati dell'intero gruppo; whole group data

Group	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	B	L	LCM	Pos angle
12628	87	481	45	259	12.30	177.73	12.88	352.08

Dati relativi alla sola macchia più grande, sulla quale era applicata la fenditura

Data of the only bigger spot, where was the slit

	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	Pos. angle
	71	420	38	226	322.06

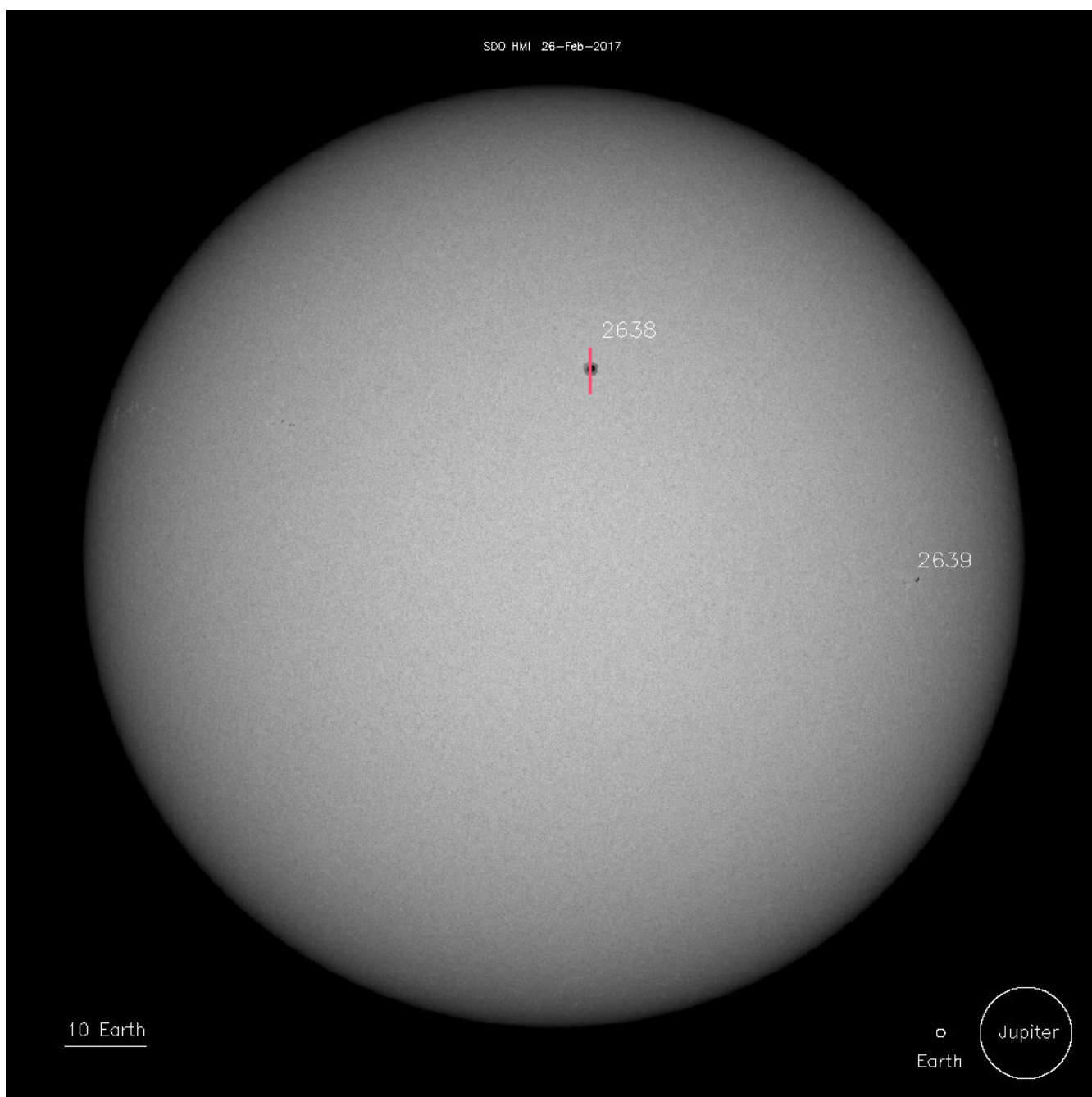
AR 2638 - 26 febbraio 2017

Il target

Si trattava di una regione attiva limitata e di una macchia piccola, di superficie appena superiore a quella terrestre, la più piccola da me osservata sinora con Solarscan: questo rendeva difficile l'osservazione dell'effetto Zeeman sulla solita riga del ferro, ma comunque valeva provare.

The target

It was a limited active region and a small sunspot, just above the Earth's surface, the smallest from me so far observed with Solarscan: this made it difficult the observation of the Zeeman effect on the usual iron line, but still worth try.



La macchia AR 2638 il 26 febbraio 2017- fonte SDO-HMI

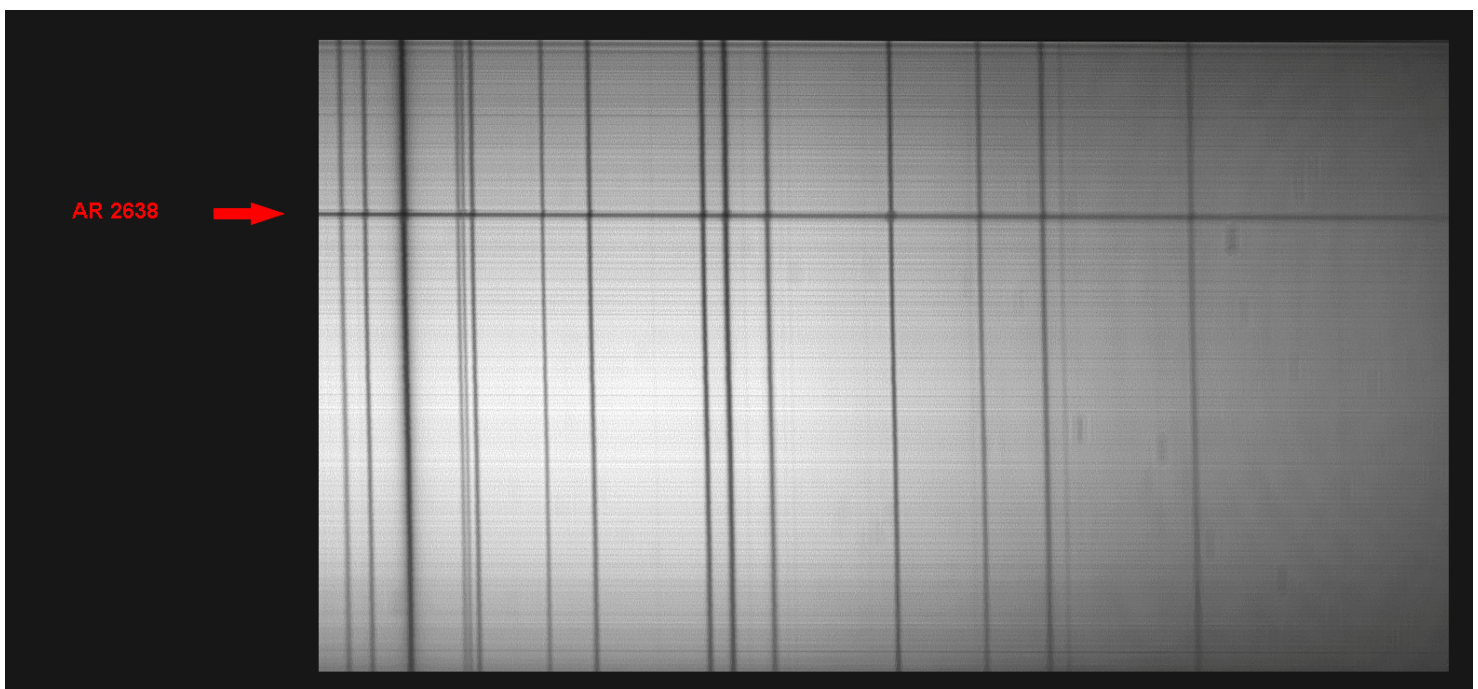
Sunspot AR 2638 on february, 26, 2017 source SDO-HMI

L'osservazione

Lo spettro bidimensionale, ottenuto dalla media di 300 frames su un video di 500. Tale video era stato considerato il migliore di una serie di 4, presi in una giornata di seeing cattivo.

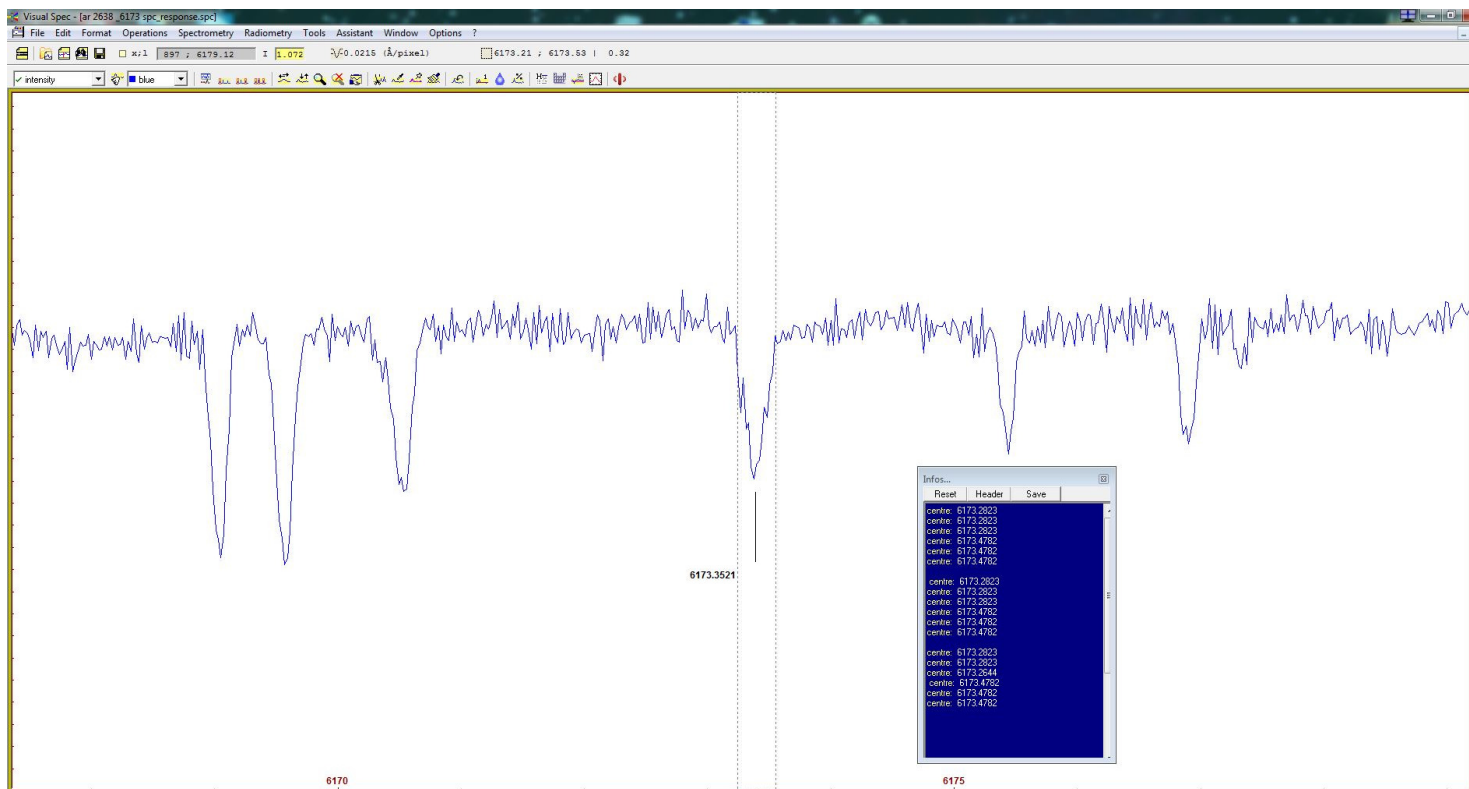
The observation

The two-dimensional spectrum, obtained from the average of 300 video frames of a video of 500. This had been considered the best of a series of 4, taken on a day of bad seeing.



E, di seguito, il profilo spettrale coi centri riga (3 misure per ciascun centro riga x 3 volte)

And, hereunder, the spectral profile with the line centers (three measures for each line center for three times).



Le differenze delle medie delle tre misure ed il d lambda sono state rispettivamente pari a:

The difference of the median of the three measures and d lambda were:

<i>Differenza</i>	<i>d lambda</i>
<i>0.1959</i>	<i>0.0979</i>
<i>0.1959</i>	<i>0.0979</i>
<i>0.2019</i>	<i>0.1009</i>

E la loro media pari a

And their median of

0.1979 A ; d /lambda di 0.0989

Quindi, applicando la formula precedente:

Then, applying the previous formula:

$$0.0989 \times 10^{13} = 2223 \text{ Gauss}$$

444935733

E l'errore:

And the error:

$$0.1009 - 0.0979 / 2 = 0.0015 \text{ A, ovvero:}$$

$$0.0015 \times 10^{13} = 34 \text{ Gauss}$$

444935733

Quindi **B= 2223 +- 34 Gauss**

Nota : Dati della macchia dal catalogo DPD:

Note: sunspot data from DPD catalogue ;source: <http://fenyi.solarobs.csfk.mta.hu/>

Dati dell'intero gruppo; whole group data

group	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	B	L	Pos. angle
12638	43	292	23	162	16.68	107.74	349.94

Dati relativi alla sola macchia più grande, sulla quale era applicata la fenditura

Data of the only bigger spot, where was the slit

Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	Pos. angle
41	255	22	138	330.15

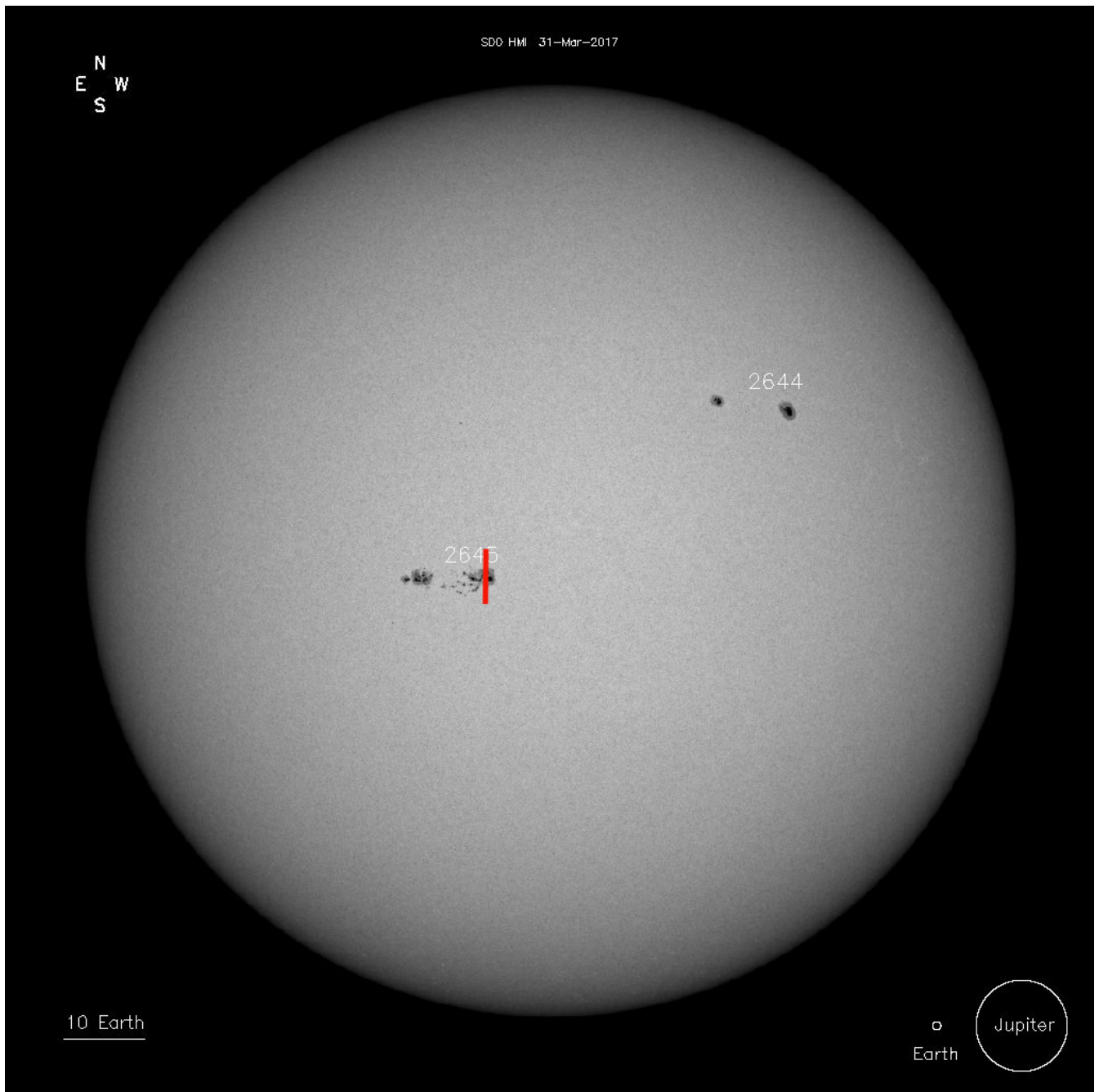
AR 2645 - 31 marzo 2017

Il target

Si trattava di una regione attiva formata da un gruppo bipolare con altre piccole macchie con penombra estesa ed ombra piuttosto ridotta, esteso in direzione est-ovest: la fenditura era posta sulla seconda macchia verso ovest.

The target

It was an active region formed by small sunspot, in a bipolar group, with a wide penumbra and small umbra, extended in est-west direction. The slit was put on the second sunspot.

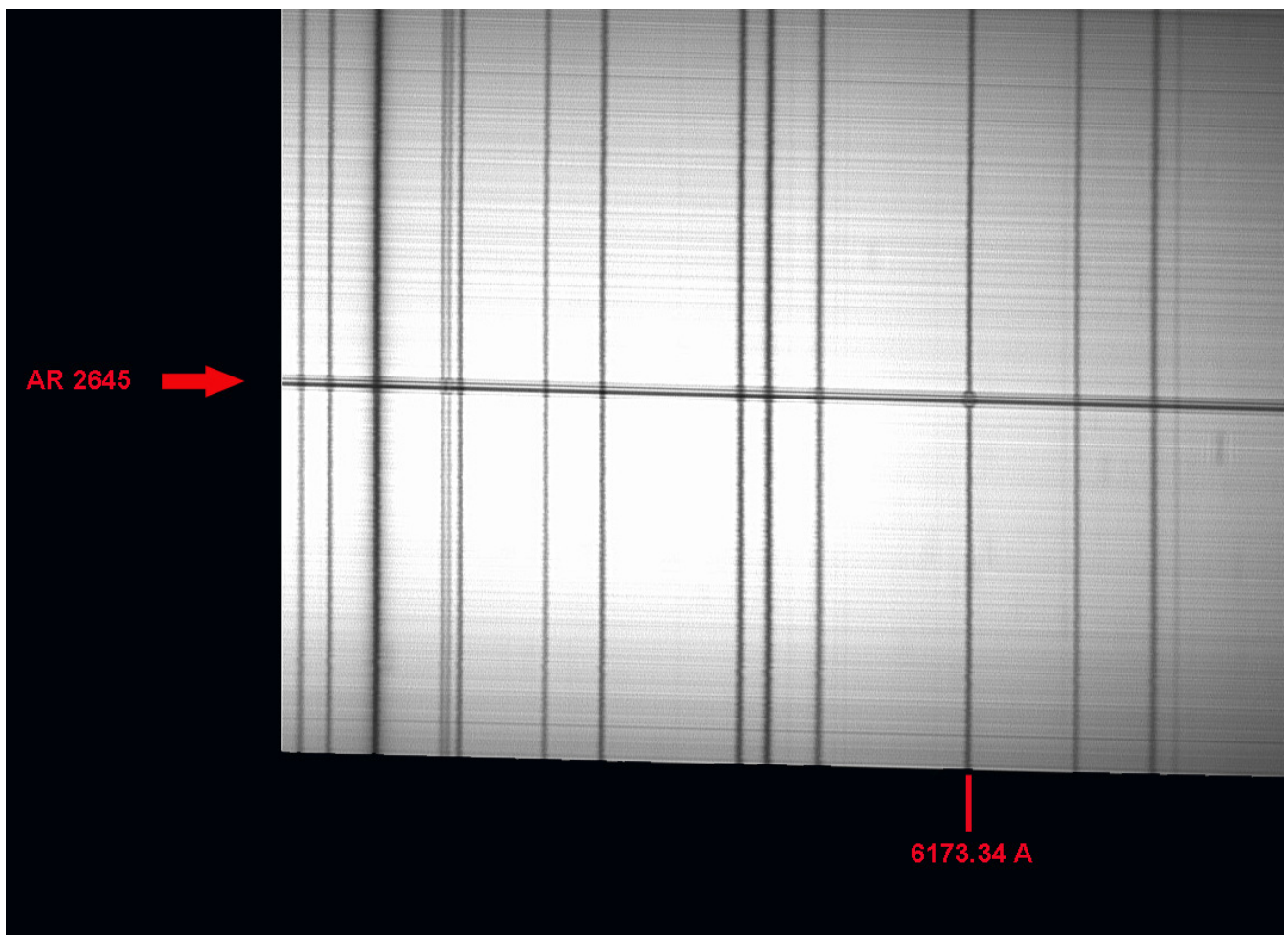


L'osservazione

Lo spettro bidimensionale, ottenuto dalla media di 600 frames su un video di 800. Tale video era stato considerato il migliore di una serie di 3.

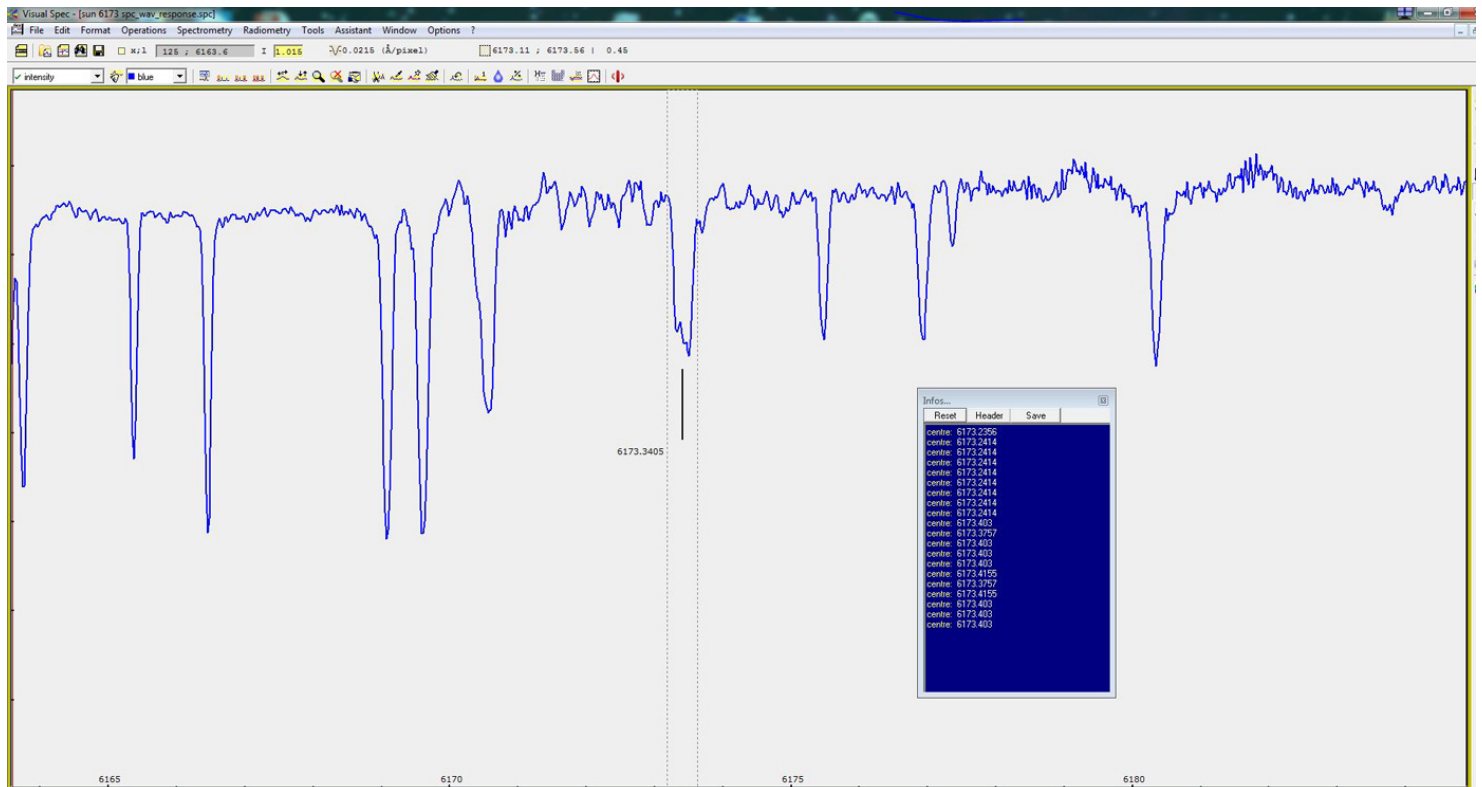
The observation

The two-dimensional spectrum, obtained from the average of 600 video frames of a video of 800. This had been considered the best of a series of 3.



E, di seguito, il profilo spettrale, calibrato come d'uso, coi centri riga (3 misure per ciascun centro riga x 3 volte)

And, hereunder, the spectral profile, calibrated as usual, with the line centers (three measures for each line center for three times).



Le differenze delle medie delle tre misure ed il relativo d lambda sono state rispettivamente pari a:

The difference of the median of the three measures and related d lambda were:

Differenza d lambda

0.1545 0.0772

0.1657 0.0828

0.1566 0.0783

E la loro media pari a

And their median of

0.1589 A ; d /lambda di 0.0794

Quindi, applicando la formula precedente:

Then, applying the previous formula:

$$0.0794 \times 10^{13} = 1785 \text{ Gauss}$$

444935733

E l'errore:

And the error:

$$0.0828 - 0.0772 / 2 = 0.0028 \text{ A, ovvero:}$$

$$0.0028 \times 10^{13} = 63 \text{ Gauss}$$

444935733

Quindi $B = 1785 \pm 63 \text{ Gauss}$

Nota : Dati della macchia dal catalogo DPD:

Note: sunspot data from DPD catalogue ;source: <http://fenyi.solarobs.csfk.mta.hu/>

Dati dell'intero gruppo; whole group data

group	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	B	L	LCM	Pos. Angle:
12645	277	1225	140	626	-9.82	15.91	-12.61	106.78

Dati relativi alla parte centrale della macchia principale dove si trovava la fenditura

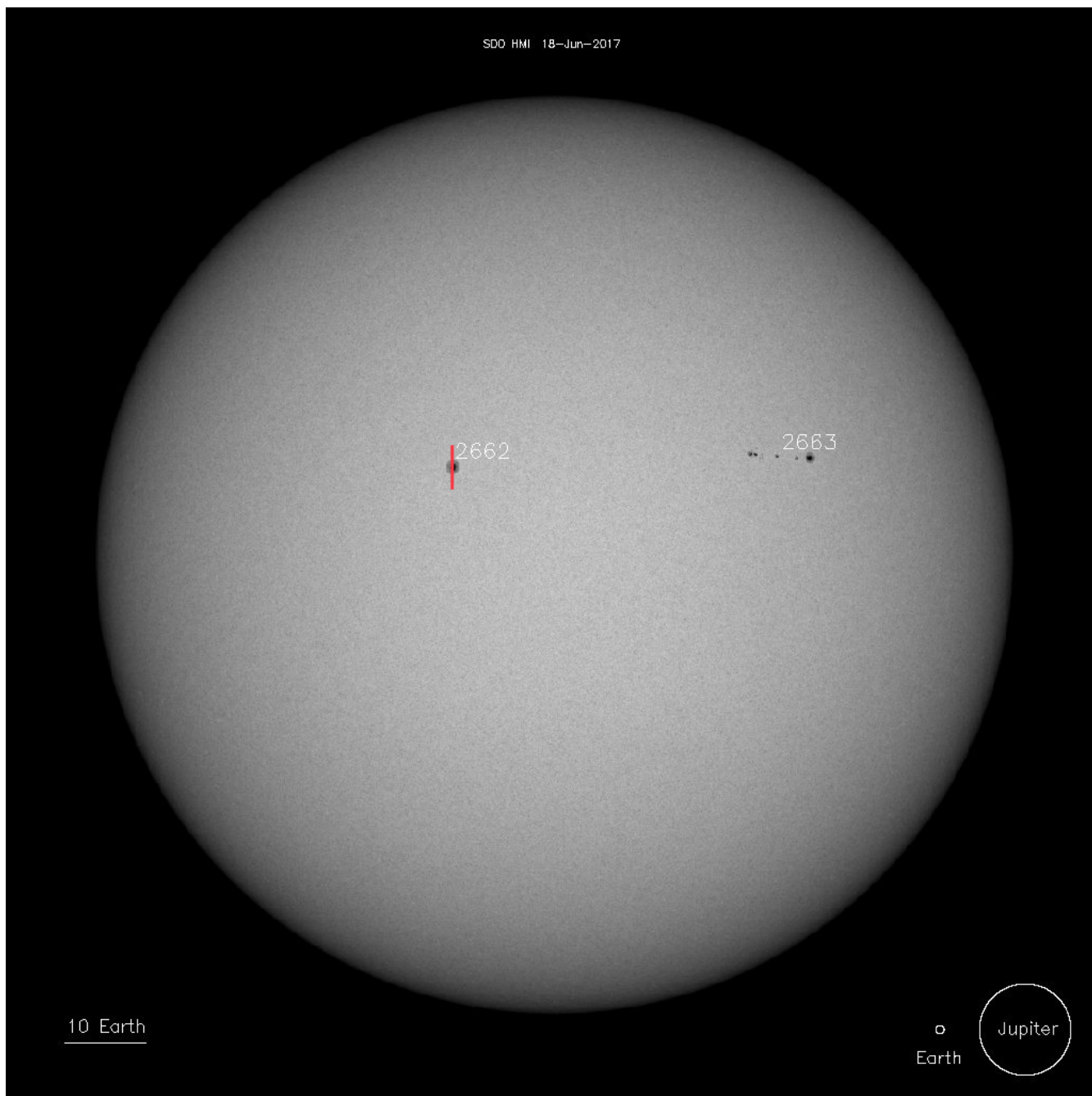
Data are only of central part of the main spot, where was the slit

	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	Pos. angle
	44	-1	22	-1	112.76
	3	609	1	306	108.97
	5	-1	2	-1	108.88
	5	-1	2	-1	110.29

AR 2662 - 18 giugno 2017

Si trattava di una macchia molto piccola, di estensione ridotta (appena poco più del diametro terrestre, come si osserva dall'immagine sottostante (fonte SOHO-MDI)).

It was a small sunspot, with a little more extension then the terrestrial diameter, how we can observe in the following image (source SOHO-MDI)

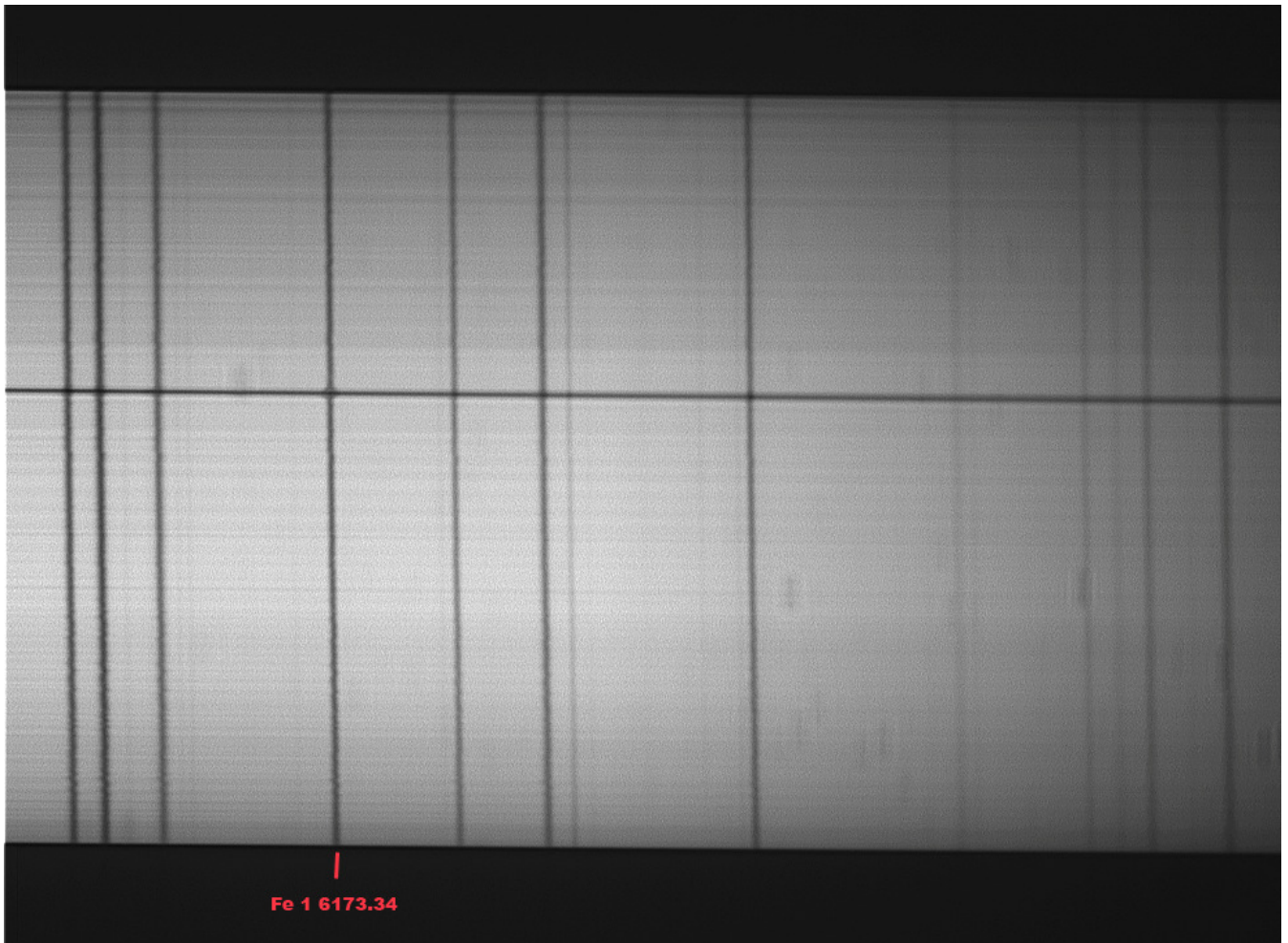


L'osservazione

Lo spettro bidimensionale, ottenuto dalla media di 500 frames su un video di 1000. Tale video era stato considerato il migliore di una serie di 3. Il seeing era sotto la media per vento.

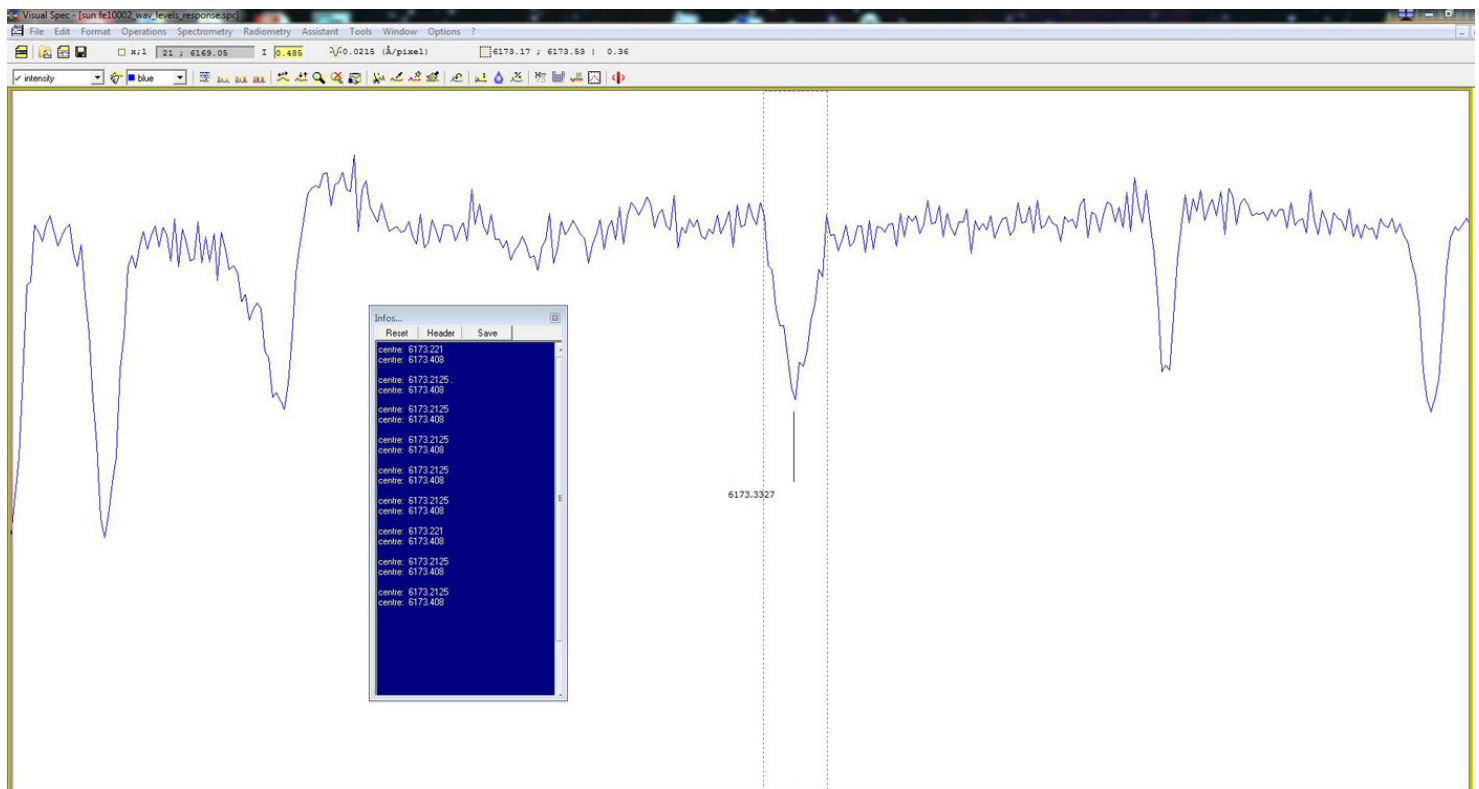
The observation

The two-dimensional spectrum, obtained from the average of 500 video frames of a video of 1000. This had been considered the best of a series of 3. The seeing was under the median for wind.



E, di seguito, il profilo spettrale, calibrato come d'uso, coi centri riga (3 misure per ciascun centro riga x 3 volte)

And, hereunder, the spectral profile, calibrated as usual, with the line centers (three measures for each line center for three times).



Le differenze delle medie delle tre misure ed il relativo d lambda sono state rispettivamente pari a:

The difference of the median of the three measures and related d lambda were:

Differenza d lambda

0.193 0.0965

0.196 0.0980

0.193 0.0965

E la loro media pari a

And their median of

0.194 Å ; d /lambda di 0.097

Quindi, applicando la formula precedente:

Then, applying the previous formula:

$$\underline{0.097 \times 10^{13}} = \mathbf{2180 \text{ Gauss}}$$

444935733

E l'errore:

And the error:

$$0.0980 - 0.0965 / 2 = 0.00075 \text{ A, ovvero:}$$

$$\underline{0.00075 \times 10^{13}} = \mathbf{17 \text{ Gauss}}$$

444935733

Quindi $B = 2180 \pm 17 \text{ Gauss}$

Nota : Dati della macchia dal catalogo DPD:

Note: sunspot data from DPD catalogue ;source: <http://fenyi.solarobs.csfk.mta.hu/>

Dati dell'intero gruppo; whole group data

group	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	B	L	LCM	Pos. angle:
12662	39	238	20	125	12.59	50.70	-13.48	49.39

Dati relativi alla sola macchia più grande, sulla quale era applicata la fenditura

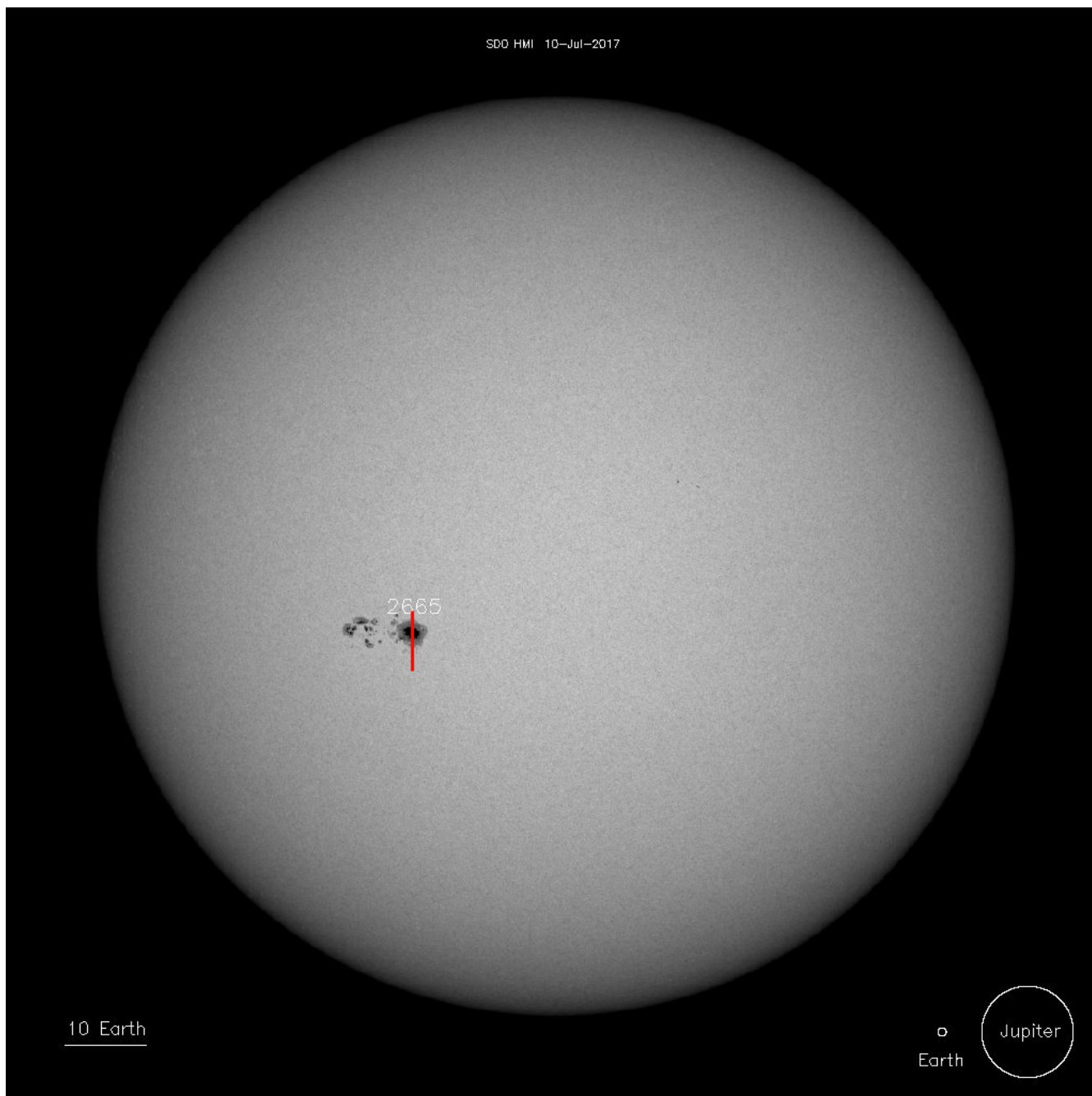
Data of the only bigger spot, where was the slit

	37	224	19	116	49.19
	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	Pos. angle

AR 2665 - 10 luglio 2017

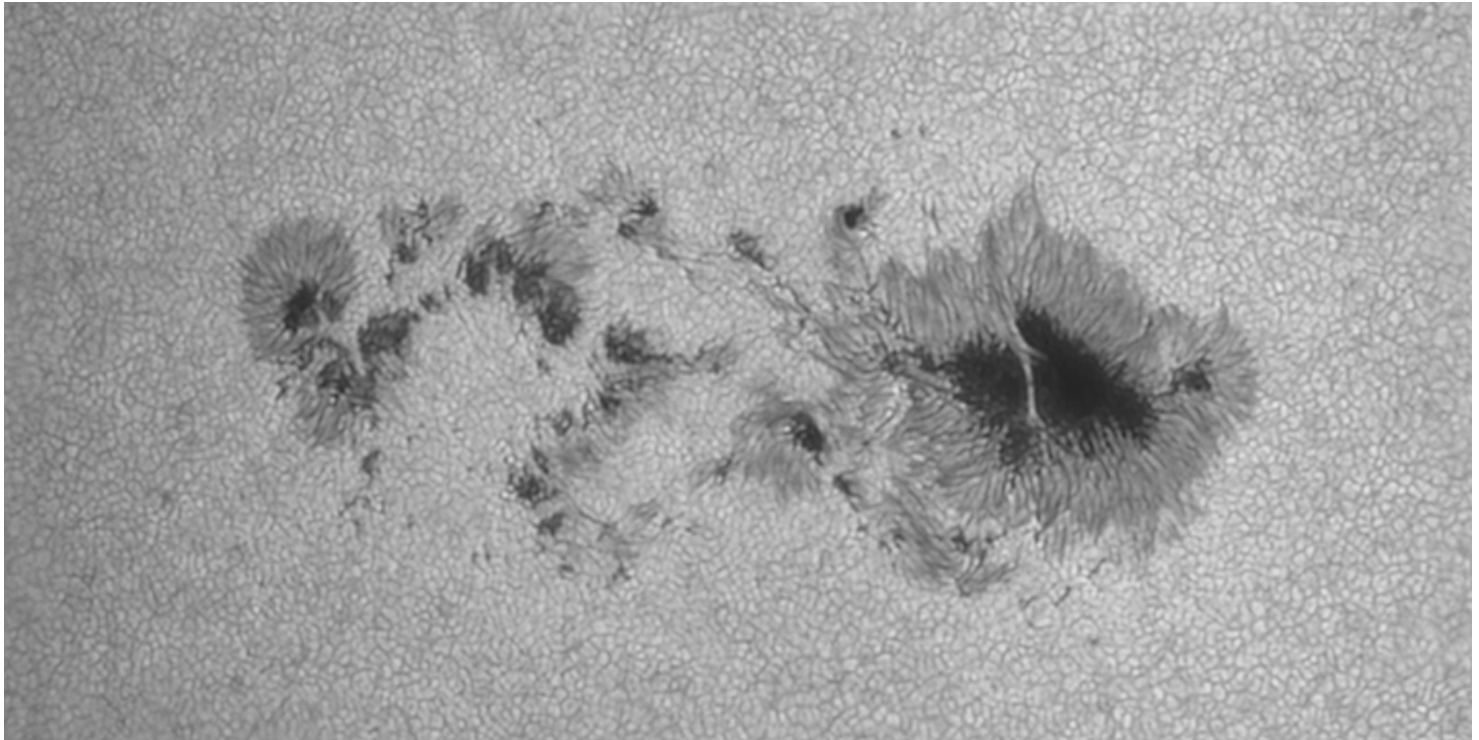
Il 7 luglio è apparsa sul disco solare quella che potrebbe essere il gruppo di macchie più esteso dell'anno in corso ,visibile nell'immagine sottostante, fonte Soho MDI, con l'indicazione della posizione della fenditura .

On july, 7th appeared on the solar disk a sunspot group that can be defined the largest since the beginning of the current year: it is showed in the following image,(source SOHO-MDI) with the position of the slit.



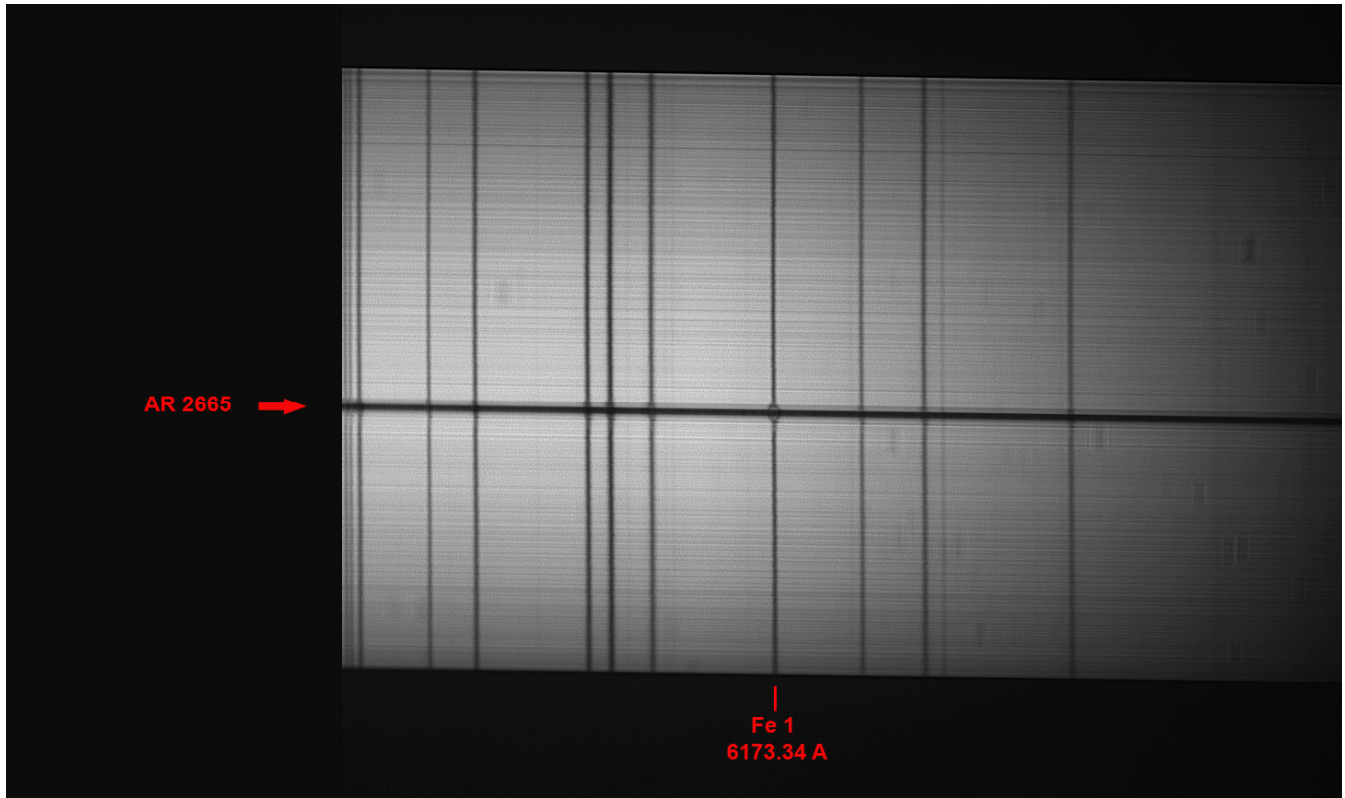
Il componente maggiore del gruppo era caratterizzato nella sua parte centrale da un notevole light bridge, come si può osservare nell'immagine che segue, ottenuta dall'astrofilo Turi Lo Vecchio il 9 luglio.

The major component, the large sunspot on the right, had on the center of its umbra a noticeable light bridge, as showed in the following image, obtained by italian amateur astronomer Turi Lo Vecchio on July, 9.



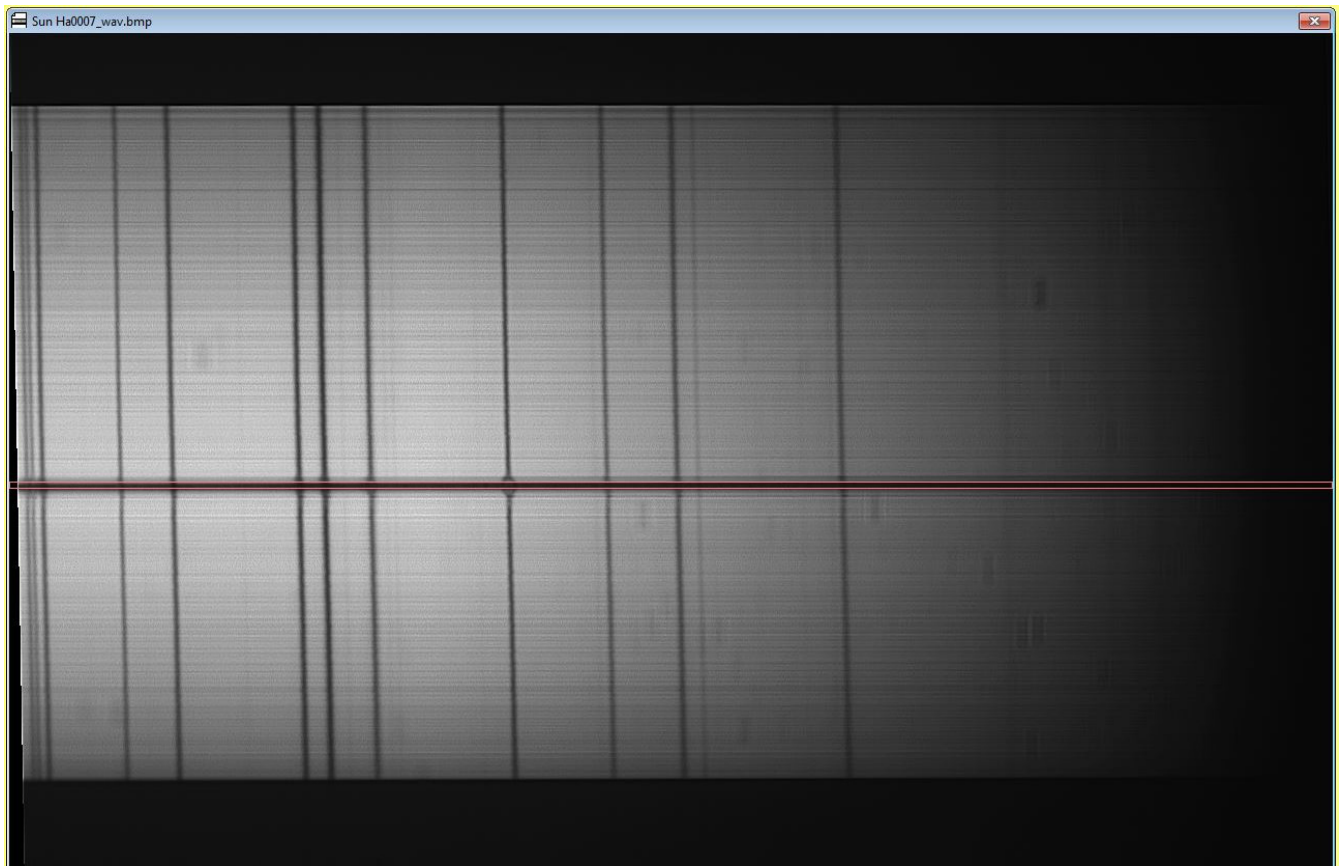
Nel giorno dell'osservazione, il 10 luglio, caratterizzato da un meteo dal calore eccessivo , con punte di 38°,e da un'alta pressione di matrice africana eccezionalmente stabile poteva mettere a dura prova la stabilità delle fenditura da 5 micron, per cui l'osservazione è stata effettuata alle 8 UT, quando c'erano "solo" 30°.Lo spettro bidimensionale, il migliore di quelli ottenuti da tre video di 600 frames era il seguente, con lo splitting della riga ben evidente in presenza di un'ombra piuttosto profonda:

The day of the observation, the 10 of july, was characterized by a very stable African high pressure, that gave temperatures up to 38° C, so it was a very hard task not to compromise the stability of the 5 micron slit.For this reason the observation was carried out at 8 am UT, when the outside temp was "only" 30 °.The bidimensional spectrum, the better of three obtained from the stacking of 600 frames videos, was the following.



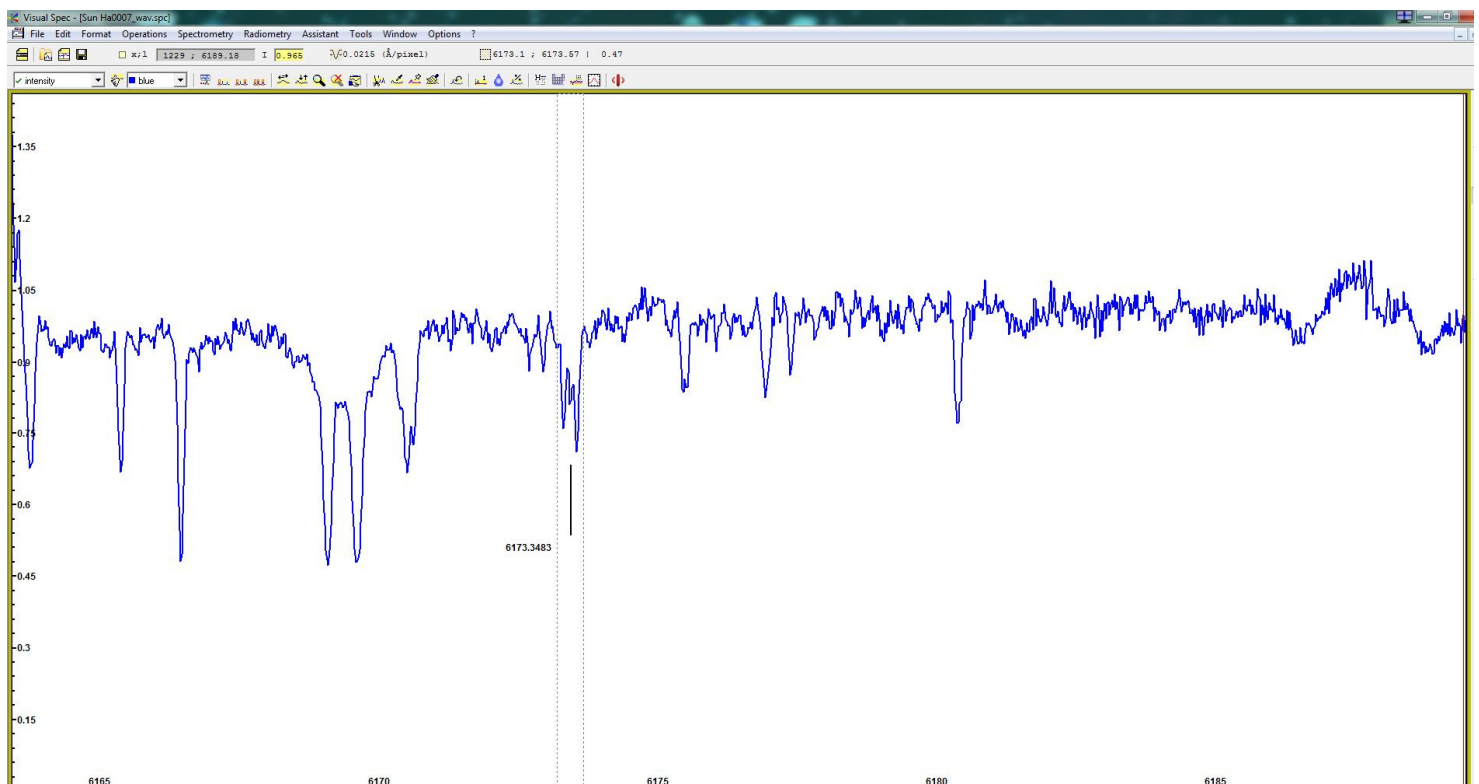
L'alta pressione ed un seeing diurno eccezionalmente stabile hanno tuttavia reso questa osservazione unica tra quelle da me sinora effettuate, in quanto , per la prima volta nell'anno, nel profilo spettrale dell'ombra calibrato e normalizzato con VSpec risultavano nettamente osservabili non solo le due ali dello splitting Zeeman della riga, ma anche quella centrale. Nell'immagine sottostante si osserva l'area di binning operata sull'ombra della macchia.

The high pressure and the hot air had anyway a positive feature: an exceptionally stable daily seeing that, for the first time in the year, in the spectral profile of the sunspot umbra, calibrated and normalized by Visual Spec, were easily observable all the three components of the Zeeman splitting of the 6173 A Fe1 line. In the image is showed the binning area used for the profile.



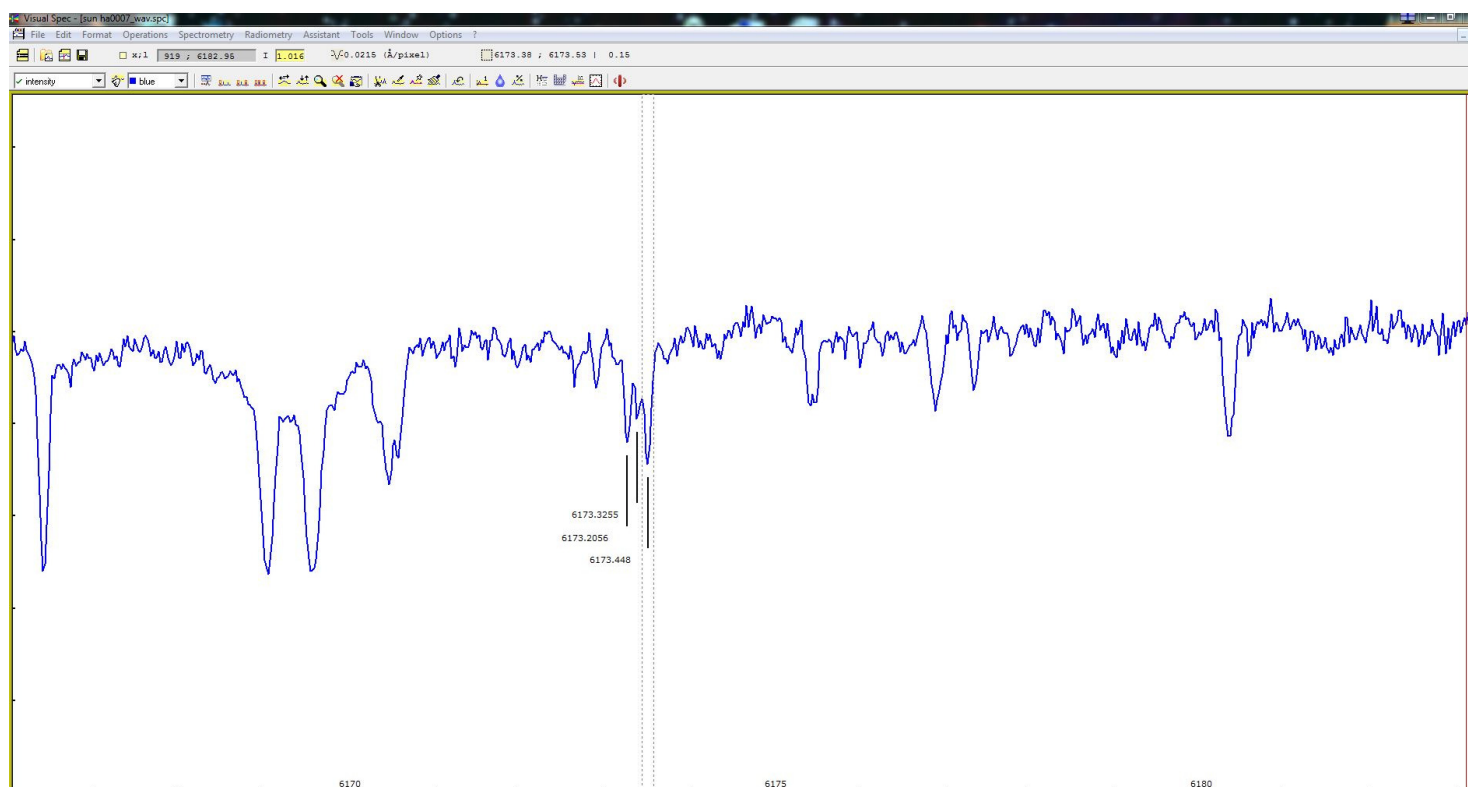
Nell'immagine che segue si osserva il profilo spettrale con le tre cuspidi dello splitting, compresa quella centrale, per la prima volta da me osservata con tale chiarezza.

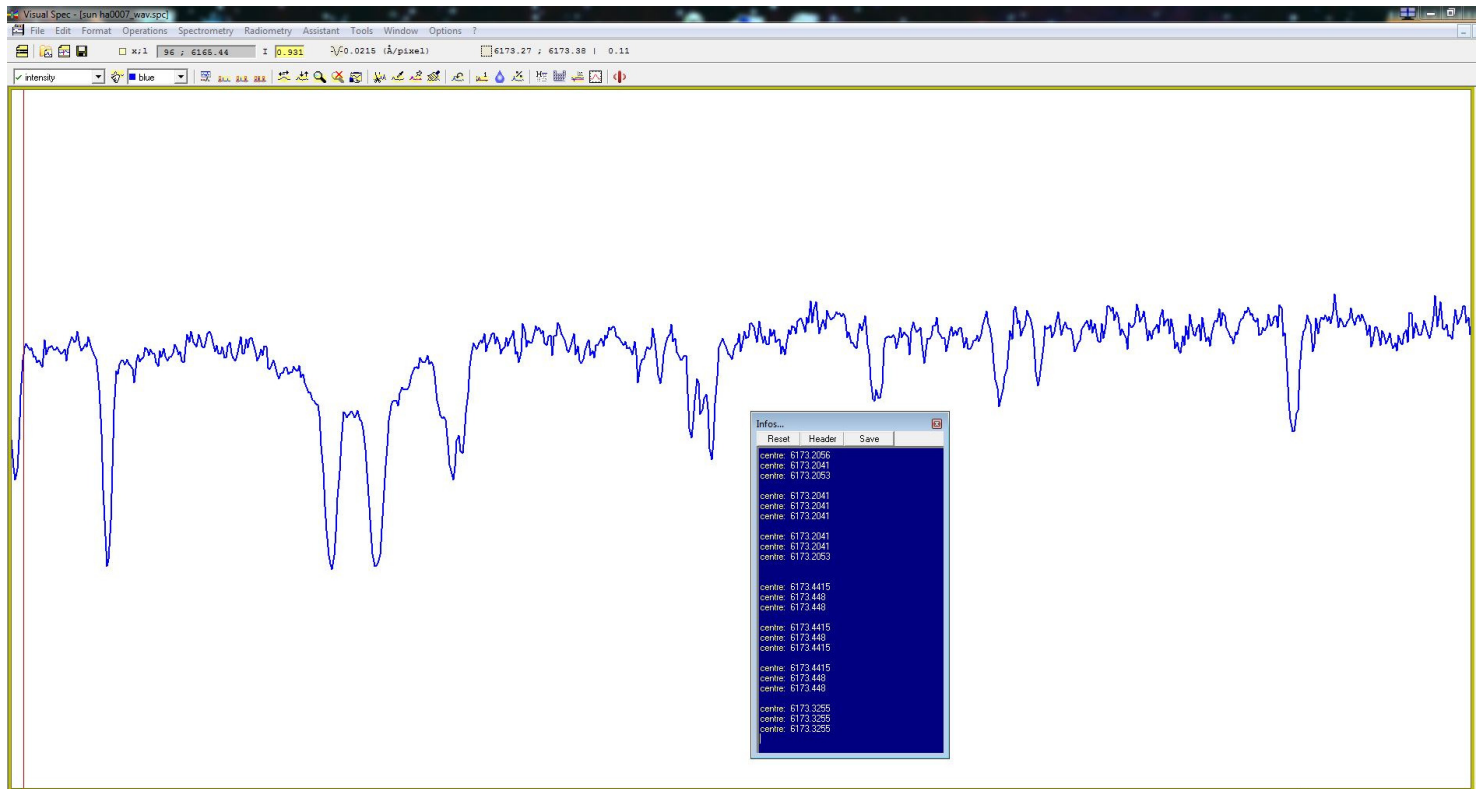
In the image that follows, the splitted Zeeman line



In questo stato di cose, l'individuazione precisa del centro riga e delle cuspidi laterali poteva essere effettuato direttamente con l'apposita routine "label" di VSpec e la individuazione del d lambda diveniva estremamente semplice, in quanto bastava operare la media degli scostamenti delle due cuspidi laterali da quella centrale, tuttavia, ho deciso anche stavolta di ricorrere alla procedura standard seguita nei casi precedenti

The precise definition of the center line and the d lambda was then easily done by the routine "label" of VSpec. Anyway, I decided, also this time, to use the standard procedure applied to the previous cases.





Le differenze delle medie delle tre misure delle due cuspidi a lato del centro riga ed il relativo $d\lambda$ sono state rispettivamente pari a:

The difference of the median of the three measures and related $d\lambda$ were:

Differenza $d\lambda$

0.2408 0.1204

0.2396 0.1198

0.2413 0.1206

E la loro media pari a

And their median of

0.240 A ; d /lambda 0.120 A

C'è da dire che il d lambda trovato coincide con quello ricavato dalla routine "label" di VSpec (6173.20+0.12=6173.32 +0.12= 6173.44)

Must say that the d lambda found is almost the same of the one resulting from the routine "label" of VSpec (6173.20+0.12=6173.32 +0.12= 6173.44).

Quindi, applicando la formula precedente:

Then, applying the previous formula:

$$\underline{0.120 \times 10^{13}} = \text{2697 Gauss}$$

444935733

E l'errore:

And the error:

0.1206-0.1198/2= 0.0004 A, ovvero:

$$\underline{0.0004 \times 10^{13}} = \text{9 Gauss}$$

444935733

Quindi B= 2697 +- 9 Gauss

Due considerazioni vanno fatte preliminarmente su questa osservazione, con riserva di successivo approfondimento:

1- il valore in Gauss del campo magnetico della macchia 2665 è il più alto di quelle da me trovati nel 2016 e 2017(sinora) , ed anche di quello dell'AR 2546 del 2016

2 Detto valore è anche il più preciso, come risulta dall'esiguo errore statistico sulle misure

Two considerations must be done about this observation:

1- The value in Gauss of sunspot 2665 magnetic field is the highest of all found in my observations of 2016 and 2017 (till now), and of the Ar 2546 (the largest of 2016) too.

this value is also the most accurate, as you can see from the little statistical error on the measurement.

Nota : Dati della macchia dal catalogo DPD:

Note: sunspot data from DPD catalogue ;source: <http://fenyi.solarobs.csfk.mta.hu/>

Dati dell'intero gruppo; whole group data

group	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	B	L	LCM	Pos. angle
12665	418	1798	224	978	-5.83	112.05	-20.94	115.18

Dati relativi alla sola macchia più grande, sulla quale era applicata la fenditura

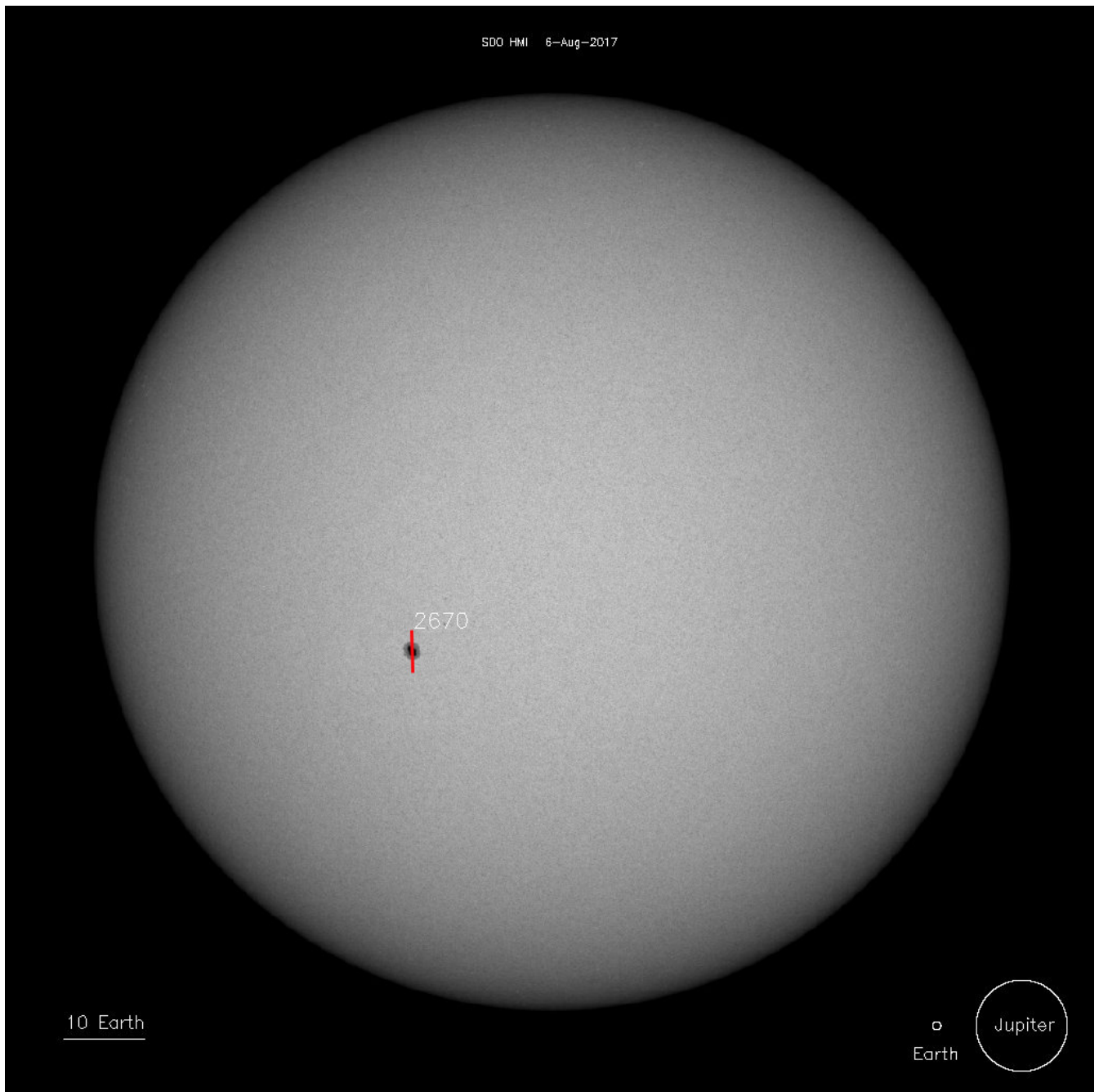
Data of the only bigger spot, where was the slit

	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	Pos. angle
	175	-3	92	-3	117.96
	3	1100	1	584	118.90

AR 2670 - 6 agosto 2017

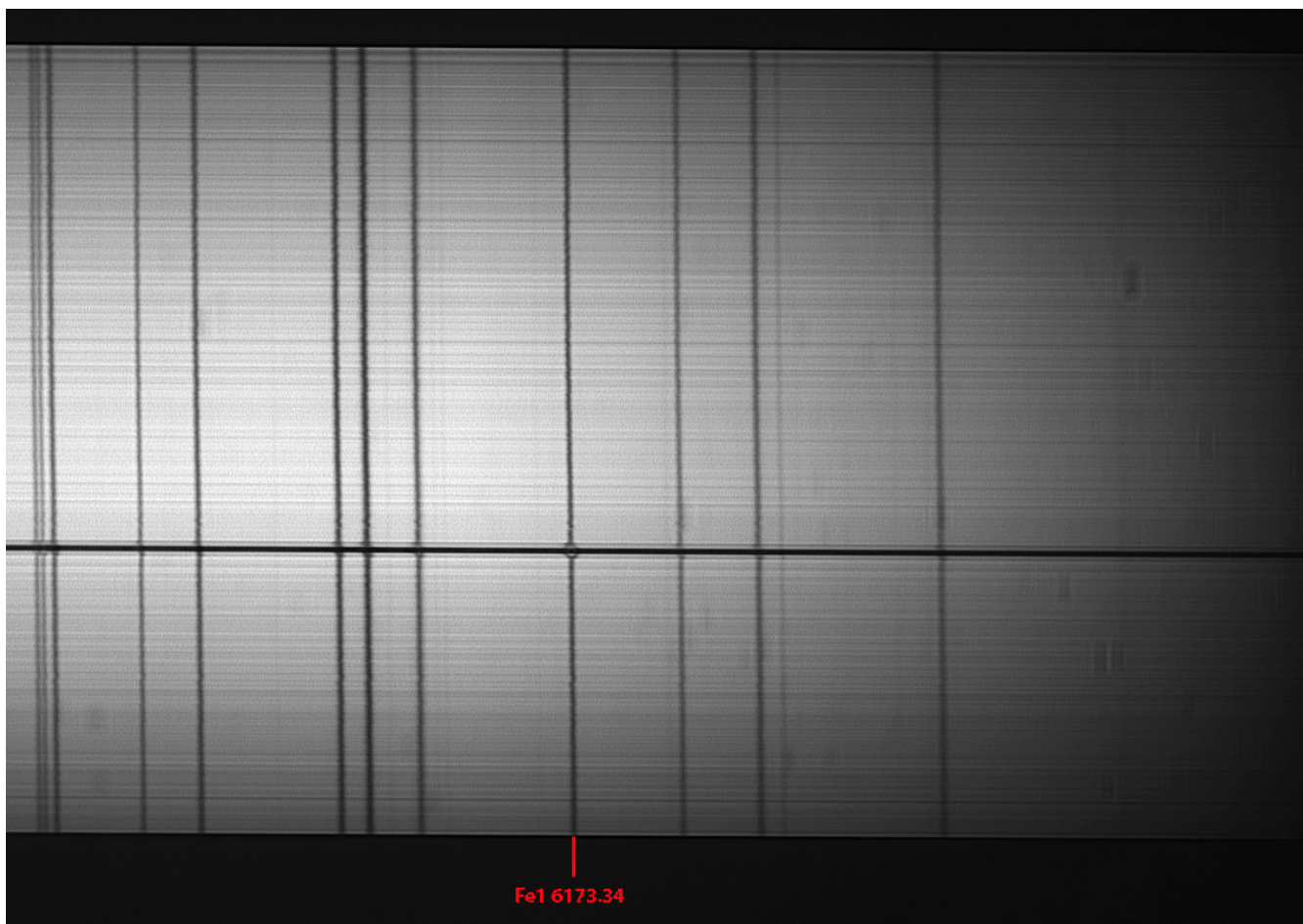
La macchia 2670 , fonte SOHO-MDI: si trattava di un gruppo mono polare, formato da un'unica macchia di medie dimensioni

The sunspot 2670 a mono polar group formed by a single spot of medium dimension



Lo spettro bidimensionale, come al solito derivato dallo stacking di un filmato (300 frames) scelto tra una serie di tre. Solito wavelet applicato

The bidimensional spectrum obtained from the stacking of 300 frames o a video choosen from a serie of three. Usual Wavelet filter applied



Il profilo spettrale.,con le cuspidi della riga Fe1 6173 nettamente separate , grazie al buon seeing delle prime ore della giornata.Questa volta ho riportato sulle Info di VSpec anche le medie effettuate sulle triadi di valori dei centri riga verso il blu e verso il rosso.

The spectral profile, with the two Zeeman lines of the Fe1 6173 line well visible

Then, applying the previous formula:

$$0.116 \times 10^{13} = 2607 \text{ Gauss}$$

444935733

E l'errore:

And the error:

$$0.1190 - 0.1150 / 2 = 0.002 \text{ A, ovvero:}$$

$$0.002 \times 10^{13} = 45 \text{ Gauss}$$

444935733

Quindi $B = 2607 \pm 45 \text{ Gauss}$

Nota : Dati della macchia dal catalogo DPD:

Note: sunspot data from DPD catalogue ;source: <http://fenyi.solarobs.csfk.mta.hu/>

Dati dell'intero gruppo; whole group data

group	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	B	L	LCM	Pos. angle
12670	69	433	37	232	-6.61	117.79	-18.01	125.03

Dati relativi alla sola macchia più grande, sulla quale era applicata la fenditura

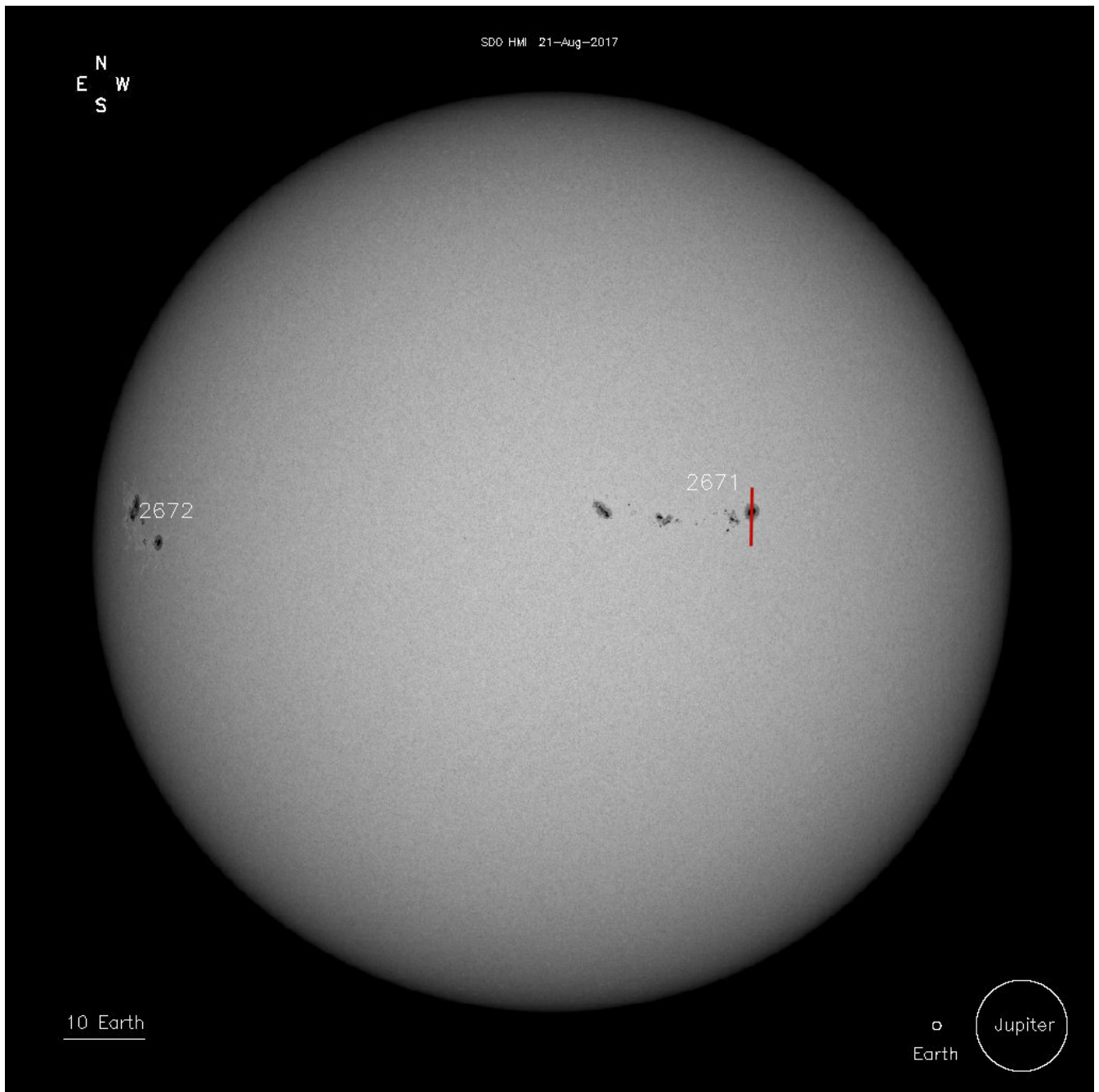
Data of the only bigger spot, where was the slit

	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	Pos. angle
	65	400	35	214	125.16

AR 2671 - 22 agosto 2017

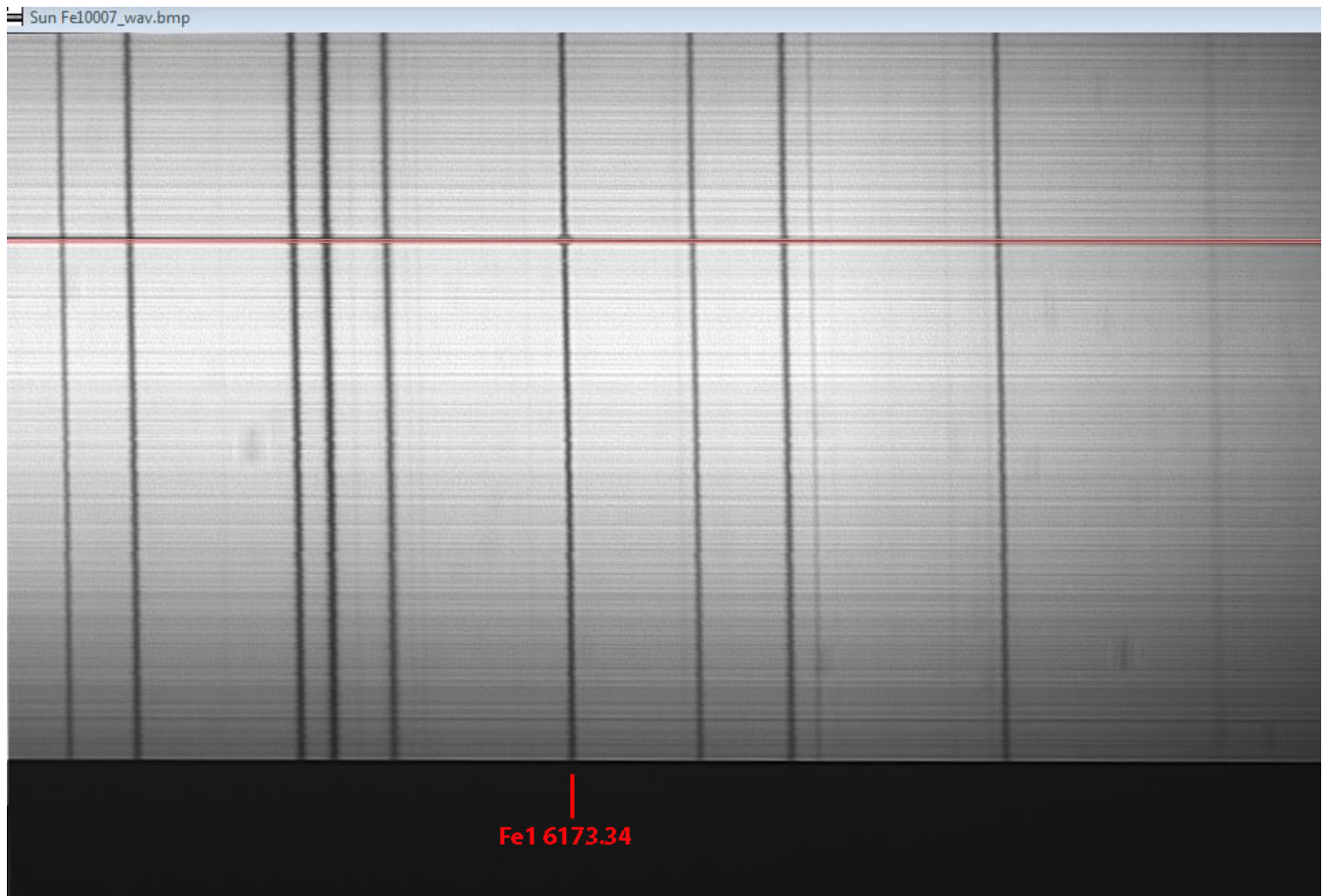
La macchia 2671 , fonte SOHO-MDI: si trattava di un gruppo multi polare, formato da 4 macchie di medie dimensioni e molti pori.

The sunspot 2671 a multi polar group formed by a four spot of medium dimension and several pores.



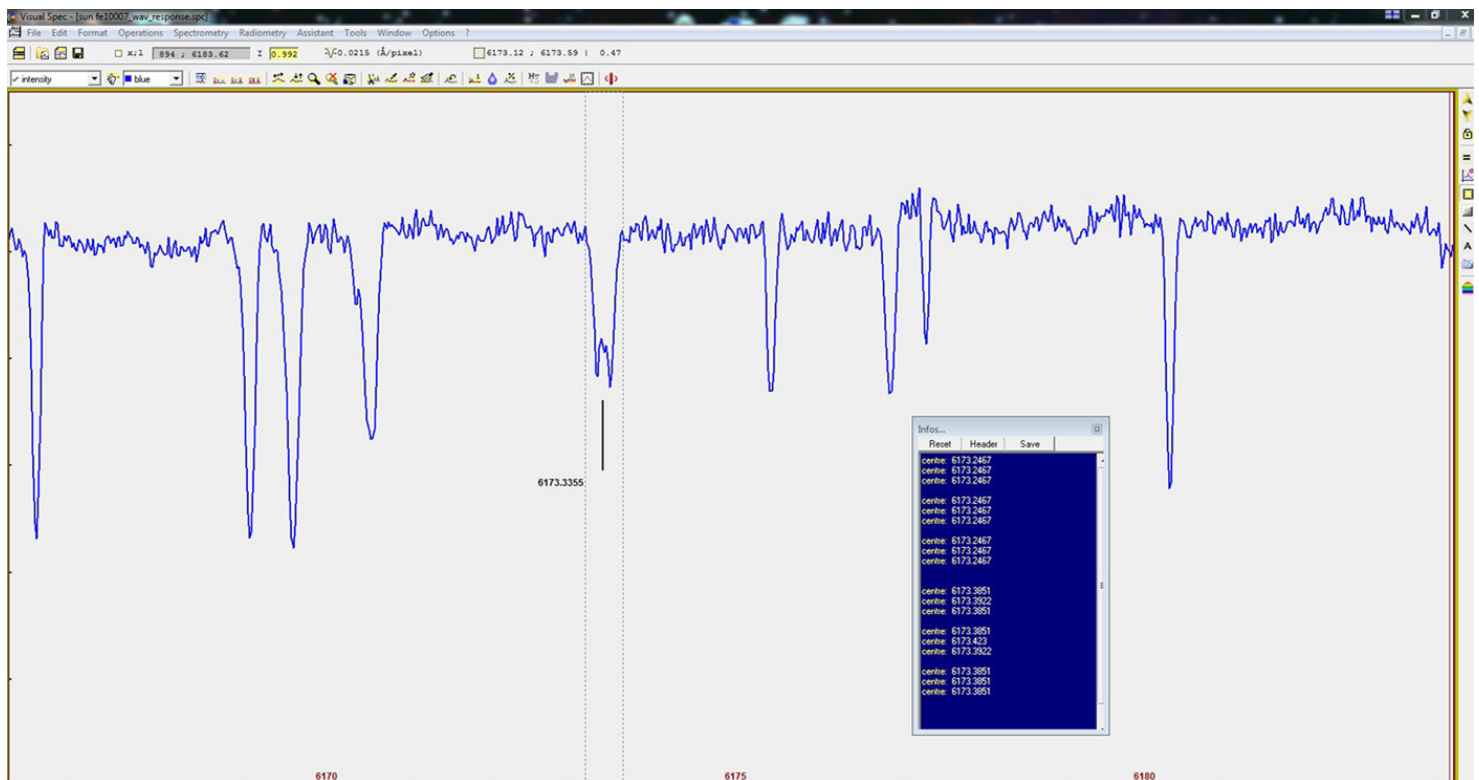
Lo spettro bidimensionale con l'area di binning.

The bidimensional spectrum with the binning area



Il profilo spettrale

The spectral profile



Le differenze delle medie delle tre misure delle due cuspidi a lato del centro riga ed il relativo d/λ sono state rispettivamente pari a:

The difference of the median of the three measures and related d/λ were:

Differenza d/λ

0.1408 0.0704

0.1534 0.0767

0.1384 0.0692

E la loro media pari a

And their median of

0.1442 A ; d/λ 0.0721 A

Quindi, applicando la formula precedente:

Then, applying the previous formula:

$$\underline{0.0721 \times 10^{13}} = \mathbf{1620 \text{ Gauss}}$$

444935733

E l'errore:

And the error:

$$0.0767 - 0.0692 / 2 = 0.0075 \text{ A, ovvero:}$$

$$\underline{0.0075 \times 10^{13}} = \mathbf{169 \text{ Gauss}}$$

444935733

Il valore elevato dell'errore è attribuibile alla scarsa definizione della riga splittata verso il rosso ed alla conseguente difficoltà del software di ottenere il centro riga.

$$\text{Quindi } \mathbf{B = 1620 \pm 169 \text{ Gauss}}$$

Nota : Dati della macchia dal catalogo DPD:

Note: sunspot data from DPD catalogue ;source: <http://fenyi.solarobs.csfk.mta.hu/>

Dati dell'intero gruppo; whole group data

group	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	B	L	LCM	Pos. angle
12671	204	1046	109	567	11.21	306.42	22.12	285.01

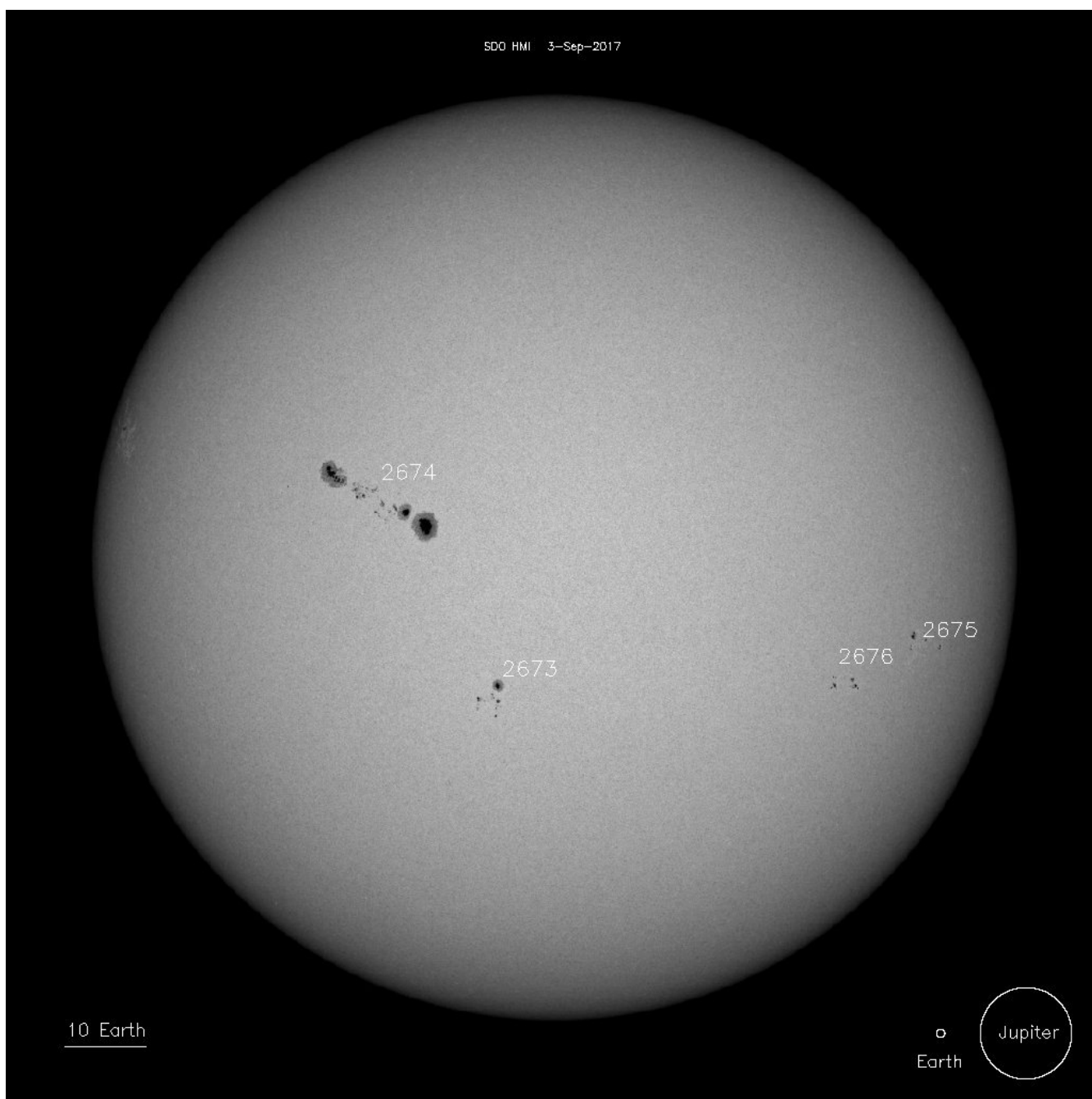
Dati relativi alla sola macchia più grande, sulla quale era applicata la fenditura

Data of the only bigger spot, where was the slit

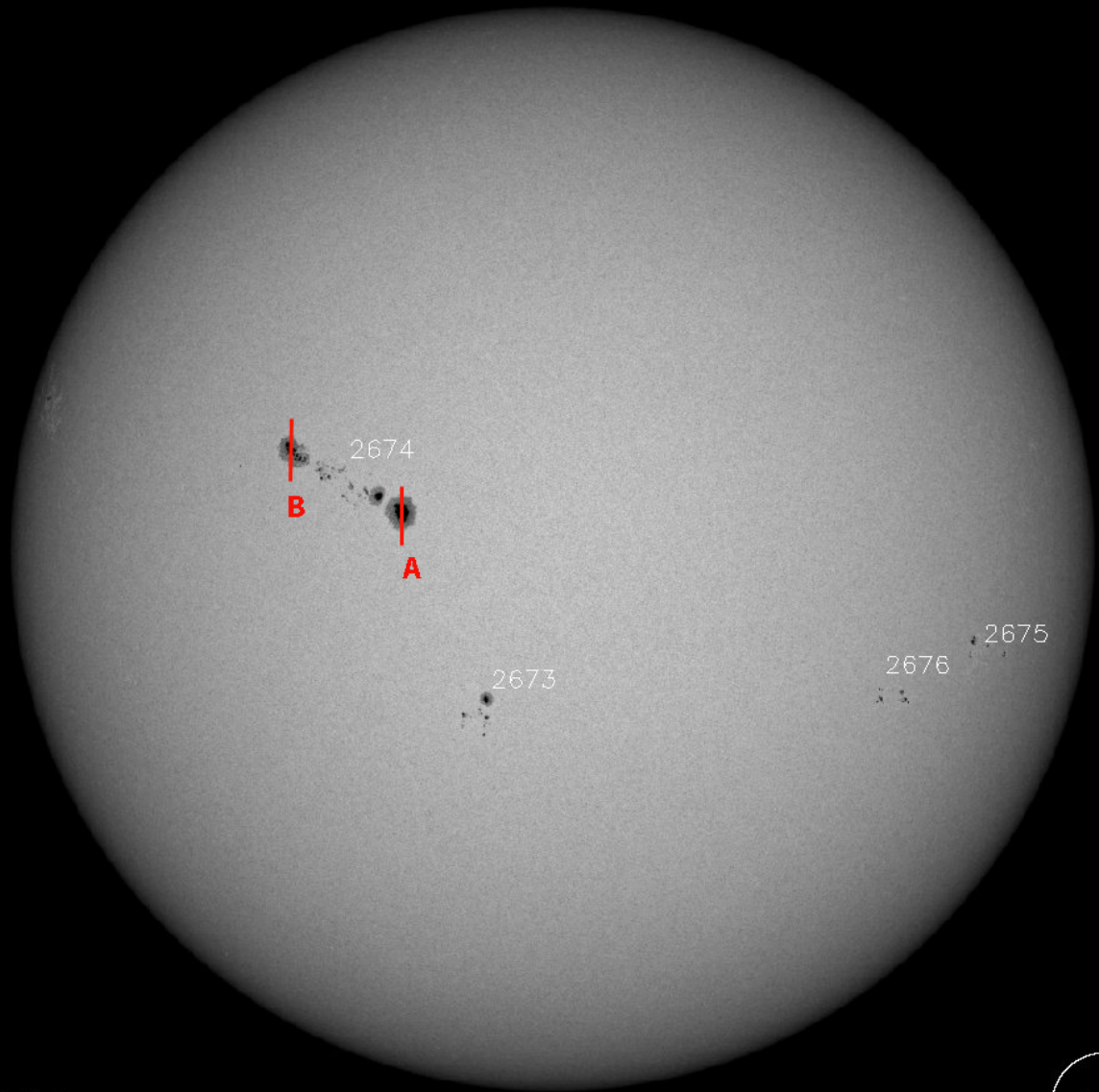
	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	Pos. angle
	58	328	33	188	280.29

AR 2674 - 3 settembre 2017

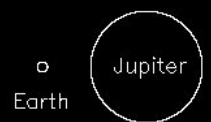
La regione attiva 2674, un gruppo multipolare ben strutturato, con ombre piuttosto intense, come appariva nell'immagine SOHO-MDI del 3 settembre 2017:



Ho cercato allora di valutare la forza magnetica delle due componenti principali del gruppo, che ho denominato A e B, come nella seguente immagine: la componente A appariva, oltre che più estesa, anche con un'ombra più intensa della B. La comparazione tra le due costituiva quindi un interessante esperimento.

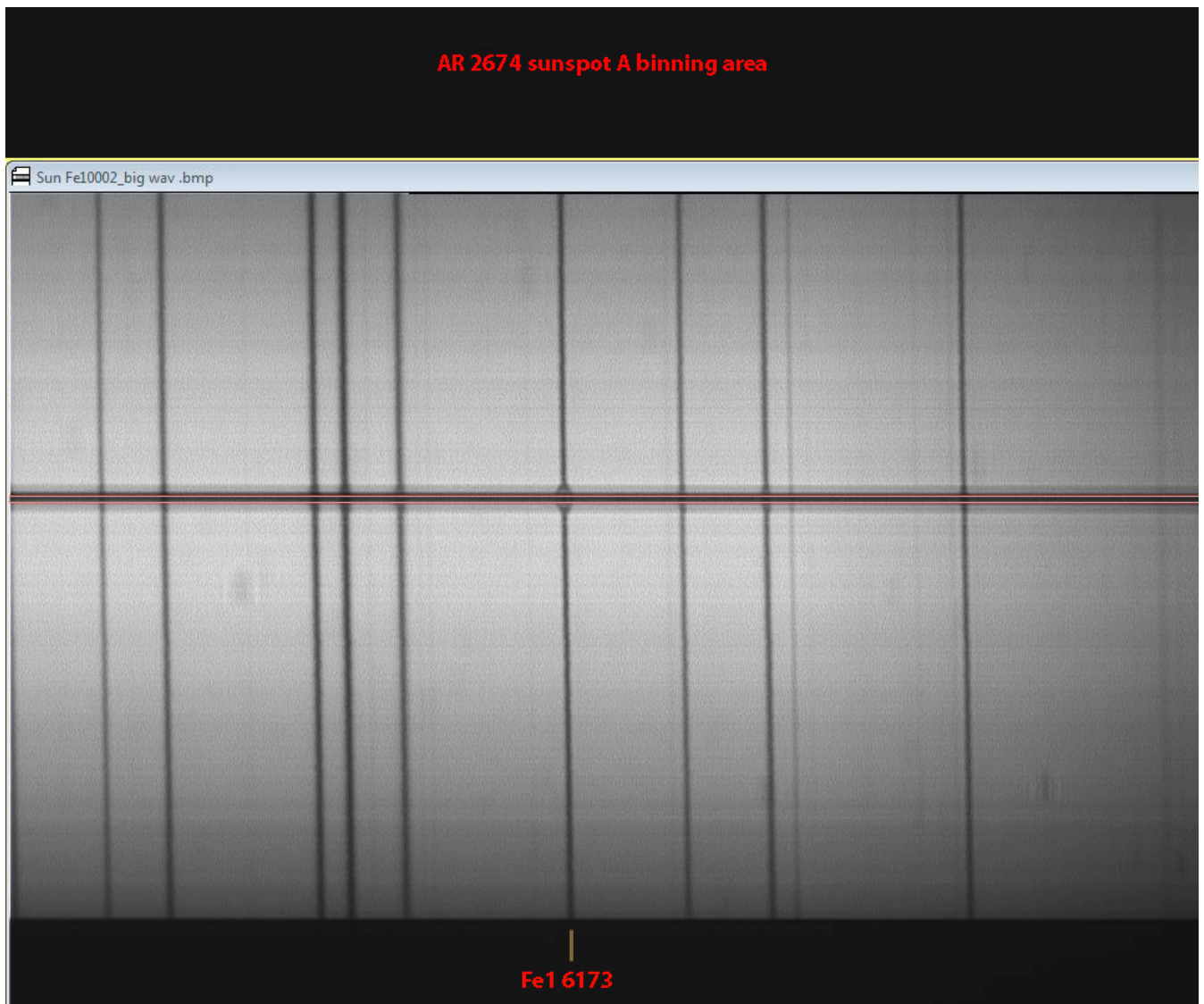


10 Earth

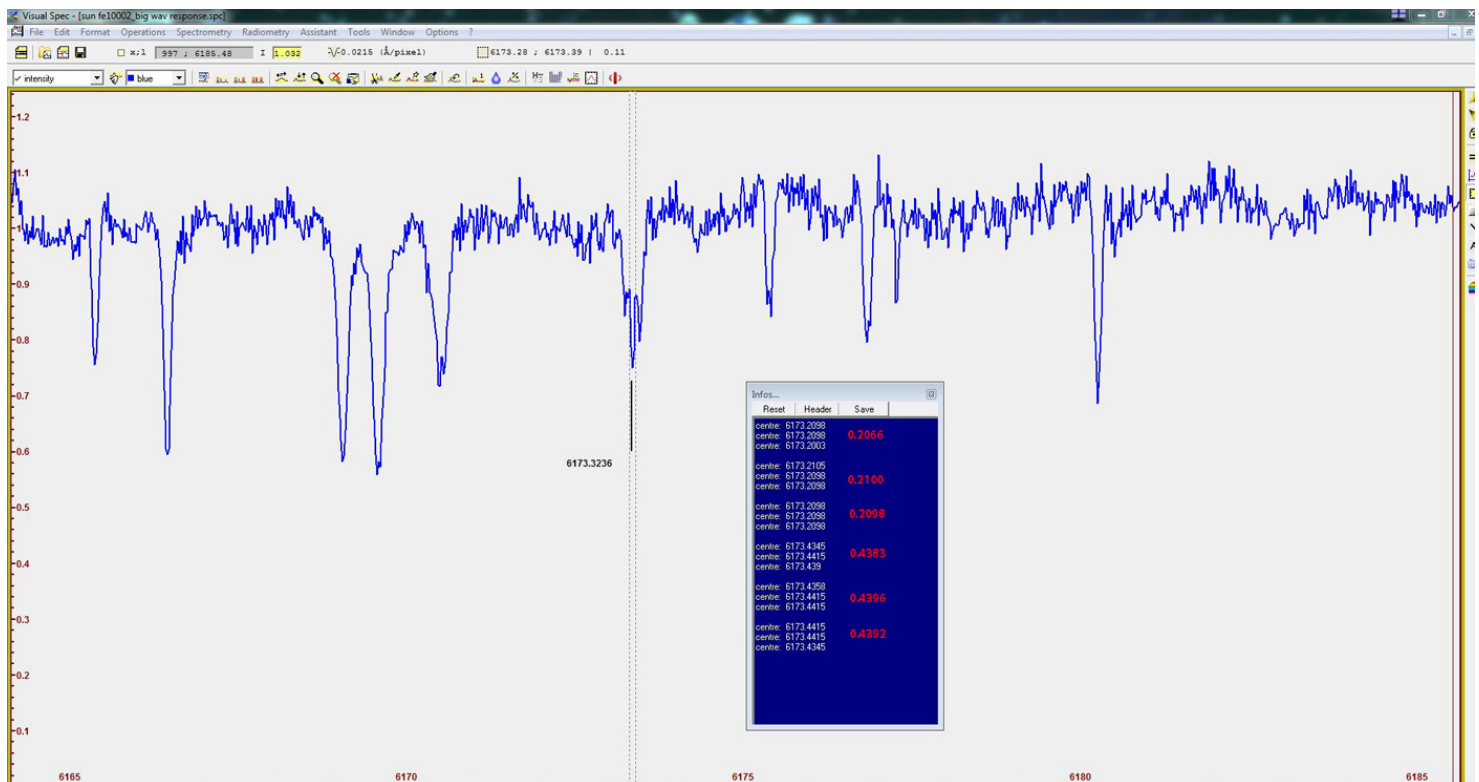


1- Componente A del gruppo

Lo spettro bidimensionale e l'area di binning:



Il profilo spettrale: si notano tutte e tre le cuspidi delle righe Zeeman risultanti dalla scomposizione della FeI a 6173



Le differenze delle medie delle tre misure delle due cuspidi a lato del centro riga ed il relativo d lambda sono state rispettivamente pari a:

The difference of the median of the three measures and related d lambda were:

Differenza d lambda

0.2317 0.1158

0.2296 0.1148

0.2294 0.1147

E la loro media pari a

And their median of

0.2302 A ; d /lambda 0.1151 A

Quindi, applicando la formula precedente:

Then, applying the previous formula:

$$0.1151 \times 10^{13} = 2587 \text{ Gauss}$$

444935733

E l'errore:

And the error:

$$0.1158 - 0.1147 / 2 = 0.00055 \text{ A, ovvero:}$$

$$0.00055 \times 10^{13} = 12 \text{ Gauss}$$

444935733

Quindi $B = 2587 \pm 12 \text{ Gauss}$

Nota : Dati della macchia dal catalogo DPD:

Note: sunspot data from DPD catalogue ;source: <http://fenyi.solarobs.csfk.mta.hu/>

Dati dell'intero gruppo; whole group data

group	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	B	L	LCM	Pos. angle
12674	455	2274	243	1238	13.43	103.28	-22.48	72.97

Dati relativi alla sola macchia più grande (A), sulla quale era applicata la fenditura

Data of the only bigger spot, where was the slit

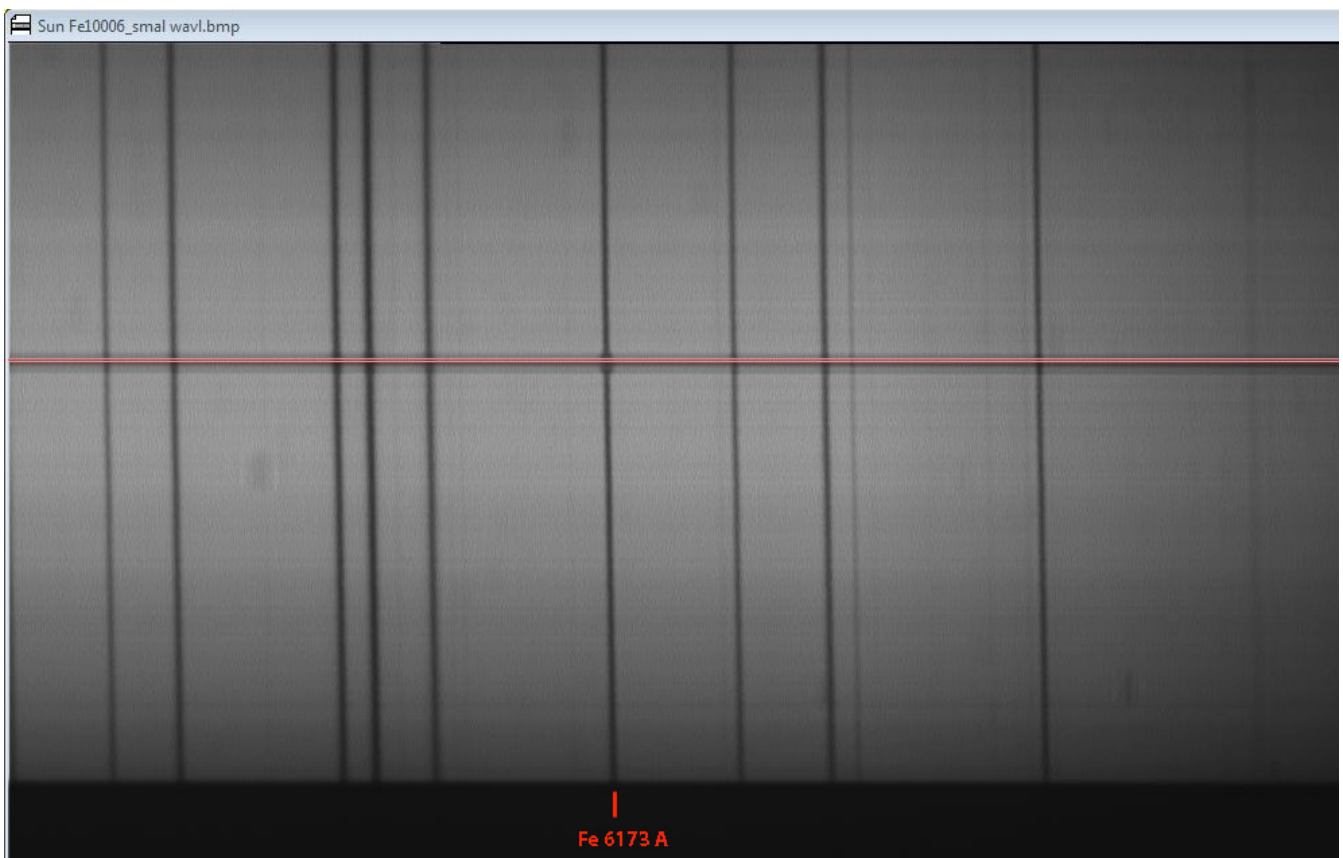
	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	Pos. angle
	177	923	92	477	76.28

2- Componente B del gruppo

Component B of the group

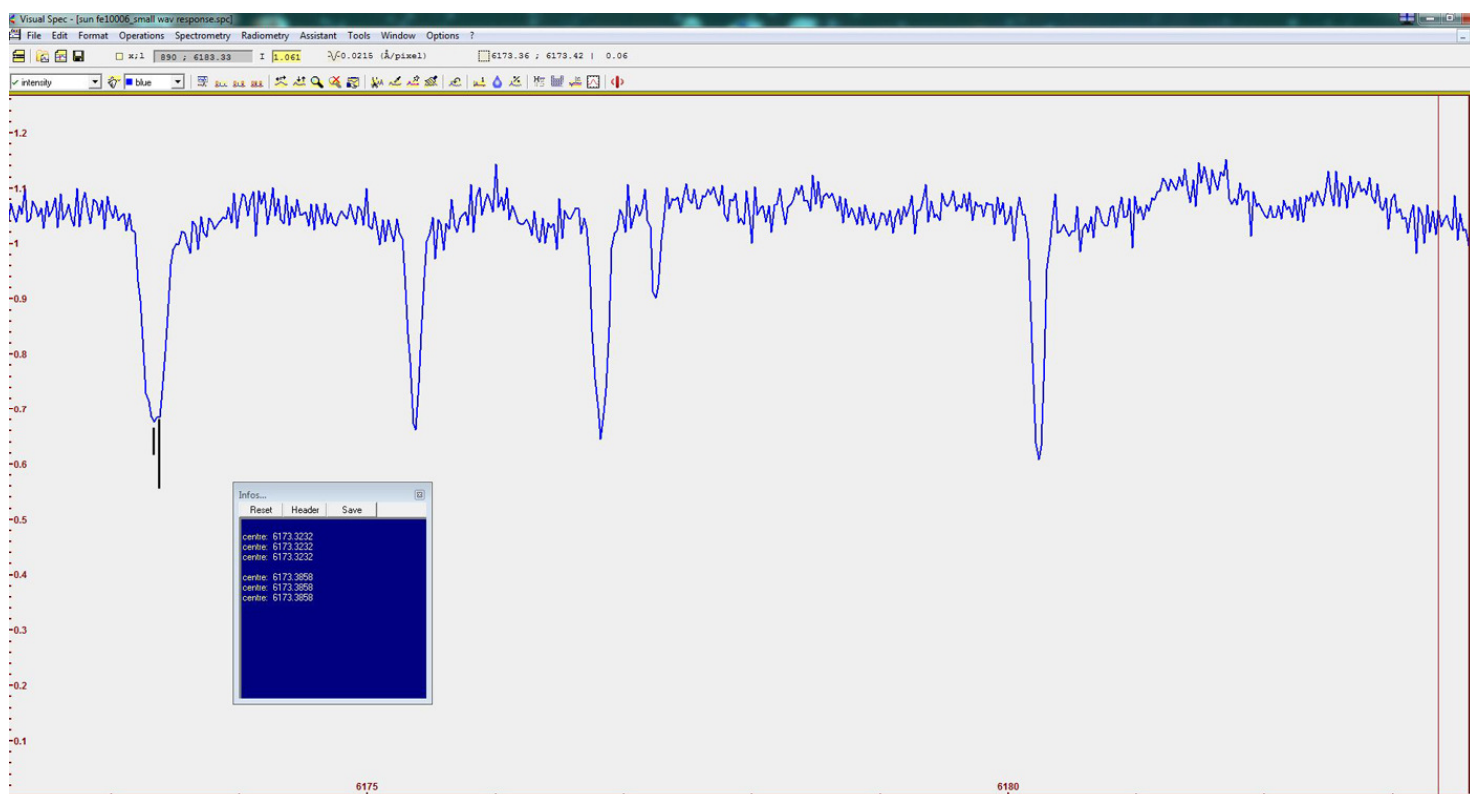
Lo spettro bidimensionale della componente B era molto meno intenso nello splitting Zeeman della riga, come si osserva nell'immagine: difficile dire a cosa questo sia attribuibile, ma una delle cause potrebbe essere quella che l'ombra della componente B, come si osserva dalle foto, era divisa in due parti, così sulla fenditura cadeva solo una delle due metà. Altra causa potrebbe essere la minore intensità dell'ombra stessa, cui dovrebbe corrispondere una minore intensità del campo magnetico.

The bidimensional spectrum showed a more less intense Zeeman splitting of the Iron line: difficult to say the cause of this; may be the structure of component B, whose umbra, as you can see from the photos, was divided in two parts, so the slit covered only one of the two. Another cause can be the lower intensity of the umbra to which should correspond a lower intensity of magnetic field.



La conseguenza era che VSpec non riusciva a separare nettamente le righe Zeeman, come si osserva nell'immagine del profilo, anziché tantomeno ad indicarne i centri. Sono tuttavia riuscito ad ottenere i soli centri riga della parte centrale e di quella rivolta verso il rosso, misurandone il valore.

The consequence was that Vspec wasn't able to split clearly the Zeeman lines, but only (and hardly) the two of the center and of that toward the red, measuring their value.



La differenza in Angstrom era quindi direttamente pari al $d\lambda$, e risultava di $0.3858 - 0.3232 = 0.0626$. Era quindi

The difference in Angstrom resulted to be than equal to the $d\lambda$ and of $0.3858 - 0.3232 = 0.0626$. Was then:

$$\underline{0.0626 \times 10^{13}} = \underline{1407 \text{ Gauss}}$$

444935733

Non essendo possibile valutare l'errore,

Not being possible to evaluate the error $B = 1407 \text{ Gauss}$

Nota : Dati della macchia dal catalogo DPD:

Note: sunspot data from DPD catalogue ;source: <http://fenyi.solarobs.csfk.mta.hu/>

	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	Pos. Angle
	23		13		69.07
	29		17		69.76
	22		13		68.47

Dati relativi alla sola macchia più grande (A), sulla quale era applicata la fenditura

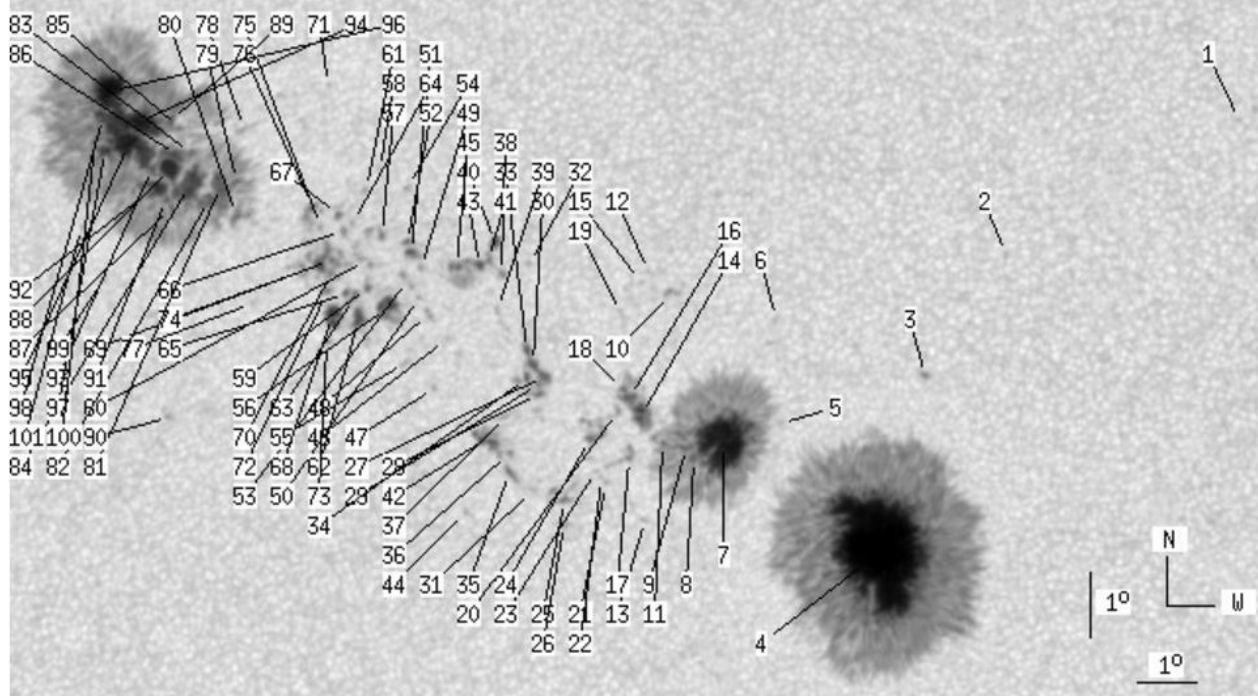
Data of the only bigger spot, where was the slit

In questo caso , tuttavia, la grande complessità del gruppo rendeva problematica l'individuazione della posizione esatta della fenditura, si è quindi operata un'approssimazione, tenendo conto dei soli riferimenti 94-95-96 (fonte SDO-HMI).

In this case, anyway, the great complexity of the group made very difficult to find the exact position of the slit, so an approximation was done, considering the only references 94-95-96 (credit SDO- HMI)

SDO HMI 2017-09-03 04:58:43 UT

SDO/HMI 9/3/2017 4:58:42 UT NOAA 12674

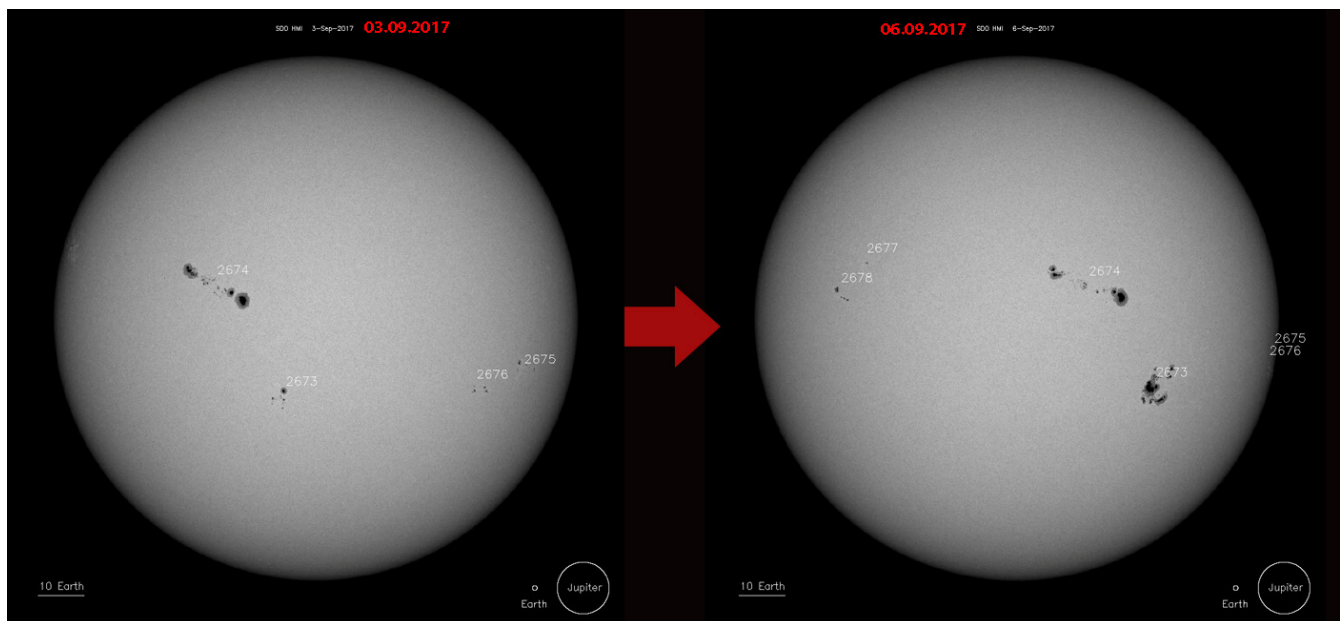


AR 2673 – 6 settembre 2017

Ci si potrebbe chiedere come mai con questo gruppo si sia interrotta la sequenza numero- temporale delle macchie del 2017, nel senso che, pur

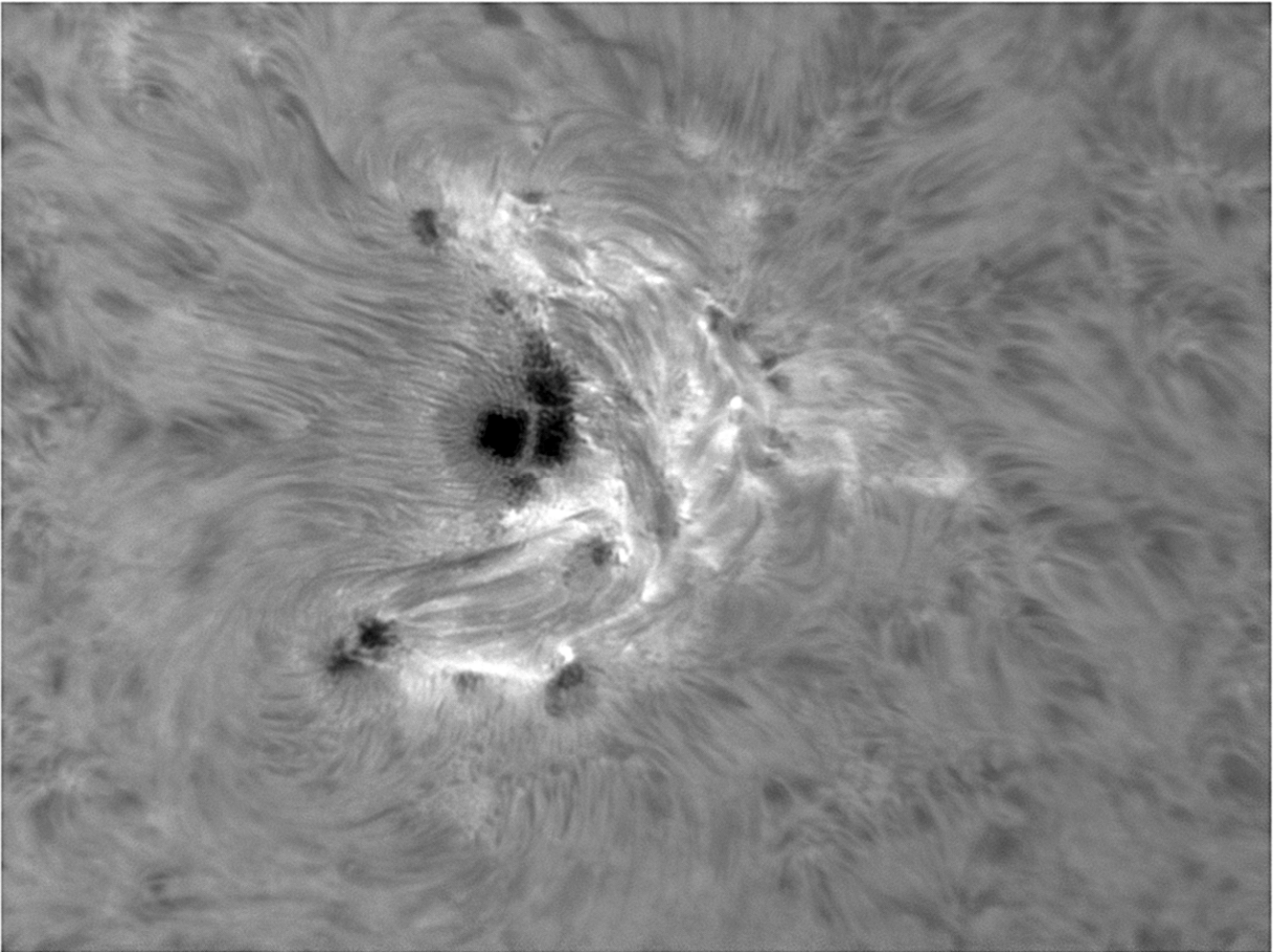
avendo una numerazione inferiore alla precedente sia stata ripresa successivamente a questa, tre giorni dopo. La risposta è facile: in tre giorni, dal 3 al 6 settembre 2017, mentre la 2674 non ha presentato grossi cambiamenti, la 2673 ha segnato uno sviluppo veramente notevole ,direi quasi eccezionale come si può notare nell'immagine che segue (fonte Soho-MDI).

One might wonder why with this group the number-time sequence of the sunspots of 2017 was interrupted, meaning that while having a number smaller than the previous one was taken later than this, three days later. The answer is easy: in three days, from September 3 to September 6, 2017, while 2674 did not make any major changes, 2673 marked a truly remarkable development, I would say almost as exceptional as can be seen in the following picture (source Soho-MDI).



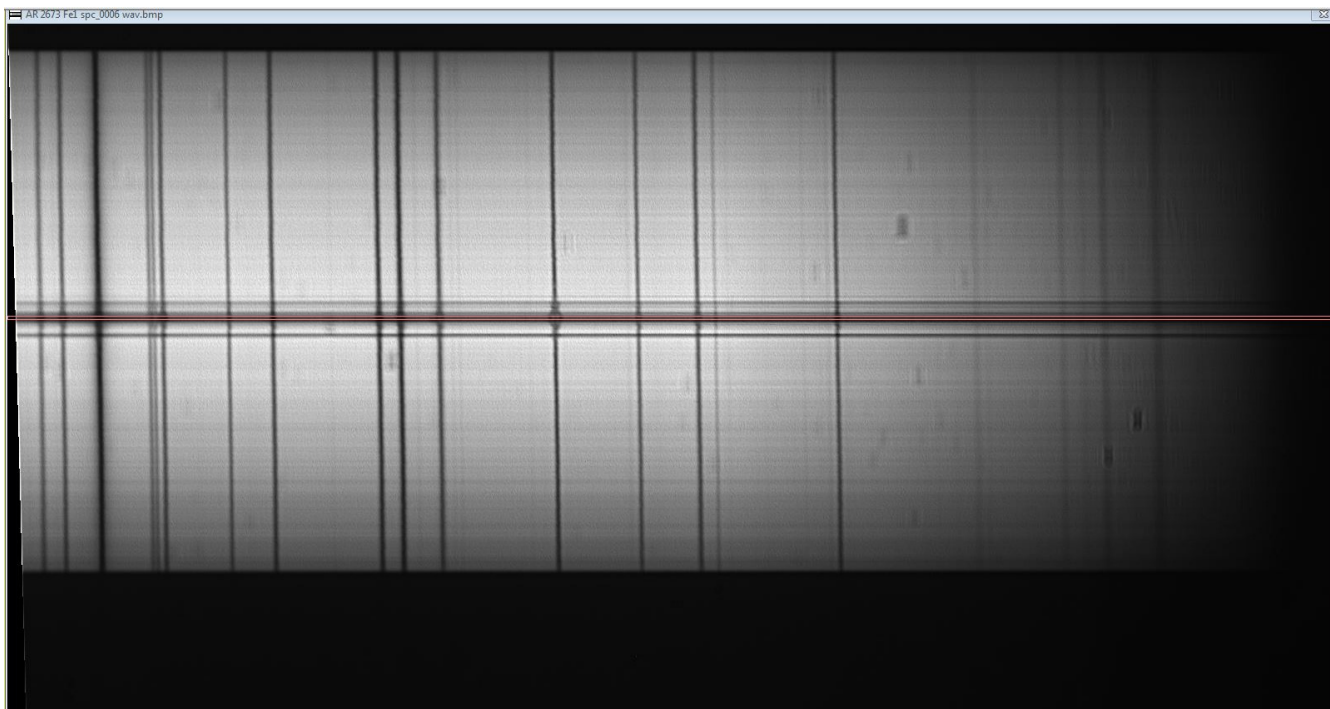
Ciò ha prodotto un top di attività, microflares, flares e via dicendo, sino ad arrivare ad un flare di forza M 8.1 l'8 settembre 2017, quando era prossima al lato ovest del disco solare. Nell'immagine sottostante una ripresa Halpha di Fulvio Mete il giorno 4 settembre 2017, quando la 2673 stava iniziando la sua notevole ascesa di potenza ed estensione.

This produced a top of activity, a microflares, flares and so on, culminating in a M8.1 on september, 8, 2017, when it was approaching to the western limb. In the following image, a shot in H alpha light of Fulvio Mete, on september, 4 2017, when the 2673 begun its noticeable rise of september and extension.



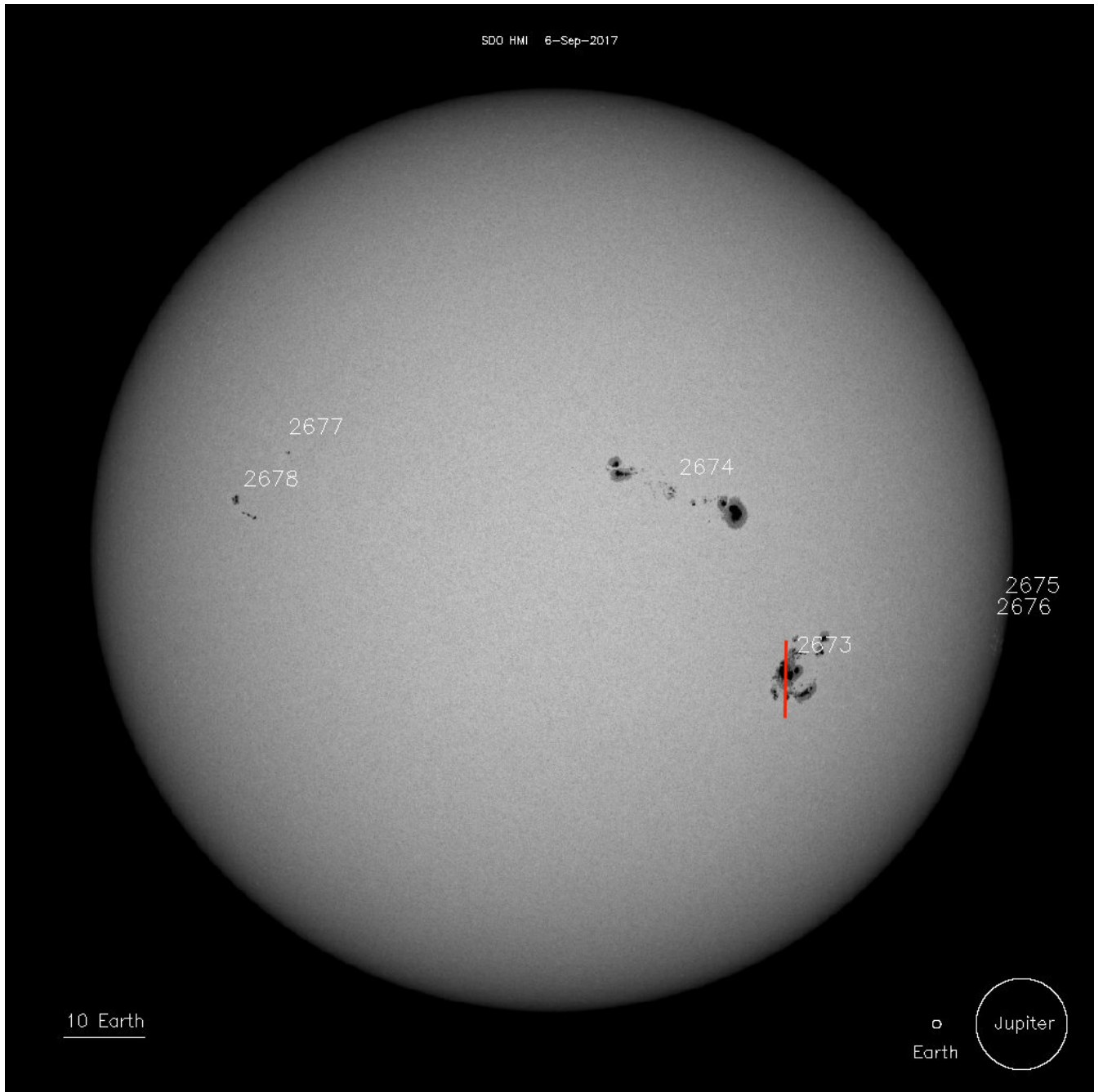
Il 6 settembre, data della ripresa spettroscopica della macchia, questa era prossima al culmine della sua forza, e presentava il seguente spettro bidimensionale, con indicata l'area di binning sulla quale è stato ricavato il profilo:

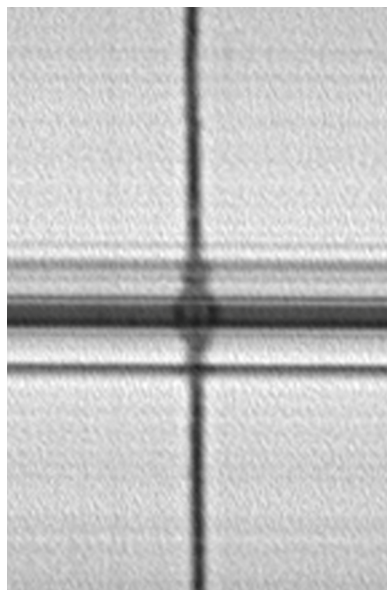
On september, 6, date of spectroscopic shot of the sunspot, it showed the following two-dimensional spectrum, on which is indicated the binning area.



Come si può osservare sopra e sotto la macchia centrale si notano gli effetti delle altre due componenti del gruppo. E' bene precisare che la misura del campo magnetico ha riguardato la sola ombra della macchia principale del gruppo, sulla quale era puntata la fenditura, come si osserva nell'immagine del disco solare che segue. E' stata, inoltre, usata per l'acquisizione dei filmati (sei in tutto, dei quali si è scelto il migliore con lo stacking di 400 frames) una camera IS DMK 51 di risoluzione maggiore, 1600 x 1200 pixel contro i 1280x 960 della DMK 41 normalmente usata, ma di sensibilità lievemente inferiore. In conseguenza la dispersione spettrale è stata di 0.0200 A/pix anziché gli usuali 0.0215.

As you can see above and below the central spot, you can notice the effects of the other two components of the group. It is worth pointing out that the magnetic field measurement was only the umbra of the group's main spot on which the slit was pointed, as it is observed in the image of the following solar disc. It was also used to capture the videos (six of them were the best one with 400 frames stacking) an IS DMK 51 camera of resolution 1600 x 1200 pixels larger than the DMK 41 1280x 960 normally used but with slightly lower sensitivity. As a result spectral dispersion was 0.0200 A / pix instead of the usual 0.0215.



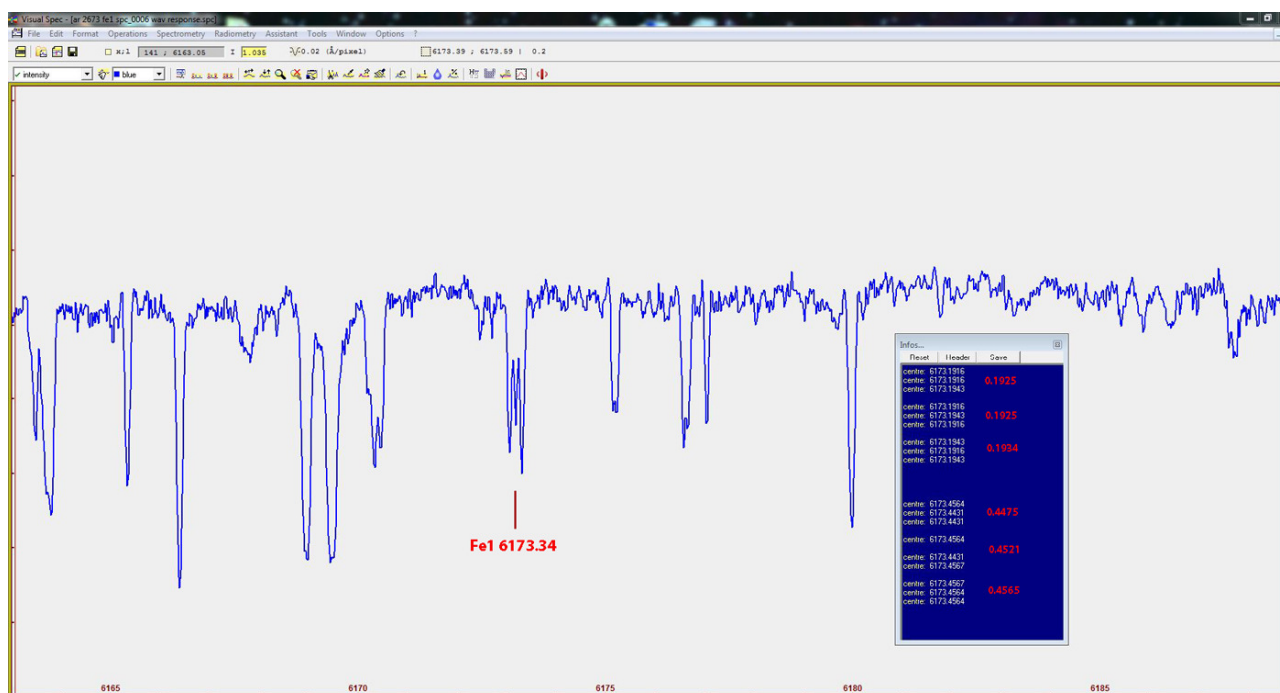


Particolare ingrandito della riga Fe1 a 6173 Å dal quale si nota nettamente lo sdoppiamento in tre parti, indice di un effetto Zeeman ortogonale e quindi di un campo magnetico orientato perpendicolarmente.

Detail of the line Fe1 at 6173, in which is shown clearly the splitting of the line in three parts, with an orthogonal Zeeman effect and then a magnetic field perpendicularly oriented.

Il profilo spettrale, nel quale le tre cuspidi sono evidentissime:

The spectral profile, in which the three lines are evident :



Le differenze delle medie delle tre misure delle due cuspidi a lato del centro riga ed il relativo d/λ sono state rispettivamente pari a:

The difference of the median of the three measures and related d/λ were:

Differenza	d/λ
------------	-------------

0.2550	0.1275
--------	--------

0.2596	0.1298
--------	--------

0.2631	0.1315
--------	--------

E la loro media pari a

And their median of

0.2592 A ; d/λ 0.1296 A

Quindi, applicando la formula precedente:

Then, applying the previous formula:

0.1296×10^{13} = 2913 Gauss

444935733

E l'errore:

And the error:

$0.1315 - 0.1275 / 2 = 0.002$ A, ovvero:

$0.002 \times 10^{13} = 45$ Gauss

444935733

Quindi $B = 2913 \pm 45$ Gauss

Dopo le premesse e come nelle attese, la 2673 si è mostrata come la macchia col più intenso campo magnetico tra quelle da me misurate e probabilmente dell'anno, avvicinandosi di molto ai 3000 G.

After the premises, and as expected, the 2673 has been the spot with the most intense magnetic field of the ones been measured, and probably of the year.

Nota : Dati della macchia dal catalogo DPD:

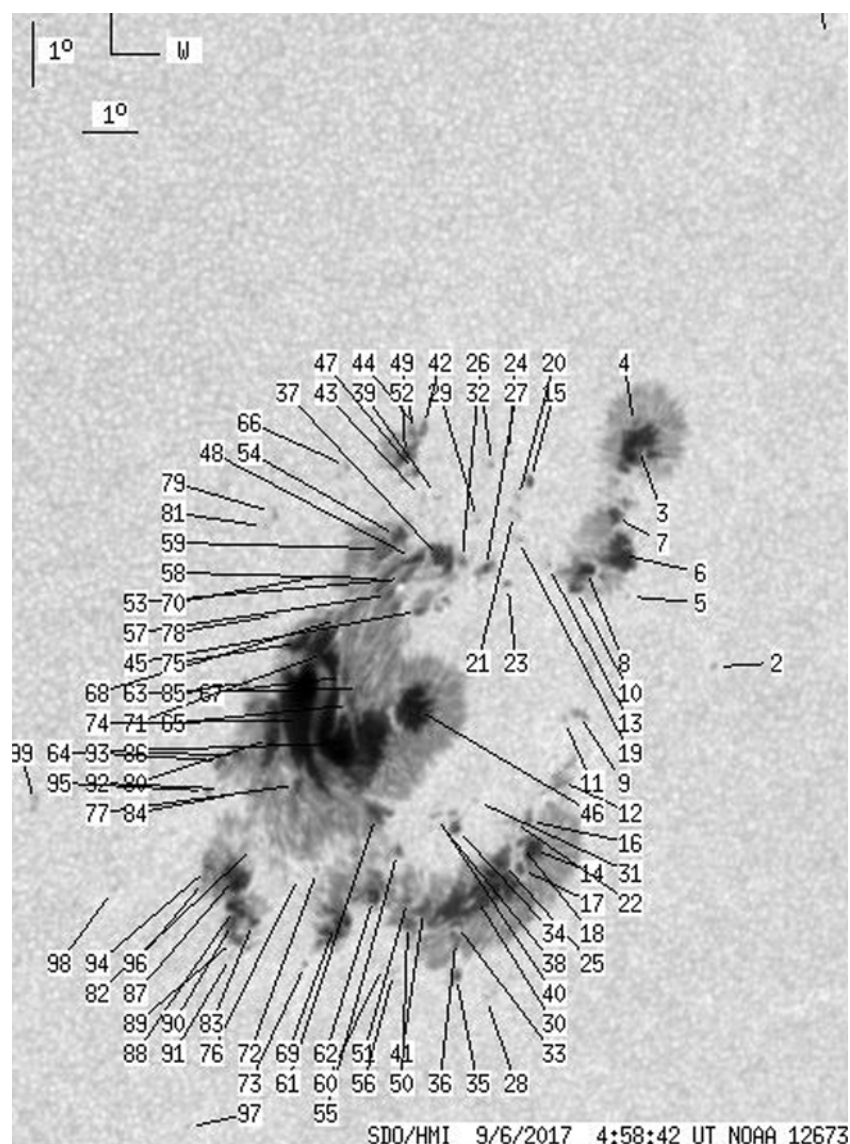
Note: sunspot data from DPD catalogue ;source: <http://feni.solarobs.csfk.mta.hu/>

Dati dell'intero gruppo; whole group data

group	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	B	L	LCM	Pos. angle
12673	617	2127	375	1312	-9.24	118.18	32.04	243.14

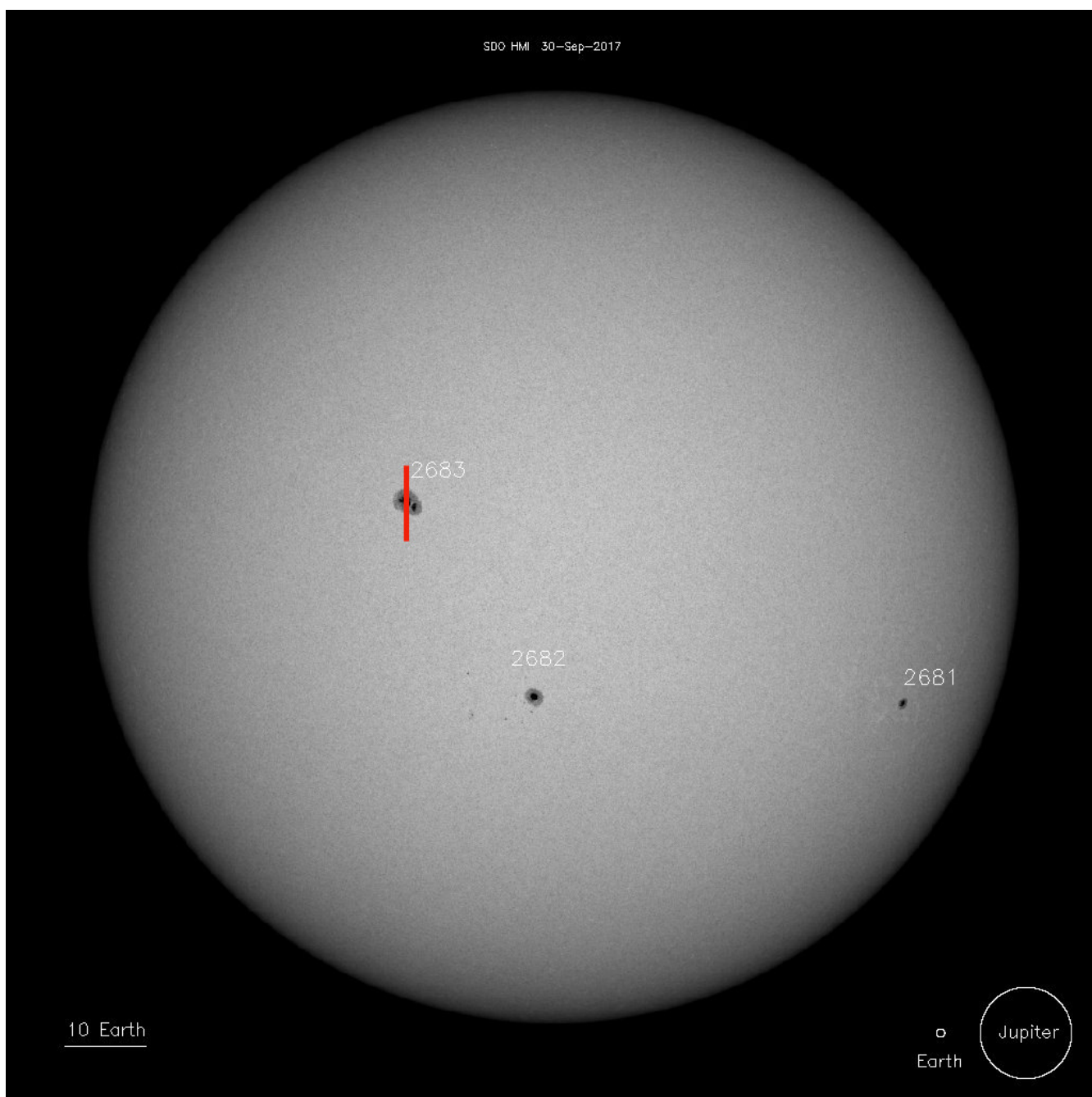
Dati relativi alla sola ombra della macchia più grande del gruppo, sulla quale era applicata la fenditura (64-74)

spot	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	Pos Angle
64	105	-14	64	-14	242.10
74	83	-14	49	-14	241.97

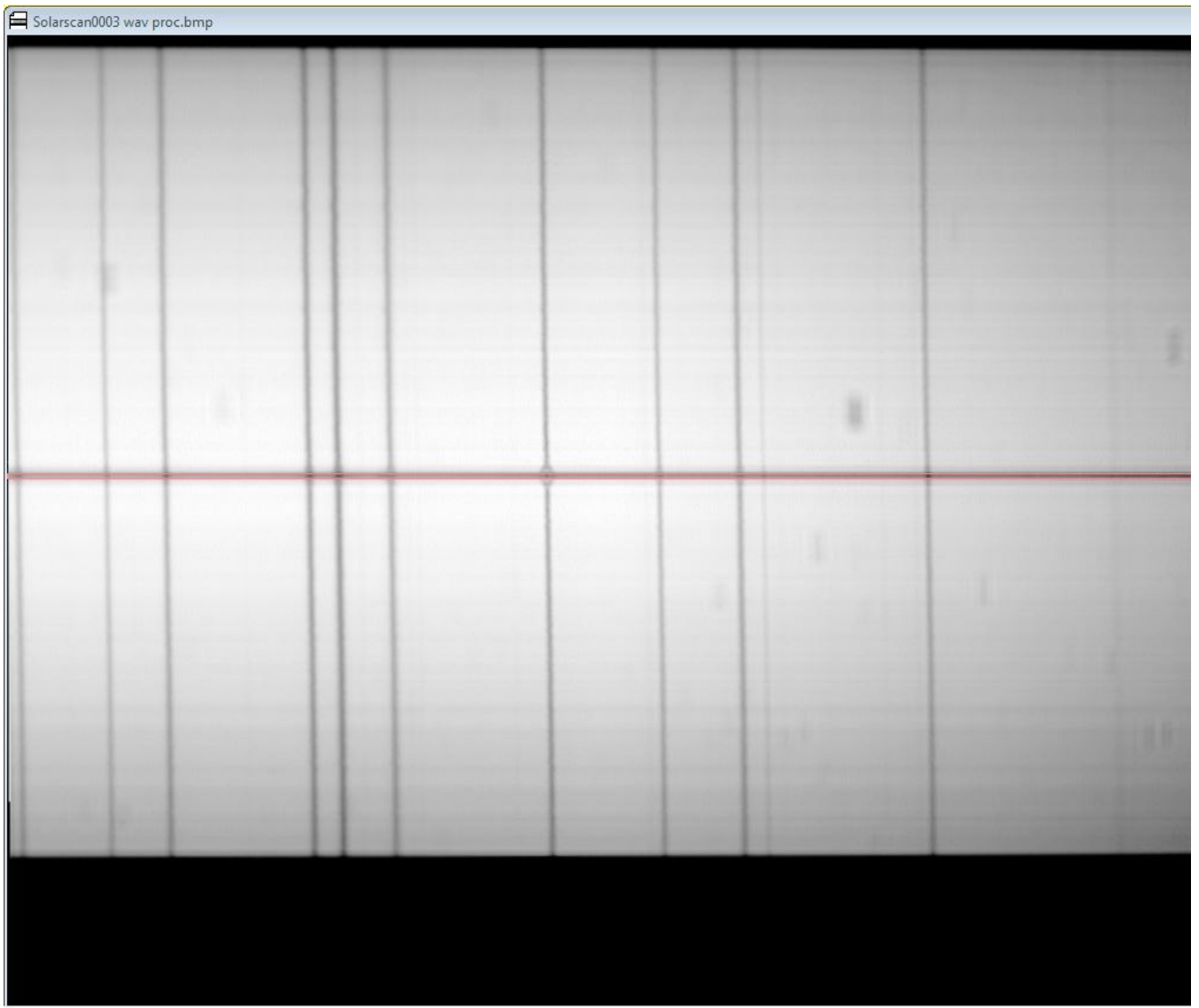


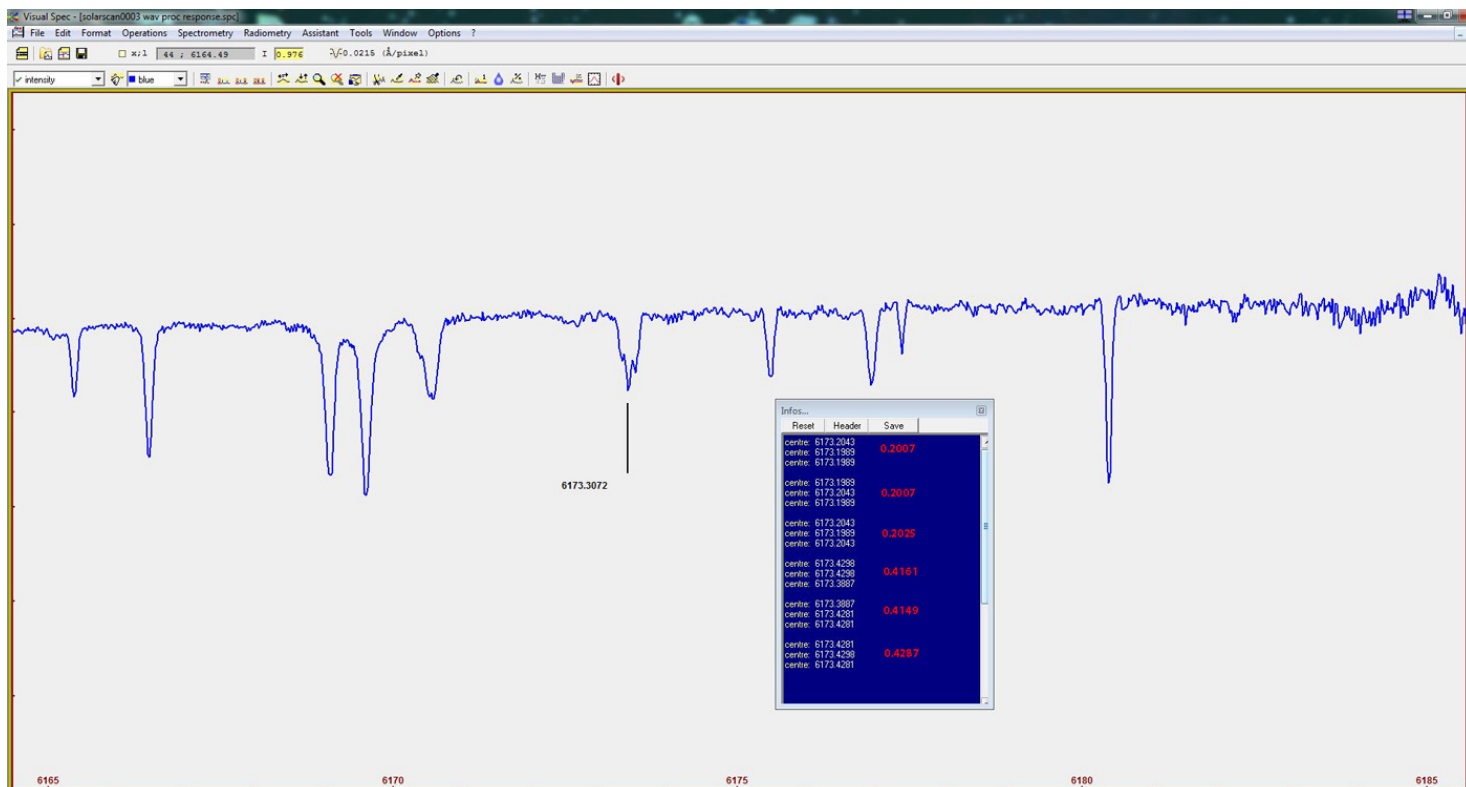
AR 2683 - 30 settembre 2017

Un'altra macchia di medie dimensioni,monopolare divisa da un light bridge, che ha contraddistinto una seconda metà dell'anno con un inaspettato livello di attività rispetto al periodo precedente.



Stavolta ho dovuto effettuare uno stretching lineare sull'immagine dello spettro bidimensionale per schiarire l'ombra ed evidenziare lo splitting della riga.





Le differenze delle medie delle tre misure delle due cuspidi a lato del centro riga ed il relativo d lambda sono state rispettivamente pari a:

The difference of the median of the three measures and related d lambda were:

Differenza d lambda

0.2154 0.1077

0.2142 0.1071

0.2262 0.1131

E la loro media pari a

And their median of

0.2186 A ; d /lambda 0.1093 A

Quindi, applicando la formula precedente:

Then, applying the previous formula:

$$0.1093 \times 10^{13} = 2457 \text{ Gauss}$$

444935733

E l'errore:

And the error:

$$0.1131 - 0.1071 / 2 = 0.003 \text{ A, ovvero:}$$

$$0.003 \times 10^{13} = 67 \text{ Gauss}$$

444935733

Quindi B= 2457+- 67 Gauss

Nota : Dati della macchia dal catalogo DPD:

Note: sunspot data from DPD catalogue ;source: <http://fenyi.solarobs.csfk.mta.hu/>

Dati dell'intero gruppo; whole group data

group	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	B	L	LCM	Pos. angle
12683	146	856	77	453	13.26	110.16	-19.16	69.50

Dati relativi alla sola ombra della macchia più grande del gruppo, sulla quale era applicata la fenditura

Spot	Proj. U	Proj. WS	Corr. U	Corr. WS	B	L	LCM	Pos. angle
6	95	-4	50	-4	13.27	110.31	-19.01	69.32

Conclusioni e valutazioni sui dati

Conclusions and evaluations of data

Premessa

Il telescopio usato nello strumento, un Takahashi FS da 60 mm di diametro di 355 mm di focale, se rende il mio strumento completamente maneggevole e portatile, presenta l'inconveniente di una bassa risoluzione ottica che rende molto difficoltosa e talvolta impossibile l'individuazione di splitting delle righe per macchie con campi magnetici inferiori a 1600 Gauss. Quindi i miei risultati divergono dalle medie professionali anche perché in queste ultime (com'è ovvio) sono comprese macchie con B inferiori a tale valore.

Premise

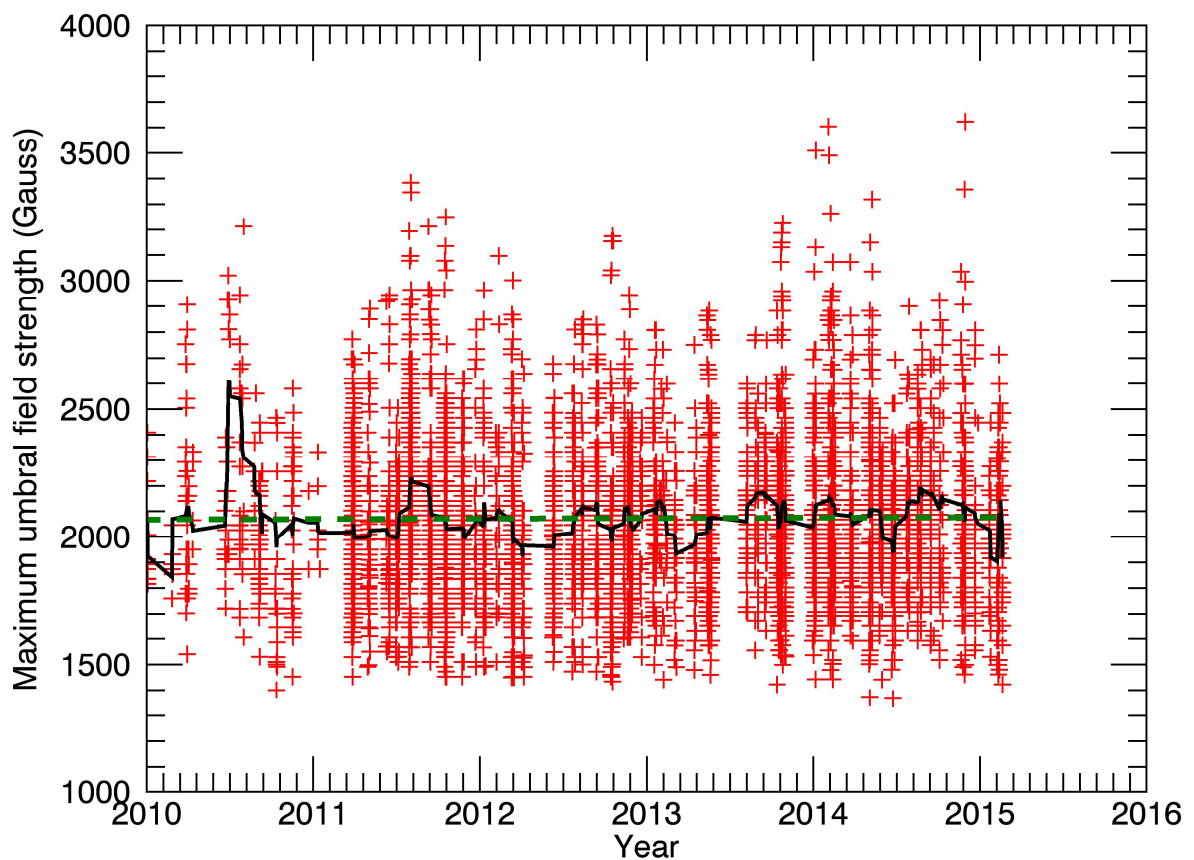
The telescope used in the instrument, a 60 mm diameter Takahashi FS with a focal length of 355 mm, makes my instrument completely manageable and portable, has the drawback of a low optical resolution that makes it very difficult and sometimes impossible to detect the splitting of the lines for spots with magnetic fields less than 1600 Gauss. Then my results differ from the professional averages also because in the latter (as is obvious) are included spots with B lower than this value.

1a- Riscontro coi dati delle medie del periodo 2010-2015 dell'NSO

Feedback of 2010-2015 median data by NSO

Nell'immagine che segue è riportato il risultato del lavoro portato avanti da Fraser Watson, Livingston ed altri (NSO), di misura della forza dei campi magnetici delle ombre di 4145 macchie solari dal 2010 al 2015, avvalendosi dello splitting Zeeman in luce polarizzata della riga Fe1 a 15648.5 , nell'IR vicino (Maximum field strenght independent from solar cycle -Nov 2015).La scelta della riga è dovuta alla minore luce diffusa ed alla minore sensibilità al seeing diurno.Lo strumento usato è stato uno spettrografo di 13.7 mt di focale al fuoco dello 0.82 mt Mc Math Pierce solar telescope, con sensore della camera raffreddato a nitrogeno liquido.Il posizionamento della fenditura è stato effettuato sulla zona più scura dell'ombra, partendo dal presupposto che questa rechi la massima forza del campo magnetico.Il valore medio della forza del campo magnetico dell'ombra si è attestato sui 2100 G,con valori di picco tra un minimo di 1400 ed un massimo di 3600 G.La linea verde è un Gaussian fit dei valori medi periodici.

The following image shows the result of the work carried out by Fraser Watson, Livingston et al. (NSO), measuring the strength of the magnetic fields of the umbra of 4145 sunspots from 2010 to 2015, using the Zeeman splitting in polarized light of the line Fe1 to 15648.5, in the near IR (Maximum field strenght independent from solar cycle -Nov 2015) .The choice of the line is due to the lesser diffused light and the reduced sensitivity to daytime seeing. The instrument used was a spectrograph of 13.7 mt focal length of 0.82 mt Mc Math Pierce solar telescope, with liquid nitrogen-cooled camera sensor. The positioning of the slit was made on the darker part of the umbra, assuming that this yields the maximum strength of the magnetic field. The average value of the magnetic field strength of the shadow was around 2100 G, with peak values between a minimum of 1400 and a maximum of 3600 G. The green line it is a Gaussian fit of the periodic average values.

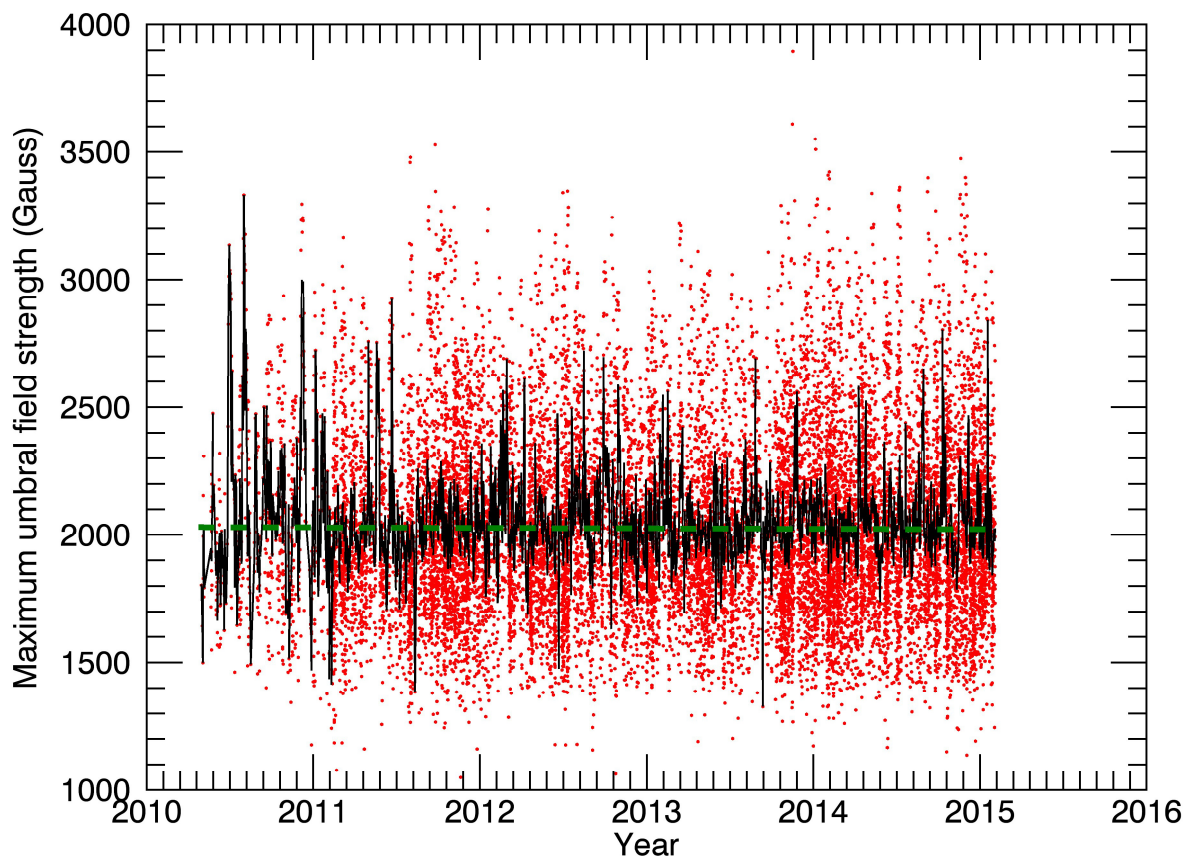


1b- Riscontro coi dati delle medie del periodo 2010-2015 dell'SDO-HMI

Feedback of 2010-2015 median data by SDO- HMI

Ulteriori conferme a tali valori sono state fornite dai dati dello HMI (Helioseismic and magnetic Imager) sulla sonda SDO (Solar Dynamics Observatory) per il periodo considerato, con l'osservazione della massima forza del campo magnetico di ben 17450 zone umbrali (Shou J. e al.-2012): La cosa interessante per i miei dati è che la misura è stata effettuata nel visibile, e sulla stessa riga Fe1 a 6173 Å da me usata (immagine seguente).

Further confirmations to these values were provided by HMI (Helioseismic and magnetic Imager) data on the SDO (Solar Dynamics Observatory) probe for the period considered, with the observation of the maximum magnetic field strength of 17450 umbral zones (Shou J. and to.-2012): The interesting thing for my data is that the measurement was made in the visible, and on the same line Fe1 to 6173 Å I used (following image).



In conclusione, il valore medio della forza massima dei campi magnetici umbrali da me misurati nel 2017, pari a 2240 Gauss si discosta di circa 140 G (6.7 %) dal valore medio professionale di 2100 degli anni 2010-2015. Se si considera l'errore medio di 52 G, pari al 2.3 % già valutato, tale percentuale scende in termini assoluti al 4.4%. Inoltre occorre considerare il fattore soglia minima di osservazione cui ho accennato in precedenza (la mia strumentazione non mi permette attualmente di misurare campi magnetici inferiori a 1600 G) ed i suoi riflessi sul valore medio, (a parte altri fattori di errore come seeing, luce diffusa, software di riduzione non specifico). Tutto ciò partendo ovviamente dal presupposto che la differenza rispetto ai valori medi professionali degli anni precedenti sia dovuto ad un mio errore e non ad uno scostamento periodico reale, sempre possibile in caso di un campione statistico molto piccolo, tenuto anche conto che B non dipende dal ciclo. Posso quindi affermare che la strumentazione usata e le procedure seguite consentono di ottenere dati in buon accordo con quelli professionali, nonostante l'enorme differenza nella strumentazione stessa, sia dal punto di vista della sofisticazione che del costo. Infine, vorrei precisare che, pur avendo inserito nel testo i dati sulla struttura della macchie e la loro conformazione fisica, nell'indagine da me curata ciò non è stato considerato, in quanto mi sono limitato esclusivamente alla misura della forza massima del campo magnetico umbrale.

In conclusion, the mean value of the maximum force of the umbral magnetic fields measured by me in 2017, equal to 2241 Gauss, is about 141 G (6.8%) different from the average professional value of 2100 of the years 2010-2015.

If we consider the average error of 52 G, equal to 2.3% already evaluated, this percentage drops in absolute terms to 4.5%. In addition, it is necessary to consider the minimum observation threshold factor mentioned above (my instrumentation does not currently allow me to measure magnetic fields below 1600 G) and its reflections on the mean value, (apart from other error factors such as seeing, light diffuse, software of non-specific reduction). All this starting obviously from the assumption that the difference compared to the average professional values of previous years is due to my mistake and not to a real periodic deviation, always possible in case of a very small statistical sample, also taking into account that B does not depend on the cycle. I can therefore say that the instrumentation used and the procedures followed allow to obtain data in good agreement with the professional ones, despite the enormous difference in the instrumentation, both from the point of view of sophistication and cost. Finally, I would like to point out that, despite having inserted in the text the data on the structure of the spots and the their physical shape, in the survey I carried out this was not considered, as I limited myself exclusively to the measurement of the maximum strenght of the umbral magnetic field.

Riferimenti

References

A New Signal from the Sun: Maximum Sunspot Magnetic Fields Independent of Solar Cycle- William Livingston, Fraser Watson – nov.2015

Ebreceen Heliophysical Observatory . SDO data

Fulvio Mete

Rome, Italy

fulvio_mete@fastwebnet.it

fulvio.mete@gmail.com