

CURRICULUM VITAE DI FABRIZIO PANCALDI

| | |
|--|-----------|
| 1 CURRICULUM VITAE SINTETICO | 4 |
| 1.1 DATI ANAGRAFICI | 4 |
| 1.2 CONTATTI..... | 4 |
| 1.3 CARRIERA ACCADEMICA | 4 |
| 1.4 ATTIVITÀ DIDATTICA..... | 5 |
| 1.5 ATTIVITÀ SCIENTIFICA | 5 |
| 1.6 ATTIVITÀ ORGANIZZATIVA..... | 7 |
| 2 ATTIVITÀ SCIENTIFICA | 8 |
| 2.1 ATTIVITÀ DI RICERCA | 8 |
| 2.1.1 <i>Equalizzazione di canale nel dominio della frequenza</i> | 8 |
| 2.1.2 <i>Modellizzazione statistica per canali radiomobili selettivi nel tempo, nella frequenza e nello spazio</i> | 9 |
| 2.1.3 <i>Ricevitori non coerenti per modulazioni di frequenza a fase continua</i> | 10 |
| 2.1.4 <i>Tecniche di trasmissione cooperative nelle reti radio ad hoc</i> | 10 |
| 2.1.5 <i>Algoritmi di localizzazione per scenari indoor</i> | 11 |
| 2.1.6 <i>Ricevitori a ridotta complessità per applicazioni UWB</i> | 11 |
| 2.1.7 <i>Comunicazioni powerline</i> | 12 |
| 2.1.8 <i>Strumenti elettromedicali: analisi automatica dei suoni polmonari</i> | 12 |
| 2.1.9 <i>Strumenti elettromedicali: analisi automatica di immagini del cuoio capelluto</i> | 14 |
| 2.1.10 <i>Diagnosi dei cuscinetti a sfera</i> | 14 |
| 2.1.11 <i>Analisi della stabilità e del comfort di passerelle ciclopedonali aeree</i> | 15 |
| 2.1.12 <i>Strumenti elettromedicali: sistema automatico di gestione e somministrazione di farmaci</i> | 15 |
| 2.2 ATTIVITÀ DI LABORATORIO | 16 |
| 2.3 COLLABORAZIONI SCIENTIFICHE | 16 |
| 2.4 PROGETTI DI RICERCA INTERNAZIONALI | 16 |
| 2.5 PROGETTI DI RICERCA NAZIONALI | 17 |
| 3 ATTIVITÀ DIDATTICA | 20 |
| 3.1 ANNO ACCADEMICO 2023/2024..... | 20 |
| 3.1.1 <i>Docenze</i> | 20 |
| 3.1.2 <i>Valutazione della didattica</i> | 20 |
| 3.2 ANNO ACCADEMICO 2022/2023..... | 20 |
| 3.2.1 <i>Docenze</i> | 20 |
| 3.2.2 <i>Valutazione della didattica</i> | 21 |
| 3.3 ANNO ACCADEMICO 2021/2022..... | 21 |
| 3.3.1 <i>Docenze</i> | 21 |
| 3.3.2 <i>Valutazione della didattica</i> | 21 |
| 3.4 ANNO ACCADEMICO 2020/2021..... | 21 |
| 3.4.1 <i>Docenze</i> | 21 |
| 3.4.2 <i>Valutazione della didattica</i> | 21 |
| 3.5 ANNO ACCADEMICO 2019/2020..... | 22 |
| 3.5.1 <i>Docenze</i> | 22 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5.2 Valutazione della didattica..... | 22 |
| 3.6 ANNO ACCADEMICO 2018/2019..... | 22 |
| 3.6.1 Docenze | 22 |
| 3.6.2 Valutazione della didattica..... | 22 |
| 3.7 ANNO ACCADEMICO 2017/2018..... | 23 |
| 3.7.1 Docenze | 23 |
| 3.7.2 Valutazione della didattica..... | 23 |
| 3.8 ANNO ACCADEMICO 2016/2017..... | 23 |
| 3.8.1 Docenze | 23 |
| 3.8.2 Valutazione della didattica..... | 23 |
| 3.9 ANNO ACCADEMICO 2015/2016..... | 24 |
| 3.9.1 Docenze | 24 |
| 3.9.2 Valutazione della didattica..... | 24 |
| 3.10 ANNO ACCADEMICO 2014/2015..... | 24 |
| 3.10.1 Docenze | 24 |
| 3.10.2 Valutazione della didattica..... | 24 |
| 3.11 ANNO ACCADEMICO 2013/2014..... | 24 |
| 3.11.1 Docenze | 24 |
| 3.11.2 Valutazione della didattica..... | 25 |
| 3.12 ANNO ACCADEMICO 2012/2013..... | 25 |
| 3.12.1 Docenze | 25 |
| 3.12.2 Valutazione della didattica..... | 25 |
| 3.13 ANNO ACCADEMICO 2011/2012..... | 25 |
| 3.13.1 Docenze | 25 |
| 3.13.2 Valutazione della didattica..... | 26 |
| 3.14 ANNO ACCADEMICO 2010/2011..... | 26 |
| 3.14.1 Docenze | 26 |
| 3.14.2 Valutazione della didattica..... | 26 |
| 3.15 ANNO ACCADEMICO 2009/2010..... | 26 |
| 3.15.1 Docenze | 26 |
| 3.15.2 Valutazione della didattica..... | 26 |
| 3.16 ANNO ACCADEMICO 2008/2009..... | 26 |
| 3.16.1 Docenze | 26 |
| 3.16.2 Valutazione della didattica..... | 27 |
| 3.17 ANNO ACCADEMICO 2007/2008..... | 27 |
| 3.17.1 Docenze | 27 |
| 3.17.2 Valutazione della didattica..... | 27 |
| 3.18 ANNO ACCADEMICO 2006/2007..... | 28 |
| 3.18.1 Docenze | 28 |
| 3.18.2 Valutazione della didattica..... | 28 |
| 3.19 ANNO ACCADEMICO 2005/2006..... | 28 |
| 3.19.1 Docenze | 28 |
| 3.19.2 Valutazione della didattica..... | 28 |
| 3.20 PROJECT RED | 28 |
| 3.21 ALTRE ATTIVITÀ..... | 29 |
| 4 TRASFERIMENTO TECNOLOGICO | 30 |
| 4.1 TRASFERIMENTO TECNOLOGICO ALLE AZIENDE | 30 |
| 4.1.1 Collaborazione con OCEM SpA di Bologna e Augier Energy SpA di Nizza..... | 30 |
| 4.1.2 Collaborazione con TechImp SpA di Bologna..... | 30 |
| 4.1.3 Collaborazione con Hiscores s.r.l. di Modena..... | 30 |
| 4.1.4 Collaborazione con Redox s.r.l. di Reggio Emilia..... | 30 |
| 4.1.5 Partecipazione alla piattaforma MICRONET della Regione Emilia-Romagna..... | 31 |
| 4.2 COLLABORAZIONE CON REGGIO EMILIA INNOVAZIONE | 31 |
| 4.3 COLLABORAZIONE CON LA PROVINCIA DI REGGIO EMILIA..... | 32 |
| 4.4 ARTICOLI SU QUOTIDIANI ED INTERVISTE TELEVISIVE | 32 |
| 4.5 COLLABORAZIONE CON REI LAB | 32 |
| 5 ATTIVITÀ DI CONSULENZA | 33 |

| | |
|--|-----------|
| 5.1 CONSULENZE TECNICO/LEGALI..... | 33 |
| 5.1.1 <i>Causa civile RG. N. 18762/08 del Tribunale di Bologna</i> | 33 |
| 5.1.2 <i>Cause penali</i> | 33 |
| 6 ATTIVITÀ MANAGERIALI E AMMINISTRATIVE | 34 |
| 6.1 AMMINISTRAZIONE DEL COMUNE DI SAN CESARIO SU PANARO..... | 34 |
| 7 ELENCO DELLE PUBBLICAZIONI | 35 |
| 7.1 LIBRI | 35 |
| 7.2 PUBBLICAZIONI SU RIVISTA | 35 |
| 7.3 PUBBLICAZIONI IN ATTI DI CONGRESSI INTERNAZIONALI..... | 39 |
| 7.4 TECHNICAL DESIGN NOTES | 41 |
| 7.5 BREVETTI..... | 41 |

1 Curriculum Vitae sintetico

1.1 Dati anagrafici

Luogo di nascita: Modena
Data di nascita: 30 Luglio 1978
Codice fiscale: PNCFRZ78L30F257U
Nazionalità: Italiana
Residenza: via Di Vittorio, 12 – 41018 San Cesario sul Panaro (MO)

1.2 Contatti

Indirizzo ufficio: Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria (DISMI)
Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia
via G. Amendola, 2 – Pad. Morselli
42122 Reggio Emilia

Telefono: +39 0522 522012

Email: fabrizio.pancaldi@unimore.it

1.3 Carriera accademica

- [1992-97] Frequenta l'Istituto Tecnico Industriale Provinciale "E. Fermi" di Modena. Consegue il Diploma di Perito Capotecnico in Elettronica e Telecomunicazioni con la votazione di 60/60.
- [1997] Si iscrive al corso di laurea (secondo il *vecchio ordinamento didattico*, VOD) in Ingegneria Elettronica dell'Università di Modena e Reggio Emilia.
- [2002] Si laurea in Ingegneria Elettronica con la votazione di 110/110 e lode. Consegue il titolo di Dottore in Ingegneria Elettronica discutendo la sua tesi intitolata "Equalizzazione nel Dominio della Frequenza".
- [2002] Supera l'esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di ingegnere.
- [2003] Vince un posto con borsa di studio nel concorso relativo al XVIII Ciclo del Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Modena e Reggio Emilia.
- [2006] Nel Marzo 2006 consegue il titolo di Dottore di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Modena e Reggio Emilia, discutendo la tesi dal titolo "Models and Algorithms for Wireless Communications Systems".
- [2006] Vince un concorso per un posto da ricercatore universitario bandito dalla Facoltà di Ingegneria-Sede di Reggio Emilia dell'Università di Modena e Reggio Emilia nel Gennaio 2006.
- [2006-oggi] Dal 1° Marzo 2006 ricopre il ruolo di **Ricercatore Universitario** presso il Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria (DISMI) dell'Università di Modena e Reggio Emilia nel settore scientifico disciplinare ING-INF/03.

1.4 Attività didattica

Dall'anno accademico 2005/2006 tiene il corso di "Reti di Telecomunicazioni" (6 crediti formativi universitari, CFU, corrispondenti a 60 ore di didattica frontale) nel Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale. Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 ha tenuto il corso di "Tecniche di Interconnessione" (6 CFU, corrispondenti a 60 ore di didattica frontale); negli anni 2009/2010 e 2010/2011 è stato co-titolare del corso "Sistemi ICT Distribuiti" (6 crediti formativi universitari, CFU, corrispondenti a 60 ore di didattica frontale), corso di cui è stato titolare dal 2011/2012 al 2019/2020. Entrambi i corsi hanno fatto parte del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale. Negli anni accademici 2018/2019 e 2019/2020 è stato titolare del corso "Final Synthesis Lab 2 - Educational technology innovation - Systems and communications for educational smart objects" (3 CFU, corrispondenti a 30 ore di didattica frontale) nel Corso di Laurea in Innovation Design. A partire dall'anno accademico 2021/2022 è cotitolare del corso di "Sistemi Embedded" (6 CFU, corrispondenti a 54 ore di didattica frontale) nel Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccatronica. A partire dall'anno accademico 2023/2024 è cotitolare del corso di "Smart Systems for Data Acquisition" (3 CFU, corrispondenti a 27 ore di didattica frontale) nel Corso di Laurea Magistrale in Digital Automation Engineering. Tutti i corsi sono relativi al settore scientifico disciplinare ING-INF/03 "Telecomunicazioni".

1.5 Attività scientifica

La sua attività di ricerca si articola nei seguenti ambiti:

- Comunicazioni radio digitali, con particolare riguardo all'equalizzazione di canale, modellizzazione statistica di canale, codifica spazio-tempo, stima di canale e sincronizzazione di clock.
- Comunicazioni powerline (linee di potenza per la distribuzione dell'energia elettrica), con particolare riguardo all'equalizzazione di canale, modellizzazione statistica di canale, stima di canale, codifica di canale e modulazione adattativa.
- Sistemi di localizzazione per scenari indoor basati su unità inerziali, dispositivi radio a 169 MHz, dispositivi radio a 2.4 GHz.
- Strumenti biomedicali, con particolare riguardo alla diagnosi di
 - ✓ malattie polmonari, come fibrosi secondarie ad artrite reumatoide, connettiviti secondarie a sindrome di Sjogren, **polmonite interstiziale da COVID-19**. La tecnica di diagnosi è basata sull'elaborazione dei suoni polmonari acquisiti con un fonendoscopio elettronico.
 - ✓ Disordini nello spettro sclerodermico conseguenti, ad esempio, alla sindrome di Raynaud. La tecnica di diagnosi è legata all'elaborazione computerizzata di immagini capillaroscopiche della zona periungueale.
 - ✓ malattie del cuoio capelluto, come ad esempio alopecia androgenetica, alopecia areata, telogen effluvium. La tecnica di diagnosi è basata sull'elaborazione delle immagini acquisite tramite smartphone o tablet.
- Diagnosi dei cuscinetti a sfera attraverso l'analisi delle vibrazioni.
- Analisi della stabilità e del comfort di passerelle ciclopedonali aeree.

Svolge, inoltre, un'attività applicativa per lo sviluppo di

- Reti mesh che operano nella banda libera a 2.4 GHz.
- Modem powerline che operano nella banda 3-500 kHz.

- Sistemi di localizzazione inerziale e sistemi di radiolocalizzazione per scenari indoor.
- Strumenti di diagnosi automatica di patologie polmonari attraverso auscultazione. Il nuovo **fonendoscopio elettronico** in via di sviluppo con l'azienda Redox srl è dotato di microfono MEMS, accelerometro, collegamenti BLE e USB verso tablet e smartphone, capacità di edge computing ed upload di dati su cloud.
- Strumenti di diagnosi automatica di patologie del cuoio capelluto attraverso immagini acquisite con fotocamere commerciali accoppiate con un sistema ottico appositamente sviluppato.
- Sistemi di gestione e somministrazione automatica di farmaci

È coautore del libro intitolato “Wireless Communications: Algorithmic Techniques” pubblicato dalla casa editrice John Wiley & Sons.

È coautore di 34 articoli tecnici apparsi su riviste internazionali, è coautore di 3 articoli attualmente in fase di preparazione o revisione per riviste internazionali, è coautore di 21 articoli apparsi in atti di conferenze internazionali, è coautore di 3 brevetti internazionale e 2 brevetti italiani. E' stata depositata una domanda di brevetto italiano ed è in fase di valutazione la sua eventuale estensione all'estero.

Le sue pubblicazioni sono così ripartite:

- 1 libro
- 34 articoli pubblicati su riviste internazionali
- 3 articoli in fase di preparazione o revisione per riviste internazionali
- 21 articoli apparsi su atti di conferenze internazionali
- 5 brevetti
- 1 domanda di brevetto italiano depositata, l'estensione all'estero è in fase di valutazione

È revisore di varie riviste internazionali tra le quali:

- *IEEE Transactions on Communications*
- *IEEE Transactions on Wireless Communications*
- *IEEE Transactions on Vehicular Technology*
- *IET Communications*
- *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*
- *IEEE Access*
- *IEEE Journal of Communications and Networks*
- *Elsevier Physical Communication*
- *EURASIP Journal on Wireless Communication and Networking*
- *Elsevier Computers in Biology and Medicine*
- *Elsevier Mechanical Systems and Signal Processing*
- *Biocybernetics and Biomedical Engineering*
- *EAMBES Biomedical Signal Processing and Control*

- *IFAC Engineering Applications of Artificial Intelligence*

È stato revisore di varie conferenze internazionali tra le quali:

- *IEEE Global Communications Conference*, negli anni 2005, 2007, 2008, 2009 e 2013.
- *IEEE International Conference on Communications*, negli anni 2004, 2006, 2007, 2008 e 2009.
- *IEEE Vehicular Technology Conference 2005*
- *IEEE Wireless Communication and Networking Conference*, negli anni 2007, 2010 e 2012.
- *IEEE International Symposium for Wireless Pervasive Computing*, negli anni 2007, 2008, 2009 e 2010.
- *IEEE Symposium on Personal, Indoor, Mobile and Radio Communications*, negli anni 2010, 2011, 2013, 2023.

E' stato *Publication Chair* al *IEEE International Symposium for Wireless Pervasive Computing 2010*.

E' stato *track chair* alla *IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics 2022*.

E' *Member* dell'*Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* dal 2004 e *Senior Member* dal 2022.

1.6 Attività organizzativa

- 2007–2012** Rappresentante dei Ricercatori nel Consiglio di Facoltà di Ingegneria – Sede di Reggio Emilia
- 2006–2019** Componente del Collegio Docenti della Scuola Internazionale di Dottorato in *Information and Communication Technology (ICT)*.
- 2007-2019** Co-tutore di 4 dottorandi presso la Scuola Internazionale di Dottorato in ICT, con curricula in *Electronics and Communications*.
- 2008-2010** Referente per lo sviluppo del settore ICT nel Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria.
- 2009-2017** Co-responsabile per l'internazionalizzazione della Scuola di Dottorato in ICT.
- 2015-oggi** Rappresentante dei Ricercatori Universitari del Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria.
- 2015-2019** Membro della Giunta del Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria.
- 2017-2018** Membro della Commissione per le celebrazioni del ventennale del Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria.
- 2019-oggi** Faculty Advisor del Project RED (<https://projectred.it>)

2 Attività scientifica

In questa Sezione vengono illustrate le attività scientifiche condotte dal Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi. L'attività svolta è descritta nelle pagine seguenti, con riferimento alle pubblicazioni su rivista e su atti di conferenze internazionali riportate nella Sezione 6. Successivamente viene esposta l'attività applicativa per lo sviluppo di sistemi di interesse pratico. Vengono infine illustrate le collaborazioni scientifiche internazionali ed i progetti di ricerca di carattere internazionale cui il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi ha partecipato e partecipa tutt'ora.

2.1 Attività di ricerca

Nel campo delle comunicazioni radio la sua attività di ricerca si è focalizzata sulle seguenti tematiche: (a) equalizzazione di canale per sistemi di comunicazione digitali a banda larga a singola portante; (b) modellizzazione statistica di canali sia radio direzionali; (c) codici spazio-tempo per sistemi di comunicazione che utilizzano modulazioni di frequenza a fase continua; (d) tecniche di trasmissione cooperative nelle reti radio *ad hoc*; (e) progettazione di sistemi di comunicazione a banda estremamente larga (*ultrawide band*, UWB).

Nel campo delle PLC l'attività di ricerca ha riguardato le seguenti tematiche: (a) modellizzazione statistica di canale; (b) modellizzazione del rumore, (c) sviluppo di un channel sounder basato su FPGA; (d) stima di canale; (e) equalizzazione di canale; (f) bit e power loading.

Nel campo della localizzazione per scenari indoor l'attività di ricerca ha riguardato le seguenti tematiche: (a) sistemi di radiolocalizzazione basati sulla potenza ricevuta (*received signal strength*, RSS) che incorporano la conoscenza della planimetria dello scenario di propagazione; (b) sistemi di localizzazione inerziale che incorporano la conoscenza della planimetria dell'ambiente.

Nell'ambito degli strumenti elettromedicali l'attività di ricerca ha riguardato le seguenti tematiche: (a) diagnosi automatica non invasiva della fibrosi polmonare idiopatica tramite stetoscopio elettronico; (b) diagnosi automatica di disordini dello spettro sclerodermico tramite elaborazione computerizzata di immagini videocapillaroscopiche della zona periungueale; (c) diagnosi automatica non invasiva dell'alopecia androgenetica tramite smartphone.

Nel campo dell'analisi delle vibrazioni l'attività di ricerca ha riguardato le seguenti tematiche: (a) condition monitoring e diagnosi predittiva dei danni nei cuscinetti a sfera tramite accelerometri; (b) studio della stabilità e del comfort delle passerelle aeree ciclopedonali.

2.1.1 Equalizzazione di canale nel dominio della frequenza

Questa attività di ricerca riguarda lo studio di tecniche di equalizzazione di canale per modulazioni numeriche a singola portante. Sono stati dapprima presi in considerazione dei sistemi a *singolo ingresso e singola uscita* (*single-input single-output*, SISO) che fanno uso di modulazioni lineari. Il primo passo è stato introdurre una nuova formulazione matriciale per il problema dell'equalizzazione a blocco nel dominio della frequenza. Ciò ha permesso la derivazione di due strutture di equalizzazione convenzionale: un *equalizzatore lineare* (*linear equalizer*, LE) ed un *equalizzatore con retroazione delle decisioni* (*decision feedback equalizer*, DFE). È stato dimostrato che la spaziatura frazionaria delle prese può comportare guadagni energetici di alcuni dB rispetto alla classica spaziatura a tempo di simbolo. Per il DFE è stata introdotta una nuova

tecnica (basata sull'algoritmo di Levinson-Durbin) per il calcolo dei coefficienti delle prese con ridotta complessità computazionale e ridotta occupazione di memoria rispetto ai DFE presenti nella letteratura tecnica. Gli equalizzatori così ricavati sono stati poi inseriti in una struttura di trasmissione codificata per ottenere due strutture di *turbo* equalizzazione. Le simulazioni numeriche hanno evidenziato che il turbo DFE offre un guadagno energetico significativo rispetto al turbo LE ad elevati rapporti segnale rumore.

Il nuovo approccio introdotto è stato poi applicato a sistemi con *ingressi ed uscite multipli* (*multiple-input multiple-output*, MIMO) che impiegano modulazioni lineari. L'idea di fondo consiste nel combinare la decodifica spazio-tempo con l'equalizzazione nel dominio della frequenza, al fine di sfruttare congiuntamente la diversità nello spazio e nella frequenza. Nell'ambito della teoria dell'equalizzazione convenzionale sono stati ricavati un LE ed un DFE. Le simulazioni numeriche hanno evidenziato la superiorità delle nuove tecniche di equalizzazione rispetto a quelle disponibili nella letteratura tecnica. Il LE ed il DFE sono stati inseriti in una struttura iterativa di turbo equalizzazione, ottenendo così due strutture di equalizzazione/rivelazione innovative. I risultati numerici hanno permesso di apprezzare il considerevole guadagno energetico ottenibile sfruttando congiuntamente la diversità nella frequenza e nello spazio rispetto ai classici sistemi SISO.

La teoria dell'equalizzazione di canale basata su filtri, originariamente sviluppata per le modulazioni lineari, è stata estesa alle modulazioni a fase continua (*continuous phase modulations*, CPM). Mediante la cosiddetta decomposizione di Laurent, il segnale CPM è stato rappresentato come somma di segnali modulati linearmente, e sono stati derivati degli algoritmi di equalizzazione a blocco nel dominio della frequenza. La struttura del frame di trasmissione ha richiesto uno studio particolarmente dettagliato, in quanto l'estensione ciclica del blocco dati, necessaria per l'equalizzazione in frequenza, non deve distruggere la continuità di fase del segnale trasmesso. Sono stati ricavati un LE ed un DFE. I risultati numerici hanno evidenziato un considerevole guadagno energetico offerto dal DFE rispetto al LE, ed hanno mostrato che è possibile rivelare le modulazioni a fase continua, trasmesse su canali dispersivi nel tempo, con una limitata complessità computazionale. E' stata inoltre derivata una struttura di turbo equalizzazione. Le simulazioni numeriche, tuttavia, hanno evidenziato un fenomeno di propagazione degli errori dovuto alla memoria intrinseca delle modulazioni CPM; ciò non consente di ottenere prestazioni soddisfacenti.

Pubblicazioni: [R.1], [R.2], [R.4], [R.5], [C.1], [C.2], [C.3], [C.6].

Nota: Il lavoro [R.5], pubblicato nel Settembre 2008, è rientrato nella lista dei 100 articoli più letti fra tutte le riviste IEEE fino ad Agosto 2009.

2.1.2 Modellizzazione statistica per canali radiomobili selettivi nel tempo, nella frequenza e nello spazio

Sono stati sviluppati nuovi modelli caratterizzati da una dimensionalità ridotta (o, semplicemente, modelli ridotti) per canali radiomobili. Tali modelli permettono di rappresentare l'aleatorietà nel filtraggio a tempo continuo operato dal canale come l'effetto di un numero finito di variabili aleatorie Gaussiane. Essi consentono, quindi, di descrivere, in modo semplice e con accuratezza arbitraria, un canale radiomobile con proprietà statistiche note. La derivazione di tali modelli si basa sull'approssimazione degli integrali di correlazione, che esprimono le proprietà statistiche del canale, con tecniche di integrazione numerica quali, ad esempio, le cosiddette regole di quadratura Gaussiana. In questo modo è possibile modellare la selettività del canale nel tempo, nella frequenza e nello spazio. In particolare sono stati ottenuti dei modelli per i *canali direzionali*, che rappresentano la dipendenza spaziale del canale tramite due variabili angolari (elevazione ed azimuth). Le simulazioni al computer hanno mostrato che è possibile conseguire un'ottima

accuratezza nella rappresentazione di un canale radio al prezzo di una complessità computazionale accettabile.

Pubblicazioni: [R.3], [C.4], [C.5].

2.1.3 Ricevitori non coerenti per modulazioni di frequenza a fase continua

È stata affrontato il problema della codifica spazio-tempo di formati di modulazione che si prestano facilmente ad una rivelazione non coerente; in particolare sono state prese in considerazione le *modulazioni di frequenza a fase continua* (*continuous phase frequency shift keying*, CPFSK). Sono stati introdotti tre criteri per la costruzione di codici spazio-tempo a blocco “ottimi” in termini di minima probabilità d’errore conseguibile; è stata derivata la struttura di ricevitore non coerente ottimo e le prestazioni sono state ricavate sia analiticamente che mediante simulazione al calcolatore. E’ stato dimostrato che i codici introdotti permettono di ottenere la cosiddetta *full diversity*. Sono stati studiati in dettaglio sistemi aventi due antenne in trasmissione ed un numero qualsiasi di antenne in ricezione. È stato osservato che la perdita energetica associata alla rivelazione non coerente rispetto a quella coerente varia fra 4 e 6 dB; tuttavia l’estrema semplicità del ricevitore proposto garantisce un notevole rilevanza applicativa.

Pubblicazioni: [R.6], [C.7].

2.1.4 Tecniche di trasmissione cooperative nelle reti radio *ad hoc*

Sono state sviluppate due architetture di comunicazione per reti radio *ad hoc*. L’aspetto innovativo consiste nell’adozione di tecniche di trasmissione in diversità cooperative. In questo modo la sorgente dell’informazione viene “aiutata” dagli altri nodi che formano la rete ad inoltrare i dati verso la destinazione.

Il primo sistema è basato sulla tecnica di accesso ad un canale comune *orthogonal frequency division multiple access* (OFDMA). In pratica sottoportanti distinte vengono assegnate ad utenti distinti per evitare l’interferenza multi-utente. Il relaying dell’informazione viene eseguito tramite una topologia a “doppia stringa”, che permette di utilizzare delle codifiche spazio-tempo fra le coppie di relay. Inoltre l’architettura proposta utilizza un approccio basato sul concetto di *utilità* per ricavare un algoritmo di routing distribuito. L’ottimizzazione *cross-layer* della tecnica di trasmissione permette di conseguire una maggiore efficienza energetica ed un utilizzo più bilanciato delle risorse della rete (incrementandone così il tempo di vita medio) rispetto alle soluzioni tradizionali.

Il secondo modello di rete ad hoc che è stato considerato prevede terminali equipaggiati con una singola antenna, la quale viene condivisa con gli altri transceiver per formare un array di antenne distribuito. Avvalendosi di un moderno approccio basato sulla teoria dei giochi non cooperativi, è stata ricavata una strategia di relaying dell’informazione distribuita; in particolare la strategia di trasmissione deriva dalla classica tecnica *transmit selection diversity* (TSD) nella quale però le antenne dell’array tra cui scegliere appartengono a terminali distinti. In questo modo la diversità multiutente viene sfruttata per generare una diversità spaziale. Le prestazioni ottenute sono superiori sia in termini di throughput che di efficienza energetica rispetto ai sistemi analoghi disponibili nella letteratura tecnica. Trattandosi di una strategia distribuita, la soluzione proposta si presta particolarmente bene ad una implementazione pratica per via della sua semplicità.

Pubblicazioni: [R.7], [R.8], [R.9], [C.8], [C.10].

2.1.5 Algoritmi di localizzazione per scenari indoor.

La propagazione multipath delle onde radio in uno scenario indoor comporta errori di localizzazione intollerabili per le moderne applicazioni. Sulla base di questi presupposti sono stati sviluppati vari algoritmi di localizzazione in grado di mitigare gli effetti della dispersione temporale del segnale di ranging e quindi di migliorare sensibilmente l'accuratezza delle misurazioni di posizione.

Il primo metodo consiste in una tecnica cooperativa di clustering che permette di individuare degli insiemi di terminali le cui misure di distanza (basate sulla potenza del segnale ricevuto) possono essere combinate per migliorare la valutazione della distanza dal nodo ancora. Le simulazioni numeriche hanno evidenziato una riduzione significativa dell'errore di posizionamento rispetto ai classici sistemi a singolo utente.

Il secondo algoritmo la misura di distanza viene effettuata tramite la determinazione del tempo di arrivo (*Time of Arrival*, TOA) del segnale di ranging. In particolare vengono valutate numerose caratteristiche della forma d'onda del segnale ricevuto al fine di compensare il cosiddetto bias NLOS (non line of sight), ossia il ritardo subito dalla radiazione elettromagnetica durante l'attraversamento di corpi solidi, tipicamente muri. I risultati numerici e sperimentali hanno evidenziato la capacità da parte dell'algoritmo derivato di migliorare la precisione della localizzazione rispetto agli altri algoritmi di compensazione del bias NLOS.

La conoscenza a priori della mappa dello scenario di interesse è poi stata incorporata negli algoritmi di localizzazione per compensare il bias NLOS e quindi per migliorare la precisione del sistema. Per validare tali idee è stato sviluppato un prototipo nel quale il ranging viene effettuato sulla base della potenza ricevuta (*received signal strength*, RSS). I risultati sperimentali hanno evidenziato come sia possibile raggiungere precisioni inferiori a 4 m anche con hardware a basso costo (circa 1000 euro complessivi al dettaglio).

Pubblicazioni: [R.9], [R.12], [R.17], [R.18], [C.9], [C.13], [C.14], [C.15], [C.19].

2.1.6 Ricevitori a ridotta complessità per applicazioni UWB.

Nei sistemi *ultra-wideband* (UWB) ad impulsi, ciascun utente dispone di un codice che serve a distinguere il proprio segnale dai segnali generati dagli altri utenti del sistema. Se opportunamente progettati, tali codici possono dare luogo a velocità trasmissive leggermente differenti, cioè si può artificialmente creare un sistema a *rate division multiple access* (RDMA), in cui utenti distinti sono caratterizzati da velocità trasmissive differenti. Nello studio sviluppato la diversa ciclostazionarietà dei segnali associati ad utenti distinti è stata sfruttata per applicare un'ampia classe di algoritmi già trattati nella letteratura tecnica ai moderni sistemi UWB. Il primo risultato di questo promettente approccio è stato la progettazione di un ricevitore multiutente caratterizzato da una ridotta complessità computazionale. Tale ricevitore incorpora un innovativo algoritmo di sincronizzazione fine di clock ed un innovativo algoritmo di stima di canale. Le simulazioni numeriche hanno evidenziato che lo stimatore progettato può gestire la presenza simultanea di 4 utenti che operano nella medesima banda senza introdurre un error floor rilevante per le applicazioni di interesse. Sebbene il canale radio considerato sia fortemente selettivo in frequenza, la complessità computazionale dello stimatore di canale cresce soltanto linearmente con la dimensione del preambolo di dati noti di training. Risultati analoghi sono stati ottenuti per l'algoritmo di sincronizzazione di clock; infatti, la fase del campionamento dei convertitori analogico/digitale in ricezione viene corretta appropriatamente anche in caso di fading selettivo in frequenza, mentre la complessità computazionale è estremamente ridotta, crescendo soltanto linearmente con la dimensione del preambolo.

L'implementazione pratica dei ricevitori UWB è spesso proibitiva per via dell'elevata velocità di campionamento richiesta, pertanto sono stati sviluppati alcuni algoritmi di ricezione basati sul *compressive sampling* (CS). In pratica, il segnale ricevuto viene campionato ben al di sotto della frequenza di Nyquist, e viene poi ricostruito mediante complessi algoritmi di programmazione non lineare, come il Matching Pursuit ed il Basis Pursuit Denoising. I risultati numerici hanno mostrato buone prestazioni al prezzo di una limitata complessità computazionale.

Pubblicazioni: [R.11], [C.12], [C.13].

2.1.7 Comunicazioni powerline

Le conoscenze acquisite nel campo delle comunicazioni radio sono state applicate a sistemi di comunicazione su cavo ed, in particolare, ai sistemi PLC, i quali sfruttano i cavi per la distribuzione dell'energia elettrica per trasmissioni dati ad alta velocità. Per progettare un transceiver efficiente è fondamentale conoscere la matrice di impedenza del canale; tuttavia la presenza di carichi di potenza tempo varianti (basti pensare, ad esempio, al fatto che l'assorbimento di potenza elettrica in un dato edificio varia nel tempo poichè i vari dispositivi vengono accesi o spenti in base alle necessità degli utenti) non consente di ricavare una stima affidabile del canale con i metodi di misura tradizionali. Inoltre gli impianti elettrici delle abitazioni sono realizzati da personale non sempre adeguatamente qualificato, e quindi non sono sempre realizzati "a regola d'arte"; quindi, in sostanza, impianti elettrici di edifici simili possono presentare caratteristiche sostanzialmente diverse. Per questi motivi è stato realizzato un channel sounder adatto a misurare le caratteristiche del canale e del rumore powerline nella banda 0.1 – 30 MHz. Le informazioni che permette di ricavare sono particolarmente utili per progettare il front-end analogico dei transceiver per PLC. Sono inoltre stati sviluppati vari modelli matematici che permettono di modellizzare il canale ed il rumore con una limitata complessità computazionale, evidenziando come il canale powerline sia accuratamente descrivibile tramite un sistema lineare periodicamente tempo-variante.

In particolare è stato derivato un modello di canale basato sulla rappresentazione di Zadeh che ha permesso di derivare: (a) un nuovo algoritmo di stima di canale più semplice e preciso rispetto alla controparte disponibile in letteratura; (b) un nuovo algoritmo di *equalizzazione zero-forcing e minimum mean squared error* in grado di superare le prestazioni degli equalizzatori convenzionali; (c) un nuovo algoritmo di bit e power loading che permette di incrementare l'efficienza spettrale delle PLC rispetto alle tecniche note in letteratura.

Pubblicazioni: [R.10], [R.13], [R.14], [R.16], [R.19], [R.20], [R.21], [R.22], [C.16], [C.17], [C.18].

2.1.8 Strumenti elettromedicali: analisi automatica dei suoni polmonari

L'interstizipatia polmonare (IP) rappresenta una delle manifestazioni più frequenti nelle malattie del tessuto connettivo e influenza significativamente la prognosi dei pazienti. In pratica il parenchima polmonare viene sostituito da tessuto fibrotico con ridotta capacità di scambiare ossigeno ed anidride carbonica tra sangue ed aria. Quando si sviluppa una IP l'aspettativa di vita si riduce drasticamente a pochi anni, dopodichè il decesso sopraggiunge per insufficienza respiratoria. Ad oggi, la tomografia computerizzata (TC) rappresenta il gold standard per la diagnosi e la caratterizzazione di IP. Purtroppo, però, la TC non è adatta ad indagini di screening, poichè sottopone il paziente ad un'alta esposizione radiologica ed è gravata da costi e tempi di attesa non sostenibili per tutti i pazienti reumatologici.

Recentemente è stata osservata una stretta correlazione tra fibrosi polmonare e crepitii a velcro. In particolare, il rumore a velcro generato nel parenchima polmonare è stato associato indipendentemente a diversi pattern radiologici, come honeycombing, vetro smerigliato e bronchiectasie da trazione. Parallelamente, il marker sonoro è stato sfruttato per rilevare automaticamente la fibrosi polmonare secondaria ad artrite reumatoide e l'IP in pazienti affetti da malattie del tessuto connettivo, come ad esempio la sindrome di Sjogren primaria.

Nei pazienti sintomatici, la malattia COVID-19 è caratterizzata in un'alta percentuale di casi da polmonite interstiziale di grado severo che richiede la ventilazione assistita e porta al ricovero ospedaliero. Una caratteristica peculiare della polmonite da COVID-19 è l'assenza di una sintomatologia o di rilievi semeiologici rilevanti anche in presenza di avanzato impegno polmonare. Ne deriva un repentino decadimento funzionale in assenza di prodromi clinici significativi e che rende complesso il monitoraggio del paziente, in particolare a domicilio. Sempre più dati evidenziano come la TC sia in grado di predire la severità della malattia, ma i tempi tecnici per la sua esecuzione, la numerosità e la difficoltà nella mobilitazione dei pazienti, rendono la metodica non proponibile come screening.

La collaborazione multidisciplinare tra medici ed ingegneri di UNIMORE ha portato ai seguenti risultati.

1. È stato progettato e sviluppato un fonendoscopio elettronico in grado di: (a) acquisire digitalmente i suoni polmonari; (b) elaborare i dati acquisiti per rilevare automaticamente i suoni polmonari patologici in accordo agli algoritmi sviluppati; (c) trasferire i dati da porta USB o via radio con protocollo Bluetooth Low Energy (BLE) ad uno smartphone o tablet commerciale; (d) fornire servizi ausiliari utili per il medico; (e) caricare su cloud tutti o parte dei dati in accordo alle leggi vigenti in materia di trattamento dei dati personali.
2. Sono stati sviluppati due applicativi software. In pratica i pazienti vengono auscultati con uno stetoscopio elettronico ed i file audio vengono elaborati su un comune personal computer con gli algoritmi sviluppati. I software valutano quantitativamente i suoni polmonari ed indicano la presenza di complicazioni polmonari. I risultati sono già stati pubblicati su riviste internazionali ed hanno evidenziato un'accuratezza diagnostica del 83,9% su pazienti con artrite reumatoide, del 82,6% su pazienti con connettivite e del 75% su pazienti con polmonite interstiziale da COVID-19.
3. E' stata sviluppata una pipeline per la rilevazione delle interstiziopatie polmonari secondarie a connettiviti basata su algoritmi di deep learning. L'accuratezza diagnostica è del 93%. E' in fase di sviluppo un software basato sul deep learning in grado di supportare i reumatologi nella richiesta di TC per sospetta interstiziopatia polmonare nei pazienti affetti da connettiviti.
4. È in corso di svolgimento uno studio prospettico internazionale che coinvolge 10 centri reumatologici italiani. Lo studio ha lo scopo di definire incidenza e prevalenza della IP nei pazienti con artrite reumatoide e sindrome di Sjogren primitiva. Molti farmaci sono stati considerati potenziali fattori causali della IP, da qui l'interesse di alcune case farmaceutiche allo svolgimento di studi prospettici che chiariscano gli aspetti epidemiologici della malattia. Il protocollo dello studio è già stato approvato dal comitato etico.
5. È stato depositato il brevetto e sono in fase di elaborazione altri brevetti nello stesso campo di applicazione.
6. Il progetto DiCoSound-ER è stato cofinanziato dalla regione Emilia-Romagna e dall'azienda Redox srl (<http://www.redoxprogetti.it/>) ed ha portato allo sviluppo di uno strumento di screening non invasivo per la polmonite interstiziale secondaria a COVID-19. L'invenzione

può essere intesa come nuovo fonendoscopio elettronico in grado di rilevare automaticamente i suoni polmonari patologici conseguenti alla polmonite interstiziale da SARS-COV-2.

Pubblicazioni: [R.23], [R.24], [R.25], [R.26], [R.27], [R.30], [R.31], [R.33], [R.35], [C.19], [B.4].

2.1.9 Strumenti elettromedicali: analisi automatica di immagini del cuoio capelluto

L'alopecia è il processo di diminuzione della quantità e qualità dei capelli, eventualmente fino alla scomparsa del capello stesso e del rispettivo bulbo pilifero. Esistono molte forme di alopecia; in alcuni casi l'eziologia è parzialmente o completamente nota, mentre in altri casi è prevalentemente sconosciuta. In molti casi un marker forte di alopecia è la miniaturizzazione del capello, per cui insieme ai capelli "normali" si trovano anche i cosiddetti "vellus hair", capelli di diametro marcatamente inferiore.

La collaborazione multidisciplinare tra dermatologi ed ingegneri di UNIMORE ha portato allo sviluppo di uno strumento di diagnosi automatica non invasiva dell'alopecia. Lo strumento si basa sull'acquisizione di immagini tramite un opportuno sistema ottico ed un comune smartphone o tablet. Il software sviluppato permette di rivelare e quantificare il processo di miniaturizzazione del capello. Lo strumento è attualmente in grado di garantire una affidabilità prossima a quella di un dermatologo specializzato in tricologia.

Pubblicazioni: [R.35], [B.5].

2.1.10 Diagnosi dei cuscinetti a sfera

I cuscinetti a sfera rappresentano la soluzione più diffusa per vincolare un elemento rotante. Sono formati da 4 elementi: anello interno, anello esterno, gabbia e sfere. In pratica le sfere vengono sfruttate per trasferire le forze tra anello interno ed anello esterno e per fornire un contatto rotante senza slittamento tra l'albero e la struttura fissa. Purtroppo il contatto continuo tra gli elementi porta ad usura e rottura degli stessi. In particolare si stima che il 50-60 % dei fermi macchina sia causato da usura e rottura dei cuscinetti. Pertanto la rilevazione precoce delle rotture nei cuscinetti è di grande importanza per tutti gli impianti industriali.

Un cuscinetto usurato e/o rotto induce delle vibrazioni differenti ed "anomale" rispetto al naturale "rumore di macchina". In particolare le vibrazioni del sistema meccanico possono essere misurate con un accelerometro opportunamente posizionato ed il segnale acquisito risulta ciclostazionario in presenza di un danno sul cuscinetto. La collaborazione con gli ingegneri meccanici del DISMI ha portato allo sviluppo di un nuovo algoritmo di rilevazione dei danni nei cuscinetti basato sulla definizione statistica di ciclostazionarietà. Le misure sperimentali hanno evidenziato come il nuovo algoritmo sia in grado di fornire prestazioni significativamente migliori rispetto alle soluzioni disponibili nella letteratura tecnica. Inoltre l'algoritmo sviluppato risulta intrinsecamente robusto rispetto al rumore di macchina e comporta una complessità computazionale modesta e compatibile con gli attuali dispositivi elettronici commerciali.

E' stato poi sviluppato un nuovo modello di rumore di macchina utile al confronto quantitativo delle prestazioni di diversi algoritmi di condition monitoring e diagnosi predittiva dei danni nei cuscinetti a sfera. Tale modello matematico è stato sviluppato e validato tramite misure sperimentali ed ha messo in evidenza delle significative differenze tra algoritmi ben noti nella letteratura tecnica, come l'-envelope detection, lo spectral kurtosis e lo spectral correlation.

Pubblicazioni: [R.28], [R.32], [R.34], [C.20].

2.1.11 Analisi della stabilità e del comfort di passerelle ciclopedonali aeree

Le passerelle ciclopedonali sono opere infrastrutturali molto diffuse aventi lo scopo di permettere sia l'attraversamento di ostacoli della natura (fiumi, gole, ...) che di altre strutture di origine antropica (rete stradale, rete ferroviaria, ...). Si tratta di infrastrutture leggere e snelle che possono portare carichi molto imitate, nell'ordine di 400-500 kg/m². Un esempio emblematico è il "Millenium Bridge" di Londra, dove "leggerezza" fu la parola chiave alla base della progettazione. In seguito alla sua apertura nel 2000, la passerella fu attraversata da migliaia di pedoni e dopo soltanto due giorni venne chiusa a causa degli effetti di risonanza e vibrazione che non furono adeguatamente considerati e analizzati in fase di progettazione. Un aspetto importante delle passerelle ciclopedonali è infatti garantire lo "Human comfort", dove la comodità da parte dei pedoni è strettamente connessa alle possibili deformazioni e vibrazioni della struttura stessa. I fenomeni vibrazionali, di norma, non costituiscono la causa di un abbassamento della sicurezza strutturale, tuttavia risulta evidente che oscillazioni marcate possano indurre nella persone in transito delle sensazioni di disagio e paura. Nelle passerelle è dunque di fondamentale importanza controllare e valutare il modo di vibrare delle stesse per evitare situazioni di malessere che potrebbero indurre alla fuga.

Il Prof. Ing. Fabrizio Pancaldi collabora con gli ingegneri civili di UNIMORE per lo sviluppo di modelli statistici per la camminata bipede allo scopo di studiare la stabilità ed il comfort delle passerelle ciclopedonali. In particolare, è stato sviluppato un modello statistico in grado di cogliere sia la variabilità intrapersonale che interpersonale della camminata bipede. È stato dimostrato che un modello più accurato può avere un impatto anche del 20-30% sull'analisi delle forze e delle vibrazioni che entrano in gioco nell'analisi dinamica della stabilità e del comfort delle strutture.

Pubblicazioni: [R.29].

2.1.12 Strumenti elettromedicali: sistema automatico di gestione e somministrazione di farmaci

L'invenzione consiste in un sistema informatizzato di ausilio alla gestione e somministrazione di farmaci. Il sistema è composto da un dispositivo mobile, da una stazione fissa di ricarica e da uno o più dispositivi opzionali (apparato di misurazione del battito cardiaco e della pressione sanguigna, smartphone, tablet, computer, ...). La piattaforma portatile rappresenta il cuore del sistema a cui è demandato il compito di notificare all'utente le tipologie e i dosaggi delle pastiglie da assumere agli orari corretti nel corso della giornata tramite segnalazioni acustiche e visive. La piattaforma mobile garantisce inoltre la corretta conservazione dei medicinali in ambiente non domestico all'interno di slot separati, riconoscibili e facilmente accessibili. I dati riguardanti le avvenute assunzioni di medicinali ed i parametri di salute possono essere inviati ad un'applicazione per smartphone e/o ad una pagina web consultabile da qualunque computer connesso a Internet. La piattaforma fissa è programmabile secondo la specifica terapia farmacologica dell'utente e svolge il compito di riempimento automatico dei medicinali nel dispenser portatile in quantità congrue al fabbisogno giornaliero. I beneficiari "target" del sistema sono i malati ipertesi, i quali possono disporre di un dispenser portatile auto-organizzato che garantisce la conservazione dei medicinali blisterati e mette a disposizione le pastiglie agli orari e nei dosaggi corretti rispetto al piano terapeutico. Il sistema si può interfacciare con un misuratore di pressione del sangue indossabile al polso e permette di pilotare l'acquisizione, la memorizzazione ed il processing dei dati all'interno di una applicazione dedicata su smartphone.

Il Prof. Ing. Fabrizio Pancaldi è coautore della relativa domanda di brevetto italiano. L'estensione del brevetto all'estero è attualmente in fase di valutazione.

Pubblicazioni: [B.6].

2.2 Attività di laboratorio

Il Prof. Ing. Fabrizio Pancaldi ha svolto e svolge tutt'ora un'attività tecnico-pratica per lo sviluppo di dispositivi di forte interesse applicativo. I risultati più rilevanti di questa attività sono: (a) sistema di comunicazione a banda stretta per PLC; (b) channel sounder per canali powerline; (c) rete rete radio a 2.4 GHz di tipo mesh auto-organizzante; (d) sistema di localizzazione inerziale per scenari indoor; (e) sistema di localizzazione radio a 169 MHz per scenari indoor; (f) fonendoscopio elettronico per la diagnosi automatica non invasiva di patologie polmonari quali fibrosi, connettiviti e polmoniti interstiziali; (g) strumento di diagnosi automatica non invasiva dell'alopecia androgenetica basato su smartphone e/o tablet; (h) sistema automatico di gestione e somministrazione dei farmaci.

2.3 Collaborazioni scientifiche

Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi collabora dal 2018 con la Foundation for Research and Technology of Hellas (FORTH, Grecia) e con la Technical University of Crete (TUC, Grecia) sotto la guida del Prof. Michalis Zervakis. Tali strutture, con i relativi gruppi di ricerca, hanno esperienza nell'ambito della visione artificiale di immagini biomedicali e nel campo dell'ingegneria clinica. In particolare, la collaborazione riguarda lo sviluppo di uno strumento (hardware e software) in grado di riconoscere e misurare le alterazioni capillaroscopiche conseguenti a malattie dello scleroderma spectrum disorder, in particolare sclerosi sistemica (SSc) e dermatomiosite (DM).

Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi ha partecipato alla rete di eccellenza denominata "Network of Excellence in Wireless COMMunications", o, più brevemente, NEWCOM++ (contratto numero 216715), che si è chiusa nel Giugno 2011 con un giudizio molto positivo da parte dei revisori della Comunità Europea. La finalità della rete NEWCOM++ è stata quella di potenziare l'integrazione fra gruppi di ricerca a livello europeo nell'ambito dei sistemi radio mobili oltre la terza generazione. Il sito internet di riferimento è www.newcom-project.eu. Il progetto NEWCOM++ è stato finanziato dalla Comunità Europea nel suo 7° Programma Quadro. L'attività di ricerca dell'Ing. Pancaldi è stata svolta presso l'Università di Modena e Reggio Emilia nell'ambito del *Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Telecomunicazioni* (CNIT), che è stato uno dei membri più attivi del consorzio NEWCOM++.

Dal 2004 al 2008 l'Ing. Pancaldi ha collaborato con l'Università del Texas (Dallas, Texas, USA) e con l'Università di Waterloo (Waterloo, Ontario, Canada) per lo studio di tecniche di equalizzazione di canale.

Dal 2010 al 2013 l'Ing. Pancaldi ha collaborato con l'Università di Christchurch (Nuova Zelanda) per la stesura del libro "Wireless Communications: Algorithmic Techniques" pubblicato dalla casa editrice John Wiley & Sons.

2.4 Progetti di ricerca internazionali

Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi dal 3 Febbraio 2003 al 15 Dicembre 2003 e dal 1 Marzo 2004 al 30 Giugno 2004 ha ricoperto il ruolo di *collaboratore tecnico di ricerca* presso il Dipartimento di

Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Modena e Reggio Emilia nell'ambito del progetto di ricerca intitolato "Space Time codING for Reconfigurable wireless Access sYstems", (STINGRAY – contract number: IST-2000-30173). Il progetto è stato finanziato dalla Comunità Europea nel suo 5° Programma Quadro e si è concluso con successo nel Giugno 2004. Il sito internet di riferimento è <http://stingray.intranet.gr>.

La sua attività di ricerca ha riguardato la derivazione di nuovi modelli statistici per canali radio caratterizzati da *ingressi ed uscite multipli (multiple-input multiple-output, MIMO)* e lo sviluppo del relativo emulatore di canale in linguaggio C.

Nel suo lavoro di ricerca ha stabilito rapporti di collaborazione con gli altri partner del progetto, quali INTRACOM S.A. Hellenic Telecommunications & Electronics Industry (Peania, Grecia), Institute of Accelerating Systems and Applications (Atene, Grecia), Technical Research Centre of Finland (Oulu, Finlandia) e National Technical University of Athens (Atene, Grecia).

Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi dal 2018 collabora con la Technical University of Crete (TUC, Grecia) e la Foundation for Research and Technology of Hellas (FORTH, Grecia) allo sviluppo di algoritmi di visione artificiale per l'analisi di immagini capillaroscopiche. Infatti è stato dimostrato che vari parametri fisici dei capillari superficiali (numero, dimensione, forma, ...) sono correlati a malattie dello scleroderma spectrum disorder, in particolare sclerosi sistemica (SSc) e dermatomiosite (DM). L'obiettivo è fornire un supporto quantitativo alla classificazione qualitativa effettuata dagli specialisti reumatologi. I risultati attesi sono: (a) definizione quantitativa di una relazione tra i parametri fisici dei capillari superficiali e le varie malattie reumatiche; (b) algoritmo di classificazione automatica delle immagini che assista i reumatologi non specializzati in capillaroscopia nella diagnosi di malattie reumatiche.

Produzione scientifica: [R.36], [T.1].

2.5 Progetti di ricerca nazionali

Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi dal Settembre 2004 al Giugno 2005 ha collaborato all'attività svolta dal Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Modena e Reggio Emilia nell'ambito del progetto di ricerca intitolato "*Wideband Wireless Local Area Network*", (WWLAN). Il sito internet di riferimento è <http://wwlan.alespazio.it>.

Il progetto è stato cofinanziato da Alenia Spazio S.p.A e S.Paolo IMI S.p.A su richiesta del *Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca* (MIUR), mentre l'Università di Modena e Reggio Emilia è stata coinvolta come Terzo Affidatario. Il progetto ha avuto inizio nel Luglio 2004 ed è terminato nel Luglio 2005.

Nell'ambito del progetto di ricerca è stato studiato un sistema multisegmento – reti wireless a banda larga terrestri, rete a banda larga satellitare, reti cellulari terrestri – che poi è stato realizzato e sperimentato in tre scenari applicativi che prevedono una *rete locale a banda larga ad accesso radio* (WWLAN) integrata con un sistema di comunicazione satellitare.

L'attività di ricerca dell'Ing. Pancaldi ha riguardato l'analisi dei possibili formati trasmissivi adatti allo scenario applicativo in esame e lo sviluppo di algoritmi di equalizzazione di canale e sincronizzazione di timing per canali doppiamente selettivi (nella frequenza e nel tempo).

Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi dal 2014 collabora con pneumologi, reumatologi e radiologi del Policlinico di Modena per lo sviluppo di uno strumento di analisi automatica dei suoni polmonari in grado di rilevare le interstiziopatie polmonari generate da malattie croniche quali la fibrosi polmonare idiopatica e l'artrite reumatoide. Il progetto è stato parzialmente finanziato dall'Università di Modena e Reggio Emilia attraverso il "Fondo di Ateneo per la Ricerca (FAR) 2016". L'attribuzione del finanziamento è su base competitiva e si basa sulla valutazione della

proposta di progetto da parte di revisori esterni anonimi. L'ammontare del fondo messo a disposizione è di circa 80.000 euro.

L'impatto scientifico, tecnologico e socio-economico dell'invenzione è enorme. Infatti l'unico farmaco attualmente disponibile sul mercato europeo in grado di contrastare la IPF è il pirfenidone, il quale si è rivelato efficace nel rallentare la progressione della malattia negli stadi iniziali. Considerando l'incidenza della IPF sulla popolazione italiana, i nuovi casi di IPF in Italia sono compresi tra 4.200 e 6.000 all'anno, di cui solamente il 45 % viene diagnosticato entro il primo anno dalla comparsa dei sintomi. Il numero di diagnosi precoci di IPF potrebbe essere significativamente incrementato mediante una campagna di screening lanciata su tutte le persone over 65 che si recano per vari motivi dal medico di base. Potenzialmente ogni anno in Italia si potrebbe salvare la vita o comunque migliorare significativamente le condizioni di vita di un numero di persone compreso tra 1.890 e 2.700. Inoltre, la frequenza della RA (circa 450000 pazienti in Italia) impedisce di fatto uno screening mediante HRCT, considerando anche l'impossibilità di prevedere l'insorgenza della ILD e quindi la necessità di eseguire più HRCT nell'arco della storia clinica del paziente. Da qui la necessità di disporre di una metodica di screening che consenta di selezionare in maniera semplice, non invasiva e a basso costo i pazienti da sottoporre ad ulteriori accertamenti. Un simile strumento dovrebbe far parte del bagaglio tecnico di ogni reumatologo, consentendo un effettivo monitoraggio del paziente, minimizzando l'esposizione a radiazioni ionizzanti e riducendo la spesa pubblica per richieste improprie di HRCT. **In questo contesto il nuovo strumento sviluppato rappresenta la tecnologia abilitante per il miglioramento del processo di diagnosi della ILD, in quanto l'auscultazione è assolutamente NON INVASIVA per la persona e a BASSO COSTO per la Sanità Pubblica.**

Un ulteriore impatto sociale del nuovo strumento consiste nel permettere di monitorare in modo oggettivo e non invasivo il decorso delle malattie fibrosanti del polmone. Attualmente la progressione della malattia viene sostanzialmente affidata alla sensibilità del medico specializzato, dato che non è possibile ripetere esami HRCT su brevi intervalli temporali. Indipendentemente dalla esperienza e/o abilità del personale medico, la valutazione risulta soggettiva. Il nuovo strumento permette di monitorare in modo oggettivo e puntuale il decorso della malattia con apprezzabili vantaggi per la cura e la salute del paziente.

Dato l'elevato costo della degenza e delle strutture ospedaliere per la Sanità Pubblica, si può pensare ad una applicazione "home care", in cui è il paziente stesso che registra i suoni polmonari (eventualmente con l'aiuto di un familiare) mentre lo strumento si occupa automaticamente dell'upload dei relativi file. Da una lato il malato può rimanere comodamente a casa propria; dall'altro lato il medico può disporre di informazioni dettagliate sul decorso della malattia. In questo modo si riducono i disagi dei malati e si riducono i costi della Sanità Pubblica.

La recente pandemia da COVID-19 ha evidenziato che, nei pazienti sintomatici, la polmonite interstiziale è la principale causa di morte ed è frequentemente complicata da una sindrome da distress respiratorio che richiede il ricovero ospedaliero e la ventilazione assistita. La capacità di individuare precocemente i pazienti con interessamento interstiziale diventa pertanto essenziale per discriminare chi richieda il ricovero ospedaliero e un monitoraggio clinico più approfondito.

Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi è stato il responsabile scientifico del progetto DiCoSound-ER cofinanziato dalla regione Emilia-Romagna e dall'azienda Redox srl (<http://www.redoxprogetti.it/>) nel 2020 che ha portato allo sviluppo di uno strumento di screening non invasivo per la polmonite interstiziale secondaria a COVID-19. L'invenzione può essere intesa come un nuovo fonendoscopio elettronico in grado di rilevare automaticamente i suoni polmonari patologici conseguenti alla polmonite interstiziale da SARS-COV-2.

L'impatto sanitario e sociale atteso dal nuovo strumento comprende

- l'identificazione precoce ed immediata di persone con polmonite interstiziale da COVID-19, riducendo la necessità di richiedere sistematicamente la TC del torace

- l'ottimizzazione della distribuzione dei pazienti in strutture sanitarie ed in isolamento domiciliare
 - potenzialmente una riduzione dei decessi per sindrome da distress respiratorio non identificata tempestivamente
- Pertanto, le figure che possono beneficiare dello strumento sono
- medici territoriali che devono decidere se inviare in una struttura sanitaria per approfondimenti o mantenere l'isolamento domiciliare di un paziente positivo al virus SARS-COV-2 con o senza sintomi respiratori
 - personale sanitario che opera in strutture attrezzate che deve decidere se richiedere un approfondimento con TC del torace di un paziente positivo o sospetto per COVID-19
 - tutti coloro che assistono in isolamento domiciliare le persone positive al virus SARS-COV-2 con sintomi sospetti per COVID-19

3 Attività didattica

Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi ha svolto le seguenti attività di docenza presso il Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia. Per ciascun anno accademico vengono riportati i corsi tenuti, l'ammontare di ore di attività didattica e la valutazione ottenuta dagli studenti mediante le schede di valutazione della didattica. **Tutti i corsi tenuti sono obbligatori nei rispettivi corsi di laurea e laurea magistrale.**

3.1 Anno Accademico 2023/2024

3.1.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale. Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.
- Co-titolare del Corso di Sistemi Embedded (12 CFU complessivi per il corso, 6 CFU a carico) per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccatronica. Il carico didattico complessivo del corso è di 108 ore, di cui **54 ore** a carico.
- Co-titolare del Corso di Smart Systems for Data Acquisition (6 CFU complessivi per il corso, 3 CFU a carico) per il Corso di Laurea Magistrale in Digital Automation Engineering. Il carico didattico complessivo del corso è di 54 ore, di cui **27 ore** a carico.

Il carico didattico complessivo ammonta a 135 ore.

3.1.2 Valutazione della didattica

Di seguito sono riportate le valutazioni dei due corsi.

Reti di Telecomunicazioni (per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale)

Il corso è terminato il 22 Dicembre 2023 e le schede di valutazione della didattica non sono ancora disponibili.

Sistemi Embedded (per Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccatronica)

Il corso verrà erogato a partire dal 26 Febbraio 2024 per cui le schede di valutazione della didattica non sono ancora disponibili.

Smart Systems for Data Acquisition (per Corso di Laurea Magistrale in Digital Automation Engineering)

Il corso è terminato il 22 Dicembre 2023 e le schede di valutazione della didattica non sono ancora disponibili.

3.2 Anno Accademico 2022/2023

3.2.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale. Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.

- Co-titolare del Corso di Sistemi Embedded (12 CFU complessivi per il corso, 6 CFU a carico) per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccatronica. Il carico didattico complessivo del corso è di 108 ore, di cui **54 ore** a carico.

Il carico didattico complessivo ammonta a 108 ore.

3.2.2 Valutazione della didattica

Di seguito sono riportate le valutazioni dei due corsi.

Reti di Telecomunicazioni (per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale)

Indicatore di soddisfazione: 93%

Sistemi Embedded (per Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccatronica)

Indicatore di soddisfazione: 89%

3.3 Anno Accademico 2021/2022

3.3.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale. Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.
- Co-titolare del Corso di Sistemi Embedded (12 CFU complessivi per il corso, 6 CFU a carico) per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccatronica. Il carico didattico complessivo del corso è di 108 ore, di cui **54 ore** a carico.

Il carico didattico complessivo ammonta a 108 ore.

3.3.2 Valutazione della didattica

Di seguito sono riportate le valutazioni dei due corsi.

Reti di Telecomunicazioni (per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale)

Indicatore di soddisfazione: 94%

Sistemi Embedded (per Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Meccatronica)

Indicatore di soddisfazione: 86%

3.4 Anno Accademico 2020/2021

3.4.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale. Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.

Il carico didattico complessivo ammonta a 54 ore.

3.4.2 Valutazione della didattica

Di seguito è riportata la valutazione del corso.

Reti di Telecomunicazioni (per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale)

Indicatore di soddisfazione: 90%

3.5 Anno Accademico 2019/2020

3.5.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale. Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.
- Titolare del Corso di Sistemi ICT Distribuiti (6 CFU) per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Integrazione d'Impresa). Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.
- Titolare del Corso di “Final Synthesis Lab 2 - Educational technology innovation - Systems and communications for educational smart objects” per il Corso di Laurea in Innovation Design. Il carico didattico del corso ammonta a **30 ore**.

Il carico didattico complessivo ammonta a 138 ore.

3.5.2 Valutazione della didattica

Di seguito sono riportate le valutazioni dei due corsi.

Reti di Telecomunicazioni (per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale)

Indicatore di soddisfazione: 87%

Sistemi ICT Distribuiti (per Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale)

Indicatore di soddisfazione: 88%

3.6 Anno Accademico 2018/2019

3.6.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale. Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.
- Titolare del Corso di Sistemi ICT Distribuiti (6 CFU) per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Integrazione d'Impresa). Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.
- Titolare del Corso di “Final Synthesis Lab 2 - Educational technology innovation - Systems and communications for educational smart objects” per il Corso di Laurea in Innovation Design. Il carico didattico del corso ammonta a **30 ore**.

Il carico didattico complessivo ammonta a 138 ore.

3.6.2 Valutazione della didattica

Di seguito sono riportate le valutazioni dei due corsi.

Reti di Telecomunicazioni (per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale)

Indicatore di soddisfazione: 91%

Sistemi ICT Distribuiti (per Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale)

Indicatore di soddisfazione: 76%

3.7 Anno Accademico 2017/2018

3.7.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale. Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.
- Titolare del Corso di Sistemi ICT Distribuiti (6 CFU) per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Integrazione d'Impresa). Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.

Il carico didattico complessivo ammonta a 108 ore.

3.7.2 Valutazione della didattica

Di seguito sono riportate le valutazioni dei due corsi.

Reti di Telecomunicazioni (per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale)

Indicatore di soddisfazione: 91%

Sistemi ICT Distribuiti (per Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale)

Indicatore di soddisfazione: 95%

3.8 Anno Accademico 2016/2017

3.8.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale. Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.
- Titolare del Corso di Sistemi ICT Distribuiti (6 CFU) per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Integrazione d'Impresa). Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.

Il carico didattico complessivo ammonta a 108 ore.

3.8.2 Valutazione della didattica

Di seguito sono riportate le valutazioni dei due corsi.

Reti di Telecomunicazioni (per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale)

Indicatore di soddisfazione: 94%

Sistemi ICT Distribuiti (per Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale)

Indicatore di soddisfazione: 100%

3.9 Anno Accademico 2015/2016

3.9.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale. Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.
- Titolare del Corso di Sistemi ICT Distribuiti (6 CFU) per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Integrazione d'Impresa). Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.

*Il carico didattico complessivo ammonta a **108 ore**.*

3.9.2 Valutazione della didattica

Di seguito sono riportate le valutazioni dei due corsi.

Reti di Telecomunicazioni (per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale)

Indicatore di soddisfazione: 96%

Sistemi ICT Distribuiti (per Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale)

Indicatore di soddisfazione: 100%

3.10 Anno Accademico 2014/2015

3.10.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale. Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.
- Titolare del Corso di Sistemi ICT Distribuiti (6 CFU) per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Integrazione d'Impresa). Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.

*Il carico didattico complessivo ammonta a **108 ore**.*

3.10.2 Valutazione della didattica

Di seguito sono riportate le valutazioni dei due corsi.

Reti di Telecomunicazioni (per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale)

Indicatore di soddisfazione: 90%

Sistemi ICT Distribuiti (per Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale)

Indicatore di soddisfazione: 100%

3.11 Anno Accademico 2013/2014

3.11.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale. Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.

- Titolare del Corso di Sistemi ICT Distribuiti (6 CFU) per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Integrazione d'Impresa). Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.

Il carico didattico complessivo ammonta a 108 ore.

3.11.2 Valutazione della didattica

Di seguito sono riportate le valutazioni dei due corsi.

Reti di Telecomunicazioni (per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale)

Indice graduatoria docente: 8.07

Sistemi ICT Distribuiti (per Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale)

Indice graduatoria docente: 8.91

3.12 Anno Accademico 2012/2013

3.12.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale. Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.
- Titolare del Corso di Sistemi ICT Distribuiti (6 CFU) per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Integrazione d'Impresa). Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.

Il carico didattico complessivo ammonta a 108 ore.

3.12.2 Valutazione della didattica

Di seguito sono riportate le valutazioni dei due corsi.

Reti di Telecomunicazioni (per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale)

Indice graduatoria docente: 7.56

Sistemi ICT Distribuiti (per Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale)

Indice graduatoria docente: 9.00

3.13 Anno Accademico 2011/2012

3.13.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale. Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.
- Titolare del Corso di Sistemi ICT Distribuiti (6 CFU) per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Integrazione d'Impresa). Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.

Il carico didattico complessivo ammonta a 108 ore.

3.13.2 Valutazione della didattica

Di seguito sono riportate le valutazioni dei due corsi.

Reti di Telecomunicazioni (per il Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale)

Indice graduatoria docente: 7.35

Sistemi ICT Distribuiti (per Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale)

Non sono disponibili i risultati per l'anno accademico 2011/2012

3.14 Anno Accademico 2010/2011

3.14.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria dell'Integrazione d'Impresa (e-business).
- Co-titolare del Corso di Sistemi ICT Distribuiti (6 CFU) per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Integrazione d'Impresa). Il carico didattico del corso ammonta a **54 ore**.

Il carico didattico complessivo ammonta a 27 ore.

3.14.2 Valutazione della didattica

Non sono disponibili i risultati per l'anno accademico 2010/2011

3.15 Anno Accademico 2009/2010

3.15.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria dell'Integrazione d'Impresa (e-business). Il carico didattico del corso ammonta a **60 ore**.
- Co-titolare del Corso di Sistemi ICT Distribuiti (6 CFU) per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Integrazione d'Impresa). Il carico didattico del corso ammonta a **60 ore**.

Il carico didattico complessivo ammonta a 90 ore.

3.15.2 Valutazione della didattica

Di seguito sono riportate le valutazioni dei due corsi.

Reti di Telecomunicazioni (per il Corso di Laurea in Ingegneria dell'Integrazione d'Impresa)

Indice graduatoria docente: 9.14

Sistemi ICT Distribuiti (per Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale)

Indice graduatoria docente: 7,14

3.16 Anno Accademico 2008/2009

3.16.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria dell'Integrazione d'Impresa (e-business) ed il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Gestione Industriale). Il carico didattico del corso ammonta a **60 ore**.
- Titolare del Corso di Tecniche di Interconnessione (6 CFU) per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Integrazione d'Impresa). Il carico didattico del corso ammonta a **60 ore**.

Il carico didattico complessivo ammonta a 120 ore.

3.16.2 Valutazione della didattica

Di seguito sono riportate le valutazioni dei due corsi.

Reti di Telecomunicazioni (per il Corso di Laurea in Ingegneria dell'Integrazione d'Impresa)

Indice graduatoria docente: 9,57

Reti di Telecomunicazioni (per Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale)

Indice graduatoria docente: 7,64

Tecniche di Interconnessione (per Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale)

Indice graduatoria docente: 8,50

3.17 Anno Accademico 2007/2008

3.17.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria dell'Integrazione d'Impresa (e-business) ed il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Gestione Industriale). Il carico didattico del corso ammonta a **60 ore**.
- Titolare del Corso di Tecniche di Interconnessione (6 CFU) per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Integrazione d'Impresa). Il carico didattico del corso ammonta a **60 ore**.

Il carico didattico complessivo ammonta a 120 ore.

3.17.2 Valutazione della didattica

Di seguito sono riportate le valutazioni dei due corsi.

Reti di Telecomunicazioni (per il Corso di Laurea in Ingegneria dell'Integrazione d'Impresa)

Indice graduatoria docente: 8,6

Il carico di studio è proporzionato ai CFU? 8,1

Il materiale didattico è adeguato per lo studio? 8,8

Reti di Telecomunicazioni (per Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale)

Indice graduatoria docente: 7,4

Il carico di studio è proporzionato ai CFU? 6,7

Il materiale didattico è adeguato per lo studio? 6,8

Tecniche di Interconnessione (per Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale)

Indice graduatoria docente: 9,3
Il carico di studio è proporzionato ai CFU? 8,2
Il materiale didattico è adeguato per lo studio? 8,2

3.18 Anno Accademico 2006/2007

3.18.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria dell'Integrazione d'Impresa (e-business) ed il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Gestione Industriale). Il carico didattico del corso ammonta a **60 ore**.
- Titolare del Corso di Tecniche di Interconnessione (6 CFU) per il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Integrazione d'Impresa). Il carico didattico del corso ammonta a **60 ore**.

Il carico didattico complessivo ammonta a 120 ore.

3.18.2 Valutazione della didattica

Di seguito sono riportate le valutazioni dei due corsi.

Reti di Telecomunicazioni

Indice graduatoria docente: 8,25
Il carico di studio è proporzionato ai CFU? 8,24
Il materiale didattico è adeguato per lo studio? 8,18

Tecniche di Interconnessione

Indice graduatoria docente: 9,11
Il carico di studio è proporzionato ai CFU? 8,88
Il materiale didattico è adeguato per lo studio? 8,13

3.19 Anno Accademico 2005/2006

3.19.1 Docenze

- Titolare del Corso di Reti di Telecomunicazioni (6 CFU) per il Corso di Laurea in Ingegneria dell'integrazione d'impresa (e-business) ed il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale (curriculum Gestione Industriale). Il carico didattico del corso ammonta a **60 ore**.

Il carico didattico complessivo ammonta a 60 ore.

3.19.2 Valutazione della didattica

Non sono disponibili i questionari di valutazione della didattica per questo Anno Accademico.

3.20 Project RED

Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi è Faculty Advisor del Project RED (www.projectred.it) dal 2019, anno di nascita del progetto. L'obiettivo tecnico/scientifico del Project RED è progettare, sviluppare e realizzare un rover per l'esplorazione del pianeta Marte. Il team del Project RED conta attualmente oltre 50 studenti provenienti principalmente dal Dipartimento di Scienze e Metodi dell'Ingegneria, ma sono coinvolti anche studenti dei Dipartimenti di Economia, Geologia ed altri

dipartimenti dell'Università di Modena e Reggio Emilia. Il Project RED ha l'ambizioso obiettivo di creare competenze multidisciplinari negli ambiti della robotica, tecnologie aerospaziali, scienze della terra e scienze gestionali/manageriali per formare figure professionali di altissimo valore per le realtà aziendali ed industriali nazionali. Il Project RED ha partecipato alla European Rover Challenge (<https://roverchallenge.eu/>) 2021, competizione di livello mondiale. Il team del Project RED si è classificato 21° su 58 partecipanti alla competizione "on-site" e si è classificato 9° su 38 partecipanti alla competizione "remote". Il Project RED ha partecipato alla European Rover Challenge (<https://roverchallenge.eu/>) 2022, competizione di livello mondiale. Il team del Project RED si è classificato 3° su 28 partecipanti alla competizione "remote" e si è classificato 16° su 64 partecipanti alla competizione "on-site". Il Project RED è stato uno dei 3 gruppi a riuscire a qualificarsi e quindi a partecipare sia alla competizione "remote" che alla competizione "on-site". Il Project RED ha partecipato alla European Rover Challenge (<https://roverchallenge.eu/>) 2023, competizione di livello mondiale. Il team del Project RED si è classificato 3° su 54 partecipanti alla competizione "remote" e si è classificato 9° su 88 partecipanti alla competizione "on-site". Il Project RED è quindi entrato nella "top 10" dei rover fisici alla European Rover Challenge 2023.

3.21 Altre attività

Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi è stato relatore e corelatore di numerosi lavori di tesi nei corsi di laurea e laurea specialistica in Ingegneria Elettronica, Ingegneria delle Telecomunicazioni, Ingegneria Gestionale e Ingegneria Meccatronica. È stato corelatore di 4 tesi di Dottorato di Ricerca presso la Scuola di Dottorato in Information and Communication Technology dell'Università di Modena e Reggio Emilia. E' stato revisore di varie tesi di dottorato sia per università italiane che per università internazionali.

4 Trasferimento tecnologico

Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi collabora sia con piccole realtà del territorio locale che con grandi aziende di rilevanza internazionale.

4.1 Trasferimento tecnologico alle aziende

4.1.1 Collaborazione con OCEM SpA di Bologna e Augier Energy SpA di Nizza.

Le aziende OCEM SpA di Bologna e Augier Energy SpA di Nizza si occupano di impianti di illuminazione, con particolare riguardo all'illuminazione aeroportuale. Il gruppo di ricerca nel quale è coinvolto il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi si occupa di sviluppare i sistemi di comunicazione per il controllo remoto delle lampade. Parallelamente a tale attività è stato concepito e depositato il brevetto [B.1], di cui il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi detiene in collaborazione con altri studiosi la proprietà intellettuale, che riguarda un sistema di posizionamento per gli aerei ed i veicoli aeroportuali basato su reti di sensori radio. I dettagli del brevetto sono disponibili al link (<http://www.wipo.int/pctdb/en/wo.jsp?WO=2009133102&IA=EP2009055128&DISPLAY=STATUS>).

4.1.2 Collaborazione con TechImp SpA di Bologna.

L'azienda TechImp SpA di Bologna si occupa principalmente di sistemi per la diagnosi dei sistemi di distribuzione dell'energia elettrica di elevata potenza. In tale contesto, il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi ha seguito lo sviluppo di sensoristica a radio frequenze ed apparati di misura per la rivelazione di scariche parziali nei *gas insulated system* (GIS).

4.1.3 Collaborazione con Hiscores s.r.l. di Modena.

L'azienda Hiscores si occupa della progettazione, dello sviluppo, dell'installazione e della commercializzazione di sistemi elettronici ad alto contenuto tecnologico in grado di interagire con le armi da fuoco. Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi, in collaborazione con il collega Prof. Ing. Luigi Rovati, si occupa della progettazione e dello sviluppo di un poligono di tiro virtuale, nel quale il bersaglio è composto da uno schermo sul quale può essere proiettata sia un'immagine fissa che un filmato di una scena in movimento. L'obiettivo del progetto è sviluppare la strumentazione ottica ed elettronica in grado di permettere l'interazione fra il proiettile (*vero*) sparato e l'immagine (*virtuale*) proiettata.

4.1.4 Collaborazione con Redox s.r.l. di Reggio Emilia.

L'azienda Redox (<http://www.redoxprogetti.it/>) si occupa di progettazione, ingegnerizzazione e produzione di sistemi radio. La collaborazione con il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi ha portato allo sviluppo di 6 prodotti:

- un interfono Bluetooth che permette la comunicazione vocale contemporanea tra 8 utenti, e pertanto tale prodotto (già commercializzato dallo spin-off Bluegan di Redox) risulta particolarmente adatto a gruppi di persone che svolgono una attività comune, come motociclisti, podisti, ciclisti, ecc;

- una scheda elettronica delle dimensioni di pochi cm² e dello spessore di 1 mm in grado di alloggiare diversi tipi di sensori per rilevazioni endoscopiche in macchinari industriali (<https://www.laboratoriomister.it/portfolio/micronet>);
- un datalogger BLE per l'acquisizione di segnali da sensori inerziali con l'obiettivo di fare un'analisi predittiva dei guasti nelle macchine industriali (progetto della regione Emilia-Romagna denominato SMEDIP);
- una nuova generazione di lampioni intelligenti per l'illuminazione pubblica in grado rilevare automaticamente furti e/o danni nell'impianto e di localizzare i cittadini in difficoltà e/o pericolo che hanno attivato un allarme (progetto della regione Emilia-Romagna denominato LAMPANET);
- un fonendoscopio elettronico per l'acquisizione e la rilevazione dei suoni polmonari patologici in grado di collegarsi tramite BLE ad un tablet o smartphone (progetto cofinanziato dalla regione Emilia-Romagna denominato DICOSOUNDER, <https://dicosounder.it/en/project/>).
- un sistema di comunicazione radio in tecnologia 5G infrastrutturata e C-V2X per la trasmissione di informazioni di assistenza alla guida. Il sistema offre una elevata data rate ed una ridotta latenza, sfrutta la tecnologia MIMO per trasmissione in diversità e beamforming e permette di interconnettere un veicolo ad altri veicoli e/o strutture fisse. Il progetto si chiama 5GCAR, è cofinanziato dalla Regione Emilia-Romagna ed il sito web di riferimento è <https://5g-car.it/progetto/>.

4.1.5 Partecipazione alla piattaforma MICRONET della Regione Emilia-Romagna

Micronet rappresenta uno dei Progetti Strategici della Rete Alta Tecnologia della Regione Emilia-Romagna (<https://www.laboratoriomister.it/portfolio/micronet>). Si tratta di una nuova piattaforma micro-sistemistica ad alte prestazioni per il controllo di micro-sensori e micro-attuatori di uso generale (sia consumer che industriale) incapsulati in uno smart package. Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi ha sviluppato il firmware per il controllo di un data logger di pressione assoluta per monitorare vari processi industriali in cui un contenitore ermetico viene riempito con un fluido.

4.2 Collaborazione con Reggio Emilia Innovazione

Reggio Emilia Innovazione (REI, <https://www.reinnova.it/>) s.c.r.l. nasce nel 2003 su iniziativa dell'Università di Modena e Reggio Emilia, della Provincia, del Comune di Reggio Emilia, della Camera di Commercio, di Capitalia e del sistema imprenditoriale Reggiano. L'obiettivo che la società persegue è la realizzazione di una struttura per promuovere e coadiuvare la ricerca applicata, il trasferimento tecnologico e i servizi di sviluppo e certificazione del prodotto in collaborazione con aziende private ed enti pubblici. Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi ha fatto parte dell'Organismo Notificato per la valutazione della conformità alla direttiva comunitaria 1999/5/EC in materia di apparecchiature terminali di telecomunicazione. Gli apparati radio, infatti, per poter essere immessi sul mercato devono ottenere la marcatura della Comunità Europea soddisfacendo determinati requisiti di sicurezza per la salute umana, compatibilità elettromagnetica ed utilizzo efficiente dello spettro di frequenze radio messe a disposizione dai Paesi europei. In particolare il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi ha seguito l'emissione di pareri di conformità in accordo all'Allegato IV della direttiva 1999/5/EC per una vasta classe di apparati radio come ad esempio dispositivi Bluetooth, dispositivi WiFi, moduli per telefonia cellulare 2G e 3G, moduli GPS, telecomandi operanti nelle bande libere a 433 MHz e 868 MHz.

4.3 Collaborazione con la Provincia di Reggio Emilia

Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi è stato membro del Comitato Provinciale di Reggio Emilia per l'Emittenza Radio e Televisiva, ai sensi dell'articolo 20 della Legge Regionale n. 30 del 31/10/2000, con Decreto del Presidente n. 52 del 07/09/2010. Tale Comitato ha il compito di supervisione nella salvaguardia delle persone e dell'ambiente, per quanto riguarda l'installazione e la manutenzione di impianti per l'emittenza radio e televisiva.

4.4 Articoli su quotidiani ed interviste televisive

Lo studio relativo al nuovo fonendoscopio per la diagnosi automatica delle malattie fibrosanti del polmone è apparso su vari quotidiani locali (Gazzetta di Modena, Resto del Carlino) e magazine accademici (UNIMORE Focus, UNIMORE Symbols). Inoltre, il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi è stato intervistato durante un notiziario dell'emittente televisiva locale di Modena QuiTV.

Lo studio relativo al nuovo fonendoscopio per la diagnosi automatica della polmonite interstiziale da COVID-19 è apparso su vari quotidiani locali (Gazzetta di Modena, Gazzetta di Reggio Emilia) e nazionali (Resto del Carlino). Lo studio è stato ripreso sui canali social della Regione Emilia Romagna ed è stato mandato in onda su vari telegiornali locali (TRC ed altri).

4.5 Collaborazione con REI Lab

REI Lab S.R.L. nasce nel 2017 per volontà dell'Associazione Industriali della Provincia di Reggio Emilia per offrire servizi di testing e certificazione di prodotto. Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi collabora con REI Lab su varie tematiche:

- assistenza normativa per la marcatura CE dei prodotti radio in accordo alla Radio Equipment Directive 2014/53/EU;
- progettazione e sviluppo di nuove catene di misura per le prove radio previste dalle norme di prodotto in materia di Radio Equipment Directive 2014/53/EU;
- progettazione e sviluppo di un sanificatore a raggi ultravioletti di tipo C per oggetti di piccole dimensioni di uso comune (chiavi e portachiavi, tessere, ...) con connettività BLE verso un tablet o smartphone.
- assistenza tecnica e normativa per la marcatura CE di prodotti di Toyota Material Handling

5 Attività di consulenza

Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi svolge diverse attività di consulenza nel settore dell'informatica, dell'elettronica e delle telecomunicazioni.

5.1 Consulenze tecnico/legali

5.1.1 Causa civile RG. N. 18762/08 del Tribunale di Bologna

Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi è stato Consulente Tecnico di Parte (CTP) attrice nella causa che ha come oggetto un combinatore telefonico GSM per applicazioni in ambito ascensori stico.

5.1.2 Cause penali

Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi è stato Consulente Tecnico di Ufficio (CTU) per varie cause penali presso i Tribunali di Modena e Bologna.

6 Attività manageriali e amministrative

6.1 Amministrazione del Comune di San Cesario su Panaro

Il Dott. Ing. Fabrizio Pancaldi dal Giugno 2019 riveste il ruolo di Assessore presso il Comune di San cesario sul Panaro con le deleghe ad ambiente, rifiuti, nuove tecnologie e sistemi informativi.

7 Elenco delle pubblicazioni

7.1 Libri

- [L.1] G. M. Vitetta, D. P. Taylor, G. Colavolpe, F. Pancaldi and P. Martin, **Wireless Communications: Algorithmic Techniques**, John Wiley & Sons, 2013.

7.2 Pubblicazioni su rivista

- [R.1] F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Block Channel Equalization in the Frequency Domain”, *IEEE Transactions on Communications*, vol. 53, no. 3, pp. 463-471, Mar. 2005.
- [R.2] F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Frequency Domain Equalization for Space-Time Block Coded Systems”, *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol. 4, no. 6, pp. 2907-2916, Nov. 2005.
- [R.3] F. Pancaldi, P. Greco, and G. M. Vitetta, “GQR – Based Models for Directional Wireless Channels”, *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol. 5, no. 3, pp. 642-651, Mar. 2006.
- [R.4] F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Equalization Algorithms in the Frequency Domain for Continuous Phase Modulations”, *IEEE Transactions on Communications*, vol. 54, no. 4, pp. 648-658, Apr. 2006.
- [R.5] F. Pancaldi, G. M. Vitetta, R. Kalbasi, N. Al-Dhahir, M. Uysal and H. Mheidat, “Single-Carrier Frequency Domain Equalization”, *IEEE Signal Processing Mag.*, vol. 25, no. 5, pp. 37-56, Sept. 2008.
- [R.6] F. Pancaldi, A. Barbieri and G. M. Vitetta, “Space-Time Block Codes for Noncoherent CPFSK”, *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol. 9, no. 5, pp. 1729-1737, May 2010.
- [R.7] S. Sergi, F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Cross-layer design for double-string cooperative communications in wireless ad-hoc networks”, *European Transactions on Telecommunications*, vol. 22, no. 6, Sep. 2011, DOI: 10.1002/ett.1497
- [R.8] S. Sergi, F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “A Game Theoretical Approach to the Management of Transmission Selection Scheme in Wireless Ad-Hoc Networks”, *IEEE Transactions on Communications*, vol. 58, no. 19, pp. 2799-2804, Oct. 2010.

- [R.9] S. Sergi, F. Pancaldi and G. M. Vitetta, "Cluster Based Ranging for Accurate Localization in Wireless Sensor Networks", *International Journal of Navigation and Observation*, vol. 2010, Article ID 460860, 11 pages, 2010. doi:10.1155/2010/460860.
- [R.10] F. Gianaroli, A. Barbieri, F. Pancaldi, A. Mazzanti e G. M. Vitetta, "A Novel Approach to Powerline Channel Modeling", *IEEE Trans. Power Delivery*, vol. 25, no. 1, pp. 132-140, Jan. 2010.
- [R.11] F. Pancaldi, A. Barbieri and G. M. Vitetta, "A Novel Ultrawideband System for Multiuser Data Communications", *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 10, no. 12, pp. 4324-4333, Dec. 2011.
- [R.12] F. Montorsi, F. Pancaldi, and G. M. Vitetta, "Statistical Characterization and Mitigation of NLOS Bias in UWB Localization Systems", *Advances in Electronics and Telecommunications*, vol. 2, no. 4, pp. 11-17, Dec. 2011.
- [R.13] F. Gianaroli, F. Pancaldi, E. Sironi, M. Vigilante, G. M. Vitetta and A. Barbieri, "Statistical Modeling of Periodic Impulsive Noise in Indoor Powerline Channels", *IEEE Trans. Power Delivery*, vol. 27, no. 3, pp. 1276-1283, July 2012.
- [R.14] F. Gianaroli, F. Pancaldi and Giorgio M. Vitetta, "On the Impact of Load Characterization on Statistical Modeling of Powerline Channels", *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 4, no. 2, pp. 677-685, June 2013.
- [R.15] M. Trancossi, A. Dumas, S. Anzillotti and F. Pancaldi, "High Altitude Platforms for Telecommunications: Design Methodology", *Proc. SAE 2009 AeroTech Congress & Exhibition*, Seattle, WA, USA, Nov. 2009.
- [R.16] F. Gianaroli, F. Pancaldi and Giorgio M. Vitetta, "Design and Implementation of a Wideband Channel Sounder for Low-Voltage Powerlines", *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 5, no. 1, pp. 210-219, Jan. 2014.
- [R.17] F. Montorsi, F. Pancaldi, and G. M. Vitetta, "Map-Aware Models for Indoor Wireless Localization Systems: An Experimental Study", *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 13 no. 5, pp. 2850-2862, May 2014.
- [R.18] F. Montorsi, F. Pancaldi, and G. M. Vitetta, "Reduced-Complexity Algorithms for Indoor Map-Aware Localization Systems", *Hindawi International Journal of Navigation and Observation*, DOI: 10.1155/2015/562680, 2015.

- [R.19] F. Gianaroli, F. Pancaldi and Giorgio M. Vitetta, “The Impact of Statistical Noise Modeling on the Error-Rate Performance of OFDM Power-Line Communications”, *IEEE Trans. Power Delivery*, vol. 29, no. 6, pp. 2622-2630, Dec. 2014.
- [R.20] F. Gianaroli, F. Pancaldi and Giorgio M. Vitetta, “On the Use of the Zadeh’s Series Expansion for Modeling and Estimation of Indoor Powerline Channels”, *IEEE Trans. Commun.*, vol. 62, no. 7, pp. 2558-2568, July 2014.
- [R.21] F. Gianaroli, F. Pancaldi and Giorgio M. Vitetta, “Equalization of Narrowband Indoor Powerline Channels for High Data Rate OFDM Communications”, *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 9, no. 1, pp. 78-87, Jan. 2018.
- [R.22] F. Gianaroli, F. Pancaldi and Giorgio M. Vitetta, “Bit and Power Loading for Narrowband Indoor Powerline Communications”, *IEEE Trans. Commun.*, vol. 64, no. 7, pp. 3052-3063, July 2016.
- [R.23] G. Sgalla, S. Walsh, N. Sverzellati, S. Fletcher, S. Cerri, B. Dimitrov, D. Nikolic, A. Barney, F. Pancaldi, L. Larcher, F. Luppi, M. Jones, D. Davies, D. Hansell and L. Richeldi, “Velcro-type crackles predict specific radiologic features of fibrotic interstitial lung disease”, *BMC Pulmonary Medicine*, vol. 18, no. 1, June 2018.
- [R.24] F. Pancaldi et al., “Diagnostic accuracy of velcro sound detector (VECTOR) for interstitial lung disease in rheumatoid arthritis patients. The InSPIRAte validation study (INterStitial Pneumonia In Rheumatoid ArThritis with an Electronic device)”, *BMC Pulmonary Medicine*, vol. 19, no. 1, June 2019.
- [R.25] F. Pancaldi et al., “Acute exacerbation of interstitial lung diseases secondary to systemic rheumatic diseases: a prospective study and review of the literature”, *Journal of Thoracic Disease*, vol. 11, no. 4, pp. 1621-1628, Apr. 2019.
- [R.26] F. Pancaldi, M. Sebastiani, G. Cassone, F. Luppi, S. Cerri, G. Della Casa and A. Manfredi, “Analysis of pulmonary sounds for early diagnosis of interstitial lung diseases in patients affected by rheumatoid arthritis”, *Computers in Biology and Medicine*, vol. 96, pp. 91-07, May 2018.
- [R.27] F. Pancaldi et al., “Usefulness of digital velcro crackles detection in identification of interstitial lung disease in patients with connective tissue diseases”, *Archives of Rheumatology*, vol. 36, no. 1, pp. 19-25, 2021.

- [R.28] F. Pancaldi, R. Rubini and M. Cocconcelli, “Time-varying metrics of cyclostationarity for bearing diagnostic”, *Elsevier Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 151, Apr. 2021.
- [R.29] F. Pancaldi, E. Bassoli, M. Milani and L. Vincenzi, “A Statistical Approach for Modelling Individual Walking Forces”, *Applied Sciences*, vol. 11, no. 1, Nov. 2021.
- [R.30] P. La Torraca, L. Ausiello, G. Zucchi, A. Farina and F. Pancaldi, “Identification of Soft Tissue-Mimicking Materials and Application in the Characterization of Sensors for Lung Sounds”, *IEEE Sensors Journal*, vol. 22, no. 1, pp. 1012-1019, Jan. 2022.
- [R.31] F. Pancaldi et al., “VECTOR: An algorithm for the detection of COVID-19 pneumonia from velcro-like lung sounds”, *Elsevier Computers in Biology and Medicine*, vol. 142, Mar. 2022.
- [R.32] F. Pancaldi, L. Dibiase and M. Cocconcelli, “Impact of noise model on the performance of algorithms for fault diagnosis in rolling bearings”, *Elsevier Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 188, no. 109975, 2023, DOI: 10.1016/j.ymssp.2022.109975
- [R.33] B. Dianat, P. La Torraca, A. Manfredi, G. Cassone, C. Vacchi, M. Sebastiani and F. Pancaldi, “Classification of pulmonary sounds through deep learning for the diagnosis of interstitial lung diseases secondary to connective tissue diseases”, *Elsevier Computers in Biology and Medicine*, vol. 160, no. 106928, 2023, DOI: 10.1016/j.combiomed.2023.106928
- [R.34] F. Pancaldi, R. Rubini and M. Cocconcelli, “On the performance comparison of diagnostic techniques in machine monitoring”, *Elsevier Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 205, no. 110872, 2023, DOI: 10.1016/j.ymssp.2023.110872
- [R.35] A. Fava, B. Dianat, A. Bertacchini, A. Manfredi, M. Sebastiani, M. Modena and F. Pancaldi, “Pre-processing techniques to enhance the classification of lung sounds based on deep learning”, submitted for the publication on *Biomedical Signal Processing and Control*
- [R.36] F. Pancaldi, M. Parasiliti, C. Grana, F. Bolelli, V. D. Mandel and G. Pellacani, “Computer vision as a support for the diagnosis of androgenetic alopecia”, in preparation for the submission to *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*.
- [R.37] F. Pancaldi et al., “Computer vision as a support for the detection of scleroderma spectrum disorders”, in preparation for the submission to *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*.

7.3 Pubblicazioni in atti di congressi internazionali

- [C.1] F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Block Equalization Techniques in the Frequency Domain”, *IEEE Wireless Communication and Networking Conference 2004 (WCNC 2004)*, vol. 4, pp. 2295-3000, Atlanta, Georgia, USA, 21-25 Mar. 2004.
- [C.2] F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Frequency Domain Equalization for Space-Time Block Coded Systems”, *IST Mobile and Wireless Communications Summit 2004 (IST 2004)*, Lyon, France, 27-30 June 2004.
- [C.3] F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Frequency Domain Equalization for Space-Time Block Coded Systems”, *XI National Symposium of Radio Sciences 2005 (URSI 2005)*, Poznan, Poland, 7-8 Apr. 2005.
- [C.4] L. Fregni, F. Muratori, P. Greco, G. M. Vitetta and F. Pancaldi, “GQR Models for Directional Wireless Channels”, *IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBECOM 2003)*, vol. 3, pp. 1237-1240, San Francisco, CA, 1-5 Dec. 2003.
- [C.5] L. Fregni, F. Muratori, P. Greco, G. M. Vitetta and F. Pancaldi, “GQR Models for Directional Wireless Channels”, *IEEE Wireless Communication and Networking Conference 2004 (WCNC 2004)*, vol. 1, pp. 284-289, Atlanta, Georgia, USA, 21-25 Mar. 2004.
- [C.6] F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Equalization Algorithms in the Frequency Domain for Continuous Phase Modulations”, *Proc. IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBECOM'05)*, vol. 3, pp. 1614-1619, St. Louis, Missouri, USA, 28 Nov. – 2 Dec. 2005.
- [C.7] F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Space-Time Block Codes for Noncoherent CPFSK”, *Proc. IEEE Global Telecommunications Conference (GLOBECOM'05)*, vol. 5, pp. 3043-3047, St. Louis, Missouri, USA, 28 Nov. – 2 Dec. 2005.
- [C.8] S. Sergi, F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Cooperative Communication Techniques for Wireless OFDMA-Based Ad-hoc Networks”, *Proc. IEEE International Conference on Communications 2009 (ICC 2009)*, Dresden, Germany, 14 – 18 June 2009.
- [C.9] S. Sergi, F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Cluster-Based Ranging for Accurate Localization in Wireless Sensor Networks”, *Proc. IEEE International Conference on Communications 2009 (ICC 2009)*, Dresden, Germany, 14 – 18 June 2009.

- [C.10] S. Sergi, F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “A Game Theory Approach to Selection Diversity in Wireless Ad-Hoc Networks”, *Proc. IEEE International Conference on Communications 2009 (ICC 2009)*, Dresden, Germany, 14 – 18 June 2009.
- [C.11] A. Barbieri, F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Channel estimation and data detection algorithms for UWB multiuser communications”, *Proc. IEEE International Symposium on Wireless Pervasive Computing (ISWPC 2010)*, Modena, Italy, 4 – 7 May 2010.
- [C.12] A. Barbieri, F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Compressed Channel Estimation and Data Detection Algorithms for IR-UWB”, *Proc. IEEE International Conference on Ultra-Wideband (ICUWB 2011)*, pp. 86-90, Bologna, Italy, 14-16 Sept. 2011.
- [C.13] F. Montorsi, F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Statistical Characterization and Mitigation of NLOS Errors in UWB Localization Systems”, *Proc. IEEE International Conference on Ultra-Wideband (ICUWB 2011)*, pp. 360-364, Bologna, Italy, 14-16 Sept. 2011.
- [C.14] F. Montorsi, F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Map-Aware RSS Localization Models and Algorithms Based on Experimental Data”, *Proc. IEEE International Conference on Communications 2013 (ICC 2013)*, Budapest, Hungary, 9 – 12 June 2013.
- [C.15] F. Montorsi, F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Design and Implementation of an Inertial Navigation System for Pedestrians Based on a Low-Cost MEMS IMU”, *Proc. IEEE International Conference on Communications 2013 (ICC 2013)*, Budapest, Hungary, 9 – 12 June 2013.
- [C.16] F. Gianaroli, F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Broadband System Models Based on Zadeh’s Representation for Indoor Powerline Channels: An Experimental Validation”, *Proc. IEEE International Conference on Communications 2013 (ICC 2013)*, Budapest, Hungary, 9 – 12 June 2013.
- [C.17] F. Gianaroli, F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “A novel bit and power loading algorithm for narrowband indoor powerline communication”, *Proc. IEEE International Conference on Communications Workshop (ICCW 2015)*, pp. 1557–1562, London, UK, 8 – 12 June 2015.
- [C.18] F. Montorsi, F. Pancaldi and G. M. Vitetta, “Reduced-complexity techniques for indoor map-aware localization”, *Proc. IEEE International Conference on Communications Workshop (ICCW 2015)*, pp. 766–772, London, UK, 8 – 12 June 2015.

- [C.19] A. Manfredi, M. Sebastiani, G. Cassone, A. L. Fedele, V. Venerito, M. Trevisani, F. Furini, O. Addimanda, E. Gremese, F. Iannone, G. Della Casa, S. Cerri, G. Sandri, F. Pancaldi, F. Luppi, C. Ferri, “New perspectives in diagnosis of interstitial lung disease related to rheumatoid arthritis. validation study of an electronic stethoscope and ad hoc software for detection of pulmonary crackles”, *Proc. Annual European Congress of Rheumatology (EULAR 2017)*, vol. 76, pp. 248, Madrid (Spain), June 14-17, 2017.
- [C.20] M. Cocconcelli, R. Rubini, F. Pancaldi and C. Capdessus, “Comparison of metrics for peaks enhancement in variable speed conditions”, *Mechanisms and Machine Science*, vol. 68, pp. 482-489, 2019.
- [C.21] S. Cattini, F. Pancaldi, A. Bertacchini and A. Parmeggiani, “A simple multiparametric analysis to guide, compare and optimize the design of 'lensless' LED illuminators”, *Proc. IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC 2021)*, Virtual Glasgow, 17-20 May 2021.

7.4 Technical design notes

- [T.1] F. Pancaldi, “A GQR-Based MIMO Channel Simulator in C Language”, *Design Note*, Progetto Stingray, Agosto 3003. Disponibile online sul sito <http://stingray.intranet.gr/> previa approvazione del Consorzio del progetto STINGRAY.

7.5 Brevetti

- [B.1] G. Cannistrà and F. Pancaldi, “System for Detecting the Position of Aircrafts and/or Motor Vehicles on Airport Runways and Traffic Ways”, Publication number: WO/2009/133102, Publication date: 5 November 2009, International filing date: 28 April 2008. (<http://www.wipo.int/pctdb/en/wo.jsp?WO=2009133102&IA=EP2009055128&DISPLAY=STATUS>)
- [B.2] A. Boni, F. Pancaldi e M. Bettoli, “Electronic device and system for the point-multipoint transmission of a digital signal over a radio communication network”, Publication number: WO/2015/015322, Publication date: 5 February 2015, International filing date: 20 February 2014. (<https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2015015322>)
- [B.3] F. Pancaldi e L. Larcher, “Sistema e Metodo di Trasmisione di Segnali”, numero domanda: RE2014A000026, CCIAA di deposito: Reggio Emilia, data di deposito: 20 Marzo 2014.

- [B.4] L. Larcher , F. Pancaldi e L. Richeldi, “Sistema di Auscultazione dei Suoni Polmonari”, numero domanda: RE2014A000056, CCIAA di deposito: Reggio Emilia, data di deposito: 27 Giugno 2014.
- [B.5] A. M. Borsetti, F. Pancaldi and R. Piazzolla, “System and method for diagnosing skin and hair conditions”, Publication number: WO/2017/137070 A1, Publication date: 17 August 2017, International filing date: 9 February 2016.
- [B.6] F. Pancaldi, A. Bertacchini, F. Bernabei, M. Montanari, A. Pioli, A. Ruo and D. Sacerdoti, “Apparecchiatura per la gestione di farmaci”, numero domanda: 102023000006837, data di deposito: 6 Aprile 2023.

Reggio Emilia, 16 Gennaio 2024

Fabrizio Pancaldi

Autorizzo il trattamento dei miei dati personali ai sensi del Regolamento UE 2016/679 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 aprile 2016, relativo alla protezione delle persone fisiche con riguardo al trattamento dei dati personali, nonché alla libera circolazione di tali dati e che abroga la direttiva 95/46/CE.

Fabrizio Pancaldi

Il sottoscritto è a conoscenza che, ai sensi del D.P.R. 28/12/2000 n.445, le dichiarazioni mendaci, la falsità negli atti e l'uso di atti falsi sono puniti ai sensi del codice penale e delle leggi speciali.

Fabrizio Pancaldi