

Rapporto Attività Dottorato di Ricerca (Ciclo XXIX)

Dottorando: Andrea Cagliero

Tutore: Prof. Roberto Tateo

Titolo della Tesi:

A Different View on Vortex Waves and on OAM-Based Free-Space Communications

Corsi della scuola di Dottorato:

Durante il triennio di dottorato il dott. Andrea Cagliero ha seguito e sostenuto l'esame relativo ai seguenti corsi della Scuola:

- Astrophysical signals of particle dark matter, Prof. Nicolao Fornengo, Dipartimento di Fisica, Torino;
- Finite temperature in Quantum Field Theory, Prof.ssa Marzia Nardi, Prof.ssa Claudia Ratti, Dipartimento di Fisica, Torino;
- Advanced computational electromagnetics for antenna analysis and design, Prof.ssa Francesca Vipiana, Politecnico di Torino;
- Electromagnetic waves modeling with Comsol Multiphysics v.4.4, Dott. Cesare Tozzo, Comsol S.r.l., Brescia;
- Multibeam antennas and beamforming networks, Dott. Giovanni Toso, Dott. Piero Angeletti, EuCAP 2014, L'Aia;
- Introduction to quantum optics and quantum information, Prof. Marco Genovese, INRiM;
- Adaptive arrays control: theory and techniques, Prof. Paolo Rocca, Prof. Randy L. Haupt, EuCAP 2015, Lisbona;

Attività di Ricerca:

L'attività di ricerca del dott. Andrea Cagliero ha riguardato lo studio delle onde elettromagnetiche che trasportano momento angolare orbitale (OAM), con particolare interesse verso possibili applicazioni alle radiofrequenze. I fasci OAM, comunemente noti come onde vorticosi, sono classi di soluzioni dell'equazione di Helmholtz, caratterizzati da un indice discreto l che rappresenta la carica topologica del vortice elettromagnetico.

L'ortogonalità tra i modi con diverso valore di l , che consentirebbe di codificare più canali indipendenti di informazione alla stessa frequenza, è stata recentemente indicata come una possibile soluzione al problema della congestione della banda radio. A dispetto di ciò, è attualmente in corso un dibattito scientifico volto a determinare il reale grado di innovazione di una tecnica di multiplexazione basata sull'OAM rispetto ai metodi classici. L'attività di ricerca del dott. Andrea Cagliero ha fornito importanti contributi teorici e sperimentali in questo senso, portando alla luce alcune delle limitazioni fondamentali associate all'impiego dei fasci vorticosi nel contesto delle radio-comunicazioni. Tra i risultati teorici fondamentali, è stata elaborata una generalizzazione del concetto di link

budget applicabile anche al caso OAM, che ha facilitato l'analisi sperimentale ed ha permesso di effettuare un confronto in efficienza spettrale tra due differenti schemi di moltiplicazione. Per quanto concerne i risultati sperimentali, è stata verificata per la prima volta una trasmissione multipla di segnali televisivi codificati come modi OAM nella regione di far field, utilizzando schiere di antenne Yagi-Uda e un'opportuna tecnologia di sintesi dei modi OAM.

Partecipazione a scuole e conferenze

- XXIV Giornate di Studio sui Rivelatori, Dipartimento di Fisica, Torino;
- Workshop Comsol Multiphysics di Torino, Best Western Hotel Genio, Torino;
- Tutorial sulla simulazione FEM, Best Western Hotel Genio, Torino;
- Momento Angolare Orbitale e trasmissione mediante onde vorticosi: presentazione e discussione, Politecnico di Torino, presentazione orale;
- EuCAP 2014, L'Aia, Paesi Bassi;
- Manipulating a spin qubit by sequential adaptive partial measurements, Dipartimento di Fisica, Torino;
- Primo incontro "Progetto Vortex", Cepolispe, Montelibretti (Roma);
- Workshop Comsol Multiphysics: multifisica e termofluidodinamica, multifisica ed elettromagnetismo, Dipartimento di Fisica, Torino;
- EuCAP 2015, Lisbona, Portogallo;
- Matlab per l'analisi e la modellazione dati, Novotel, Torino;
- Utilizzo del Momento Angolare Orbitale (OAM) nel campo delle radiofrequenze, Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica (CRIT), RAI Radiotelevisione Italiana, Torino, presentazione orale;
- OAM fields in information transmission and retrieval, secondo incontro "Progetto Vortex", Cepolispe, Montelibretti (Roma), presentazione orale;
- HDTV: sperimentazione e innovazione - We tell the story, we look to the future, Prix Italia, 67 ° edizione, Torino;
- Valorizzare le competenze dei dottori di ricerca ed accompagnarli nel mondo del lavoro - Sessione plenaria, Rettorato, Università di Torino;
- Quantum Cryptography (Quantum Key Distribution) - INRiM, Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica (CRIT), RAI Radiotelevisione Italiana, Torino;
- Luce e cultura. 2015 - Anno internazionale della luce, Accademia delle Scienze di Torino;
- Simulare antenne con Comsol: l'esperienza del Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica RAI, webinar Comsol, presentazione orale;
- EMLAB: presentazione del software, Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica (CRIT), RAI Radiotelevisione Italiana, Torino;

- Successful EU Project Communications, Sala multifunzionale della Cavallerizza Reale, Università di Torino;
- IBC, International Broadcasting Convention, Amsterdam, Paesi Bassi, presentazione poster: “OAM waves: a perspective for increasing radio/TV channel capacity?”;
- Comsol Conference 2016, Monaco di Baviera, Germania, presentazione poster: “Modeling Orbital Angular Momentum (OAM) Transmission in Waveguides with the Comsol Multiphysics Software”.

Visite e stages:

- L’Aia, Paesi Bassi, 6 - 11 Aprile 2014 (EuCAP 2014);
- Lisbona, Portogallo, 12 - 17 Aprile 2015 (EuCAP 2015);
- Amsterdam, Paesi Bassi, 8 - 12 Settembre 2016 (IBC 2016);
- Monaco di Baviera, Germania, 12 - 14 Ottobre 2016 (Comsol Conference 2016).

Elenco delle pubblicazioni:

- A. Cagliero, A. De Vita, R. Gaffoglio and B. Sacco, “A new approach to the link budget concept for an OAM communication link”, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 15, pp. 568-571, 2016.
- R. Gaffoglio, A. Cagliero, A. De Vita and B. Sacco, “OAM multiple transmission using uniform circular arrays: Numerical modeling and experimental verification with two digital television signals”, Radio Science, vol. 51, no. 6, pp. 645-658, 2016.
- A. Cagliero and R. Gaffoglio, “On the Spectral Efficiency Limits of an OAM-based Multiplexing Scheme”, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 2016.
- A. Cagliero, R. Gaffoglio, A. De Vita and B. Sacco, “Onde vorticosose: una nuova prospettiva per le comunicazioni radio?”, Elettronica e Telecomunicazioni, Rai Eri, no. 1, pp. 5-15, 2016.
- A. Cagliero, R. Gaffoglio, A. De Vita and B. Sacco, “Momento Angolare Orbitale: rivisitazione del concetto di Link Budget per un collegamento radio”, Elettronica e Telecomunicazioni, Rai Eri, no. 1, pp. 16-21, 2016.
- A. Cagliero, A. De Vita, R. Gaffoglio and B. Sacco, “Full Simulative Approach to OAM Transmissions between Antenna Arrays”, Comsol Conference 2016, Munich, 2016.
- A. Cagliero, A. De Vita, R. Gaffoglio and B. Sacco, “Modeling OAM Transmission in Waveguides with the Comsol Multiphysics Software”, Comsol Conference 2016, Munich, 2016.
- A. Cagliero, R. Gaffoglio, A. De Vita and B. Sacco, “Verifica sperimentale della trasmissione simultanea di due segnali televisivi DVB-T alla stessa frequenza tramite modi OAM con diversa vorticosità”, Elettronica e Telecomunicazioni, Rai Eri, 2016.