

**Presentazione della Dott.ssa Marta Casti**  
**Dottorato di Ricerca in Fisica - XXXI Ciclo**  
**Università degli Studi di Torino**

Dottorando: Marta Casti

Relatore: Silvano Fineschi

Titolo della tesi:

*Eliofisica spaziale: Sensori ottici innovativi per i coronografi solari delle missioni spaziali Solar Orbiter e PROBA-3*

Durante il triennio di dottorato la Dott.ssa Marta Casti ha seguito e sostenuto l'esame relativo ai seguenti corsi della Scuola:

- *Corso EAP (English for Academic Purposes) Writing and Communication Skills*, Alice Spencer;
- *Space Exploration Systems II*, Nicole Viola;
- *Fundamentals of Space Sciences and Techniques*, Sabrina Corpino;
- *Laboratorio di Astrofisica*, Silvano Fineschi.

La Dott.ssa Marta Casti ha svolto la sua attività di dottorato principalmente su due macro aree di ricerca svolte presso l'Osservatorio Astrofisico di Torino:

- la calibrazione polarimetrica del canale visibile del coronografo solare Metis per la missione Solar Orbiter.
- lo sviluppo degli algoritmi di metrologia per il mantenimento della formazione di volo dei satelliti della missione PROBA-3. Questa missione consiste in una coppia di satelliti che volando in formazione di volo e mantenendo una configurazione equivalente ad una struttura rigida formano un coronografo di lunghezza pari a 150 m,

Metis è il coronografo solare selezionato come payload per la missione spaziale Solar Orbiter. L'obiettivo scientifico del telescopio è quello di acquisire immagini relative alla corona solare, linearmente polarizzata, nella banda del visibile (580-640 nm) e nella linea di emissione dell'idrogeno Ly- $\alpha$  (121.6 nm). La Dott.ssa Marta Casti ha svolto le attività di caratterizzazione polarimetrica delle celle a cristalli liquidi utilizzate come modulatore

di polarizzazione all'interno del polarimetro, installato nel canale visibile del coronografo. La modulazione della luce avviene attraverso l'applicazione di un campo elettrico alla cella contenente i cristalli, in questo modo le molecole si orientano e cambiano la loro birifrangenza. Caratterizzare queste celle significa, pertanto, trovare la corrispondenza tra voltaggio applicato e angolo di ritardo imposto dalle celle al vettore di polarizzazione della luce in entrata.

L'attività di ricerca ha interessato, dapprima, la caratterizzazione di un modello otticamente identico al modulatore di volo e, in seguito, di quello qualificato per il volo e integrato nel telescopio. Infatti, la Dott.ssa Marta Casti ha partecipato alle attività di integrazione e di calibrazione del telescopio che si sono svolte nel laboratorio di ottica presso ALTEC S.p.A., sede lavorativa del contratto di dottorato in apprendistato della Dott.ssa Marta Casti. Il lavoro di ricerca svolto è consistito nella riduzione e nell'analisi dei dati acquisiti durante le varie campagne di calibrazione dello strumento, portando allo sviluppo di codici numerici per il processamento dei dati raccolti. Lo scopo finale di tale attività consisteva in

- ottenere la curva di ritardo in funzione del voltaggio applicato alle celle;
- ottenere il tensore di demodulazione associato al canale visibile polarimetrico del coronografo.

Tali obiettivi sono stati raggiunti con l'ottenimento di una funzione matematica che modella la curva di ritardo in funzione del voltaggio e il calcolo del tensore di modulazione che verrà utilizzato per analizzare le immagini polarimetriche della corona K acquisite da Metis durante la missione.

PROBA-3 è una missione spaziale dell'Agenzia Spaziale Europea, progettata con lo scopo di dimostrare la capacità di due satelliti di volare in formazione, autonomamente. Infatti, durante la missione, i due satelliti dovranno volare mantenendo una configurazione fissa, formando un coronografo con occultatore esterno di 150 metri. Questa missione permetterà di acquisire delle immagini della corona solare, vicino al bordo del disco, mai osservata in precedenza. Uno dei sistemi metrologici di precisione progettati per la missione si basa sulla misura della penombra ad opera di otto diodi, installati intorno alla pupilla d'ingresso del coronografo. In quest'ambito, la Dott.ssa Marta Casti si è occupata dello sviluppo, della scrittura e della validazione di un algoritmo che, partendo dalle misure di penombra, fosse in grado di calcolare la posizione relativa dei due satelliti. La versione finale di tale algoritmo è stata completata e collaudata durante l'ultimo anno di dottorato. Con tale versione sono stati raggiunti gli obiettivi di accuratezza, flessibilità e robustezza del codice, indicati nei requisiti.

Infine, durante l'ultimo anno di dottorato, la Dott.ssa Marta Casti, ha


lavorato nell'ambito del progetto *Space Weather Center*, nato dalla collaborazione tra ALTEC S.p.A. e l'Osservatorio Astrofisico di Torino, che ha come fine ultimo quello di creare un centro per la predizione degli eventi di Space Weather. L'attività svolta, in questo ambito, è rappresentata dalla definizione delle catene di processamento dei dati acquisiti dai satelliti che osservano il sole e l'eliosfera.

Durante la sua attività di dottorato la Dott.ssa Marta Casti ha mostrato perseveranza e indipendenza - come ci si aspetterebbe da un ricercatore - nel perseguire soluzioni innovative ai problemi scientifici incontrati nella sua attività di ricerca. Ad esempio, ha svolto un lavoro superbo nello sviluppare e collaudare - per la maggior parte in modo indipendente - gli algoritmi per la metrologia della formazione di volo di PROBA-3. Questo è indicativo di una raggiunta maturità scientifica. La Dott.ssa Casti ha anche dimostrato notevole abilità sperimentali durante, per esempio, la calibrazione del modello di volo del polarimetro in luce visibile per Metis. Ella ha collaborato e interagito positivamente sia con i colleghi nell'ambiente accademico presso l'osservatorio sia con quelli nell'ambiente industriale in ALTEC. In entrambi questi ambienti lavorativi, la Dott.ssa Casti ha dimostrato di avere un buon spirito di squadra e di essere pro-attiva e collaborativa nei gruppi di ricerca.

Pertanto si esprime grande apprezzamento per il lavoro svolto dalla Dott.ssa Marta Casti durante il triennio del Dottorato di Ricerca.

Torino, 30 settembre 2018

Silvano Fineschi

Firma 

## Partecipazione a scuole e conferenze

- International School: *Space Optics Instrument Design*, Poltu Quatu (Sardegna, Italia), 02-06/05/2016;
- International School: *ISSS Ground and space-based instruments for future research in Solar-Terrestrial physics*, L'Aquila (Abruzzo, Italia), 06-11/06/2016, poster;
- International Conference: *2017 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC)*, Torino (Italia), 22-25/05/2017, talk;
- International School and Conference: *VarSITI 2017 Space weather summer school*, Irkutsk (Russia), 10-15/06/2017, poster;
- International workshop: *Space Weather: A Multi-Disciplinary Approach*, Leiden (Olanda), 25-29/09/2017;
- International Conference: *SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation 2018*, Austin (Texas, USA), 10-15/06/2018, poster;
- International School: *2018 Boulder Space Weather Summer School*, Boulder (Colorado, USA), 9-20/06/2018;
- International Conference: *International Conference on Space Optics ICSSO 2018*, Chania (Creta, Grecia), 9-12/10/2018, talk e poster;
- National Conference: *Third Meeting of the Italian Solar and Heliospheric Community*, Torino (Italia), 28-31/10/2018, poster

## Visite e stages

-

## Elenco delle pubblicazioni

- M. Focardi, V. Noce, S. Buckley, K. O'Neill, A. Bemporad, S. Fineschi, M. Pancrazzi, F. Landini, C. Baccani, G. Capobianco, D. Loreggia, M. Casti, M. Romoli, G. Massone, G. Nicolini, L. Accatino, C. Thizy, J.S. Servaye, I. Mechmech, E. Renotte, *The shadow position sensors (SPS) formation flying metrology subsystem for the ESA PROBA-3 mission: present status and future developments*, Proc. SPIE 9904, Space Telescopes and Instrumentation 2016 (July 29, 2016); doi:10.1117/12.2231699.;

- D. Loreggia, S. Fineschi, G. Capobianco, A. Bemporad, M. Focardi, F. Landini, G. Massone, M. Casti, G. Nicolini, M. Pancrazi, M. Romoli, V. Noce, C. Baccani, I. Cernica, M. Purica, M. Nisulescu, C. Thizy, J.S. Servay, E. Renotte, *Characterization of the ASPIICS/OPSE metrology sub-system and PSF centroiding procedure*, Proc. SPIE 9904, Space Telescopes and Instrumentation 2016 (July 29, 2016); doi:10.1117/12.2232378
- G. Capobianco, D. Loreggia, S. Fineschi, M. Focardi, A. Bemporad, M. Casti, V. Noce, F. Landini, C. Baccani, M. Pancrazzi, M. Romoli, G. Massone, G. Nicolini, S. Buckley, K. O'Neill, I. Cernica, M. Purica, E. Budianu, C. Thizy, J.S. Servay, I. Mechmech, E. Renotte, *The satellite formation flying in lab: PROBA-3/ASPIICS metrology subsystems test-bed*, Proc. SPIE 9904, Space Telescopes and Instrumentation 2016 (July 29, 2016); doi:10.1117/12.2233207
- V. Noce, M. Focardi, S. Buckley, A. Bemporad, S. Fineschi, M. Pancrazzi, F. Landini, C. Baccani, G. Capobianco, D. Loreggia, M. Casti, M. Romoli, L. Accatino, C. Thizy, F. Denis, P. Ledent, *An improved version of the Shadow Position Sensor readout electronics on board the ESA PROBA-3 Mission* SPIE 10397, UV, X-Ray, and Gamma-Ray Space Instrumentation for Astronomy XX, 103971B (29 August 2017); doi: 10.1117/12.2273694.
- F. Landini, C. Baccani, S. Vives, S. Fineschi, M. Romoli, G. Capobianco, G. Massone, M. Casti, A. Bemporad, M. Focardi, M. Pancrazzi, D. Loreggia, V. Noce, A. J. Corso, C. Thizy, E. Renotte, B. Marquet; *Test plan for the PROBA3/ASPIICS scaled model measurement campaign* Proc. SPIE 10397, UV, X-Ray, and Gamma-Ray Space Instrumentation for Astronomy XX, 103971C (29 August 2017); doi: 10.1117/12.2273921
- M.Casti, S.Fineschi, R.Messineo, E. Antonucci, A.F. Mulone, A. Bemporad, A. Fonti, R. Susino, F. Filippi, D. Telloni, F. Solitro, G.Nicolini, M. Martino, *Data Integration of remote sensing and in situ data from several solar space missions for space weather service*, Proc. BiDS17, (November 2017), doi:10.2760/383579
- D. Loreggia; S. Fineschi; A. Bemporad; M. Casti; V. Noce; G. Capobianco; G. Nicolini; L. Zangrilli; F. Landini; C. Baccani; M. Romoli; S. Buckley; C. Thizy; F. Denis; P. Ledent; B. Marquet; D. Galano; M. Belluso; L. Accatino; L. Terenzi; G. Morgante; M. Riva; M. Moschetti; C. Calderoni; S. Pieraccini, *Formation flying metrology system for ESA-PROBA3 mission: Shadow Positioning Sensors (SPS)*, Proc. SPIE

10695, Proc. SPIE 10695, Optical Instrument Science, Technology, and Applications;1069503 (28 May 2018); doi: 10.1117/12.2314814

- G. Capobianco, M. Casti, S. Fineschi, G. Massone, M. G. Sertsu, F. Landini, M. Romoli, E. Antonucci, V. Andretta, G. Naletto, G. Nicolini, D. Spadaro, A. Alvarez Herrero, P. Garcia Parejo, M. Marmonti, *Wide field of view liquid crystals-based modulator for the polarimeter of the Metis/Solar Orbiter*, Proc. SPIE 10698, Space Telescopes and Instrumentation 2018: Optical, Infrared, and and Millimeter Wave, 1069830 (6 August 2018); doi: 10.1117/12.2323371
- M. Casti, S. Fineschi, G. Capobianco, F. Landini, M. Romoli, E. Antonucci, V. Andretta, G. Naletto, G. Nicolini, D. Spadaro, A. Alvarez-Herrero, P. Garcia-Parejo, M. Marmonti; *Calibration, of Liquid Crystal Visible-light Polarimeter for Metis/Solar Orbiter Coronagraph*, Proc. SPIE 10698, Space Telescopes and Instrumentation 2018: Optical, Infrared, and Millimeter Wave, 1069831 (30 July 2018); doi: 10.1117/12.2325075
- M. Casti, S. Fineschi, G. Capobianco, M. Romoli, E. Antonucci, G. Nicolini, G. Naletto, P. Nicolosi, D. Spadaro, V. Andretta, M. Castronuovo, G. Massone, R. Susino, V. Da Deppo, F. Frassetto, F. Landini, M. Pancrazzi, L. Teriaca, M. Uslenghi, *Metis/Solar Orbiter Polarimetric Visible Light Channel Calibration*, Proc. ICSO 2018
- M. Casti, A. Bemporad, S. Fineschi, G. Capobianco, D. Loreggia, V. Noce, F. Landini, C. Thizy, D. Galano, R. Rougeot, *PROBA-3 formation-flying metrology: Algorithms for the Shadows Position Sensor System*, Proc. ICSO 2018;