

STEFANO BOSCOLO NALE

CURRICULUM VITAE ET STUDIORUM

SETTEMBRE 2017

STEFANO BOSCOLO NALE**CURRICULUM VITAE ET STUDIORUM****A – DATI PERSONALI**

Dati personali: nato il 12 aprile 1974 a Chioggia (VE)

Indirizzo di lavoro:

Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura
Università degli Studi di Udine
Via delle Scienze 206
33100 – Udine

Posizione attuale:

Professore Associato
Settore scientifico disciplinare: ING-INF/02 “Campi Elettromagnetici”
Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura
Università degli Studi di Udine

B – FORMAZIONE E CARRIERA UNIVERSITARIA

- 1993: Consegue la maturità scientifica con votazione di 60/60;
- 1993 – 1999: Segue il corso di studi in Ingegneria Elettronica presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Padova;
- Novembre 1999: Ottiene la laurea in Ingegneria Elettronica (indirizzo: Controlli Automatici) presso l'Università degli Studi di Padova, con punteggio di 110/110 e la Lode;
- 2000: Supera l'Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere presso l'Università degli Studi di Padova, con punteggio di 112/120;
- 2000 - 2003: Segue il corso di Dottorato di Ricerca in Ingegneria Industriale e dell'Informazione (XV ciclo) presso l'Università degli Studi di Udine (tutor prof. M. Midrio);
- 2003: Consegue il titolo di Dottore di Ricerca in Ingegneria Industriale e dell'Informazione;
- 2003 - 2005: È assegnista di ricerca al DIEG presso l'Università degli Studi di Udine;
- 2005 -2017: Afferisce dapprima al DIEG (Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Gestionale e Meccanica) e quindi al DPIA (Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura) in qualità di Ricercatore Universitario del raggruppamento scientifico disciplinare ING-INF/02 "Campi Elettromagnetici" presso l'Università degli Studi di Udine;
- 2014: Ottiene l'abilitazione scientifica nazionale per l'attribuzione delle funzioni di Professore di seconda fascia nel settore concorsuale 09/F1 "Campi Elettromagnetici";
- 2017 a tuttoggi: Afferisce al DPIA in qualità di Professore Associato del raggruppamento scientifico disciplinare ING-INF/02 "Campi Elettromagnetici" presso l'Università degli Studi di Udine;

C – TESI

S. Boscolo, “Sulla positiva realizzabilità di sistemi lineari non negativi”, tesi di Laurea, Università degli Studi di Padova, Novembre 1999.

S. Boscolo, “Numerical analysis of photonic crystal devices”, tesi di Dottorato di Ricerca, XV Ciclo, Università degli Studi di Udine, Settembre 2003.

D – BORSE DI STUDIO E PREMI

- 2000 - 2003: Ottiene una borsa di studio erogata dal Consorzio Padova Ricerche (responsabile scientifico prof. A. Galtarossa);
- 2001: Partecipa al concorso *Giovani Ricercatori* dell'Università degli Studi di Udine e vince un finanziamento di dodici mesi per il progetto denominato *Modellizzazione numerica di guide ottiche a cristallo fotonico* (referente scientifico prof. M. Midrio);

E – ATTIVITÀ DIDATTICA

E.1 – INSEGNAMENTO

- 2002 a tutt'oggi: Svolge lezioni, esercitazioni e attività di seminario all'interno dei insegnamenti di *Campi Elettromagnetici* e di *Propagazione ed Antenne* per il Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Elettronica, di *Propagazione Guidata* nel corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Elettronica e di *Progettazione di Antenne* nel Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica;
- 2002 – 2003: Ha un incarico come professore a contratto presso l'Università degli Studi di Udine per l'insegnamento di *Campi Elettromagnetici* per il Corso di Laurea in Ingegneria dell'Ambiente e Risorse per gli anni accademici 2002/03 e 2003/04;
- 2004: Ha un incarico come professore a contratto presso l'Università degli Studi di Udine per l'insegnamento di *Dispositivi Fotonici* per il Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Elettronica, e gli insegnamenti di *Fondamenti di Elettromagnetismo Ambientale B* e di *Compatibilità Elettromagnetica Ambientale B* per il Corso di Laurea in Ingegneria dell'Ambiente e Risorse per l'anno accademico 2004/05;
- 2005: È nominato supplente interno degli insegnamenti di *Fondamenti di elettromagnetismo ambientale B* e di *Compatibilità Elettromagnetica Ambientale B* per il Corso di Laurea in Ingegneria dell'Ambiente e Risorse dell'Università degli Studi di Udine per l'anno accademico 2005/06;
- 2006 – 2007: È nominato supplente interno degli insegnamenti di *Fondamenti di elettromagnetismo ambientale A* e di *Fondamenti di elettromagnetismo ambientale B* per il Corso di Laurea in Ingegneria dell'Ambiente e Risorse dell'Università degli Studi di Udine per gli anni accademici 2006/07 e 2007/08;
- 2005 – 2009: È nominato supplente interno dell'insegnamento di *Microonde* per il Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Elettronica dell'Università degli Studi di Udine per gli anni accademici 2005/06, 2006/07, 2007/08, 2008/09 e 2009/10;
- 2008: Ottiene l'affidamento degli insegnamenti di *Fondamenti di elettromagnetismo ambientale A* e di *Fondamenti di elettromagnetismo ambientale B* per il Corso di Laurea in Ingegneria dell'Ambiente e Risorse dell'Università degli Studi di Udine per l'anno accademico 2008/09;
- 2009: Ottiene l'affidamento dell'insegnamento di *Propagazione guidata* per il Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Elettronica dell'Università degli Studi di Udine per l'anno accademico 2009/10;
- 2010: Ottiene l'affidamento dell'insegnamento di *Propagazione guidata* per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica dell'Università degli Studi di Udine per l'anno accademico 2010/11;
- 2011: Ottiene l'incarico di professore aggregato per l'insegnamento di *Propagazione guidata* per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica dell'Università degli Studi di Udine per l'anno accademico 2011/12;
- 2012 a tutt'oggi: Ottiene l'incarico di professore aggregato per l'insegnamento di *Microonde* per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica dell'Università degli Studi di Udine per gli anni accademici 2012/13, 2013/14, 2014/15, 2015/16 e 2016/2017.

E.2 – ATTIVITÀ ORGANIZZATIVE LEGATE ALLA DIDATTICA

- 2002 a tutt'oggi: segue nello svolgimento di tesi numerosi laureandi dei corsi di Laurea in Ingegneria Elettronica dell'Università degli Studi di Udine;
- È membro delle commissioni esaminatrici degli insegnamenti di Propagazione ed antenne, Microonde, Progettazione di antenne, nonché degli esami di Laurea Triennale e Magistrale in Ingegneria Elettronica e della Laurea Triennale in Ingegneria Gestionale;
- Collabora all'allestimento e mantenimento di un laboratorio di misura di fenomeni elettromagnetici comprendente una camera anecoica e la strumentazione di supporto per misure fino a 20 GHz;
- 2008 a tutt'oggi: È membro del collegio di Dottorato di Ricerca in Ingegneria Industriale e dell'Informazione dell'Università degli Studi di Udine;
- 2011: È stato membro della commissione per gli esami finali di Dottorato di Ricerca presso l'Università di Limoges in Francia;
- 2011 a tutt'oggi: È membro della Commissione Didattica dei corsi di Laurea Triennale e Magistrale in Ingegneria Elettronica.

F – ATTIVITÀ SCIENTIFICA – ARGOMENTI DI RICERCA

L'attività di ricerca svolta da Stefano Boscolo Nale a partire dal 2000 ha riguardato principalmente due filoni: lo studio della propagazione guidata all'interno dei dispositivi ottici ed il progetto, realizzazione e caratterizzazione di antenne di piccole dimensioni.

Nel seguito i due filoni principali saranno esposti con maggiore dettaglio inquadrandone il contesto e descrivendo i contributi originali documentati in vari articoli pubblicati su riviste specialistiche ed atti di congressi nazionali ed internazionali.

F.1 – DISPOSITIVI OTTICI

F.1.1 Dispositivi planari ottici a cristallo fotonico.

La grande disponibilità di banda offerta dalle fibre ottiche ha stimolato anche la ricerca nel campo dell'ottica integrata, dove l'interesse è stato incentrato sulla realizzazione di dispositivi per il collegamento diretto alla rete ottica da parte di ogni singolo utente. In virtù di questa caratteristica, i dispositivi devono necessariamente essere a basso costo e di dimensioni ridotte.

La scelta tecnologica è sempre ricaduta sull'ottica integrata planare, ma fino a qualche anno fa la miniaturizzazione dei dispositivi, e quindi, contestualmente, il contenimento del loro costo, era sostanzialmente impossibile. Infatti, i dispositivi venivano progettati utilizzando il confinamento della radiazione ottica per salto d'indice (*total internal reflection*). Ciò comportava il fatto che, ogni volta che si desiderava deviare il percorso ottico dalla rettilineità, era necessario disegnare curve o giunzioni di dimensioni molto maggiori rispetto alla lunghezza d'onda per evitare l'insorgenza di perdite eccessivamente elevate.

Lo scenario cambiò radicalmente all'inizio degli anni 2000 quando fu proposto l'utilizzo dei *cristalli fotonici*, ovvero di cristalli ottici artificiali nei quali la propagazione della luce lungo determinate direzioni può essere favorita o inibita per mezzo di opportune disposizioni periodiche di materiali con indici di rifrazione tra loro molto diversi.

I cristalli fotonici sono costituiti da una disposizione periodica di elementi dielettrici o metallici, in cui l'ordine di grandezza del passo reticolare è lo stesso (generalmente più piccolo) della lunghezza d'onda. Nelle strutture periodiche la propagazione elettromagnetica può essere descritta mediante il concetto di bande di

energia e, analogamente a quanto avviene per gli elettroni, i cristalli fotonici hanno la capacità di possedere delle bande proibite, ovvero degli intervalli di frequenze in cui la propagazione elettromagnetica è inibita.

I cristalli fotonici si comportano essenzialmente come specchi dielettrici, riflettendo la luce lungo ogni direzione nello spazio. Opportuni difetti introdotti nella struttura periodica dielettrica, che presenti delle bande proibite, sono in grado di localizzare la luce per la presenza delle bande proibite, ovvero rappresentano un'alternativa al meccanismo classico di propagazione guidata per salto d'indice. In letteratura sono state proposte numerose applicazioni dei cristalli fotonici come ad esempio filtri, cavità ad elevatissimo fattore di merito, divisori, demultiplexer e demultiplexer.

L'attività di ricerca di Stefano Boscolo Nale in questa tematica è tesa a evidenziare come l'utilizzo di semplici concetti ben noti nella teoria dei circuiti a microonde sia un valido ausilio per la progettazione e l'ottimizzazione di dispositivi quali accoppiatori direzionali [2] [30], giunzioni a Y [4], array di guide (AWG) [6], realizzati con la tecnologia dei cristalli fotonici. Infine in [10] si sono progettate curve a piccolissimo raggio di curvatura mediante ottimizzazione numerica delle posizioni e dei raggi degli elementi dielettrici nella regione adiacente alla curva.

Tale attività si è svolta in collaborazione con enti di ricerca italiani ed esteri (Centre National de la Recherche Scientifique – Institut d'Optique, Università di St. Andrews, IMEC, Università di Wurzburg, Fraunhofer Institute for Telecommunications – Heinrich Hertz Institute, Ecole Polytechnique Federale del Lausanne, Università di Glasgow, Technical University of Denmark), ed aziende del settore (Alcatel, Pirelli, Bookham Technology, Photon Design).

F1.2 Modelli circuitali equivalenti per strutture a cristallo fotonico.

L'elevata integrazione che i cristalli fotonici permettono di ottenere non può prescindere dalla comprensione dell'origine delle perdite di propagazione e dalla loro eventuale riduzione. Sebbene il comportamento del singolo dispositivo sia importante, tuttavia le intere potenzialità dei cristalli fotonici sono raggiunte solo dalla composizione di parecchi dispositivi in circuiti più complessi.

Ridurre l'analisi di circuiti complessi alle simulazioni numeriche non appare l'approccio adeguato, in quanto qualsiasi metodo numerico, da solo, non spiega le origini dei malfunzionamenti e presenta dei pesanti limiti all'aumentare dell'area del circuito in studio. Per tale ragione Stefano Boscolo Nale si è dedicato alla caratterizzazione delle guide a cristallo fotonico mediante linee di trasmissione equivalenti ed ha contribuito all'introduzione dei concetti di impedenza di Bloch e di adattamento di impedenza nello studio dei circuiti a cristallo fotonico. In [3], per la prima volta in letteratura, la classica tecnica di adattamento a doppio stub è stata proposta per la soppressione di riflessioni parassite ed è stata validata numericamente.

F1.3 Metodi numerici per l'analisi della propagazione in guide a cristallo fotonico

Data la complessità delle geometrie in gioco, i risultati analitici, che possono essere ottenuti nello studio di strutture a cristallo fotonico, sono praticamente limitati al caso monodimensionale. Pertanto è necessario dotarsi di validi ausili numerici. I metodi numerici generalmente applicati allo studio della propagazione nei cristalli fotonici sono principalmente le Differenze Finite nel Dominio del Tempo (FDTD) ed il Metodo degli Elementi Finiti (FEM). Questi due metodi numerici sono entrambi applicabili a qualsiasi tipo di geometria; tuttavia questa generalità ha come costo la discretizzazione dell'intero dominio di calcolo ed il conseguente pesante onere in termini di occupazione di memoria e di tempo di calcolo.

Stefano Boscolo Nale ha contribuito allo sviluppo di due metodi numerici originali che applicano un'opposta filosofia, ovvero, a scapito della generalità, hanno come fine la riduzione dei tempi di calcolo. Limitando lo spettro delle geometrie in studio, ovvero considerando solo elementi dielettrici di forma cilindrica, la computazione può essere parzialmente sviluppata in maniera analitica senza la necessità di discretizzare il dominio di calcolo.

Il primo dei due metodi numerici sviluppati è attualmente applicabile solo a geometrie bidimensionali e propone l'utilizzo di matrici di scattering ai cui ingressi siano applicati i coefficienti di espansione del campo elettromagnetico in serie di fasci gaussiani [5]. Tale metodo appare un valido strumento per lo studio di circuiti complessi in quanto permette di studiare le interazioni fra blocchi più piccoli il cui comportamento sia noto, combinando le relative matrici di scattering con semplici regole di composizione.

Il secondo metodo numerico estende al caso 3D la Tecnica dello Scattering Multiplo da cilindri (MST), che era nota in letteratura per lo studio di geometrie solamente 2D, e permette la computazione della propagazione in slab a cristallo fotonico, che sono oggetti costituiti da un multistrato su cui vengono realizzati dei fori cilindrici. Tale metodo numerico si basa sull'espansione del campo elettromagnetico in armoniche cilindriche nelle "regioni di uniformità" (regione della slab e regione del foro) e sull'imposizione delle condizioni di continuità alle interfacce mediante mode matching. Tale metodo e i notevoli vantaggi in termini di tempo di calcolo e occupazione di memoria sono descritti dettagliatamente in [7].

Infine in [8] si è applicato il *metodo delle celle*, basato sulla formulazione discreta delle equazioni di Maxwell, alla propagazione in una guida bidimensionale a cristallo fotonico e si è verificato un eccellente accordo con i risultati ottenuti con l'MST.

F1.4 Applicazione del grafene nei dispositivi ottici planari

L'attività di ricerca legata ai dispositivi basati sul grafene sta avendo sempre un maggior interesse dal 2010 quando Novoselov e Geim vinsero il premio Nobel per i loro risultati sperimentali innovativi. Il grafene, costituito da un singolo strato di atomi di carbonio disposti a celle esagonali, è un materiale bidimensionale e presenta caratteristiche fisiche straordinarie che hanno già ispirato una grande varietà di dispositivi sia in elettronica che in ottica. In particolare la conducibilità (complessa) del grafene può essere controllata nell'intervallo di frequenze che vanno dal medio infrarosso al visibile applicando una tensione elettrica.

Controllando elettricamente le perdite del grafene sono stati proposti due dispositivi innovativi: rispettivamente un modulatore ottico ad anello [20] ed un accoppiatore riconfigurabile [21]. Controllando invece la costante dielettrica del grafene si è proposto un accoppiatore con lunghezza di battimento controllabile [26].

Recentemente le eccellenti proprietà nonlineari del grafene sono state evidenziate sia teoricamente che sperimentalmente. In tale ambito si è studiato analiticamente la configurazione di modi non lineari sostenuti da una guida in silicio a salto d'indice con due strati di grafene posti all'interfaccia fra il core ed il cladding [22]. Si è dimostrato numericamente che è possibile ottenere dei phase shift nonlineari notevoli usando dei livelli di potenza relativamente bassi.

Infine in [27] si è proposta una formulazione originale del Beam Propagation Method (BPM) che tiene conto della discontinuità di campo H introdotta dallo strato 2D di grafene. Infatti l'utilizzo di un BPM tradizionale richiederebbe la discretizzazione dello strato atomico del grafene con il conseguente aumento di esigenze in termini di risorse e tempi di calcolo.

F.2 – ANTENNE

F2.1 Antenne ottiche

Le antenne sono utilizzate nel campo delle radiofrequenze (RF) da oltre un secolo e per le diverse famiglie di antenne sono disponibili ben note regole di progettazione. I recenti sviluppi tecnologici riguardanti i materiali elettronici e ottici sulla scala dei nanometri ha portato alla possibilità di realizzare dispositivi inconcepibili fino a qualche anno fa, fra questi le antenne ottiche proposte per emettitori e ricevitori ottici, per comunicazioni su chip, per celle solari efficienti e microscopia ottica in campo vicino. L'attività di ricerca di Stefano Boscolo Nale in questo argomento è documentato da tre lavori [11], [14] e [19] dove l'elemento base è l'antenna filiforme di dimensioni nanometriche. Rispetto a ciò che accade in RF dove le caratteristiche dell'antenna filiforme sono ben note, le antenne ottiche da un lato non hanno un basso rapporto di snellezza e dall'altro il metallo non può essere approssimato come un conduttore elettrico perfetto, quindi i criteri di progettazioni validi per le antenne RF devono essere completamente rivisti.

In [11] si è cercato di modellizzare le antenne ottiche filiformi utilizzando i concetti in ben noti ambito RF di impedenza di ingresso e di tensione a vuoto. Per calcolare numericamente l'impedenza di ingresso si è utilizzata un'alimentazione a campo elettrico costante nella regione del gap fra i due terminali, mentre per il calcolo della tensione a vuoto si è invece illuminata l'antenna con un'onda piana incidente. Le simulazioni numeriche FEM hanno confermato un ottimo accordo con l'equazione di Pocklington opportunamente modificata da Hanson¹ per le antenne ottiche.

In [14] si è indagata la possibilità di realizzare delle antenne ottiche la cui frequenza di risonanza sia sintonizzabile. Per controllare la frequenza di risonanza l'antenna ottica è stata immersa in un cristallo liquido nematico che ha la proprietà di essere un materiale anisotropo uniassiale controllabile applicandovi una tensione dall'esterno. I risultati numerici hanno comprovato la realizzabilità di tale approccio.

Infine in [19] si è studiata invece l'utilizzo di due antenne ottiche accoppiate per realizzare dei diagrammi di radiazione direttivi. Si noti che a differenza di quanto accade a RF con la tipica spaziatura $\lambda/4$ delle antenne Yagi-Uda, la massimizzazione della direttività delle due nanoantenne accoppiate si ha quando distano circa $\lambda/20$.

F2.2 Antenne UWB

Da quando è stata liberalizzata la tecnologia ultra-wideband (UWB) nella banda da 3.1 GHz a 10.6 GHz negli USA e più recentemente nella banda da 3.4 GHz a 8.5 GHz in Europa, la realizzazione di sistemi UWB è diventato uno dei campi di ricerca di punta sia commerciali che militari. La progettazione di antenne UWB è una sfida interessante in quanto devono rispettare delle specifiche molto più severe rispetto alle usuali antenne a banda stretta in termini larghezza di banda (>500 MHz), linearità di fase e stabilità in frequenza del diagramma di radiazione.

In letteratura sono state proposte una molteplicità di configurazioni basate principalmente sulla geometria a monopolo planare che pur avendo una buona caratteristica radiativa ha un diagramma pressochè omnidirezionale.

Stefano Boscolo Nale si è concentrato nella progettazione, fabbricazioni e caratterizzazione di antenne UWB direzionali realizzate in tecnologia planare a basso costo. Nei lavori [13], [16] e [20] si sono proposti tre diversi design di antenne UWB direttive. I prototipi sono stati fabbricati utilizzando una fresa a controllo numerico, mentre la caratterizzazione dell'impedenza di ingresso e del guadagno è stata

¹ G.W. Hanson, "On the applicability of the surface impedance integral equation for optical and near infrared copper dipole antennas", IEEE Trans. Antennas Propag., vol. 54, pp. 3677 – 3685, 2006.

effettuata in camera anecoica utilizzando un analizzatore di rete, un'antenna di misura e un supporto rotante presso il laboratorio di "Propagazione Guidata e Antenne" dell'Università degli Studi di Udine.

F2.3 Antenne per applicazioni WLAN

Nonostante in letteratura siano state proposte innumerevoli design di antenne operanti nella Wireless Local Area Network (WLAN), c'è ancora necessità di proporre antenne compatte, integrabili, planari e ovviamente a basso costo. In questo ambito uno stimolo alla ricerca è anche sorto dalla collaborazione con aziende locali operanti nell'ambito delle telecomunicazioni. Come per le antenne UWB, le antenne progettate e pubblicate in [12], [18], [25], [28] e [29] sono state fabbricate e caratterizzate presso il laboratorio di "Propagazione Guidata e Antenne" dell'Università degli Studi di Udine.

G – PERIODI DI STUDIO E RICERCA PASSATI ALL'ESTERO

- Gennaio – Aprile 2003: su invito del prof. T. F. Krauss è visiting scientist presso la School of Physics and Astronomy dell'Università di Saint Andrews, Saint Andrews, Scozia.

H – ATTIVITÀ DI REVISIONE

- È revisore per le riviste *Journal of Optical Society of America A*, *Journal of Optical Society of America B*, *Optics Letters* e *Optics Express*.

I – PROGETTI E FINANZIAMENTI PER LA RICERCA

- 2000 – 2003: Partecipa al progetto di ricerca europeo sulle nanotecnologie EU-FP5 PICCO, "Photonics Integrated Circuits using photonic Crystal Optics";
- 2003 – 2006: Partecipa al progetto nazionale di ricerca FIRB 2001 "Metodi e modelli numerici di dispositivi fotonici per reti ad alta capacità";
- 2003 – 2006: Partecipa al progetto di ricerca europeo sulle nanotecnologie EU-FP6 FUNFOX, "Functional Photonic Crystal Devices for Metropolitan Optical Networks";
- 2005 – 2006: Partecipa al progetto nazionale di ricerca PRIN2005 "Blocchi abilitanti per l'integrazione in tecnologia CMOS di un ricetrasmittitore Ultra Wide Band del tipo multi-band OFDM";
- 2008 – 2010: Partecipa al progetto regionale APQ-FSE "Sistemi di bordo basati su tecnologia power line";
- 2008 – 2011: Partecipa al progetto EU-FP7 OMEGA, "Home Gigabit Networks";
- 2012 – 2013: Partecipa al progetto regionale POR-FESR "SIMS, Nuovi Sistemi Integrati di Manutenzione e Sicurezza";
- 2006 a tutt'oggi: Collabora con aziende del territorio per il design, sviluppo e caratterizzazione di antenne integrate per applicazioni wireless.

I – ATTIVITÀ ORGANIZZATIVE

L.1 – ATTIVITÀ LEGATE ALLA RICERCA

- Ha contribuito all'allestimento e al mantenimento di un laboratorio di misura di fenomeni elettromagnetici comprendente una camera anecoica e la strumentazione di supporto per misure fino a 20 GHz.

L.2 – ALTRE ATTIVITÀ

- È stato responsabile scientifico per l'Università degli Studi di Udine di un gruppo di lavoro per la stesura dei "Piani Comunali di Settore per la Localizzazione degli Impianti di Telefonia Mobile" in 6 comuni del Friuli Venezia-Giulia.

M – ELENCO DELLE PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE

Stefano Boscolo è autore di più di 40 tra articoli scientifici apparsi in riviste specializzate con revisore (29), atti di congressi internazionali con revisori (12), ed in riviste o atti di congressi nazionali (4).

M.1 PUBBLICAZIONI SU RIVISTE INTERNAZIONALI

[1] S. Boscolo, A. Pavan, and M. Midrio, "Solitons in fibers with polarization-mode dispersion: an alternative derivation of the dynamical equations", *J. Opt. Soc. Am. B*, vol. 19, no. 1, pp. 1-6, Jan. 2002.

[2] S. Boscolo, M. Midrio, and C. G. Someda, "Coupling and decoupling of electromagnetic waves in parallel 2-D photonic crystal waveguides", *IEEE J. Lightw. Technol.*, vol. 38, no. 1, pp. 47-53, Jan. 2002.

[3] S. Boscolo, C. Conti, M. Midrio, and C. G. Someda, "Numerical analysis of propagation and impedance matching in 2-D photonic crystal waveguides with finite length", *IEEE J. Lightw. Technol.*, vol. 20, no. 2, pp. 304-310, Feb. 2002.

[4] S. Boscolo, M. Midrio, and T.F. Krauss, "Y junctions in photonic crystal channel waveguides: high transmission and impedance matching", *Opt. Lett.*, vol. 27, no. 12, pp. 1001-1003, Jun. 2002.

[5] S. Boscolo, and M. Midrio, "A fast algorithm for the simulation of propagation in large-area 2D photonic crystal devices", *IEEE J. Lightw. Technol.*, vol. 20, no. 10, pp. 1869-1875, Oct. 2002.

[6] S. Boscolo, and M. Midrio, "Superprism behaviour of an array of photonic crystal waveguide", *Opt. Quant. Electron.*, vol. 36, pp. 459-468, 2004.

[7] S. Boscolo, and M. Midrio, "Three dimensional multiple scattering technique for the analysis of photonic crystal slabs", *IEEE J. Lightw. Technol.*, vol. 22, no. 12, pp. 2778-2786, Dec. 2004.

[8] P. Bettini, S. Boscolo, R. Specogna, and F. Trevisan, "A Geometric Approach for Wave Propagation in 2-D Photonic Crystals in the Frequency Domain", *IEEE Trans. Magnetics*, vol. 42, no.4, pp. 827-830, Apr. 2006.

[9] G. Donzelli, F. Capolino, S. Boscolo, and M. Midrio, "Elimination of Scan Blindness in Phased Array Antennas Using a Grounded-Dielectric EBG Material", *IEEE Antennas and Wireless Prop. Lett.*, vol. 6, pp. 106-109, 2007.

[10] P. Bettini, S. Boscolo, R. Specogna, and M. Midrio, "Design Optimization of Waveguide Bends in Photonic Crystals", *IEEE Trans. Magnetics*, vol. 45, no. 3, pp. 1630-1633, Mar. 2009.

[11] A. Locatelli, C. De Angelis, D. Modotto, S. Boscolo, F. Sacchetto, M. Midrio, A. D. Capobianco, F. M. Pigozzo, and C. G. Someda, "Modeling of enhanced field

confinement and scattering by optical wire antennas”, *Opt. Expr.*, vol. 17, pp. 16792-16800, Sep. 2009.

[12] M. Midrio, S. Boscolo, F. Sacchetto, C. G. Someda, A. D. Capobianco, and F. M. Pigozzo, “Planar, Compact Dual-Band Antenna for Wireless LAN Applications”, *IEEE Antennas and Wireless Prop. Lett.*, vol. 8, pp. 1234-1237, Nov. 2009.

[13] A. Locatelli, D. Modotto, F. M. Pigozzo, S. Boscolo, E. Autizi, C. De Angelis, A. D. Capobianco, and M. Midrio, “Increasing directionality of planar ultra-wideband antennas”, *Microw. And Opt. Technol. Lett.*, vol. 52, no. 1, pp. 78-82, Jan. 2010.

[14] C. De Angelis, A. Locatelli, D. Modotto, S. Boscolo, M. Midrio, and A. D. Capobianco, “Frequency addressing of nano-objects by electrical tuning of optical antennas”, *J. Opt. Soc. Am. B*, vol. 27, no. 5, pp. 997-1001, May 2010.

[15] M. Midrio, S. Boscolo, F. Sacchetto, F. M. Pigozzo, and A. D. Capobianco, “Novel Ultra-Wideband bow-tie antenna with high front-to-back ratio and directivity”, *Microwave And Opt. Technol. Lett.*, vol. 52, no. 5, pp. 1016-1020, May 2010.

[16] A. Locatelli, D. Modotto, F. M. Pigozzo, S. Boscolo, C. De Angelis, A. D. Capobianco, and M. Midrio, “A Planar, Differential, and Directive Ultra-Wideband Antenna”, *IEEE Trans. Antennas Prop.*, vol. 58, no. 7, pp. 2439-2442, Jul. 2010.

[17] M. Midrio, M. Romagnoli, S. Boscolo, C. De Angelis, A. Locatelli, D. Modotto, and A. D. Capobianco, "Flared Monopole Antennas for 10 μ m Radiation", *IEEE J. Quantum Electron.*, vol. 47, no. 1, pp. 84 – 91, Jan. 2011.

[18] A. D. Capobianco, F. M. Pigozzo, A. Assalini, M. Midrio, S. Boscolo, and F. Sacchetto, "A Compact MIMO Array of Planar End-Fire Antennas for WLAN Applications", *IEEE Trans. Antennas Prop.*, vol. 59, no. 9, pp. 3462 – 3465, Sep. 2011.

[19] A. Locatelli, S. Boscolo, A.-D. Capobianco, M. Midrio, C. De Angelis, "Nanoscale control of the radiation properties of coupled nanoantennas", *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol. 23, no. 20, pp. 1541-1543, Oct. 2011.

[20] M. Midrio, S. Boscolo, M. Moresco, M. Romagnoli, C. De Angelis, A. Locatelli, A. D. Capobianco, "Graphene-assisted critically-coupled optical ring modulator", *Opt. Express*, vol. 20, no. 21, pp. 23144 - 23155, Oct. 2012.

[21] A. Locatelli, A. D. Capobianco, M. Midrio, S. Boscolo, C. De Angelis, “Graphene-assisted control of coupling between optical waveguides”, *Opt. Express*, vol. 20, no. 27, pp. 28479-28484, Dec. 2012.

[22] A. Auditore, C. De Angelis, A. Locatelli, S. Boscolo, M. Midrio, M. Romagnoli, A. D. Capobianco, G. Nalesso, “Graphene sustained nonlinear modes in dielectric waveguides”, *Opt. Lett.*, vol. 38, no. 5, pp. 631-633, Mar. 2013.

[23] M. Moresco, M. Romagnoli, S. Boscolo, M. Midrio, M. Cherchi, E.S. Hosseini, D. Coolbaugh, M.R. Watts, B. Dutt “Method for characterization of Si waveguide propagation loss”, *Opt. Express*, vol. 21, no. 5, pp. 5391-5400, Mar. 2013.

[24] A. Cacciatori, D. Modotto, S. Boscolo, M. Midrio, A. Locatelli, C. De Angelis, Z.M. Kovács-Vajna, “Broadband printed directional bow-tie antenna for the 500-1600-MHz band”, *Microw. Opt. Techn. Lett.*, vol. 55, no. 10, pp. 2329-2333, Oct. 2013.

[25] A. Locatelli, D. Modotto, C. De Angelis, S. Boscolo, and M. Midrio, A.D. Capobianco, "Design of fully printed omnidirectional CRLH loop antennas for WLAN technology", *Microw. Opt. Techn. Lett.*, vol. 56, no. 6, pp. 1405-1408, Jun. 2014.

[26] A. Locatelli, A.D. Capobianco, G. Nalesso, S. Boscolo, and M. Midrio, C. De Angelis, "Graphene-based electro-optical control of the beat length of dielectric couplers", *Opt. Commun.*, vol. 318, pp. 175-179, Jan. 2014.

[27] A.D. Capobianco, A. Locatelli, C. De Angelis, S. Boscolo, and M. Midrio, "Finite-difference beam propagation method for graphene-based devices", *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol. 26, no. 10, pp. 1007-1010, May 2014.

[28] M. Farran, D. Modotto, S. Boscolo, A. Locatelli, A.D. Capobianco, M. Midrio, V. Ferrari, "Compact Printed Parasitic Arrays for WLAN Applications", *IEEE Antennas and Wireless Prop. Lett.*, vol. 15, pp. 918-921, Mar. 2016.

[29] M. Farran, S. Boscolo, A. Locatelli, A.D. Capobianco, M. Midrio, V. Ferrari, D. Modotto, "Compact quasi-Yagi antenna with folded dipole fed by tapered integrated balun", *Electron. Lett.*, vol. 52, no. 10, pp. 789-790, May 2016.

M.2 PUBBLICAZIONI IN ATTI DI CONGRESSI INTERNAZIONALI

[30] S. Boscolo, M. Midrio, C.G. Someda, "Directional couplers and de-couplers in photonic crystal waveguides: Simulations and theory", *Proc. 3rd International Conference on Transparent Optical Networks, ICTON 2001*, pp. 80-83, Jun 18-21, 2001, Cracow, Polonia.

[31] S. Boscolo, M. Midrio, C.G. Someda, "Modelling of photonic crystal devices", *Proc. 4th International Conference on Transparent Optical Networks, ICTON 2002*, pp. 38-39, Apr 21-25, 2002, Warsaw, Polonia.

[32] S. Boscolo, M. Midrio, C.G. Someda, "Inhibited-enhanced spontaneous emission in 2D photonic crystal waveguides", *Proc. IEEE Antennas and Propagation Society, AP-S International Symposium*, vol. 3, pp. 1002-1005, Jun. 22-27, 2003, Columbus OH, USA.

[31] A. Locatelli, D. Modotto, F.M. Pigozzo, S. Boscolo, E. Autizi, C. De Angelis, A.D. Capobianco, and M. Midrio, "Highly directional planar ultra wide band antenna for radar applications", *Proc. 37th European Microwave Conference (EuMC) 2007*, pp. 1421-1424, Oct. 9-12, 2007, Munich, Germania.

[32] A. Locatelli, A. Corsi, D. Modotto, F. M. Pigozzo, S. Boscolo, C. De Angelis, A. D. Capobianco, M. Midrio, "Differential Ultra Wide Band Antennas for Single-Chip Radar Transceivers", *Proc. European Microwave Conference (EuMC) 2008*, pp. 404 – 407, Oct. 27-31, 2008, Amsterdam, Paesi Bassi.

[33] M. Midrio, S. Boscolo, F. Sacchetto, M. Pascolini, F. M. Pigozzo, A. D. Capobianco, "A Novel UWB Bow-Tie Antenna Design with High F/B Ratio and Directivity", *Proc. European Microwave Conference (EuMC) 2008*, pp. 393-396, Oct. 27-31, 2008, Amsterdam, Paesi Bassi.

[34] C. De Angelis, A. Locatelli, D. Modotto, S. Boscolo, M. Midrio, F. Sacchetto, A. D. Capobianco, F. M. Pigozzo, and C. G. Someda, "Extending antenna theory to the optical domain", *Proc. European Microwave Conference (EuMC) 2009*, pp. 810-813, Sep. 28 – Oct. 2, 2009, Roma, Italia.

[35] M. Midrio, S. Boscolo, F. Sacchetto, C. G. Someda, A. D. Capobianco, F. M. Pigozzo, and F. Pesce, "A combined dipole/bow-tie printed antenna for dual-band operation", Proc. European Microwave Conference (EuMC) 2009, pp. 1488–1491, Sep. 28 – Oct. 2, 2009, Roma, Italia.

[36] M. Midrio, S. Boscolo, A. Locatelli, D. Modotto, C. De Angelis, and A. D. Capobianco, "Flared monopole antennas for 10 μm energy harvesting", Proc. 13th European Microwave Conference (EuMC) 2010, pp 1496–1499, Sep. 26 - Oct. 1, 2010, Paris, Francia.

[37] A.D. Capobianco, F. M. Pigozzo, S. Boscolo, M. Midrio, F. Sacchetto, A. Assalini, L. Brunetta, N. Zambon, and S. Pupolin, "Novel compact MIMO array based on planar Yagi antennas for multipath fading channels", Proc. 13th European Microwave Conference (EuMC) 2010, pp 93–96, Sep. 27-28, 2010, Paris, Francia.

[38] A. Locatelli, D. Modotto, C. De Angelis, S. Boscolo, M. Midrio, A.-D. Capobianco, "Strongly coupled nanoantennas: A simple route toward unidirectional radiation in optic", Proc. 14th European Microwave Week 2011: "Wave to the Future", EuMW 2011 - 41st European Microwave Conference, EuMC 2011, pp. 13-16, Oct. 10 - 13, 2011, Manchester, Gran Bretagna.

[39] A. Locatelli, A. D. Capobianco, S. Boscolo, D. Modotto, M. Midrio, C. De Angelis, "Low-profile CRLH omnidirectional loop antenna for mobile wireless communications", Proc. 42nd European Microwave Conference, EuMC 2012, pp. 401-403, Oct. 29 – Nov.1, 2012, Amsterdam, Paesi Bassi.

[40] M. Farran, D. Modotto, S. Boscolo, A. Locatelli, A.D. Capobianco, M. Midrio, and V. Ferrari, "Microstrip-fed quasi-Yagi antennas for WLAN applications", Proc. 44th European Microwave Conference, EuMC 2014, pp. 384-387, Oct. 8 – 10, 2014, Roma, Italia.

[41] Farran M., Boscolo S., Modotto D., Locatelli A., Capobianco A. D., Midrio M., Ferrari V. "High gain printed monopole arrays for wireless applications", Progress in Electromagnetics Research Symposium, pp. 1156-1159, Jul. 6 – 9, 2015, Prague, Repubblica Ceca.

M.3 CONTRIBUTO IN VOLUME (CAPITOLO)

[42] A.D. Capobianco, F. M. Pigozzo, A. Locatelli, D. Modotto, C. De Angelis, S. Boscolo, F. Sacchetto, M. Midrio, "Directive Ultra-Wideband Planar Antennas" In: I. Mini, "Microwave and Millimeter Wave Technologies Modern UWB antennas and equipment", ISBN: 978-953-7619-67-1, pp. 1-18, 2010.

M.4 PUBBLICAZIONI IN RIVISTE ED ATTI DI CONGRESSI NAZIONALI

[43] S. Boscolo, M. Midrio, C. Conti, "Caratteristiche elettromagnetiche della propagazione in guide bidimensionali a cristallo fotonico di lunghezza finita", Atti Fotonica 2001, pp. 199-202, 23-25 Maggio 2001, Ischia.

[44] M. Midrio, S. Boscolo, C. G. Someda, "Contributi recenti alla teoria dei cristalli fotonici", Atti dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, Tomo CLIX – Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali, pp. 445–454, 2001.

[45] S. Boscolo, M. Midrio, "Modeling and Design of Integrated Optical Circuits in Photonic Crystals", Atti Fondazione Giorgio Ronchi, vol. 58, no. 3-4, pp. 471-475, Maggio - Giugno 2003.

[46] S. Boscolo, M. Midrio, G. Carli, L. Mecattini, F. Capolino, “Experimental Demonstration of Radiation Losses in Photonic Crystal Waveguides (at Microwaves)”, Atti della XV RiNEM, pp. 341-344, 13-16 Settembre 2004, Cagliari.

Udine, 1 settembre 2017