

CURRICULUM VITAE

SILVELLO BETTI

Silvello BETTI ha conseguito la Laurea in Ingegneria Elettronica presso l'Università degli Studi "La Sapienza" di Roma il 21 Dicembre 1984, con la votazione di 110/110 e lode.

Titolo della Tesi di Laurea: "Assorbimento di microonde in strutture MOS".

- Nel periodo Febbraio 1985-Febbraio 1986 ha ottenuto una Borsa di Studio presso la Fondazione Ugo Bordoni, Roma, per un'attività congiunta tra Fondazione Ugo Bordoni ed Alcatel-Face (già Face-Standard), Laboratorio R&D, Pomezia, relativa all'impiego di sistemi di trasmissione ottica coerente in reti locali (rete ottica UCOL, Ultrawide bandwidth Coherent Optical LAN), nell'ambito del progetto ESPRIT 249.
- Nel periodo Marzo 1986-Maggio 1986 ha effettuato uno Stage presso l'Alcatel-Face (già Face-Standard), Laboratorio R&D, Pomezia, sempre in relazione allo studio della rete ottica UCOL per il progetto ESPRIT 249.
- Da Luglio 1986 a Giugno 1988 è stato inquadrato come Ricercatore Junior presso la Fondazione Ugo Bordoni, nel settore Comunicazioni Ottiche.
- Da Luglio 1988 a Giugno 1998 è stato inquadrato come Ricercatore (Quadro B) presso la Fondazione Ugo Bordoni, nel settore Comunicazioni Ottiche.
- Da Luglio 1998 a Ottobre 1998 è stato inquadrato come Ricercatore Senior (Quadro A) presso la Fondazione Ugo Bordoni, nel settore Comunicazioni Ottiche.
- Da Novembre 1998 a Ottobre 2001 è stato Professore Associato (Settore Scientifico-Disciplinare K03X - Telecomunicazioni) presso il Dipartimento di Ingegneria Elettrica dell'Università degli Studi de L'Aquila.
- Da Novembre 2001 a Dicembre 2012 è stato Professore Associato (Settore Scientifico-Disciplinare ING-INF/03 - Telecomunicazioni) presso il Dipartimento di Ingegneria Elettronica dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata".
- Dal Dicembre 2012 è Professore Ordinario (Settore Scientifico-Disciplinare ING-INF/03- Telecomunicazioni) presso il Dipartimento di Ingegneria Elettronica dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata", dove è titolare dei corsi di Network Infrastructures e di Optical Communications (Corso di Laurea Magistrale "ICT and Internet Engineering").

- Ha partecipato ai seguenti progetti di ricerca internazionali e nazionali:

ESPRIT 249;

COST 215;

ESA N°8818/90/NL/PB;

Progetto Finalizzato CNR per le Telecomunicazioni (SP2).

- E' stato Responsabile Scientifico dell'Unità di Ricerca dell'Università degli Studi de L'Aquila per il Programma di Ricerca Interuniversitario di interesse nazionale (2000-2001) "Sistemi e tecniche per OTDM ad altissimo bit-rate".
- E' stato membro del Consiglio Direttivo del CNIT (Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Telecomunicazioni) in qualità di rappresentante dell'Unità di Ricerca de L'Aquila per il biennio 1999-2001.
- E' stato Responsabile Scientifico dell'Unità di Ricerca dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" per il Programma di Ricerca Interuniversitario di interesse nazionale (COFIN 2001) "Trasmissione su sistemi OTDM ad elevatissimo bit-rate".
- E' stato Responsabile Scientifico dell'Unità di Ricerca dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" per il Programma di Ricerca Interuniversitario di interesse nazionale (COFIN 2004) "TOSCA: trasmissione di segnali ottici con l'impiego di tecniche di amplificazione non convenzionali".
- E' stato responsabile tecnico-scientifico del Progetto MAMI (Modulo di Addestramento Multisensoriale Integrato), realizzato dall'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" – Dipartimento di Ingegneria Elettronica congiuntamente con l'ISCOM (Istituto Superiore delle Comunicazioni e delle Tecnologie dell'Informazione) – Ministero delle Comunicazioni.
- E' stato responsabile tecnico-scientifico per l'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata" del Progetto HARNESS (Human telecontrolled Adaptive Robotic Network of SensorS), attuato congiuntamente con ENEA-Casaccia ed Università degli Studi di Perugia.
- E' membro dell'albo dei revisori per la valutazione dei programmi di ricerca ministeriale PRIN (Programmi di Ricerca Scientifica di Rilevante Interesse Nazionale) e FIRB (Futuro in Ricerca) del MIUR (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca).
- E' membro dell'Albo degli Esperti CIVR (Comitato di Indirizzo per la Valutazione della Ricerca) per la valutazione della ricerca nazionale (VTR).

- Fa parte dell'Editorial Board della rivista internazionale "Microwave and Optical Technology Letters" edita da Wiley InterScience.

ATTIVITA' SCIENTIFICA

- Nel periodo Febbraio 1985-Maggio 1986, nell'ambito del progetto ESPRIT 249, relativo all'impiego di sistemi di trasmissione ottica coerente in reti locali (rete ottica UCOL, Ultrawide bandwidth Coherent Optical LAN), è stato studiato l'effetto dell'intermodulazione in sistemi di trasmissione ottica coerente multicanale, studio che ha portato alla pubblicazione dell'articolo [A2] dell'elenco. Parallelamente è stata svolta presso la Fondazione Ugo Bordoni un'attività sperimentale per la realizzazione di un sistema di trasmissione ottica eterodina operante alla lunghezza d'onda di 1.3 μm .
- Nel biennio 1986-1988, in qualità di Ricercatore Junior presso la Fondazione Ugo Bordoni, nel settore Comunicazioni Ottiche, si è occupato di problemi connessi alla pianificazione dei sistemi in fibra ottica [E2] ed ha svolto attività di studio e di ricerca sui sistemi di trasmissione ottica coerente, anche contribuendo al programma europeo COST 215 [E1, E6]. Sono state studiate le possibilità d'impiego di tali sistemi in collegamenti sottomarini a lunghissima distanza ed è stato analizzato l'effetto del rumore di fase delle sorgenti laser a semiconduttore sulle loro prestazioni. In particolare, in [A3] è stato valutato l'effetto sulle prestazioni dei ricevitori ottici coerenti eterodina PSK della forma di riga non-Lorentziana dei laser a semiconduttore; l'effetto del rumore di fase dei laser a semiconduttore a cavità esterna è stato analizzato in [A4, C3], relativamente alle prestazioni di ricevitori ottici coerenti DPSK, in [A8, C3, D1] per i ricevitori ottici coerenti PSK. L'impatto del rumore di fase "non bianco" dei laser a semiconduttore, sia singoli che in configurazione a cavità esterna, è stato studiato in [C1] relativamente a ricevitori ottici con demodulazione sincrona, in [A6] nel caso più generale di ricevitori ottici coerenti eterodina. Parallelamente, sono state studiate configurazioni di sistemi di trasmissione ottica coerente basate su ricevitori "multiport", realizzati sia in fibra ottica che in ottica integrata, per la rivelazione di segnali ottici sia modulati d'ampiezza (ASK), che di fase (DPSK). In [A11, C2] sono state analizzate le prestazioni di ricevitori ottici coerenti "multiport" nel caso di trasmissione di segnali multiplati a divisione di frequenza (FDM) con modulazione ASK. In [A13] è stato proposto e sono state valutate le prestazioni di un ricevitore ottico per segnali FSK a larga deviazione, operante in banda base, mediante l'impiego di dispositivi ottici "multiport".
- Nel periodo 1988-1990, nell'ambito dell'attività sui sistemi di trasmissione ottica coerente, si è prevalentemente occupato dello studio di configurazioni di sistema che fossero allo stesso tempo poco

sensibili all'effetto del rumore di fase delle sorgenti laser ed insensibili alle fluttuazioni dello stato di polarizzazione del campo e.m. propagantesi in fibra ottica singolo-modo. In [A5] è stato proposto un sistema ottico coerente per segnali modulati di fase, denominato DFPSK (Double Frequency Phase Shift Keying), in cui il rumore di fase delle sorgenti laser a semiconduttore viene compensato, in ricezione, mediante la trasmissione di una parte della portante ottica non modulata ed opportunamente traslata in frequenza. In [A7] è stato proposto un sistema di trasmissione ottica coerente di nuova concezione, denominato ASPSK (Antipodal Stokes Parameter Shift Keying), basato sulla modulazione di polarizzazione tra stati ortogonali del segnale ottico trasmesso in fibra e rivelazione tramite i parametri di Stokes del campo ottico ricevuto. Il sistema risulta indipendente dalle fluttuazioni dello stato di polarizzazione del campo ottico propagantesi in fibra e fortemente indipendente dal rumore di fase delle sorgenti laser a semiconduttore. Il sistema, descritto in dettaglio in [E3], è stato sottoposto a copertura brevettuale (domanda di brevetto N° 48035 A/89, depositata il 02/06/1989, brevetto N°1231371, rilasciato il 02/12/1991). In [A9] è stato proposto un sistema di trasmissione ottica coerente, denominato JMPSK (Jones Matrix Phase Shift Keying), in cui il segnale modulato di fase e la portante di riferimento per il rumore di fase sono associati, in trasmissione, a stati di polarizzazione ortogonali i quali vengono recuperati, dopo la rivelazione del segnale ottico, mediante un circuito elettronico di tipo adattativo che effettua il calcolo dei coefficienti della inversa della matrice di Jones, operatore lineare che descrive l'evoluzione dello stato di polarizzazione del campo ottico che si propaga in una fibra ottica singolo-modo. Il sistema, descritto in dettaglio in [E4], è stato sottoposto a copertura brevettuale (domanda di brevetto N° 48036 A/89, depositata il 02/06/1989, brevetto N°1231372, rilasciato il 02/12/1991). Un confronto tra i sistemi proposti relativamente alle prestazioni, alla complessità tecnologica, alla affidabilità ed alle possibilità di sviluppo e di evoluzione è stato presentato nei lavori [A14, B3, C4, C6, D2]. Il sistema proposto in [A10] rappresenta una naturale estensione del sistema ASPSK, in cui viene effettuata la rivelazione dei parametri di Stokes del campo ottico ricevuto mediante tecnica differenziale: tale configurazione non richiede circuiti elettronici per l'aggancio delle fluttuazioni dello stato di polarizzazione del campo ottico propagantesi in fibra e pertanto risulta particolarmente adatta per applicazioni in reti ottiche locali, in cui possono verificarsi rapide variazioni dello stato di polarizzazione del campo ottico ricevuto, a causa della commutazione tra differenti sorgenti. La propagazione in fibra ottica di segnali modulati di polarizzazione tenendo conto di effetti di dicroismo della fibra è stato analizzato in [A18], mentre in [A20, C10, D8] è stato presentato un accurato modello per l'analisi dell'effetto

del filtraggio in banda base nel sistema ASPSK. Parallelamente, nell'ambito dell'attività sui sistemi ottici coerenti sono stati studiati sia particolari configurazioni di sistemi convenzionali (FSK) che sfruttano le caratteristiche di propagazione del campo e.m. ottico nelle fibre singolo-modo per migliorarne le prestazioni [A12, C5], sia l'effetto della diafonia tra canali in sistemi coerenti multicanale, di particolare interesse per l'analisi delle prestazioni di reti ottiche di tipo FDM (Frequency Division Multiplexing) [A15]. Un'analisi dello stato dell'arte per quanto riguarda i sistemi di trasmissione ottica coerente, con particolare riferimento alle potenzialità offerte dalla tecnologia, è stata presentata nei lavori di rassegna [B1] e [B2], mentre in [D3] è stata effettuata un'analisi delle prestazioni ed un confronto relativamente alle tecnologie disponibili, tra possibili configurazioni di reti locali basate sulla trasmissione in fibra ottica.

- Nel biennio 1990-1991 ha partecipato, collaborando con la FIAR S.p.A. (Milano), al progetto ESA N°8818/90/NL/PB (Design of a diode-pumped Nd:Host Laser Communication System) per la realizzazione di sistemi di comunicazione ottica tra satelliti (GEO-LEO), sia a rivelazione diretta, con laser a semiconduttore operanti a 850 nm, sia a rivelazione coerente, con laser a stato solido Nd:YAG alla lunghezza d'onda di 1064 nm. A tale attività si riferiscono i lavori [E7, E8, E9] mentre in [A23] è stato proposto uno schema di nuova concezione per ricevitori ottici omodina ed intradina per sistemi di comunicazione ottica tra satelliti.

Successivamente, a partire dal 2005, l'attività relativa ai sistemi di comunicazione ottica per collegamenti intersatellite (ISL, InterSatellite Link) è stata ripresa a partire dallo studio dell'impiego di tecnologie opto-elettroniche operanti a 1550 nm [C25, C27, D28], anche nel caso di collegamenti ottici HAP-LEO [C28, C29, C30, C35, D29].

- Nel periodo 1990-1994 ha svolto attività di ricerca sui sistemi di comunicazione ottica e sulle reti ottiche occupandosi principalmente di sistemi a modulazione di polarizzazione di nuova concezione e dello studio di sistemi di trasmissione ottica multilivello di tipo non convenzionale, sia a rivelazione diretta sia basati sulle tecniche di rivelazione coerente. Per quanto riguarda la prima attività, in [A24, A26] è stato proposto un sistema ottico coerente di nuova concezione, in cui viene effettuata la rivelazione omodina di segnali ottici modulati di polarizzazione. Nei lavori [A27, C11] è stato presentato un confronto, sia dal punto di vista tecnologico che sistemistico, tra differenti configurazioni di sistemi ottici coerenti sia con rivelazione eterodina che omodina. In [A28, A29] è stato proposto un sistema di trasmissione ottica a rivelazione diretta per segnali modulati di polarizzazione; in [D10] sono stati confrontati ricevitori ottici per segnali modulati di polarizzazione

basati su differenti configurazioni di polarimetri, alcune delle quali di nuova concezione. Per quanto riguarda l'attività di studio sui sistemi di trasmissione ottica multilivello di tipo non convenzionale, uno sfruttamento ottimale delle potenzialità trasmissive delle fibre ottiche singolo-modo ha permesso di ottenere efficienze di trasmissione sensibilmente superiori rispetto ai sistemi multilivello convenzionali. Oltre ad avere una intrinseca importanza concettuale, sistemi in grado di sfruttare in maniera più adeguata le risorse offerte dalle fibre singolo-modo possono essere vantaggiosamente impiegati in reti ottiche in cui sia necessario incrementare l'efficienza spettrale per utilizzare al meglio la larghezza di banda del singolo canale ottico. Tale attività ha preso spunto dal sistema ottico multilivello proposto in [A16, C7], che rappresenta una "naturale" evoluzione del sistema ASPSK al caso di segnali ottici con modulazione di polarizzazione multilivello: la possibilità di associare ai simboli trasmessi opportune configurazioni di punti sulla sfera di Poincaré permette la realizzazione di sistemi di trasmissione ottica multilivello con prestazioni superiori agli omologhi sistemi convenzionali basati su configurazioni di punti nel piano. L'evoluzione di questa attività ha portato a proporre un sistema di trasmissione multilivello di nuova concezione, denominato 4-Quadrature Multilevel Signaling [A17, A22, D7], in grado di sfruttare in maniera efficiente le potenzialità trasmissive delle fibre singolo-modo, associando la modulazione multilivello alle 4 quadrature del campo e.m. ottico. Questo sistema è caratterizzato da un grado di libertà in più rispetto al sistema con modulazione di polarizzazione multilivello, con conseguenti benefici effetti per quanto riguarda le prestazioni. Questo sistema, descritto in dettaglio in [E5], è stato sottoposto a copertura brevettuale (domanda di brevetto N° 47949 A/90, depositata l'11/05/1990, brevetto N°1239609, rilasciato l'11/11/1993). Un'ulteriore evoluzione è stata proposta in [A33] in cui, alle 4 quadrature del campo e.m. ottico propagantesi in fibra si aggiunge, come ulteriore grado di libertà, la frequenza ottenendo un sistema con modulazione multilivello-multiparametrica di elevate prestazioni, in grado di sfruttare in maniera ancora più vantaggiosa la capacità di trasmissione della fibra ottica singolo-modo. Un'analisi delle possibili applicazioni ed una comparazione tra sistemi di trasmissione ottica multilivello, sia a rivelazione coerente che diretta, è stato presentato in [C13] mentre in [A35] sono stati confrontati, dal punto di vista tecnologico e sistemistico, sia sistemi con modulazione multilivello che multilivello-multiparametrica, i quali permettono uno sfruttamento "ottimale" della capacità del canale ottico. Parallelamente, è stata svolta un'attività sperimentale per la realizzazione di un sistema ASPSK binario allo scopo di dimostrare la notevole "robustezza" di questo sistema per quanto riguarda il rumore di fase delle sorgenti laser a semiconduttore: in [D4] è stato presentato il

ricevitore del sistema che, rivelato il segnale ottico modulato di polarizzazione tra stati ortogonali, determina i parametri di Stokes ad esso associati; in [A31, C8, D6] sono stati presentati i risultati sperimentali, in termini di sensibilità del sistema (fotoni/bit) e di probabilità d'errore, nei casi particolarmente importanti in cui la larghezza di riga del laser a semiconduttore sia confrontabile o addirittura più ampia della banda occupata dal segnale numerico. Sempre nell'ambito dello studio dei sistemi di trasmissione ottica coerente, in [C9] è stato presentato un accurato approccio analitico, di tipo non convenzionale, per la valutazione delle prestazioni di sistemi omodina ed eterodina con modulazione ASK e DPSK. E' stata svolta anche un'attività di ricerca relativa agli "stati principali di polarizzazione" in fibre ottiche singolo-modo: in [A21] è stata valutata analiticamente la larghezza di banda degli "stati principali di polarizzazione" mentre in [B4] è stata presentata una rassegna relativa alla evoluzione della polarizzazione ed alla dispersione di polarizzazione nelle fibre ottiche singolo-modo. Per quanto riguarda l'effetto delle caratteristiche dei laser a semiconduttore sui sistemi di comunicazione ottica, in [A25] sono state valutate le prestazioni di un sistema ottico PPM nel caso in cui si tenga conto del jitter temporale degli impulsi dovuto alla commutazione on-off del laser. Nello stesso periodo, nell'ambito dell'attività sulle reti ottiche, è stata svolta un'attività di studio e ricerca sulle reti ottiche basate su tecniche CDMA di tipo non convenzionale, in cui una opportuna codifica dei parametri di Stokes del campo e.m. ottico propagantesi in fibra permette di effettuare una efficiente trasmissione parallela dei dati [A32, C12]. Nel lavoro [A30] è stato proposto uno schema per la stabilizzazione del "pettine" di frequenze in una rete ottica di tipo "multihop". L'attività di ricerca e di studio sui sistemi e sulle reti basate sulle tecniche ottiche coerenti è stata sostanzialmente definita con i lavori di rassegna [A34] e [A37], in cui sono stati presentati lo stato dell'arte tecnologico e sistemistico, nonché le possibilità di applicazione, e con il libro [A1a], pubblicato nel 1995 dalla John Wiley & Sons, Inc., che rappresenta un lavoro di sintesi avanzato per lo studio di sistemi di comunicazione ottica, sia a rivelazione coerente che a rivelazione diretta.

- Dal 1994 al 2001 si è occupato dell'impiego dei sistemi di comunicazione ottica in reti di distribuzione di tipo CATV ed in rete di accesso, sia nel caso di trasmissione di segnali analogici che numerici (Progetto SOCRATE, Sviluppo Ottico Coassiale Rete di Accesso Telecom). In [A36, D11] è stato valutato l'effetto del Four-Wave-Mixing (FWM) in fibra ottica singolo-modo sulle prestazioni di sistemi CATV con moltiplicazione a sottoportante (SCM, Sub-Carrier-Multiplexing). In [D12] è stata presentata un'architettura di riferimento per la rete di accesso del progetto SOCRATE, basata su una configurazione ibrida fibra ottica/cavo coassiale per la trasmissione di segnali analogici e numerici

mediante la tecnica di multiplazione SCM. L'articolo [B5] rappresenta invece un lavoro di rassegna in cui sono esaminate sia le tecnologie che possono essere impiegate per la realizzazione di una rete di accesso ibrida fibra/coassiale, sia i servizi di tipo distributivo ed interattivo che possono essere forniti agli utenti. Tale infrastruttura di rete prevedeva una canalizzazione entro una banda di circa 1 GHz per la trasmissione di segnali video AM-VSB e di segnali numerici QAM. Nel caso in cui venisse impiegato un laser a semiconduttore modulato direttamente dai segnali analogici e numerici multiplati a sottoportante, oltre ai classici problemi di intermodulazione, è necessario valutare l'effetto di "limitazione" (clipping) dovuto alla soglia del laser. In presenza di "grandi" segnali, la risposta non-lineare del laser a semiconduttore genera, infatti, un rumore impulsivo (clipping impulsive noise), di natura poissoniana, che sovrapponendosi al rumore gaussiano penalizza in maniera rilevante la qualità dei canali numerici. Tale effetto condiziona sia la canalizzazione (numero di canali analogici e numerici e loro indice di modulazione) sia le prestazioni del ricevitore ottico, per il progetto del quale si dovrà tener conto anche del rumore impulsivo dovuto al clipping. In questo contesto, nel lavoro [C15] viene presentata una accurata analisi spettrale del rumore impulsivo dovuto al clipping: sono messi a confronto tre modelli per il calcolo dello spettro di densità di potenza di tale rumore, due dei quali completamente originali mentre il terzo è derivato dalla rielaborazione di un modello proposto da Mazo. Nei lavori [A38] e [C14] è stato valutato l'effetto del rumore impulsivo dovuto al clipping sulle prestazioni di una rete ibrida fibra ottica/cavo coassiale per la trasmissione di canali analogi e numerici con multiplazione a sottoportante. In particolare, è stato valutato l'effetto del rumore impulsivo dovuto al clipping sulla qualità dei canali numerici QAM, calcolando l'andamento della probabilità d'errore al variare sia del numero dei canali analogici che della potenza ottica totale ricevuta. Negli articoli [A39] ed [A40] è stato analizzato il fenomeno del clipping considerando gli effetti del filtraggio sulla statistica di questo processo aleatorio di tipo impulsivo nonché l'effetto del "ritardo di accensione" del laser a semiconduttore. L'analisi dei sistemi ibridi fibra ottica/coassiale nell'ambito della rete d'accesso è proseguita considerando gli altri effetti di rilievo che ne limitano le prestazioni: distorsioni dinamiche intrinseche del laser a semiconduttore in presenza di "grandi segnali" [A45]; distorsioni di nonlinearità dovute alla trasmissione "dispersiva" di segnali ottici SCM ed al chirping statico [A43, D14] e dinamico [A49, C20] del laser, anche considerando l'effetto Kerr [C16]; distorsioni di nonlinearità dovute all'azione congiunta delle riflessioni in fibra ottica e del chirping del laser a semiconduttore [A46, C18, D17]. E' stata inoltre effettuata un'analisi delle prestazioni del sistema considerando l'impiego di un modulatore elettro-ottico d'intensità [A41, A44,

A55]. Un confronto tra le prestazioni dei sistemi ottici multiplati a sottoportante (SCM) basati sull'impiego di laser a semiconduttore o di modulatore elettro-ottico esterno è riportato in [A51, C19]. L'analisi delle prestazioni dei sistemi ibridi fibra ottica/coassiale nell'ambito della rete d'accesso è stata verificata da un'attività sperimentale [A42, D13] svolta in collaborazione con i laboratori CSELT (Torino) e la Scuola Superiore Guglielmo Reiss Romoli (SSGRR - L'Aquila). Una verifica sperimentale degli effetti di distorsione dovuti alla trasmissione "dispersiva" di segnali ottici SCM ed al chirping statico e dinamico del laser a semiconduttore è stata presentata in [A56, C22], mentre gli effetti di distorsione di segnali ottici SCM dovuti all'impiego del modulatore elettro-ottico esterno sono stati verificati sperimentalmente in [A52, C24]. Tra gli sviluppi della suddetta attività è degno di nota quello relativo all'analisi teorica della trasmissione "dispersiva" di segnali ottici numerici ad elevato bit-rate affetti da chirping dovuto al laser a semiconduttore. A tale studio si riferiscono le pubblicazioni [A50, C23].

- Dal 1997 si è occupato dell'integrazione della rete in fibra ottica e dei sistemi di trasmissione radio (HFR, Hybrid Fibre Radio). In tale contesto sono state analizzate le prestazioni di possibili configurazioni ibride fibra ottica/sistema di distribuzione radio a larga banda (LMDS, Local Multipoint Distribution Service) [C17] e fibra ottica/sistema radio basate sulla tecnica CDMA, sia nel caso di impiego di laser a semiconduttore [A47, A48, A61, C21, D15], che di modulatori elettro-ottici esterni [D16]. Più recentemente è stata analizzata l'integrazione di tale tecnologia nell'ambito di Wireless LAN (WLAN) a larga banda [C31].
- Dal 2000 al 2005 si è occupato dei fenomeni determinati dalla propagazione in fibra ottica in regime di non-linearità (effetto Kerr ed effetto Raman): particolare attenzione è stata rivolta all'analisi dell'effetto di Cross-Phase Modulation (XPM) e del Four-Wave-Mixing (FWM) in sistemi ottici WDM (Wavelength Division Multiplexing), a cui si riferiscono le pubblicazioni [A53, A54, A58, A59, A62, D18, D20, D22], all'impiego dell'amplificazione Raman per applicazioni speciali [D24] e all'analisi della instabilità di modulazione in fibra ottica [A68, D30].
- Dal 2000 al 2003 si è anche occupato delle problematiche relative allo sviluppo di sistemi OTDM (Optical Time Division Multiplexing) ad elevatissimo bit-rate. In tale contesto, l'attività di ricerca ha inizialmente riguardato l'impiego di amplificatori ottici a semiconduttore (SOA, Semiconductor Optical Amplifier) operanti in regime di non-linearità per la demultiplazione ed il recupero del segnale ottico di sincronizzazione e/o rigenerazione di impulsi ottici di brevissima durata (≤ 1 ps) [A57, A63, A64, C26, D19, D21, D23, D25]. Tale attività si è evoluta fino alla progettazione e

realizzazione sperimentale di schemi di rigenerazione “all optical” del segnale (3R, Re-amplification, Re-timing, Re-shaping) [C32, C33].

Successivamente, a partire dal 2004, l'attività di ricerca relativa ai dispositivi SOA ha riguardato principalmente il loro impiego come amplificatori ottici in reti metropolitane (MAN) ad elevatissima capacità, in cui siano adottate la multiplazione a divisione di lunghezza d'onda (WDM) ed il formato di modulazione DPSK [A65, D27], e come convertitori di lunghezza d'onda in reti ottiche “a pacchetto” [A67].

Le precedenti attività hanno portato alla definizione di un modello semi-classico per il SOA applicabile in ogni regime di funzionamento, lineare e non-lineare, per qualsiasi schema di pompaggio, ottico e/o elettrico, e formato di modulazione [C34, A66].

- Nel 1990 ha partecipato, nell'ambito del Progetto Finalizzato CNR per le Telecomunicazioni (SP2), all'attività di studio sui sistemi di trasmissione e reti ottiche. A tale attività si riferiscono i lavori [A19, D5], relativi all'impiego dei sistemi ottici coerenti in LAN e MAN in fibra ottica singolo-modo, ed il lavoro [D9] nel quale è stato valutato l'effetto dei fenomeni ottici non-lineari (effetto Brillouin, effetto Raman, effetto Kerr) in sistemi di trasmissione ottica coerente a lunghissima distanza.
- Dal 2006 al 2009 ha collaborato con aziende del gruppo FINMECCANICA (Selex S.I., Galileo Avionica, Selex Communications, Alcatel Alenia Space) nell'ambito del Progetto Finmeccanica Corporate “Fiber Optic Data Link” (FODL), per la realizzazione di sistemi di comunicazione in fibra ottica ad alta capacità, con multiplazione WDM, per applicazioni navali, aeronautiche e spaziali. In tale contesto, presso i laboratori di Selex S.I., è stato realizzato un oscillatore opto-elettronico a basso rumore di fase ed elevata sintonizzabilità [D26, C36], adottabile in sistemi complessi (apparati radar, sistemi di comunicazione, sistemi di contromisure elettroniche, ecc.).
- Dal 2010 collabora con ENEA-Laboratorio di Robotica (Casaccia) per il progetto HARNESS (Human telecontrolled Adaptive Robotic Network of SensorS), relativo alle problematiche di comunicazione acustica e ottica tra robot sottomarini in configurazione di sciame [A70, A72, A73, A80, C37, C38, C43, C46, C47].
- Dal 2015 si occupa di tecniche di modulazione multidimensionali di tipo non convenzionale, anche finalizzate alla protezione del segnale a livello fisico, per sistemi di trasmissione in fibra ottica ad elevate prestazioni [A1b, A71, A74, A75, A76, A77, A78, A79, C45, C48].
- E' co-inventore dei seguenti brevetti:

“Apparato di trasmissione e ricezione ottica coerente, basato sulla rivelazione dei parametri di Stokes ed indipendente dal rumore di fase e dalle fluttuazioni dello stato di polarizzazione del segnale ottico trasmesso” (domanda di brevetto N° 48035 A/89, depositata il 02/06/1989, brevetto N°1231371, rilasciato il 02/12/1991).

“Apparato di trasmissione e di ricezione ottica coerente, basato sulla determinazione della matrice inversa di Jones, a compensazione del rumore di fase ed insensibile alle fluttuazioni dello stato di polarizzazione del segnale ottico trasmesso” (domanda di brevetto N° 48036 A/89, depositata il 02/06/1989, brevetto N°1231372, rilasciato il 02/12/1991)

“Metodo per la formazione di un segnale multilivello su una portante ottica coerente mediante modulazione di fase e di polarizzazione della portante e apparato di trasmissione e di ricezione eterodina di segnali formati con tale metodo” (domanda di brevetto N° 47949 A/90, depositata l’11/05/1990, brevetto N°1239609, rilasciato l’11/11/1993).

Per tale sistema è stata ottenuta la copertura brevettuale negli USA con i seguenti riferimenti:

S. Betti, F. Curti, G. De Marchis, E. Iannone, “Multilevel Coherent Optical System”, Patent

WO/1991/018455, Nov. 1991. [https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=](https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO1991018455&tab=PCTBIBLIO)

WO1991018455&tab=PCTBIBLIO

Patent Number: 5,416,628

Date of Patent: May 16, 1995

ATTIVITA' DIDATTICA

- Dall'Anno Accademico 1990-1991 all'Anno Accademico 2006-2007 ha avuto l'incarico, da parte del CNR, per l'insegnamento di “Fibre Ottiche ed Ottica Integrata” nel Corso di Specializzazione in Ottica ed Optoelettronica, nell'ambito dei Corsi di Specializzazione Elettronica FF.AA. (Direzione Corsi TEI – Cecchignola-ROMA).
- Nell'anno 1995 ha ottenuto l'incarico per l'insegnamento di “Comunicazioni Ottiche”, nell'ambito del Corso di Specializzazione in Tecnologie Ottiche tenuto dall'AILUN (Associazione Istituzione Libera Università Nuorese).
- Dall'Anno Accademico 1998-1999 all'Anno Accademico 2000-2001 è stato titolare del corso di Comunicazioni Elettriche presso la Facoltà d'Ingegneria dell'Università degli Studi de L'Aquila.

- Nell'Anno Accademico 1998-1999 ha ottenuto l'incarico di supplenza per il corso di Sistemi di Telecomunicazione (II modulo integrato) presso la Facoltà d'Ingegneria dell'Università degli Studi "Tor Vergata" di Roma.
- Nell'Anno Accademico 1999-2000 ha ottenuto l'incarico di supplenza per il corso di Comunicazioni Ottiche (I modulo integrato) presso la Facoltà d'Ingegneria dell'Università degli Studi "Tor Vergata" di Roma.
- Nell'Anno Accademico 2000-2001 ha ottenuto l'incarico di supplenza per il corso di Comunicazioni Ottiche presso la Facoltà d'Ingegneria dell'Università degli Studi "Tor Vergata" di Roma.
- Nell'Anno Accademico 2001-2002 ha ottenuto l'incarico di supplenza per il corso di Comunicazioni Elettriche presso la Facoltà d'Ingegneria dell'Università degli Studi de L'Aquila.
- Dall'Anno Accademico 2001-2002 è titolare dei corsi di Comunicazioni Ottiche (Laurea Specialistica in Ingegneria delle Telecomunicazioni) e di Segnali e Trasmissioni (Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni) presso la Facoltà d'Ingegneria dell'Università degli Studi "Tor Vergata" di Roma.
- Nell'anno 2003 ha ottenuto l'incarico di docenza per l'insegnamento di "Comunicazioni Ottiche" nell'ambito del Progetto ASEIT Master Specialistico in "Esperto di Networking e Servizi IP", tenuto presso il CRES (Centro per la Ricerca Elettronica in Sicilia) di Monreale (PA).
- E' co-docente del corso "Sistemi avanzati di comunicazione satellitare" nell'ambito del Master di II livello "Sistemi Avanzati di Comunicazione e Navigazione Satellitare" (MASTERSPAZIO) dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata".
- E' co-docente del corso "Impianti di TLC" presso la Scuola Superiore in Telecomunicazioni del Ministero delle Comunicazioni.
- E' attualmente titolare dei corsi Network Infrastructures e Optical Communications (Corso di Laurea Magistrale "ICT and Internet Engineering") presso la Macroarea di Ingegneria dell'Università degli Studi di Roma "Tor Vergata".



Silvello Betti