

Istituto Ricerche Solari Locarno

Rapporto 2014

Istituto Ricerche Solari Locarno

Rapporto alla Fondazione Istituto Ricerche Solari Locarno (FIRSOL)

sulla situazione dell'Istituto alla fine del 2014 e sul piano di lavoro per il 2015

- Relatori:** Dr. Michele Bianda
staff dell'IRSOL
- Indirizzo:** Istituto Ricerche Solari Locarno
via Patocchi 57
6605 Locarno-Monti
Tel.: (091) 743 42 26
Fax: (091) 730 13 20
e-mail: info@irsol.ch
sito web: www.irsol.ch
- Proprietario:** Fondazione Istituto Ricerche Solari Locarno
Membri: Cantone Ticino, Comune di Locarno, AIRSOL *)
- Consiglio di Fondazione:** Presidente: Prof. Dr. Philippe Jetzer (AIRSOL)
Vicepresidente: Avv. Dr. Fulvio Pelli (AIRSOL)
Segretario: Fis. Paolo Ambrosetti (Locarno)
altri membri: Prof. Dr. Ivano Beltrami (Cantone)
Prof. Dr. Piero Martinoli (Cantone)
Ing. Bruno Storni (Cantone)
Dr. Gianfranco Giugni (Locarno)
Prof. Dr. Sandro Rusconi (Cantone)
Ing. Alain Scherrer (Locarno)

Pres. Onorario: Dr. Alessandro Rima

Locarno-Monti, 20 aprile 2015

*) *AIRSOL, Associazione Istituto Ricerche Solari Locarno*

Indice

1	PREMESSA	1
2	PERSONALE	2
3	SCIENTIFIC WORK	4
3.1	Scattering polarization and the Hanle effect as diagnostic tools for the investigation of the solar magnetism	4
3.1.1	Investigation of the enigmatic linear polarization signals observed in the solar D1 lines of sodium and ionized barium	5
3.1.2	Physics of polarized scattering at multi-level atomic systems	5
3.1.3	Developing a self-consistent theoretical scheme including the various effects of elastic collisions with neutral perturbers	6
3.1.4	Observation of anomalous double-peak V/I signals in strong chromospheric lines	6
3.1.5	PhD Thesis work of Ernest Alsina Ballester	7
3.1.6	The impact of dichroism on the polarization of the continuum spectrum . . .	7
3.2	PhD work of Flavio Calvo	7
3.3	Radiative transfer in discontinuous media	8
3.4	Small-scale magnetism of stellar atmospheres and on the plasma flow inside magnetic tornadoes on the Sun	8
3.5	Using the forward scattering Hanle effect to produce magnetic field maps	8
3.6	Atlas of the Suns center-to-limb variation (CLV)	9
3.7	Synoptic program to measure the evolution of the photospheric magnetic field during a solar cycle	10
3.8	Center-to-limb variation of continuum polarization	10
3.9	Measuring faint emission lines in solar prominences	11
3.10	Planet engulfing scenarios in extra-solar systems, PhD work of Giovanni Privitera . .	11
3.11	Specola Solare Ticinese	11
3.12	Education	12
4	LAVORI TECNICI	12
4.1	Progetto ZIMPOL	12
4.2	Rifrattore ausiliario come guida	13
4.3	Caratterizzazione della point spread function del telescopio	13
4.4	Argentatura degli specchi	14
4.5	Specchi del telescopio	14
4.6	Sistema informatico	14

4.7	Varia	14
4.8	Lavori di infrastruttura	15
5	LAVORI PREVISTI NEL 2015	15
6	VISITE, CORSI E MANIFESTAZIONI	16
6.1	Visite all'Istituto	16
6.2	Altre visite	17
6.3	Visite ad altri istituti	18
6.4	Collegio di esame	18
6.5	Campagne osservative	18
6.6	Presenza nei media	18
6.7	Consiglio di Fondazione	18
6.8	Divulgazione in collaborazione con la Specola Solare Ticinese	18
7	CONGRESSI, CONFERENZE	19
7.1	Conferenze	19
7.2	Partecipazione a congressi, assemblee e corsi	19
8	PUBBLICAZIONI	20
8.1	Pubblicazioni sottoposte ad un referee	20
8.2	Altre pubblicazioni, legate all'IRSOL	21
8.3	Atlanti e materiale informativo sul nostro sito web	21

1 PREMESSA

Il lavoro finalizzato a sviluppare l'IRSOL come istituto universitario è continuato durante tutto il 2014. Nel novembre 2012 il Dipartimento Federale degli Interni, DFI, aveva comunicato la sua decisione positiva sulla nostra domanda basata sull'Articolo 16 della Legge federale sulla promozione della ricerca e dell'innovazione. Ciò aveva permesso di scegliere ricercatori adatti ai nostri piani nel 2013; il nuovo staff rafforzato ha cominciato a lavorare al completo nel 2014, interagendo in maniera molto costruttiva.

L'impostazione di base dell'istituto prevede di trattare i seguenti argomenti, connessi tra loro. Mantenere, consolidare e innovare le conoscenze osservative e le competenze strumentali relative al polarimetro ZIMPOL e alla strumentazione dell'IRSOL. Sviluppare la ricerca teorica indirizzata alla interpretazione dei dati che possono essere misurati con la nostra strumentazione. Iniziare un nuovo capitolo orientato alla simulazione numerica dell'atmosfera solare anche con l'intento di poter modellizzare le nostre osservazioni; calcoli su supercalcolatori vengono eseguiti al Centro Svizzero di Calcolo Scientifico, CSCS, a Lugano.

L'istituto sta così assumendo una sua precisa connotazione che cerca di sfruttare al meglio le situazioni locali specifiche. Da una parte vi è l'ottima reputazione dell'istituto e della sua strumentazione guadagnata in decenni di lavoro anche grazie alla passata collaborazione con il gruppo del Prof. Dr. Stenflo all'Istituto di astronomia del Politecnico di Zurigo. Dall'altra c'è la presenza a pochi passi di realtà accademiche come l'USI, la SUPSI e il CSCS.

Il prossimo obiettivo, richiesto esplicitamente nella decisione del DFI sopra citata, è l'affiliazione o associazione dell'IRSOL ad una università. Nel corso dell'anno il consiglio di fondazione e il SEFRI hanno lavorato per valutare quali sono le migliori soluzioni percorribili.

Il lavoro scientifico ha visto importanti risultati. Poiché il personale al completo ha iniziato a lavorare solo all'inizio dell'anno, il riscontro non è ancora visibile come numero di pubblicazioni apparse; sono attesi maggiori contributi nel 2015.

La nostra linea di ricerca fondamentale è legata alla spettropolarimetria solare; miglioriamo costantemente la strumentazione che permette misure uniche, stiamo sviluppando teorie sempre più sofisticate che permettono di interpretare i dati osservativi, infine abbiamo aperto un nuovo capitolo che consiste nello sviluppo di modelli numerici 3D dell'atmosfera solare che tengano conto del trasporto della luce polarizzata. Il lavoro sinergico in questi campi permette di sviluppare nuove tecniche diagnostiche per misurare l'intensità e l'orientazione del campo magnetico nell'atmosfera solare.

Il programma inteso a eseguire misure spettropolarimetriche della radiazione solare con un polarimetro ZIMPOL installato sul telescopio GREGOR a Tenerife è proseguito con una campagna osservativa tenutasi in ottobre.

Il Fondo Nazionale Svizzero ha accettato una nostra domanda e finanzierà due dottorandi, ciò in collaborazione con l'Università di Ginevra.

Con la Specola Solare Ticinese è stato organizzato in maggio a Locarno il workshop internazionale "4.th Sunspot Number Workshop (SSN4)".

La Fondazione Cavargna ha assegnato una borsa di ricerca al Dr. Ramelli.

Come da alcuni anni, la parte scientifica al capitolo 3 è scritta in inglese.

2 PERSONALE

Organizzazione generale

L'organizzazione generale è diretta dal presidente della FIRSOL, Prof. Dr. Philippe Jetzer (Istituto di fisica dell'Università di Zurigo).

Direttorato

Dando seguito ai consigli espressi durante le valutazioni dell'IRSOL da parte di esperti internazionali e nazionali del Consiglio svizzero della scienza e dell'innovazione, la direzione dell'IRSOL è affidata ad un direttorio composto da:

Prof. Dr. Svetlana Berdyugina (codirettrice del KIS),

Dr. Michele Bianda,

Prof. Dr. Jan Olof Stenflo.

Staff scientifico

Personale scientifico, in parentesi la data di inizio per chi ha iniziato dopo il 2013.

Dr. Luca Belluzzi (dal 1 dicembre 2013)

Dr. Michele Bianda

Dr. Edgar Carlin *) (dal 1 novembre 2013)

Dr. Daniel Gisler (dal 1 gennaio 2013, part time con il KIS)

Dr. Renzo Ramelli

Dr. Oskar Steiner (dal 1 gennaio 2014, part time con il KIS)

Prof. Dr. Jan Olof Stenflo, emeritus ETHZ, affiliato all'IRSOL

*) finanziato nell'ambito del progetto COST MP1104, SER No. C12.0084

Staff amministrativo

Anneliese Alge

Katya Gobbi (segretaria)

Alberto Taborelli (contabilità)

Dottorandi, (direttore di tesi: Prof. Dr. Georges Meynet dell'Università di Ginevra)

MSc. Flavio Calvo **) (dal 1 novembre 2013)

MSc. Giovanni Privitera ***) (dal 1 settembre 2012)

**) Finanziato grazie al contributo di una borsa di studio della Fondazione Aldo e Cele Daccò e, da ottobre 2014, tramite un progetto finanziato dal Fondo Nazionale

***) Finanziato tramite un progetto del Fondo Nazionale

System Manager

Ing El. ETHZ Boris Liver (collaboratore esterno)

Stages scientifici, lavori a tempo determinato

MSc. Martin Setzer (dal 28 marzo al 15 agosto)

MSc. Francesco Züger (dal 4 agosto al 31 dicembre)

Collaborazione con la SUPSI

Presso la SUPSI hanno lavorato al progetto ZIMPOL:

Prof. Dr. Diego Barrettino

Ing. El. Giuseppe Di Dato

Ing. El. Marco Rogantini

Dal 1 gennaio 2015 la responsabilità dello sviluppo elettronico di ZIMPOL viene assunta dall'Ing. El. ETHZ Boris Liver

Collaborazione con l'Instituto de Astrofisica de Canarias(IAC)

MSc. Ernest Alsina Ballester svolge il suo lavoro di dottorato all'IAC. Luca Belluzzi è co-direttore di tesi.

Collaborazione con la Hochschule RheinMain di Wiesbaden Rüsselsheim

La collaborazione con la Hochschule RheinMain di Wiesbaden Rüsselsheim prosegue. Il Prof. Dr. Gerd Küveler (emeritus) segue lavori di Bachelor o di semestre. Nel 2014 ha seguito:

Fabian Himburg, Bachelor-Arbeit (Bachelor)

Mathis Engelhard, Industriepraktikum (Bachelor)

Civilisti

Nel corso del 2014 hanno lavorato all'IRSOL:

Ing. SUP Inf. Andrea De Maria (dal 20 ottobre al 4 dicembre)

MSc. Gioele Janett (dal 24 novembre al 31 dicembre)

MSc. Cristian Manzoni (dal 6 gennaio al 8 luglio)

MSc. Giacomo Perugini (dal 29 settembre al 24 ottobre)

MSc. Mohan Rusconi (dal 1 gennaio al 17 gennaio)

MSc. Francesco Züger (dal 27 gennaio al 25 maggio)

3 SCIENTIFIC WORK

3.1 Scattering polarization and the Hanle effect as diagnostic tools for the investigation of the solar magnetism

It is well known that the radiation scattered by an atom (or molecule) illuminated by an anisotropic radiation field is in general linearly polarized perpendicularly to the scattering plane. This kind of polarization, which does not require the presence of a magnetic field, and has nothing to do with the Zeeman effect, is generally referred to as scattering polarization. Interestingly, scattering polarization signals produced in spectral lines are modified by the presence of a magnetic field through the so-called Hanle effect. The Hanle effect is sensitive to magnetic fields that are much weaker than those that can be revealed by means of the Zeeman effect, and it is also sensitive to magnetic fields with random polarities on spatial scales smaller than the resolution element of the instrument (to which the Zeeman effect is blind). The most remarkable manifestation of scattering polarization is the so-called Second Solar Spectrum (i.e., the linearly polarized spectrum of the solar radiation coming from quiet regions close to the limb). Thanks to the development of instruments such as ZIMPOL, capable of reaching a polarimetric sensitivity of the order of 10^{-5} , the Second Solar Spectrum has revealed an impressive richness of signals and spectral structures, which make it a formidable diagnostic window for the investigation of the solar atmosphere and, in particular, of its magnetism (see Stenflo & Keller 1996).

In order to fully exploit the diagnostic potential of this spectrum, it is first necessary to understand in depth the physics that governs its formation, and to achieve a satisfactory theoretical interpretation of the wide variety of signals that are observed, as well as of its general properties. In fact, the theoretical interpretation of the Second Solar Spectrum is still rather fragmentary, and the modeling of each single feature generally requires an ad-hoc choice of critical parameters, such as the temperature structure of the model atmosphere, or the value of the magnetic field vector, either deterministic or turbulent. The interpretation of the Second Solar Spectrum presents basically two kinds of difficulties. On one hand, the physics involved (i.e., the physics of scattering polarization) has revealed to be much more complex than what it could be expected at the end of the 80's, when this spectrum was unveiled. On the other hand, the polarimetric signals of this spectrum, besides being sensitive to the presence of a magnetic field through the Hanle effect, are also modified by other competing processes, such as collisions with both neutral perturbers (hydrogen atoms) and charged particles (electrons and protons), velocity gradients in the solar atmosphere, or symmetry-breaking effects due to horizontal inhomogeneities of the solar plasma. The radiative transfer modeling of all these effects is a challenging task, but it represents a necessary step towards a satisfactory understanding of this spectrum, and towards the possibility to develop reliable diagnostic methods based on the combined action of the Hanle and Zeeman effects.

The above-mentioned difficulties explain why during the last twenty years, the initial strong expectations of exploiting this new diagnostic window for investigating the Sun have only partially been met. However, this does not reduce the importance of this spectrum and its enormous potential. Indeed, during the last years it has been pointed out how the investigation of the weak and highly structured magnetic fields present in the higher layers of the solar atmosphere (chromosphere and transition region) represents one of the key steps for solving some of the most enduring and challenging problems in the field of solar physics. The Hanle effect is the only diagnostic tool today available for investigating this domain of magnetic field intensities and geometries, which is not accessible through the standard techniques based on the Zeeman effect.

A significant part of the research activity carried out at IRSOL during the last year concerns the observation and theoretical modeling of a series of polarimetric signals of particular interest, either because of their diagnostic potential, or because their theoretical interpretation is still incomplete. Although some of these signals are extremely weak, being at the limit of the polarimetric sensitivity of the instruments today available, it is important to emphasize that these minor signatures are often the gate to investigate physical aspects of high scientific relevance, which in some cases are not accessible through laboratory experiments, and that may represent key ingredients towards a complete understanding of the Second Solar Spectrum.

Below we provide a short description of the projects that are presently carried out at IRSOL.

3.1.1 Investigation of the enigmatic linear polarization signals observed in the solar D1 lines of sodium and ionized barium

The theoretical interpretation of the linear polarization signals observed by Stenflo & Keller (1997) in the core of the D1 lines of NaI and BaII (i.e., lines which were considered intrinsically unpolarizable), represents since many years one of the most challenging problems in the field of theoretical spectropolarimetry. A possible explanation of the physical origin of the signal observed in the NaI D1 line was proposed by Landi Degl’Innocenti (1998), in terms of the presence of a substantial amount of atomic polarization in the ground level of sodium. This explanation, on the other hand, raised a new paradox, since the required amount of atomic polarization in the long-lived ground level of sodium is incompatible with the presence in the lower chromosphere of inclined magnetic fields stronger than about 0.01G, which seems to be in contradiction with the results obtained from other type of observations (e.g., Bianda et al. 1998, Stenflo et al. 1998).

Dr. Belluzzi, in collaboration with Prof. Trujillo Bueno of the Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), has recently showed that the linear polarization observed in the core of the above-mentioned D1 lines cannot be understood unless the detailed spectral structure of the pumping radiation field is fully taken into account. This ingredient was first investigated in the case of a two-level model atom with hyperfine structure (HFS), in the limit of purely coherent scattering in the atom rest frame (see Belluzzi & Trujillo Bueno 2013). During the last year, we extended that work to the case of a two-term atom with HFS, which is a more suitable model for describing the sodium doublet. In parallel, we carried out new observational campaigns both at IRSOL and at GREGOR dedicated to the D1 lines of NaI and BaII. The observational work has been carried out in collaboration with MSc. Tanausú Del Pino Aleman, PhD student at IAC.

The results of the theoretical work carried out during the last year have been collected in two papers (see Sect. 8.1). A further publication will be focused on the new observations carried out at IRSOL and at their comparison with the theoretical profiles.

From the theoretical point of view, the next step of this investigation will be the modeling of these signals by considering a suitable redistribution matrix accounting for collisional redistribution (see also point 3.1.3).

3.1.2 Physics of polarized scattering at multi-level atomic systems

The unexpected polarization peak observed at the center of the solar D1 line of sodium has been an enigma since its discovery with ZIMPOL two decades ago. A laboratory experiment on D1 scattering at potassium gas was carried out at ETH a decade ago with a special potassium cell constructed for us by the late Alessandro Cacciani of Rome. The aim was to find out whether the D1 enigma was

a problem of solar physics or of quantum physics. The experiment unambiguously showed that the available theory for quantum scattering failed the test, the experiment revealed a rich D1 polarization structure where the theory predicted null results. In a recent paper in *The Astrophysical Journal*, Jan Stenflo has revised and extended quantum scattering theory to include the coherences in the initial and final states of the scattering process and shown how the extended theory can reproduce the experimental data in great quantitative detail. This new theoretical framework will next be tested much more thoroughly in collaboration with the Institut Non-Lineaire de Nice (INLN), where they have all the needed complex facilities to do scattering experiments without the buffer gas used in our Cacciani vapour cell (which caused collisional effects that complicated the interpretation of the results). This next-generation type experiment will do the scattering with two different isotopes of rubidium.

3.1.3 Developing a self-consistent theoretical scheme including the various effects of elastic collisions with neutral perturbers

Elastic collisions with neutral perturbers play three different but closely related roles: a) they contribute to the broadening of the spectral lines, b) they relax atomic polarization, c) they redistribute the photon frequency during the scattering processes (partial frequency redistribution effects). While the first effect has been largely investigated in the past and very sophisticated theoretical approaches are today available for taking it into account, the second and third ones have received little attention, and have generally been investigated only for the simplest atomic models (e.g., two-level model atom). These latter effects, on the other hand, play an important role in the physics of scattering polarization. Partial frequency redistribution (PRD) effects, for example, are a key ingredient for interpreting the complex multi-peak Q/I profiles shown in the second solar spectrum by several strong resonance lines. Developing a unique, self-consistent approach including all the above-mentioned effects for the case of complex atomic models, such as multi-level atoms with HFS, would represent a fundamental step forward towards the development of new diagnostic tools based on the scattering polarization signals produced by chromospheric and transition region lines, like NaI D1 and D2, CaII H and K, MgII h and k, or HI Ly-alpha.

During the last year, in collaboration with Prof. Landi Degl'Innocenti of the University of Florence, we have worked to the development of a theoretical scheme capable of taking effects a) and b) (level broadening and relaxation of atomic polarization) into account, for the case of a HFS multiplet. The work is still in progress, and all the results are being collected in a paper to be submitted within the next few months.

3.1.4 Observation of anomalous double-peak V/I signals in strong chromospheric lines

During recent observational campaigns carried out using ZIMPOL, both at IRSOL and at GREGOR, we discovered anomalous double-peak V/I signals in the D1 and D2 lines of NaI, and in the D2 line of BaII. We carried out a very careful work of data reduction, which allowed us to exclude that such signals could be of instrumental origin. We believe that the investigation of these signals, both from the observational and theoretical point of view, is of high scientific interest, and for this reason we have recently submitted a proposal to SNF asking fundings to finance a two-year post-doctoral project focused on this topic. Observationally, we aim at clarifying which spectral lines show such signals, and whether they can be associated to particular magnetic and/or dynamic structures in the solar atmosphere. The results of this observational work will provide precious hints for the theoretical interpretation of these signals.

3.1.5 PhD Thesis work of Ernest Alsina Ballester

Dr. Belluzzi is co-director of the PhD thesis in astrophysics of MSc. Alsina from IAC (the co-director at IAC is Prof. Trujillo Bueno). Main topic of this thesis work is to model the scattering polarization profiles produced by strong chromospheric and transition region lines, and to analyze their magnetic sensitivity, with the final goal of developing novel diagnostic tools for investigating the weak and highly structured magnetic fields present in upper layers of the solar atmosphere. To this aim, MSc. Alsina is applying and further developing the most advanced theories today available for the generation and transfer of polarized radiation, taking PRD effects into account.

During the last year, he developed a non-LTE radiative transfer code for a two-level atom in the presence of weak magnetic fields (Hanle effect regime). This code allows considering either a deterministic or a unimodal isotropic (or random-azimuth) magnetic field. Presently, he is relaxing the weak-field approximation, so to be able to consider magnetic fields of arbitrary strength, as well as to include the impact of the Zeeman effect in his calculations.

During 2014, MSc. Alsina carried out two visits at IRSOL. Both stays have been financed through Short Term Scientific Missions (STSM) within the framework of the European COST action “*Polarization as a tool to study the solar system and beyond*”. A new STSM, which is allowing MSc. Alsina to work at IRSOL with Dr. Belluzzi and the other members of the IRSOL scientific staff, has been financed for April - May 2015. During this stay we plan to conclude the above-mentioned generalization of his RT code, to start making applications to a series of lines (e.g., the SrII line at 4078Å), and to carry out new observations of the signals of interest with ZIMPOL.

3.1.6 The impact of dichroism on the polarization of the continuum spectrum

As part of the thesis work of MSc. Flavio Calvo, we are investigating the possible impact on the polarization of the continuum spectrum brought by photoionization processes taking place from polarized atomic levels. While in the visible part of the solar spectrum the main contribution to the continuum opacity is due to the photoionization of the H^- ion, which has a single bound state that cannot be polarized, in the UV part of the spectrum, the photoionization of other atomic species, such as C, N, O, or Si plays a non-negligible role. Since the photoionization of such species takes place from ground/metastable levels that in general can carry atomic polarization, it is of interest to estimate whether such dichroic processes may affect or not the polarization of the continuum. Another source of dichroism that we wish to analyze is the one due to the photoionization of hydrogen atoms in the first excited state (Balmer continuum). During the last year (first year of PhD for MSc. Calvo), we have planned the work, we have studied the relevant literature on this topic, and we have identified the strategy and tools necessary for this kind of investigation.

3.2 PhD work of Flavio Calvo

MSc. F. Calvo carries out research work in view of a PhD-thesis at IRSOL. In the present report period, he computed three-dimensional magnetohydrodynamic solar model atmospheres, using computational resources at CSCS in Lugano. These models are intended for the subsequent synthesis of spectropolarimetric maps serving for the interpretation of polarimetric measurements. Of particular interest are theoretical predictions regarding the center-to-limb variation of the continuum polarization, currently measured at high polarimetric precision at IRSOL. A first simulation run without magnetic fields showed curious photometric bright points due to swirling downdrafts in the

intergranular space. These are presently scrutinized with the object of predicting conditions for their telescopic detection. MSc. F. Calvo gave oral presentations on this subject during the annual assembly of the Associazione Specola Solare Ticinese and at the Observatoire de Genève.

3.3 Radiative transfer in discontinuous media

First ideas of a new method for computing polarized radiative transfer in an atmosphere featuring shock fronts and contact discontinuities have been developed. In cooperation with MSc. Francesco Züger, we have developed a computer program for exploring this new concept, which is based on piecewise linear reconstruction of the given discrete source function. A science paper on this subject is in preparation. In cooperation with Prof. Siddhartha Mishra of the Seminar für Angewandte Mathematik of the ETHZ, we have submitted a proposal to the attention of the Swiss National Science Foundation for the continuation of this project.

3.4 Small-scale magnetism of stellar atmospheres and on the plasma flow inside magnetic tornadoes on the Sun

Numerical simulations of magneto-convection in the surface layers of stellar atmospheres (K to F) were performed and the influence of the small-scale magnetic field on the luminosity variation analyzed (O. Steiner et al. 2014).

Numerical simulations of “magnetic tornadoes” in the solar atmosphere were reanalyzed to study differences between stream lines and test-particle tracks (S. Wedemeyer and O. Steiner, 2014).

3.5 Using the forward scattering Hanle effect to produce magnetic field maps

The polarization signals forming the Second Solar Spectrum are maximum at the solar limb and decrease in amplitude towards the disk center. Due to this fact, the solar polarization has been typically studied at the limb. However, it turns out that the disk-center signals can be measured and used for solar diagnosis. Indeed, such strategy presents a certain number of advantages (see Carlin & Asensio Ramos, 2015). For instance, at the disk center (forward-scattering) the scattering polarization signals are essentially originated by the Hanle effect and at the same time they are affected by a lower number of polarization sources, thus allowing an easier discrimination and interpretation of the magnetic field contribution. Choosing suitable spectral lines and comparing their measured signals with theoretical and computational results it is possible (although still challenging) to get better determinations of magnetic field topologies and strengths than using the (larger but more entangled) signals found at the solar limb.

In this project we try to make of the forward-scattering Hanle effect a reality for diagnosing the solar chromosphere using the Ca I 422.7 nm line. Due to the large kinematics of that atmospheric layer it is necessary to consider, understand and discriminate the effects that solar velocities have in the linear polarization. Thus, our computational and observational methodology has to be adapted to trace such effects through wavelength, space and time. This has been the main work developed during 2014 for this project. On one hand, we have identified the instrumentation, the observational configuration (software and hardware), the technical issues and the observational steps to create spatial maps of polarization in forward scattering at IRSOL. During the second half of the year we

tried to implement this ideas in the German solar telescope GREGOR (Tenerife, Spain). The results were influenced by technical limitations related, for instance, to the absence of the image derotator (whose installation is foreseen for 2015). At IRSOL, we had delays originated by the recoating of the optics and by the failure of guiding system during some months.

In the theoretical part of the project we have simulated the spectropolarimetric signals at the core of the CaI 422.7 nm line using semiempirical models of the solar chromosphere. A considerable time was spent in finding more realistic models able to reproduce the spatial and temporal behavior of the solar atmosphere.

We have also developed tools for extracting the physical information provided by the polarization signals. On one hand we worked on the derivation of approximated equations for the Hanle polarization in Stokes Q and U. These expressions allow us to understand and predict in a simple way how are the spatial variations that we should expect in reality. On the other hand, the analysis of the measured signals will be done through the application of Principal Component Analysis. This allows to statistically characterize the observed polarization eliminating at the same time the photon noise. The tests done with this tool gave positive results but the method needs sufficiently large datasets of measurements for retrieving a good statistical fit of the results. Finally, a new kind of theoretical diagrams for the representation of the polarization were created. We are currently studying their advantages and their possible relevance.

3.6 Atlas of the Suns center-to-limb variation (CLV)

The intensity spectrum of the Sun varies across the solar disk from center to limb. This CLV (center-to-limb variation) is well known for the continuous spectrum and has played a major role in constraining model atmospheres and in the determination of chemical abundances in the Sun. The CLV varies dramatically with wavelength within each spectral line, but there has previously been no systematic studies of this variation. With the implementation of computer control of the IRSOL spectrograph it has become possible to carry out a project to produce a spectral atlas of the CLV with high spectral resolution. In parallel with the IRSOL project we analyzed a spectral atlas that had been recorded in 1978 by Jan Stenflo and Jack Harvey with the Fourier transform spectrometer (FTS) at the Kitt Peak Observatory in Arizona. The ratio spectrum between the FTS limb and disk spectra was determined, since it is a measure of the CLV. It was found to be as richly structured as the intensity spectrum, but its appearance is entirely different. We therefore refer to it as SS3 (Third Solar Spectrum), to conveniently distinguish it from SS2 (Second Solar Spectrum) and SS1 (the ordinary intensity spectrum). SS3 provides an enormously richer set of observational constraints on models of the Sun than has been available before. The theoretical interpretation of SS3 is done in collaboration with the group of Nagendra in Bangalore. Now this study of the new SS3 spectrum will be greatly extended by the CLV atlas project at IRSOL, which is near completion. In contrast to the FTS study, which only could use two spectra, near the limb and at disk center, the IRSOL recordings will provide an atlas for a sequence of ten different disk positions from disk center to the solar limb. This will allow us to determine the full CLV function for each single wavelength with high spectral resolution over much of the entire visible spectrum. It is foreseen to make the atlas publicly available on the IRSOL web pages and at the same time a paper describing this project will be submitted.

Observations and data reduction were carried out by MSc. Martin Setzer and, within the framework of a practical work, by Mathis Engelhard, student at Hochschule RheinMain, University of Applied Sciences Wiesbaden Rüsselsheim (D). Currently the spectral interval for which data were

recorded goes from 438.8 nm to 545.2 nm.

3.7 Synoptic program to measure the evolution of the photospheric magnetic field during a solar cycle

The solar photosphere is seething with a vast amount of magnetic flux tangled on scales much smaller than the resolution scale of solar telescopes that can be investigated by considering the Hanle effect. In 2007, near a minimum of the solar cycle, we started a synoptic program to explore possible variations of such hidden magnetic flux with the solar cycle, through the application of a differential Hanle effect technique on observations of scattering polarization in C2 molecular lines in the region around 514.0 nm. The observing program is still ongoing, generally with the cadence of about one month. In the second half of 2014, we unfortunately had a period of several months without observations due to several reasons: e.g. the silver coating work on the telescope mirrors, the problem met with the Primary Image Guiding sensor (see section 4), bad weather conditions and the need to conclude other observing programs. The observations obtained up to now, which include the recent maximum of the solar activity, doesn't show large variations of the turbulent unresolved magnetic field. If the apparent constancy is confirmed through the current cycle, than it will have important implications, since it provides hints on the existence of a local dynamo effect at granular and sub-granular scale, uncorrelated with the global magnetic field varying with the solar cycle (Bianda et al. 2014). It is foreseen to present the recent results at the International Astronomical Union (IAU) assembly in August 2015 (Ramelli).

3.8 Center-to-limb variation of continuum polarization

Solar atmosphere models are very important to address many astrophysical problems related to the Sun. There are several well known solar models that are focussed on different aspects: e.g. the FALA model (Fontenla et al. 1993) and HSRA (Gingerich et al. 1971) models are well suited to describe the averaged quiet Sun, FALC (Fontenla et al. 1993) is focussed on the supergranular cell center, and FALP (Fontenla et al. 1993) on plages. As was shown by Fluri & Stenflo (1999) and by Kostogryz & Berdyugina (2015), when solving the radiative transfer equations for polarized light, the different existing solar models provide different center-to-limb variation of polarization. The only way to choose the suitable model is to compare the modeled continuum polarization with observations. For this we need to obtain precise absolute polarimetric measurements at several wavelengths and positions with respect to the limb.

A polarized continuous background on which a rich variety of both intrinsically polarized and depolarized lines are superimposed characterizes the polarized spectrum. However, many lines are also weakly polarized or depolarized by magnetic fields due to the Hanle effect. The polarization in the lines and the continuum are usually on the same order of magnitude, and a common zero level should be used as the reference for the line polarization. Measuring the continuum polarization on the Sun helps us to define the zero level that can be useful for different astrophysical problem.

The determination of the continuum polarization requires absolute polarization measurements of a small signal at different positions of the sun. These kind of measurements can be affected by different instrumental errors and therefore are very challenging. A new method has been developed to measure the continuum polarization with ZIMPOL at IRSOL. The method is highly automatized and measures the polarization alternating at disk center and at different positions of the east and

west limb on the sun. Different instrumental effects have been localized and could be eliminated. But the data show still some remaining instrumental effects which could not yet be calibrated.

3.9 Measuring faint emission lines in solar prominences

Measurements done during the previous years (with Dr. E. Wiehr and Dr. G. Stellmacher) could show that the width of emission lines in prominences can not be represented by a unique pair of thermal/non-thermal broadening, but is mainly due to non-thermal velocities. That could indicate that the broadening is related to the contribution of material at different physical conditions in the emitting region. A model that could explain the observations was proposed by Low et al. (2012, ApJ., 757, 21). In the model downward motions of gas clumps within the prominence due to “recurrent frozen-in conditions” are foreseen. In 2014 more observations of the emission profiles of metallic lines in quiet prominences were carried out in order to better measure the ratio between the line widths of the different lines.

3.10 Planet engulfing scenarios in extra-solar systems, PhD work of Giovanni Privitera

This is the topic of our PhD. student MSc. Giovanni Privitera, followed by Prof. Dr. Georges Meynet at Geneva Observatory.

The discovery of extrasolar planets near several main sequence solar type stars has unexpectedly revealed that a fraction of these represents a class of planets, hot Jupiters, with characteristics similar to Jupiter, but with high surface temperatures because they orbit at less than 1 AU very close to their central stars. A major theoretical problem is to study the location of these planets and the question of their fate. For billions of years a system planet/brown dwarf (BD) - star could be dynamically stable. When the star evolves and becomes a red giant (RG), the system changes rapidly. The stellar mass loss and the tidal torques are main factors to drive the evolution of planetary orbits. A particular scenario is studied where the planet merges with the core or envelope of the star, in particular the evolution of the star after the engulfment. The rotational velocity of the star, the deposition of planet material inside the star, and the production of ${}^6\text{Li}$ and ${}^7\text{Li}$ surface abundance (and in general the enhance of stellar metallicity) are calculated upgrading the Geneva evolution code (Eggenberger et al., 2008). Stars with masses between 1.5 and 3.0 M-Earth, and planets with masses not greater than 20 MJ (Jupiter mass) are taken into account searching the time at which this engulfment process occurs, the depth at which the mass is deposited inside the star, and the location of the planetary destruction. A consequence is a change of the stellar surface velocity caused by the angular momentum lost by the planet. The simulations show an increase of the surface velocity for a time that would allow to measure it. What is remarkable is that these results could explain the percentage of about 3% (de Medeiros & Mayor, 2009) of red giants that are fast rotators. The most important results will be reported in the publications in preparation.

3.11 Specola Solare Ticinese

Scientific work at Specola Solare Ticinese is focused on the determination of the solar index data, or Wolf number, Ri. Locarno is the reference station of Solar Influences Data Analysis Center, SIDC, in Brussels. The experience of Sergio Cortesi, who worked under the direction of Max Waldmeier

starting in 1957 till 1980, gave continuity in the counting method defined in Zurich from Rudolf Wolf in the mid 1800s. This know-how has been transmitted to Marco Cagnotti.

In 2014, 246 drawings were performed; the drawings and the calculated Wolf number can be seen on the web (www.specola.ch).

IRSOL staff collaborates with Specola for outreach activities and, in case of need, for the execution of the solar drawings and their reduction. Ramelli acts also as WEB master for the Specola WEB pages.

Specola Solare Ticinese and IRSOL organized the *4.th Sunspot Number Workshop, SSN4* in Locarno on May 19 - 23 2014 (specola.ch/ssn4/).

3.12 Education

Within our long ongoing collaboration with the University of Applied Sciences Wiesbaden Rüsselsheim several semestral works were performed at IRSOL by students of the faculty of Applied Physics, in particular:

- Fabian Himburg worked on the interfacing of the ZIMPOL PEM modulator control system. The aim is to automatize its control. Currently the parameters required to measure at a defined wavelength are inserted manually.

- Mathis Engelhard worked at the intensity Center to Limb Variation, CLV, atlas project, see 3.6.

The Physics student Aldo Lo Presti, Erasmus student at Geneva University, started a practical work (TP) at IRSOL, with the title "*Solar limb darkening.*"

4 LAVORI TECNICI

4.1 Progetto ZIMPOL

- Il software Command Script Interpreter (CSI) permette di controllare le componenti hardware di ZIMPOL₃, di coordinare e controllare le varie azioni richieste e immagazzinare i dati. Lo sviluppatore del codice, l'Ing. Peter Steiner, è in contatto con noi e si è messo a disposizione per sviluppare dei miglioramenti puntuali.
- Nel 2009 D. Gisler aveva adattato i codici di sistema che gestivano l'acquisizione e la riduzione dei dati di ZIMPOL₂ per renderli operativi con ZIMPOL₃. Anche in base all'esperienza maturata in questi anni nel corso del 2014 Gisler ha iniziato ad ottimizzare tali codici per rendere più semplice il loro utilizzo. Nel 2015 è prevista l'implementazione dei nuovi codici.
- La lettura dei dati dalla camera ZIMPOL₃, dopo aver completato un'esposizione, richiede circa 0.5 secondi. Finora questo tempo risultava essere tempo morto poiché la camera non registra nessun fotone durante la fase di lettura. Nel corso dell'anno alla SUPSI è stato sviluppato un modulo di lettura che, applicato alla modulazione in modalità FLC (cristalli liquidi) e per tempi di esposizione superiori al tempo di lettura, permette di condurre in modo parallelo la lettura e l'esposizione, riducendo alquanto la presenza di tempi morti. Ciò ha permesso di aumentare l'efficienza di ZIMPOL. Si prevede di provare questa modalità, oltre che all'IRSOL, anche a GREGOR, dove potrebbe permettere notevoli miglioramenti.

- All'IRSOL, i motori che orientano in modo preciso le componenti ottiche utilizzate nel sistema di calibrazione della polarizzazione sono stati sostituiti (lavoro di C. Manzoni). Ciò ha permesso di accelerare in modo sostanzioso (in alcuni casi dimezzando il tempo richiesto) la procedura di calibrazione necessaria per le misure scientifiche.
- La possibilità di interfacciare l'elettronica di controllo del modulatore PEM è stata studiata come lavoro di Bachelor di Fabian Himburg, studente di fisica applicata alla Hochschule Rhein-Main di Wiesbaden. Egli ha eseguito una serie di misure per ottimizzare i valori dei parametri da utilizzare. Questo lavoro è stato reso fattibile dal precedente lavoro ai motori dell'ottica di calibrazione.
- De Maria ha sviluppato procedure che permettono la comunicazione tra vari programmi indipendenti (con la funzione client oppure server). Nel caso di un programma che gestisce le informazioni di posizione del telescopio, ha migliorato la versione esistente sviluppando un programma server con funzionalità multi-client. Tale versione servirà anche da base per lo sviluppo di ulteriori programmi analoghi destinati ad altre componenti elettroniche.
- Nel 2014 sul telescopio GREGOR è stato messo in servizio dal KIS uno strumento che permette la scansione di una determinata area del disco solare (slit scanner) utilizzando lo spettrografo. Si possono così produrre mappe solari ad alta risoluzione spaziale, spettrale e (con ZIMPOL) pure polarimetrica. Per poterlo utilizzare, nel corso della campagna osservativa di ottobre si è dovuto procedere alla scrittura di codici adatti per il nostro sistema (D. Gisler) utilizzando pure il codice interprete di De Maria.
- La meccanica dei supporti di varie componenti ottiche del sistema ZIMPOL sono state sostituite con componenti progettate e in parte costruite da C. Manzoni, anche sviluppando modelli 3D. Pezzi sono pure stati costruiti al Politecnico di Zurigo. I nuovi supporti permettono movimenti di precisione ripetibili che migliorano in tal modo tutto il sistema. In particolare:
 -) l'analizzatore (modulatore e polarizzatore) può ora essere aggiustato su tre assi,
 -) il derotatore a specchi (ricevuto dall'IAC) può essere allineato in modo preciso.

4.2 Rifrattore ausiliario come guida

Il posizionamento esatto del telescopio può essere controllato in più modi: facendo capo a degli encoder connessi ai motori, al sistema di guida basato sull'immagine al fuoco principale, oppure al riconoscimento automatico del bordo dalle immagini sul piano focale secondario. Una ulteriore possibilità sta nell'utilizzo del rifrattore ausiliario che mostra un'immagine in H-alfa. Il MSc. Francesco Züger ha sviluppato a tale scopo un codice per il riconoscimento automatico del bordo del Sole.

4.3 Caratterizzazione della point spread function del telescopio

Un lavoro in collaborazione con il Prof. Dr. Laurent Jolissaint della Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton du Vaud (HEIG-VD) ha permesso di misurare le caratteristiche dell'allineamento e delle aberrazioni ottiche del nostro telescopio. Tale progetto è stato fatto nell'ambito del lavoro di Bachelor dello studente Adrien Viloz. Il progetto completo prevedeva misure dopo aver sostituito le ottiche del telescopio, purtroppo come riportato al punto 4.5, vi sono stati seri problemi tecnici che hanno impedito questa importante verifica.

4.4 Argentatura degli specchi

Sei specchi dello spettrografo sono stati trattati dalla ditta Thin Film di Regensburg. La superficie riflettente consiste in uno strato di argento protetto da strati dielettrici che innalzano la riflessività nel viola e nell'ultravioletto vicino (superando in questo modo un punto debole nell'utilizzo dell'argento quale strato riflettivo di specchi). Dopo aver riallineato gli specchi nello spettrografo abbiamo constatato un aumento significativo di luminosità che raggiunge un fattore tre per certe lunghezze d'onda.

4.5 Specchi del telescopio

Gli specchi in Zerodur che già erano presenti nel telescopio di Locarno fino al 1984 (quando l'IR-SOL apparteneva all'Università di Göttingen), erano stati utilizzati nel telescopio Gregory Coudé di Tenerife, gemello del nostro strumento, per poi essere ceduti all'Università di Istanbul in previsione della messa in esercizio in un osservatorio turco. Il progetto turco non ha però ricevuto il finanziamento richiesto e abbiamo potuto ricevere gli specchi in cambio di una collaborazione scientifica con l'università turca. Gli specchi in Zerodur sono dunque tornati a Locarno dopo tre decenni. Due di questi specchi (M1 e M2) sono stati trattati con lo stesso procedimento (argentatura protetta) degli specchi dello spettrografo, mentre i due specchi deflettori M3 e M4 sono stati alluminati (per le misure di polarizzazione questi specchi sono critici e non si è voluto cambiare rispetto a quanto conosciamo e sappiamo gestire). Gli specchi sono stati sostituiti e allineati con precisione nel telescopio, ma purtroppo evacuando il telescopio vi è stato un incidente causato dalla corrosione (invisibile dall'esterno) del sistema di raffreddamento ad acqua del diaframma posizionato sul fuoco di M1. Lo strato protettivo dell'argentatura è rimasto irreparabilmente danneggiato dalle gocce d'acqua cadute sugli specchi e il procedimento dovrà essere rifatto.

4.6 Sistema informatico

La rete di comunicazione interna è stata aggiornata centralizzando in un rack centrale l'elettronica di gestione. Per uscire su internet è stata aggiunta una linea e viene utilizzato un download balancer per ottimizzare le due linee.

4.7 Varia

La meccanica all'uscita dello spettrografo è stata ottimizzata per permettere di installare facilmente componenti particolari come il dispositivo per selezionare due ordini spettrali differenti.

La meccanica per ottimizzare l'utilizzo dell'encoder che indica la larghezza della fessura è stata realizzata.

L'alimentazione dei motori a corrente continua che forniscono un momento di tensione ai due assi di movimento del telescopio è stata sostituita da un modulo interfacciabile. Il voltaggio è controllato da un microcomputer che considera le correzioni richieste dall'osservatore e fornisce la tensione elettrica adeguata ai motori.

Martin Setzer ha provveduto a migliorare il codice in LabVIEW del modulo di controllo dell'elettronica dello spettrografo.

Per minimizzare gli effetti della turbolenza dell'aria nello spettrografo, con effetti negativi su particolari misure di protuberanze, è stata costruita una gabbia in materiale isolante che va installata attorno al cammino ottico di fronte agli specchi collimatore e camera (C. Manzoni).

Una componente elettronica del sistema di guida automatica PIG (primary image guiding system) si era guastata. La localizzazione del problema e la riparazione sono state condotte da B. Liver.

4.8 Lavori di infrastruttura

La terrazza di fronte al locale riunioni mostrava segni di cedimento. Una perizia ha permesso di verificare che il muro di cinta poggiava semplicemente sul terreno. La terrazza non era prevista nei disegni originali di costruzione (fine anni '50) ed era stata improvvisata. Per evitare ulteriori problemi si è provveduto a costruire uno zoccolo in cemento armato su cui far poggiare il muro.

Per guadagnare spazio nello studio a Sud è stato tolto il lavandino per riorganizzare il locale.

5 LAVORI PREVISTI NEL 2015

Le valutazioni contenute nel capitolo 4 del rapporto 2013 sono pienamente valide. In particolare:

- Associazione o affiliazione con un ente universitario. Questa operazione è richiesta esplicitamente dal SEFRI per poter richiedere un finanziamento per gli anni 2017-2020. La FIRSOL sta già lavorando in questa direzione e sono richiesti primi risultati per la fine di giugno. Approfondite valutazioni ci hanno indirizzato ad una soluzione che prevede lo studio delle possibilità che si possono presentare con l'USI e la SUPSI.
- Lo strumento che ci permette di essere al vertice a livello internazionale nel campo della spettropolarimetria è ZIMPOL. Quale conseguenza dei tagli al finanziamento richiesto al Fondo Nazionale della ricerca, abbiamo dovuto cambiare la modalità di sviluppo del polarimetro trasferendo le competenze dello sviluppo elettronico dalla SUPSI all'IRSOL; del progetto si occupa Boris Liver.

Lo sviluppo a medio lungo termine deve prendere in considerazione i seguenti punti. Per i prossimi anni non è da prevedere l'arrivo di uno strumento che dia risultati superiori a ZIMPOL. Vi è però un progetto diretto dal Max Planck Institut di Göttingen (MPS) che prevede la costruzione di un sensore dalle caratteristiche superiori a quelle degli attuali sensori di ZIMPOL. Prevediamo che questo sarà il futuro della spettropolarimetria e siamo in contatto con il MPS per aprire una collaborazione nello sviluppo degli strumenti di prossima generazione. È pensabile che questo tema diventi di stretta attualità fra un paio di anni; la realizzazione di un sensore perfettamente funzionante dovrebbe però prevedere tempi di almeno cinque anni.

Nel frattempo miglioreremo costantemente le caratteristiche di ZIMPOL₃, prevedendo di utilizzare nuove componenti elettroniche e procedendo ad una parziale riprogrammazione del software della camera. Il codice è suddiviso su una FPGA (Field Programmable Gate Array) e un modulo Colibrì programmato in Linux. Si valuterà la possibilità di costruire una nuova scheda elettronica frontale che permetta di massimizzare le proprietà del sensore CCD.

- Il sistema Fabry Perot funzionava con ZIMPOL₂, le modifiche per renderlo operativo con ZIMPOL₃ saranno effettuate nell'ambito del lavoro di Master dello studente Mathis Engelhard

della Hochschule RheinMain. Compito di Engelhard sarà di ottimizzare il funzionamento del sistema.

- Una domanda al Fondo Nazionale per finanziare un lavoro di dottorato in collaborazione con il Prof. Dr. Mishra Siddhartha del Seminario di Matematica Applicata del Politecnico di Zurigo è stata accettata.
- I lavori di ricerca che prevedono osservazioni all'IRSOL verranno continuati.
- L'azione COST MP1104 della quale siamo co-proponenti finirà in novembre. Tale azione ci ha permesso di ricevere un finanziamento per il salario di due anni di Edgar Carlin quale post doc. Il lavoro svolto finora è molto positivo e dovremmo centrare gli obiettivi che ci eravamo prefissi. Cercheremo finanziamenti per prolungare la permanenza di Carlin all'IRSOL, in modo che possa lavorare su un nuovo progetto di approfondimento.
- Il progetto di osservazioni con ZIMPOL a GREGOR ha mostrato le sue grandi potenzialità, subito emerse con le prime osservazioni scientifiche. Vi sono aspetti strumentali che devono essere migliorati, sia su GREGOR (derotatore previsto nel corso dell'anno, possibilità di utilizzare l'ottica adattativa anche al bordo solare, miglioramento della riflettività degli specchi tramite una argentatura) che su ZIMPOL (parallelizzazione della lettura ed esposizione).

6 VISITE, CORSI E MANIFESTAZIONI

6.1 Visite all'Istituto

Visite di carattere scientifico

20.1 Francesco Fumagalli e Zaki Grigahcene, telescopio solare in Algeria

2.2-10.2 Aldo Lo Presti, università di Ginevra, TP

17.2-24.2 Martin Setzer, Hochschule RheinMain

3.3-6.3 Fabian Himburg, Hochschule RheinMain

14.3-15.3 Laurent Jolissaint, Adrien Villos, HEIG-VD, Yverdon

25.3-9.4 Ernest Alsina Ballester, dottorando IAC, Tenerife

25.4-26.4 Jan Stenflo

9.5-9.7 H.D. Supriya, dottoranda IIA, Bangalore

16.5-17.5 Jan Stenflo

23.5 Alexei Pevtsov, NSO, Sac Peak, New Mexico

15.6-2.7 Eberhardt Wiehr, Uni Göttingen

16.6-28.6 Goetz Stellmacher, Institute d'Astrophysique, Parigi

2.7-4.7 Jan Stenflo

13.7-26.7 Tanausu, dottorando IAC, Tenerife
18.8 Krishnappa Nagaraju, MPS, Göttingen
25.8-3.9 Fabian Himburg, Hochschule RheinMain
2.9-11.9 Martin Setzer
3.9-1.10 Mathis Engelhard, Hochschule RheinMain
3.9-4.9 Jan Stenflo
15.9-5.10 Ernest Alsina Ballester, dottorando IAC, Tenerife
17.9 Diego Barrettino, Giuseppe Di Dato, Marco Rogantini, SUPSI
2.10-4.10 Nobumitsu Yokoi, Università di Tokyo
13.10-2.11 Mathis Engelhard, Hochschule RheinMain
25.11-28.11 Eberhardt Wiehr, Uni Göttingen

6.2 Altre visite

6.1 Marco Brignoli, membro comitato ASST/AIRSOL
11.4 Michelino Todesco e Ufficio Stranieri Locarno
26.4 Urania Sternwarte Gesellschaft, Zurigo
6.5 Alessandro Erni, stage Scuola Media
16.5 ETH Alumni
20.5 partecipanti al workshop SSN4
16.6 classe 1^aN, Liceo Bellinzona
16.6 astrofili novaresi, G. Bianchi, G. Bonzani, M. Cucchi, C. Pidò, M. e C. Vicario
9.9 gruppo Daniela Spinnato
19.12 Christian Manzoni, Leopoldo Rossini, Mohan Rusconi
29.12 Mohan Rusconi

6.3 Visite ad altri istituti

27.5 Belluzzi, Bianda, Calvo, Steiner, Stenflo, Supriya, Züger: Seminario di Matematica Applicata, ETHZ

Belluzzi: varie visite all'università di Firenze

22.9-8.10 Carlin: IAC

29.1-7.2 Calvo, KIS Freiburg

4-5.12 Steiner, Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam

6.4 Collegio di esame

23.04 Oskar Steiner

External assessor of the master thesis of MSc. Johan Pires Bjørgen, Institute of Theoretical Astrophysics of the University of Oslo on April 23, 2014. Title of the master thesis: “Numerical radiative transfer using a multigrid method”.

6.5 Campagne osservative

8-20.10 Bianda, Carlin, Gisler at Tenerife, Spagna, telescopio GREGOR,

6.6 Presenza nei media

In occasione dell'organizzazione del workshop SSN4 (vedi 3.11), i principali mezzi di comunicazione hanno riportato il nostro comunicato stampa spedito il 14 maggio.

6.7 Consiglio di Fondazione

6.6 Riunione del Consiglio di Fondazione presso l'IRSOL

6.8 Divulgazione in collaborazione con la Specola Solare Ticinese

Il lavoro di divulgazione è coordinato con la Specola Solare Ticinese e fa capo ad un gruppo di animatori composto dal personale scientifico di IRSOL e Specola, nonché da collaboratori volontari. Ci si presenta al pubblico sotto il nome di Centro Astronomico del Locarnese (CAL).

Il civilista Christian Manzoni ha costruito uno schermo di proiezione per lo spettro prodotto dallo spettrografo della Specola Solare Ticinese utilizzato per scopi didattici.

Sul numero 233 di Meridiana (novembre-dicembre 2014) a pagina 19 vengono riassunti i risultati del workshop SNN4 organizzato dai nostri istituti.

7 CONGRESSI, CONFERENZE

7.1 Conferenze

10.01 Luca Belluzzi

Assemblea ASST-AIRSOL: “La spettropolarimetria per lo studio del Sole: conoscenze acquisite e nuovi enigmi”

5.04 Giovanni Privitera

Assemblea ETH Alumni, Monte Verità Ascona: “Esopianeti: Caratteristiche, Tecniche di Ricerca e Prospettive Future”

14.11 Renzo Ramelli

TecDay @ lilo, Liceo Locarno: “Decifriamo la luce del Sole”

7.2 Partecipazione a congressi, assemblee e corsi

F. Calvo, 20 - 21 gennaio, Visualization and Graphics Tutorial, CSCS, Lugano

O. Steiner, 24 -28 gennaio, International Team “Heating of the magnetized chromosphere”, International Space Science Institute (ISSI), Bern;

O. Steiner, 23 - 25 aprile, 4th International workshop on small-scale solar magnetic fields, Bairisch Kölldorf (A);

G. Privitera, 28 aprile - 1 maggio, Space Telescope Science Institute Habitable Worlds Across Time and Space, Baltimora (USA)

L. Belluzzi, M. Bianda, 5 - 8 giugno, Theory and modelling of polarisation in astrophysics, Prague (Czech Republic);

R. Ramelli, 22 - 27 giugno, SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation, Montreal (Canada);

F. Calvo, 30 giugno - 10 luglio, CSCS-USI Summer School, Lugano (CH)

E. Carlin, 8 - 12 settembre, Annual Meeting of the Spanish Astrophysical Society (SEA), Teruel (Spain)

O. Steiner, 8 - 12 settembre, 14th European Solar Physics Meeting, Dublin (IRL);

O. Steiner, 22 - 26 settembre, Annual Meeting of the Astronomische Gesellschaft, Bamberg (D);

R. Ramelli, O. Steiner, 17 ottobre, Annual Meeting of the Swiss Society for Astronomy and Astrophysics, Lausanne;

E. Carlin, 25 - 28 novembre, Invited talk in Colloquium at the Kiepenheuer Institute for Solar Physics, Freiburg (D)

M. Bianda, E. Carlin, 1 - 5 dicembre, IAU Symposium 305, Punta Leona, Costa Rica;

O. Steiner, 2 - 3 dicembre, MHD days 2014, Potsdam (D);

8 PUBBLICAZIONI

8.1 Pubblicazioni sottoposte ad un referee

apparse

- Bianda, M., Ramelli, R., Gisler, D., Stenflo, J. O.: 2014, *Solar cycle variations of the Second Solar Spectrum*, in: Nagendra, K. N., Stenflo, J. O., Qu, Z. Q. and Samooprna, M. (eds.), “Solar Polarization 7”, APS Conf. Ser. 489, 167
- Demidov, M. L., Stenflo, J. O., Bianda, M., and Ramelli, R.: 2014, *Conversion of the 6302 / 6301 Stokes V Line Ratio to the 5250 / 5247 Ratio for the Diagnostics of Quiet-Sun Magnetic Fields*, in: Nagendra, K. N., Stenflo, J. O., Qu, Z. Q. and Samooprna, M. (eds.), “Solar Polarization 7”, APS Conf. Ser. 489, 21
- Ishikawa, R., Asensio Ramos, A., Belluzzi, L., Manso Sainz, R., Štěpán, J., Trujillo Bueno, J., Goto, M., and Tsuneta, S: 2014, *On the Inversion of the Scattering Polarization and the Hanle Effect Signals in the Hydrogen Ly α Line*, The Astrophysical Journal, 787, 159
- Landi Degl’Innocenti, E. and Belluzzi, L.: 2014, *Theoretical Schemes for the Interpretation of Solar Polarimetric Observations: An Overview and Some New Ideas*, in: Nagendra, K. N., Stenflo, J. O., Qu, Z. Q. and Samooprna, M. (eds.), “Solar Polarization 7”, APS Conf. Ser. 489, 99
- Nagendra, K. N., Stenflo, J. O., Qu Z. Q., and Samooprna, M.: 2014, editors of *Solar Polarization 7*, Astronomical Society of the Pacific Conference Series 489
- Ramelli, R., Gisler, D., Bianda, M., Bello González, N., Berdyugina, S., and Soltau, D.: 2014, *First successful deployment of the ZIMPOL-3 system at the GREGOR telescope*, Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, 9147E, 3GR
- Smitha, H.N., Nagendra, K.N., Stenflo, J.O., Bianda, M., and Ramelli, R.: 2014, *The Quantum Interference Effects in the Sc II 4247 Å Line of the Second Solar Spectrum*, The Astrophysical Journal, 794, 30
- Smitha, H.N., Nagendra, K.N., Stenflo, J.O., Sampoorna, M.: 2014, *The Role of Quantum Interference and Partial Redistribution in the Solar Ba II D₂ 4554 Å Line*, in: Nagendra, K.N., Stenflo, J.O., Qu, Z.Q. and Samooprna, M. (eds.), “Solar Polarization 7”, APS Conf. Ser. 489,
- Sowmya, K.; Nagendra, K. N.; Stenflo, J. O.; Sampoorna, M.: 2014, *Polarized Scattering with Paschen-Back Effect, Hyperfine Structure, and Partial Frequency Redistribution in Magnetized Stellar Atmospheres*, The Astrophysical Journal, 786, 150
- Sowmya, K., Nagendra, K.N., Sampoorna, M., and Stenflo, J.O.: 2014, *Polarized Light Scattering with the Paschen-Back Effect, Level-crossing of Fine Structure States, and Partial Frequency Redistribution*, The Astrophysical Journal, 793, 71
- Steiner, O., Salhab, R., Freytag, B., Rajaguru, P., Schaffenberger, W., and Steffen, M.: 2014, *Properties of small-scale magnetism of stellar atmospheres*, Publ. Astron. Soc. Japan , 66, 5

- Stenflo, J. O.: 2014, *Nature of Quiet-Sun Magnetic Fields*, in: Nagendra, K. N., Stenflo, J. O., Qu, Z. Q. and Samoprna, M. (eds.), “Solar Polarization 7”, APS Conf. Ser. 489, 3
- Stenflo, J. O.: 2014, *FTS atlas of the Sun’s spectrally resolved center-to-limb variation*, *Astronomy and Astrophysics*, 573, 74
- Supriya, H. D., Smitha, H. N., Nagendra, K. N., Stenflo, J. O., Bianda, M., Ramelli, R., Ravindra, B., and Anusha, L. S.: 2014, *Center-to-limb Observations and Modeling of the Ca I 4227 Å Line*, *The Astrophysical Journal*, 793, 42
- Wedemeyer, S. and Steiner, O.: 2014, *On the plasma flow inside magnetic tornadoes on the Sun* *Publ. Astron. Soc. Japan* **66**, S10

in stampa

- Carlin, E.S. and Asensio Ramos, A.: *Chromospheric diagnosis with Ca II lines: forward modeling in forward scattering (I)*, *The Astrophysical Journal*
- Wedemeyer, S. and Steiner, O.: *On the plasma flow inside magnetic tornadoes on the Sun*, *Publ. Astron. Soc. Japan*
- Stenflo, J. O.: *Physics of polarized scattering at multi-level atomic systems*, proceedings of IAUS 305 “Astrophysics - Solar and Stellar Astrophysics, Physics - Atomic Physics”

sottomessi

- Belluzzi, L., Landi Degl’Innocenti, E., and Trujillo Bueno, J.: *Isotropic inelastic and superelastic collisions in a multiterm atom with hyperfine structure*, *ApJ*, submitted
- Belluzzi, L., Trujillo Bueno, J., and Landi Degl’Innocenti, E.: *Radiative transfer modeling of the enigmatic scattering polarization in the solar NaI D1 line*, *ApJ*, submitted

8.2 Altre pubblicazioni, legate all’IRSOL

- M. Bianda, R. Ramelli: *Evoluzione e variabilità del campo magnetico cromosferico e fotosferico solare*, final report to Divisione della cultura e degli studi universitari of Canton Ticino for a 2 years fellowship

8.3 Atlanti e materiale informativo sul nostro sito web

Puntando sulla pagina “http://www.irsol.ch/data_archive/” si possono trovare vari atlanti in forma digitale, altri verranno inseriti. In particolare ora troviamo:

- Stenflo, J.O. 2014, in R. Ramelli (ed.), http://www.irsol.ch/data_archive/#ss2, “*Second Solar Spectrum (SS2) atlas*”
- Stenflo, J.O. 2014, in R. Ramelli (ed.), http://www.irsol.ch/data_archive/#ftsv, “*FTS atlases of the Stokes V spectra due to the longitudinal Zeeman effect*”

- Stenflo, J.O. 2014, in R. Ramelli (ed.), http://www.irsol.ch/data_archive/#ss3, “*FTS atlas of the Third Solar Spectrum (SS3) and its relation to the Second Solar Spectrum (SS2)*”