



Relazione sull'attività da ricercatore di Luca Senni.

**Relazione tecnico-scientifica sull'attività di ricerca svolta dal  
01.01.2016 al 31.12.2016 da Luca Senni**

In adempimento agli obblighi previsti dall'articolo l'art. 1, comma 6, del contratto da ricercatore a tempo determinato ex art. 24, comma 3, della Legge 240/2010, il sottoscritto chiede al Consiglio del Dipartimento di Ingegneria di esprimere un giudizio sull'attività scientifica e didattica svolta nell'anno che va dal 01 gennaio 2016 al 31 dicembre 2016. A tal fine, allega una descrizione delle principali attività scientifiche e didattiche svolte nel periodo in oggetto.

Terni, 09 febbraio 2017

In fede  
(Luca Senni)

Dott. Luca Senni

Polo Scientifico-Didattico di Terni

Strada di Pentima, 4, 05100, Terni

Università degli Studi di Perugia - Dipartimento di Ingegneria

e-mail: luca.senni@unipg.it;

Web site:

<http://www.ing.unipg.it/it/aree/elettrotecnica>

<http://www.gruppoelettrotecnica.it/?who=dettunita&id=22>



## Sommario

1. Informazioni personali
2. Introduzione
3. Attività didattica
  - a. Corsi per affidamento ufficiale
  - b. Tesi di Laurea
  - c. Altro
4. Attività di tutoraggio nuovi studenti
5. Pubblicazioni scientifiche
6. Attività scientifica: ricerca di base in laboratorio e sue applicazioni
7. Partecipazione a collaborazioni, convenzioni, e progetti di ricerca

A handwritten signature in black ink, located in the bottom right corner of the page.



## 1. Informazioni Personali

**Nome:** Luca Senni

**Data e luogo di nascita:** Roma, 10 dicembre 1977

**Indirizzo di lavoro:** Polo Scientifico-Didattico di Terni, Strada di Pentima, 4, 05100, Terni

**Telefono:** +39 0744.492937 (ufficio),

**E-mail:** luca.senni@unipg.it (e-mail principale)

**Siti internet:** <http://www.ing.unipg.it/it/aree/elettrotecnica>,  
<http://www.gruppoelettrotecnica.it/?who=dettunita&id=22>

Attualmente inquadrato nella posizione di Ricercatore a tempo determinato afferente al Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia, Polo Scientifico-Didattico di Terni, s.s.d. ING-IND/31 – Elettrotecnica.

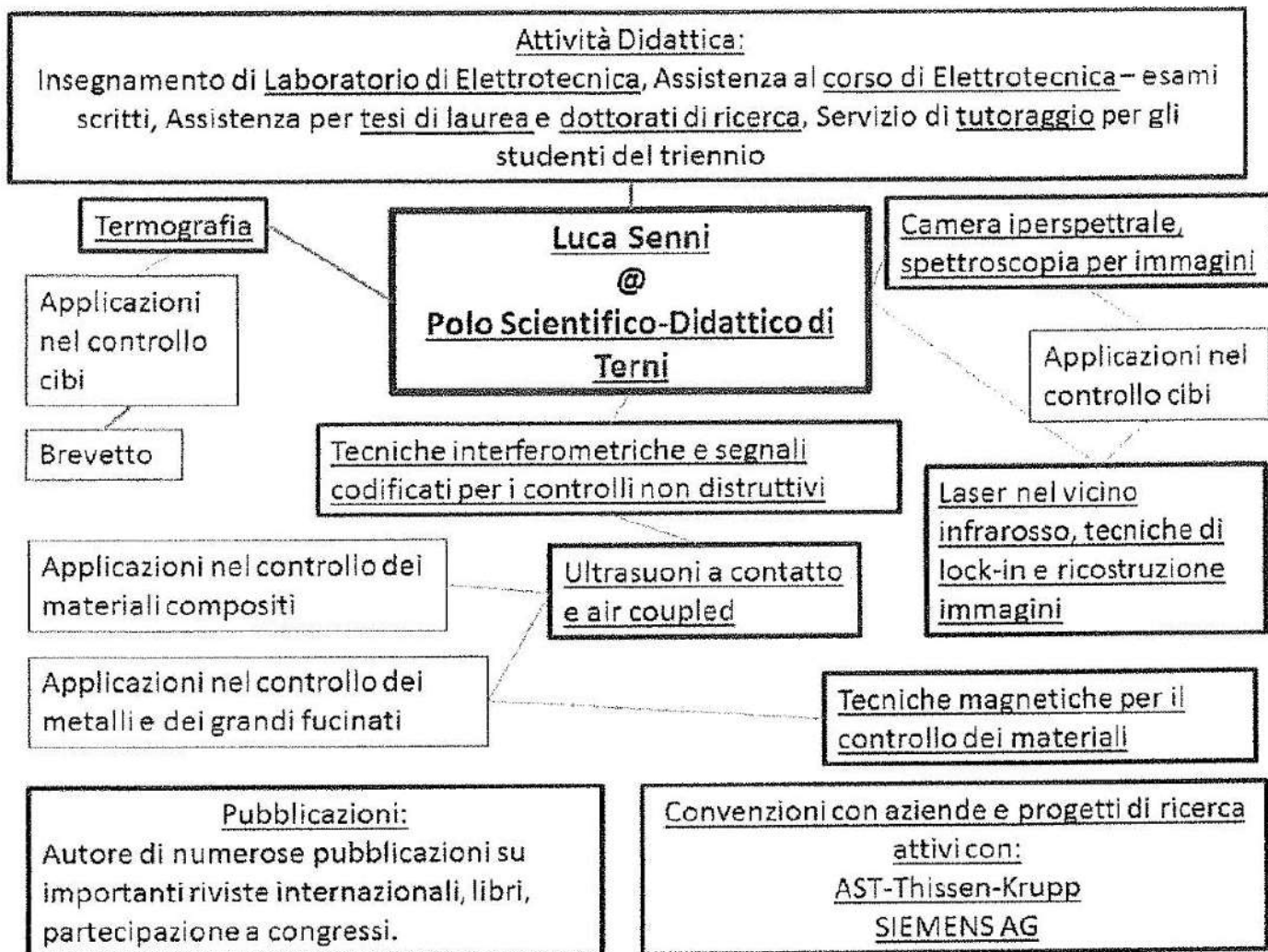
## 2. Introduzione

L'attività di ricercatore svolta durante il periodo del contratto è stato il proseguimento di una attività di collaborazione iniziata negli anni precedenti con il gruppo di ricerca guidato dal Prof. Burrascano nella città di Terni. A grandi linee l'attenzione è stata rivolta, come indicato nello schema e dettagliato nel seguito:

Per la **didattica** all'insegnamento del **corso di Laboratorio di Elettrotecnica** presso il **Polo di Terni**, alla cura degli **esami scritti dell'insegnamento di Elettrotecnica** tenuto dal Prof. Burrascano, all'**assistenza agli studenti** per chiarimenti sugli argomenti trattati nel corso, per **assistenza nello svolgimento delle Tesi di Laurea o di Dottorato**. Un'altra parte importante del lavoro con gli studenti riguarda l'attività di **tutoraggio per le matricole** e per gli studenti fino al terzo anno presso il Polo di Terni. Lo studente viene accolto e seguito nelle sue esigenze per agevolare il percorso accademico.

La partecipazione a importanti progetti di ricerca ha permesso la nascita di sinergie con le industrie locali e con altri gruppi di ricerca nazionali e internazionali. Tali attività sono inserite nei nostri filoni di ricerca e ci permettono di sviluppare gli hardware e i software necessari avendo il feedback diretto delle aziende interessate. Tali attività permettono inoltre di creare un legame diretto con le imprese del territorio e in molti casi coinvolge anche i nostri studenti, che si ritrovano a contatto diretto con il mondo del lavoro.

Per le **attività di ricerca** l'obiettivo principale è stato lo **sviluppo di tecniche diagnostiche non distruttive sui materiali**, in particolare lo sviluppo del progetto: "**Sistema di Imaging iperspettrale per tecniche avanzate di diagnostica non distruttiva sui materiali**". Questo implica l'applicazione di diverse tecniche fisiche (imaging iperspettrale, ultrasuoni, termografia, laser scanner multispettrale, correnti indotte, imaging magnetico, picchiattore per analisi acustiche), su materiali differenti (metalli, fucinati di grandi dimensioni, materiali compositi, *food* con e senza *packaging*, plastiche, inquinanti non metallici), con soluzioni hardware e software dedicate ad ogni applicazione. In particolare la mia attenzione è rivolta all'applicazione (generazione, interazione, rilevazione) di particolari segnali elettrici (Chirp lineare e non, sequenza di Galois, sequenza pseudo-random, MLS) o di tecniche di manipolazione del segnale (Lock-In) per l'incremento del rapporto segnale-rumore al fine di aumentare le capacità di ispezione di ciascuna tecnica in esame. I risultati raggiunti sono stati verificati sperimentalmente sia in laboratorio che presso gli impianti industriali di importanti aziende, quali Società delle Fucine S.r.l.(ThissenKrupp Group), Colussi S.p.a., Fornaci DCB S.p.A., Gentilini S.r.l., Siemens AG.



### 3. Attività didattica

Insegnamento di LABORATORIO DI ELETTROROTECNICA (4 CFU) [L08B] per il corso di laurea di laurea in INGEGNERIA INDUSTRIALE (L-9)

Insegnamento di LABORATORIO DI ELETTROROTECNICA (4 CFU) [LM33] per il corso di laurea di laurea magistrale in INGEGNERIA INDUSTRIALE (LM-86) L08B

- Assistenza agli studenti per chiarimenti sugli argomenti trattati nel corso.
- Assistenza agli studenti nello svolgimento delle Tesi di Laurea.
- Assistenza agli studenti per le attività di laboratorio.
- Partecipazione a sessioni di esame dei Corsi di Laboratorio di Elettrotecnica, Elaborazione per la Diagnostica non Distruttiva dei Materiali, Elettrotecnica.
- Partecipazione a sessioni di esame di Laurea.
- Assistenza agli studenti nello svolgimento delle Tesi di Dottorato.



#### 4. Attività di tutoraggio per i nuovi studenti

Durante questo periodo ho potuto seguire le attività e gli avanzamenti delle matricole assegnatemi ad inizio anno per le attività di tutoraggio. Le comunicazioni avvengono principalmente per email e di persona, a scelta degli studenti. Le difficoltà riscontrate sono poche o nulle e hanno riguardato solamente qualche incomprensione dei regolamenti riguardanti gli esami e le propedeuticità degli stessi. Per gli anni futuri è previsto un incremento di questo tipo di attività, sarà pertanto richiesto agli studenti di presentarsi obbligatoriamente in taluni casi, per verificare l'andamento del cammino accademico.

#### 5. Pubblicazioni Scientifiche rilevanti nel periodo di riferimento

Senni, L., Burrascano, P., Ricci, M.

Multispectral laser imaging for advanced food analysis

(2016) *Infrared Physics and Technology*, 77, pp. 179-192. Cited 1 time.

DOI: 10.1016/j.infrared.2016.06.001

DOCUMENT TYPE: Article

SOURCE: Scopus

Burrascano, P., Laureti, S., Ricci, M., Senni, L.

Accurate modelling of Hysteretic Systems for an efficient energetic conversion

(2016) 2015 International Conference on Renewable Energy Research and Applications, ICRERA 2015, art. no. 7418588, pp. 1142-1146.

DOI: 10.1109/ICRERA.2015.7418588

DOCUMENT TYPE: Conference Paper

SOURCE: Scopus

Burrascano, P., Laureti, S., Hutchins, D., Ricci, M., Senni, L.

A pulse compression procedure for the measurement and characterization of non-linear systems based on exponential chirp signals

(2015) 2015 IEEE International Ultrasonics Symposium, IUS 2015, art. no. 7329290, .

DOI: 10.1109/ULTSYM.2015.0435

DOCUMENT TYPE: Conference Paper

SOURCE: Scopus

Battaglini, L., Burrascano, P., Ricci, M., Senni, L.

Ultrasonic frequency modulated continuous wave for range estimation

(2015) *Ultrasonic Nondestructive Evaluation Systems: Industrial Application Issues*, pp. 297-320.

DOI: 10.1007/978-3-319-10566-6\_12

DOCUMENT TYPE: Book Chapter

SOURCE: Scopus

Senni, L., Battaglini, L., Burrascano, P., Laureti, S., Ricci, M.

Industrial applications: Ultrasonic inspection of large forgings



(2015) Ultrasonic Nondestructive Evaluation Systems: Industrial Application Issues, pp. 245-258. Cited 1 time.

DOI: 10.1007/978-3-319-10566-6\_9

DOCUMENT TYPE: Book Chapter

SOURCE: Scopus

Burrascano, P., Ricci, M., Senni, L., Hutchins, D.A., Laureti, S.

Efficient modelling of nonlinear ultrasonic NDT systems

(2015) 54th Annual British Conference of Non-Destructive Testing, NDT 2015, .

DOCUMENT TYPE: Conference Paper

SOURCE: Scopus

Battaglini, L., Callegari, S., Caporale, S., Davis, L.A.J., Laureti, S., Senni, L., Hutchins, D.A.

Industrial applications of noncontact ultrasonics techniques

(2015) Ultrasonic Nondestructive Evaluation Systems: Industrial Application Issues, pp. 271-295.

DOI: 10.1007/978-3-319-10566-6\_11

DOCUMENT TYPE: Book Chapter

SOURCE: Scopus

## 6. Attività di ricerca di base in laboratorio e sue applicazioni

### - Camera iperspettrale, spettroscopia per immagini:

La tecnologia dell' imaging iperspettrale raccoglie ed elabora le informazioni provenienti da tutto lo spettro elettromagnetico. Proprio come l'occhio umano vede la luce visibile in tre bande (rosso, verde e blu), e divide lo spettro in un numero molto maggiore di bande. I sensori iperspettrali esaminano gli oggetti utilizzando una vasta porzione dello spettro elettromagnetico: alcuni lasciano 'impronte spettrali' uniche in tutto lo spettro elettromagnetico. Queste 'impronte digitali' sono conosciute come firme spettrali e consentono l'identificazione dei materiali che compongono l'oggetto che si sta esaminando. Si studiano oggi sensori e sistemi di elaborazione iperspettrali molto sofisticati che possono dare impulso in numerose applicazioni. Un esempio è la possibilità di determinare la composizione dei materiali utilizzando gli assorbimenti specifici dei composti, e l'alterazione degli stessi (degrado). Ulteriore aspetto di grande significatività è legato alla possibilità, oltre che di poter individuare la presenza o meno di discontinuità, anche di avere elementi di studio per analizzare la natura di tali discontinuità. A tal scopo è di cruciale importanza la scelta di un sensore che possa rilevare nella maniera più efficace non solo la temperatura dell'oggetto ma anche le bande di frequenza di emissione, permettendo così una completa caratterizzazione delle discontinuità. Tale analisi congiunta temperatura-frequenza è denominata imaging iperspettrale, ed è realizzata mediante apposite apparecchiature. Queste, nate inizialmente per applicazioni di natura militare, sono oggi passate ad una fascia di utilizzo che ne consente la possibile implementazione per scopi civili. Nel campo dei controlli sugli alimenti questa tecnica trova un posto rilevante in quanto permette la raccolta di un numero notevole di informazioni riguardanti i componenti chimici (quantità di grassi, zuccheri) così come possibili inquinanti non solidi la cui rilevazione mediante metodi chimici può altrimenti essere piuttosto laboriosa.



- Tecniche interferometriche e segnali codificati per i controlli non distruttivi ultrasonori:

L'uso degli ultrasuoni per la diagnostica non distruttiva (UT-NDT) in campo industriale gioca un ruolo di primaria importanza; nel caso in cui lo scopo dell'indagine sia il rilevamento di difettosità di piccole dimensioni, anche inferiori a 1 mm, oppure la detezione di anomalie in elementi di grandi dimensioni a grandi profondità (ad esempio fucinati per l'energia) si presentano effetti di cecità degli strumenti a causa dell'uso di hardware non idonei alle dimensioni dei difetti da analizzare o all'opacità del materiale dei componenti stessi. La tecnica generalmente usata è quella *Pulse-Echo (PuE)*, in cui per ovviare a tali limitazioni in genere sono necessari degli hardware con prestazioni molto elevate che permettano di trasferire segnali molto energetici sia in generazione che in acquisizione. Tale approccio, anche se permette di effettuare analisi accurate, sicuramente presenta degli svantaggi economici che spesso risultano incompatibili, a meno di alcune eccezioni, con il controllo industriale.

L'uso di segnali codificati come Chirp ed MLS, tipica della *Pulse Compression (PuC)*, permette un approccio differente a tale problematica infatti lo spettrogramma è il risultato di un processo deconvolutivo che vede eccitare il campione da analizzare con un segnale molto energetico che spalma il suo contributo energetico in un periodo temporale molto lungo, rispetto all'impulso tradizionalmente usato, andando a ridurre le caratteristiche degli amplificatori di segnale necessari, ma introducendo la necessità di avere elevati rate di generazione [100 M/s] ed elevati rate di acquisizione [100 M/s]. Orientandosi verso l'idea di poter ulteriormente ridurre le caratteristiche degli hardware in gioco il gruppo di Elettrotecnica operante a Terni ha perfezionato una tecnica di tipo interferometrico, FCWUT (Frequency Continuous wave Ultrasound Technique), che permette di ottenere delle informazioni sulle geometrie e sulle anomalie del campione sotto test (SUT) con l'utilizzo di segnali codificati, come Lin-C (Chirp Lineare) o Exp-C (Chirp Esponenziale). Le tecniche perfezionate esulano dall'approccio deconvolutivo del matched-filter e vanno a considerare gli effetti di interferenza tra il segnale di riferimento ed il segnale ottenuto in uscita dal sistema da analizzare, che nel caso degli ultrasuoni è composto da una sonda trasmittente (TX-P) ed una sonda ricevente (RX-P) accoppiate al SUT (Sample Under Test). L'ottimizzazione del sistema di misura passa attraverso alcuni passi fondamentali, quali: la scelta dei segnali di eccitazione (necessari elevati valori di B-T per avere alte risoluzioni), la scelta delle sonde ultrasonore idonee, dispositivi di misurazione e di eccitazione. Grande attenzione va posta poi nell'analisi del segnale risultante le cui caratteristiche lo rendono perfetto per un'elaborazione con la *Chirp Zeta-Transform (CZT)* che ne massimizza la risoluzione in modo da compensare gli effetti degli hardware con ridotte performance. Per i segnali si è scelto l'uso di segnali codificati di tipo chirp, le sonde generalmente usate in ambito industriale sono 2-5-10 Mhz, relativamente ai dispositivi si sta lavorando per integrare sia la generazione che il mixing del segnale in un unico dispositivo hardware ed acquisire il segnale con una scheda di acquisizione con una banda comparabile a quella del chirp inviato. Le applicazioni della FCWUT vedono grandi potenzialità in ambito industriale per il rilevamento di spessori con grande risoluzione, analisi di saldature su componenti metallici, verifica degli effetti di delaminazione nei materiali compositi e analisi di difettosità in generale; le minori performance degli hardware necessari permettono di mantenere contenuti i costi e le dimensioni di realizzazione di strumenti di misura ad hoc che implementino tale tecnica, favorendo così un ulteriore utilizzo delle tecniche di controllo della qualità della produzione ampliando così il settore industriali ad elevato contenuto tecnologico.



- Segnali per ultrasuoni a contatto/air coupled:

Tra i segnali adatti alle tecniche di *pulse compression* per applicazioni NDT con ultrasuoni, i Chirp sono tra i codici più utilizzati. Sono disponibili diverse tipologie con caratteristiche differenti: esistono chirp lineari, non lineari o esponenziali. In particolare in questo lavoro abbiamo utilizzato il Chirp lineare, un segnale armonico dove la frequenza varia linearmente col tempo. La manipolazione di frequenza può essere crescente (up-chirp) oppure decrescente (down-chirp). La scelta di questo tipo di codice risiede nel fatto che i segnali modulati linearmente in frequenza offrono le migliori prestazioni per l'incremento del SNR e gli effetti di attenuazione. Nello specifico, le prove sono state eseguite generando un Chirp lineare con frequenza minima prossima ai 50 kHz fino ad una frequenza massima regolabile, passando per la frequenza centrale della banda del trasduttore. Questo filone di ricerca trova molto interesse da parte delle industrie in applicazioni di varia natura, in particolare sono state approfondite le possibilità di applicazione per l'ispezione ad ultrasuoni in fucinati ad elevata dissipazione (in collaborazione con Società delle Fucine): individuazione dei parametri di misura e messa a punto di una tecnica di ispezione ad ultrasuoni in fucinati di grandi dimensioni ad elevata dissipazione con realizzazione di hardware dedicato. L'obiettivo principale del progetto consiste nell'individuare una procedura che consenta di migliorare l'ispezione ultrasonora dei fucinati riuscendo ad individuare un minor minimo difetto rilevabile, rispetto alla tecnica *pulse-echo*. Il primo passo per raggiungere questo obiettivo riguarda l'incremento del rapporto segnale rumore rispetto alla tecnica convenzionale. Le due strade sulle quali abbiamo concentrato i nostri sforzi per riuscire ad incrementare tale rapporto sono: mediante un opportuno hardware (amplificatori in generazione/ricezione), e agendo semplicemente sul software sviluppandolo in modo tale da poter applicare le tecniche di *pulse compression*. Il proseguimento delle attività ha riguardato la messa a punto di un sistema unico di detezione – localizzazione – reportistica dei possibili difetti all'interno dei fucinati. Lo sviluppo porterà entro un paio di anni alla creazione di uno strumento unico che permetta l'analisi e l'individuazione del difetto, il posizionamento all'interno del fucinato, la referenziazione su di una immagine 2D, e la conseguente emissione di una report automatizzato.

Attualmente l'interessamento del colosso mondiale SIEMENS AG alle tematiche della pulse compression ha portato ad una importante collaborazione per la "Standardization of the Pulse-Compression Ultrasonic Method developed by the University of Perugia". Il progetto ha come obiettivo la standardizzazione del metodo sviluppato dal nostro gruppo di ricerca riguardante i metodi ultrasonori di rilevazione mediante tecniche di compressione dell'impulso. L'accordo, tuttora in corso, prevede quindi la definizione di procedure di misura standard da poter applicare al di fuori dell'ambito di ricerca in termini di segnali di eccitazione, procedure di elaborazione del segnale, tarature hardware, sviluppo software. La collaborazione comporta lo svolgimento di attività presso il Polo di Terni e presso i laboratori SIEMENS di Monaco di Baviera e di Berlino, dove la SIEMENS custodisce i campioni che allo stato dell'arte fanno da riferimento mondiale per le misurazioni mediante tecnica ad ultrasuoni non distruttiva.

- Laser nel vicino infrarosso, tecniche di lock-in e ricostruzione immagini:

La spettroscopia nel vicino infrarosso (NIR) viene utilizzata per indagare in modo non distruttivo le proprietà chimico-fisiche dei materiali. Essa è un valido metodo per l'analisi qualitativa e quantitativa di molti prodotti nell'industria alimentare e presenta numerosi vantaggi rispetto alle metodiche chimiche tradizionali: è infatti piuttosto rapida, non è distruttiva e non inquina l'ambiente in quanto non prevede l'uso





di solventi chimici o reagenti. Per questa ricerca è stato utilizzato un sistema laser nel vicino infrarosso per rilevare corpi estranei e per valutare la capacità di penetrazione del laser, avente diverse lunghezze d'onda e potenza, su alcuni prodotti alimentari e non solo. Le quattro lunghezze d'onda scelte sono tutte all'interno del range denominato comunemente vicino infrarosso (per la precisione 850, 1050, 1300, 1550 nm), e i laser utilizzati sono di bassa potenza. L'attraversamento di un materiale causerà necessariamente un brusco calo nell'ampiezza del segnale, che avrà intensità pari o inferiori al rumore misurato. Per riuscire a rilevare tali segnali sono state sviluppate delle tecniche avanzate di lock-in via software. La tecnica lock-in è utilizzata per rilevare e misurare segnali molto piccoli, che possono essere rilevati anche se oscurati da un rumore migliaia di volte più grande. Lo scopo principale del lock-in è quello di respingere i segnali di rumore e individuare il componente ad una frequenza e fase specifica. Questa metodologia è basata su una tecnica nota come "rivelazione sensibile di fase", che richiede un riferimento di frequenza. Tipicamente un campione viene eccitato da un segnale a frequenza fissa ed il lock-in rileva la risposta dal campione alla frequenza di riferimento. Unici prerequisiti per l'utilizzo di questa tecnica sono la periodicità del segnale da misurare e la possibilità di disporre di un segnale sincrono con esso. Tale necessità non rappresenta affatto un limite, poiché nelle condizioni più comuni di misura è spesso lo stesso fenomeno fisico che genera il segnale da misurare ad essere modulato periodicamente. Con le informazioni rilevate puntualmente attraverso il campione e con l'aiuto di un movimentatore (plotter) che permette di eseguire una scansione dei campioni, è possibile infine ricostruire delle immagini dei campioni basate sui dati raccolti durante la misura, dal processo di misura si ottengono infatti quattro matrici che rappresentano ognuna i valori di potenza in uscita relativi ai quattro laser. Tramite l'elaborazione MATLAB è possibile estrapolare l'immagine bidimensionale del campione analizzato. Per facilitare ancora di più l'individuazione dei difetti è stata sviluppata un'analisi multi spettrale, assegnando a tre dei quattro laser un colore primario. Sommando su un'unica matrice i tre valori per ogni pixel si ottiene un'unica immagine RGB che permette di evidenziare nettamente l'eventuale difetto ed in alcuni casi di capire quale lunghezza d'onda ha maggiori valori di trasmissione.

#### - Termografia:

Tutti i corpi emettono radiazione elettromagnetica in dipendenza dalla propria temperatura; dalla misura della radiazione emessa da un corpo può quindi essere ricavata la sua temperatura senza alcun contatto. La termografia sfrutta la capacità di alcuni dispositivi di rivelare l'intensità della radiazione nella zona termica dello spettro elettromagnetico dell'infrarosso ( $0,75 \mu\text{m} - 1000 \mu\text{m}$ ). Nell'approssimazione che un corpo reale sia un perfetto corpo nero, cioè un perfetto emettitore di radiazione, è quindi possibile dedurre la sua temperatura dalla misura della radiazione emessa. Fondamentalmente, la termocamera rileva la radiazione elettromagnetica emessa da ogni punto dell'oggetto e la rappresenta in un'immagine. La termografia infrarossa è quindi una tecnica di misura non invasiva per immagini della temperatura superficiale dei corpi. Per l'adattamento di questa tecnologia alle esigenze più difficili sono state sviluppate diverse tecniche avanzate utilizzo: termografia attiva (consiste nell'analisi delle immagini acquisite in seguito all'eccitazione del campione mediante una sorgente esterna capace di generare una differenza di temperatura, questa può essere di natura ottica, meccanica, induttiva). Termografia impulsata/Lock-In Thermography/ Step Heating Thermography, riguarda particolari forme di eccitazione del campione (che può essere un singolo impulso o una serie nota) e manipolazione del segnale (come visto nel caso delle tecniche di Lock-In).



L'utilizzo della termografia con eccitazioni di tipo ottico mediante sequenze pseudo ortogonale viene sperimentata per l'analisi dei difetti dei laminati in materiale composito in collaborazione con il gruppo di scienza dei materiali del Polo Scientifico-Didattico di Terni. Su tale tematica è stata recentemente pubblicato un articolo su una importante rivista internazionale, come riportato nell'apposito paragrafo.

## 7. Partecipazione a Progetti di ricerca

Alcune delle attività svolte e descritte nella prima parte del presente documento sono state portate avanti nell'ambito di collaborazioni all'interno di progetti che coinvolgono diversi gruppi di ricerca universitari e importanti aziende italiane. Tali collaborazioni sono necessarie per la comprensione delle problematiche reali delle imprese coinvolte e per la condivisione delle conoscenze con gli altri gruppi di ricercatori

### PROGETTI INTERNAZIONALI:

➤ The "NDTonAIR" project (Training Network in Non-Destructive Testing and Structural Health Monitoring of Aircraft structures). Under the action: H2020-MSCA-ITN-2016- GRANT 722134

➤ Convenzione di ricerca intitolata: 'The "standardization" of the Pulse-Compression Ultrasonic Method developed by the University for application in routinely manual or automatic inspections of forgings performed by Siemens.'

SIEMENS AG

### PROGETTI NAZIONALI:

➤ Realizzazione di un apparato pre-competitivo e sviluppo del relativo software di gestione e archiviazione dati per l'ispezione dei fucinati tramite integrazione di: (I) un sistema per il controllo non distruttivo dei prodotti tramite ultrasuoni e di (II) un sistema di localizzazione ultrasonoro della posizione dei punti di misura sulla superficie del fucinato.

SOCIETÀ DELLE FUCINE S.R.L. Gruppo AST -Terni, V.Brin n. 218.

Terni, 09 febbraio 2017

In Fede

Luca Senni

PROTOCOLLO D'INTESA  
PER LA PROMOZIONE ED IL FUNZIONAMENTO DEL MASTER UNIVERSITARIO DI  
PRIMO LIVELLO IN  
"INGEGNERIA DELLA SICUREZZA E ANALISI DEI RISCHI IN AMBITO INDUSTRIALE"

- 
- **PREMESSO CHE**
- 
- le Università sono il Centro primario della ricerca scientifica nazionale e che è loro compito elaborare e trasmettere criticamente le conoscenze scientifiche, anche promuovendo forme di collaborazione con Enti pubblici e privati;
- la Legge n. 341 del 19.11.1990, in materia di formazione finalizzata e di servizi didattici integrativi, prevede all'art. 8 "Collaborazioni esterne" che per la realizzazione dei corsi di studio nonché delle attività culturali e formative di cui all'art. 6, le Università possono avvalersi, secondo modalità definite dalle singole sedi, della collaborazione di soggetti pubblici e privati, con la possibilità di prevedere la stipula di apposite convenzioni;
- il D. M. n. 509 del 3.11.1999 "Regolamento recante norme concernenti l'autonomia didattica degli Atenei", così come modificato dal D.M. n. 270/2004, prevede che le Università possono attivare Corsi di perfezionamento scientifico e di alta formazione permanente e ricorrente, successivi al conseguimento della laurea, alla conclusione dei quali sono rilasciati master di primo e secondo livello;
- lo Statuto dell'Università degli Studi di Perugia emanato con D. R. n. 889 del 28/05/2012 – pubblicato nella G.U. del 21/06/2012 – supplemento ordinario n. 165 ed il Regolamento dei Corsi per Master Universitario e Corsi di Perfezionamento emanato con D. R. n. 66 del 26.01.2015, prevedono la stipula di convenzioni per le finalità di cui sopra;
- Il Consiglio del Dipartimento di Ingegneria nella seduta del 17 Giugno 2015 ha approvato la proposta di istituzione/attivazione del MASTER DI I LIVELLO IN "INGEGNERIA DELLA SICUREZZA ED ANALISI DEI RISCHI IN AMBITO INDUSTRIALE";
- 
- Il Master suddetto è regolato da uno specifico regolamento didattico e programma, ed ha una struttura modulare che consente di comprendere al suo interno unità formative che si configurano singolarmente come corsi di formazione destinati agli attori di un sistema di prevenzione e protezione in materia di sicurezza e salute sul lavoro, di cui al d. lgs. n. 81 del 9 aprile 2008 e s.m.i, quali, in via esemplificativa, i Responsabili dei servizi di prevenzione e protezione o "Rsp".
- Detti corsi di formazione sono a loro volta regolati da specifiche normative e in particolare dagli Accordi sanciti in Conferenza permanente per i rapporti fra lo Stato e le Regioni, di seguito "Accordi".
- La titolarità dei suddetti corsi di formazione è del Dipartimento di Ingegneria, che li organizza, in forza del mandato legislativo contenuto nell'articolo 32 del sopra citato D.lgs. n. 81 del 9 aprile 2008 e s.m.i, secondo le modalità previste nell'Accordo relativo ai corsi Rsp.
- Il Dipartimento di Ingegneria intende incrementare il coinvolgimento di altri soggetti, pubblici e privati, tra i quali i soggetti formatori, per la promozione del Master e l'ampliamento delle opportunità professionali degli allievi,

Il Dipartimento di Ingegneria ritiene a ciò funzionale la costituzione di un Comitato d'indirizzo per il Master al quale partecipino anche rappresentanti dei soggetti individuati al punto precedente, tra i quali è stata raccolta una prima disponibilità, come di seguito specificato:

TRA

Il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia (nel seguito indicato come DI), P. IVA 00448820548, con sede e domicilio fiscale in Perugia, Via Duranti 1A/4, rappresentato dal Direttore Prof. Giuseppe Saccomandi, da una parte,

*Prof. Giuseppe Saccomandi*

*Prof. ...*

*M. ...*

*M*

*M*



E

**Impresa Service**, P.IVA 00765880554, con sede e domicilio fiscale in Via del Maglio, 6/A, 05100 Terni (TR), ), nella persona del legale rappresentante pro-tempore, Sig. Roberto Cappanera  
**Integra Srl**, P.IVA 02410940544, con sede e domicilio fiscale in Via Marsciano 6, 06039 Trevi (PG), nella persona del legale rappresentante pro-tempore, Ing. Fabio Maccarelli,  
**Prait s.c.ar.l.**, P.IVA 01815730542, con sede e domicilio fiscale in Via A. Palazzeschi 28, 06073 Corciano (PG), Sig. Giammario Baldoni  
**Securitas S.r.l.**, P.IVA 02392820540, con sede e domicilio fiscale in Vocabolo Stradone, 34A/D, 06033 Cannara (PG), Sig. Mario Mazzaferri

di seguito indicati come “soggetti formatori”, in persona dei loro legali rappresentanti pro-tempore, dall'altra, convengono e stipulano quanto segue.

#### ART. 1 – PRINCIPI GENERALI

Le premesse costituiscono parte integrante e sostanziale del presente Protocollo.

#### ART. 2 – OGGETTO

La presente convenzione ha per oggetto, in generale, la promozione e il concorso alla realizzazione del Master di I livello in “INGEGNERIA DELLA SICUREZZA E ANALISI DEI RISCHI IN AMBITO INDUSTRIALE”, nei limiti della normativa relativa ai Master universitari di I livello.

#### ART. 3 – ATTIVITÀ

I soggetti formatori si ispireranno al Codice Etico allegato al presente protocollo.  
Il contributo dei Soggetti formatori avviene tramite:

la partecipazione al Comitato di Indirizzo, come descritto nel seguito

- la promozione del Master,
- la presentazione di testimonianze e l'organizzazione di esercitazioni operative nell'ambito del Master,
- il concorso alla realizzazione degli stage,
- La messa a disposizione di attrezzature atte alla formazione specifica.

I Soggetti formatori inoltre potranno proporre la partecipazione a singoli moduli al Master di uditori , in numero massimo di 35, per esempio in moduli che si configurino come corso di formazione o aggiornamento per Rspp.

Gli uditori potranno sostenere le verifiche di apprendimento previste dei moduli e, in caso di superamento delle verifiche, ricevere i relativi certificati di superamento, riportanti il logo e il timbro del Dipartimento di Ingegneria, la firma del Direttore.

Il materiale didattico, i registri di presenza e i verbali delle verifiche di apprendimento, archiviati presso il Dipartimento di Ingegneria saranno in questo caso anche dati in copia ai soggetti formatori.

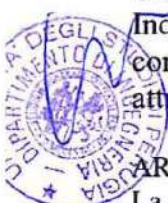
#### ART. 4 – COMITATO DI INDIRIZZO

Il comitato di indirizzo del Master si riunisce nella sede del Master ed è composto da: Il Direttore del Master, che lo presiede, un rappresentante del collegio dei docenti, nominato dal collegio dei docenti tra i docenti universitari che ne fanno parte, e un rappresentante indicato da ciascuno soggetti formatori. Il Comitato di Indirizzo svolge una funzione tecnico-consulativa in merito al programma di attività del Master, come indicato nell art. 3. A questo proposito il lavoro del comitato di indirizzo avviene anche attraverso la produzione di opportuni elaborati.

#### ART. 5 – DURATA

La presente convenzione ha la durata di anni 3 (tre) dalla stipula. La presente convenzione si risolve alla naturale scadenza e non è tacitamente rinnovabile.

*Fabio Maccarelli*  
*Roberto Cappanera*  
*Mario Mazzaferri*  
*L. M. C.*  
*M. P.*



**ART. 6 – CORRISPETTIVI ECONOMICI E MODALITA' DI PAGAMENTO**

La presente convenzione non comporta oneri per il Dipartimento di Ingegneria.

I Certificati di superamento dei corsi per gli Uditori, di cui all'art. 3, potranno essere emessi, in accordo tra le parti, dal Soggetto formatore, o dal Dipartimento di Ingegneria. In quest'ultimo caso sarà riconoscendo al Dipartimento di Ingegneria un corrispettivo economico, da stabilire con successivo accordo specifico.

**ART. 7– CONDIZIONI GENERALI**

Ciascuna parte provvederà alla copertura assicurativa del proprio personale che, in virtù del presente accordo, si occuperà del Master.

**ART 8 – ESTENSIONE AD ALTRI SOGGETTI**

Si da' atto che il presente accordo potrà essere esteso ad altri soggetti formatori, che si impegneranno al rispetto del codice etico allegato.

La proposta di ingresso di altri soggetti formatori sarà accettata con voto unanime del Cmitato di indirizzo.

**ART. 9 RECESSO**

Il Dipartimento di Ingegneria ed i Soggetti formatori potranno recedere in qualsiasi momento dalla presente convenzione, dandone motivazione con comunicazione scritta alle altre parti

**ART. 10 – FORO COMPETENTE**

In caso di controversia nell'interpretazione o nell'esecuzione del presente contratto, è esclusivamente competente il Foro di Perugia.

**ART. 11 – ONERI FISCALI**

Il presente atto è soggetto a registrazione d'uso ai sensi degli art. 5, 6, 39, 40 del DPR 131 del 26.04.1986.

Le spese di bollo e dell'eventuale registrazione sono a carico degli Operatori.

Per gli Operatori



Perugia, 16.02.2017

ALLEGATO: CODICE ETICO

Per il Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Il Direttore  
Prof. Giuseppe Saccomandi


## Codice Etico

Allegato al PROTOCOLLO D'INTESA

### PER LA PROMOZIONE ED IL FUNZIONAMENTO DEL MASTER UNIVERSITARIO DI PRIMO LIVELLO IN "INGEGNERIA DELLA SICUREZZA E ANALISI DEI RISCHI IN AMBITO INDUSTRIALE"

#### Premessa

Al fine di favorire la qualità dell'attività del Comitato di Indirizzo e la diffusione di uno spirito associativo che contempra standard comportamentali e requisiti adeguati, si ritiene necessaria l'istituzione di un Codice Etico specifico, che esprima le linee guida, i requisiti dei soggetti e lo stile di comportamento da adottare e in cui identificarsi.

Il presente Codice Etico è dunque un documento che si propone di disciplinare eticamente i rapporti interni - tra i soggetti formatori che partecipano al Comitato di indirizzo - e i rapporti esterni che essi intrattengono con i propri "portatori di interesse", di qualsiasi natura essi siano.

L'appartenenza al comitato di Indirizzo implica l'accettazione e l'adesione al presente Codice Etico, che risulta dunque mezzo efficace per prevenire comportamenti irresponsabili o illeciti da parte di chi opera in nome e per conto del Comitato poiché introduce una definizione chiara ed esplicita delle responsabilità etiche e sociali verso tutti i soggetti coinvolti direttamente o indirettamente.



#### Principi etici di riferimento

Il comitato di indirizzo si ispira nella sua attività ai seguenti principi etici:

**Legalità:** il comitato di indirizzo si impegna a rispettare tutte le norme, le leggi, le direttive ed i regolamenti in relazione alle Materie ed all'ambito del Master.. Inoltre ispira le proprie decisioni ed i propri comportamenti alla cura dell'interesse dei partecipanti al Master.

**Onestà:** L'onestà rappresenta il principio fondamentale per tutte le attività del comitato e costituisce valore essenziale della gestione organizzativa interna tra collaboratori e verso l'esterno. I rapporti con portatori di interessi e con collaboratori sono improntati a criteri e comportamenti di correttezza, collaborazione, lealtà e reciproco rispetto.

**Trasparenza:** il comitato si impegna ad operare in modo chiaro e trasparente, senza favorire alcun gruppo d'interesse o singolo individuo perseguendo la trasparenza all'interno dell'organizzazione tra collaboratori e nei confronti dei destinatari dei propri servizi. Tutti sono tenuti a dare informazioni complete, trasparenti, comprensibili e accurate, in modo tale che questi siano consapevoli delle caratteristiche e delle finalità dei servizi offerti. Tutti i collaboratori sono inoltre chiamati a contribuire alla promozione e al mantenimento di un clima di reciproco rispetto con particolare riguardo alla sensibilità altrui.

**Efficienza e Qualità dei servizi e dei progetti:** il comitato si impegna ad offrire un servizio adeguato alle esigenze del Master in linea con gli standard più elevati di riferimento.

**Riservatezza:** il comitato assicura la riservatezza delle informazioni in proprio possesso e si astiene dal ricercare dati riservati.

Il comitato di indirizzo fissa i requisiti che i collaboratori devono avere per poter aderire al progetto. Nello specifico trattandosi della progettazione di master Universitario e/o moduli specifici in materia di Salute e Sicurezza nei luoghi di lavoro ai sensi del D.Lgs 81/08 si è ritenuto necessario che i collaboratori e/o le società che ne parteciperanno dovranno avere almeno uno dei seguenti requisiti:

1. Società certificata ISO 9001 avente per oggetto della certificazione l'erogazione dei corsi di formazione in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro ai sensi del D.Lgs 81/08;
2. Società accreditata dalla Regione per l'erogazione dei corsi di formazione in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro ai sensi del D.Lgs 81/08;

Tali attività/requisiti dovranno essere attivi da almeno 3 anni ed espressamente documentati al momento dell'ingresso nel comitato d'indirizzo.

Inoltre i componenti del comitato di indirizzo dovranno avere i requisiti minimi da Formatore per la Sicurezza come espressamente richiesto dal D.M. 06/03/2013.

*Handwritten signatures and notes on the right margin, including a large signature and the name "Caffaro" written vertically.*

Per la partecipazione al comitato deve essere fatta richiesta formale con presentazione delle evidenze dei requisiti.

Resta in capo al comitato di indirizzo costitutivo la valutazione di tali evidenze e capacità.

#### Accettazione del codice Etico

Ogni collaboratore e/o membro del comitato di Indirizzo deve prendere visione ed accettare il presente Codice Etico, impegnandosi a rispettarlo e ad agevolare il lavoro e il controllo degli organi preposti al suo rispetto. Il rispetto di tale Codice è requisito fondamentale per tutti coloro che operano all'interno del comitato. In particolare, coloro che hanno un ruolo di coordinamento o funzionale-gerarchico rispetto agli altri hanno il compito di far rispettare il Codice Etico nel proprio ambito di responsabilità.

Perugia, 16/02/2017

*Officina Pelli*  
*Felice Melloni*  
*Simone Melloni*  
*Massimiliano*





# Erasmus+ Programme

## Key Action 1 – Mobility for learners and staff – Higher Education Student and Staff Mobility

### Inter-institutional<sup>1</sup> agreement 2017-2020/2021

#### between programme countries

The institutions named below agree to cooperate for the exchange of students and/or staff in the context of the Erasmus+ programme. They commit to respect the quality requirements of the Erasmus Charter for Higher Education in all aspects related to the organisation and management of the mobility, in particular the recognition of the credits awarded to students by the partner institution.

#### A. Information about higher education institutions

Name of the institution (and department, where relevant)	Erasmus code	Contact details <sup>2</sup> (email, phone)	Website (e.g. of the course catalogue)
Università degli Studi di Perugia	I PERUGIA01	<b>Administrative Coordinator:</b> Sonia Trinari Head International Relations Office Università degli Studi di Perugia Piazza Università, 1 06123 Perugia – Italy e-mail: <a href="mailto:area.relint@unipg.it">area.relint@unipg.it</a> Tel. +39-075-5852106; +39-075-5852084; +39-075-5852036 Fax: +39-075-5852209  <b>Academic Coordinator</b> Dr. Antonio Faba Department of Engineering E – mail: <a href="mailto:antonio.faba@unipg.it">antonio.faba@unipg.it</a>	University of Perugia <a href="http://www.unipg.it/">http://www.unipg.it/</a> International Relations Area: <a href="http://www.unipg.it/internazionale">http://www.unipg.it/internazionale</a> ECTS Catalogue: <a href="http://www.unipg.it/en/students/ects-guide">http://www.unipg.it/en/students/ects-guide</a>

<sup>1</sup> Inter-institutional agreements can be signed by two or more higher education Institutions

<sup>2</sup> Contact details to reach the senior officer in charge of this agreement and of its possible updates.



National Technical University of Athens (N.T.U.A.)	G ATHINE02	<p><b>Institutional Coordinator</b> Prof. Dimitrios E. Papantonis Vice Rector for Academic Affairs and Administration Iron Polytechniou 9 15780 Zografou, Athens, Greece</p> <p><b>Academic Coordinator</b> Prof. Antonios Kladas e-mail: <a href="mailto:kladasel@central.ntua.gr">kladasel@central.ntua.gr</a></p> <p><b>Administrative Contacts:</b></p> <p><b>Head of the European Educational Programmes Office</b> Aristea Kapetanaki e-mail: <a href="mailto:iroffice@central.ntua.gr">iroffice@central.ntua.gr</a> Tel: +30 210 7721017</p> <p><b>Staff Mobility Coordinator</b> Vasiliki Thoma e-mail: <a href="mailto:vthoma@central.ntua.gr">vthoma@central.ntua.gr</a> Tel: +30 210 7721199</p> <p><b>Incoming Students Mobility Coordinator / Nominations</b> Eleftheria Skordalaki e-mail: <a href="mailto:eeskorda@central.ntua.gr">eeskorda@central.ntua.gr</a> Tel: +30 210 7724172</p>	<p><a href="http://www.ntua.gr">http://www.ntua.gr</a></p> <p><a href="https://www.ece.ntua.gr/en">https://www.ece.ntua.gr/en</a></p> <p><a href="http://erasmus.ntua.gr/en">http://erasmus.ntua.gr/en</a></p>
--	------------	--	--

### B. Mobility numbers<sup>3</sup> per academic year

The partners commit to amend the table below in case of changes in the mobility data by no later than the end of January in the preceding academic year.

FROM [Erasmus code of the sending institution]	TO [Erasmus code of the receiving institution]	Subject area code * [ISCED] **	Subject area name *	Study cycle [short cycle, 1 <sup>st</sup> , 2 <sup>nd</sup> or 3 <sup>rd</sup> ] *	Number of student mobility periods  Student Mobility for Studies  Student Mobility for Traineeships *  [total number of months of the study periods or average duration*]	
I PERUGIA01	G ATHINE02	0713	Electricity and energy	1 <sup>st</sup> , 2 <sup>nd</sup> and 3 <sup>rd</sup>	2x6	TBC

<sup>3</sup> Mobility numbers can be given per sending/receiving institutions and per education field (optional\*:  
<http://www.uis.unesco.org/Education/Pages/international-standard-classification-of-education.aspx>)

G ATHINE02	I PERUGIA01	0713	Electricity and energy	1 <sup>st</sup> , 2 <sup>nd</sup> and 3 <sup>rd</sup>	1x6	TBC
------------	-------------	------	------------------------	---	-----	-----

[\*Optional: subject area code & name and study cycle are optional. Inter-institutional agreements are not compulsory for Student Mobility for Traineeships or Staff Mobility for Training. Institutions may agree to cooperate on the organisation of traineeship; in this case they should indicate the number of students that they intend to send to the partner country. Total duration in months/days of the student/staff mobility periods or average duration can be indicated if relevant.]

\*\* ISCED codes and Subject areas are available at:  
[http://www.unipg.it/files/pagine/13/Erasmus\\_ISCED.pdf](http://www.unipg.it/files/pagine/13/Erasmus_ISCED.pdf)

FROM [Erasmus code of the sending institution]	TO [Erasmus code of the receiving institution]	Subject area code * [ISCED]* *	Subject area name *	Number of staff mobility periods	
				Staff Mobility for Teaching  [total number of days of teaching periods or average duration *]	Staff Mobility for Training *
I PERUGIA01	G ATHINE02	0713	Electricity and energy	1 [5 days]	TBC
G ATHINE02	I PERUGIA01	0713	Electricity and energy	1 [5 days]	TBC

### C. Recommended language skills

The sending institution, following agreement with the receiving institution, is responsible for providing support to its nominated candidates so that they can have the recommended language skills at the start of the study or teaching period:

Receiving institution [Erasmus code]	Optional: Subject area	Language of instruction 1	Language of instruction 2	Recommended language of instruction level <sup>4</sup>	
				Student Mobility for Studies [Minimum recommended level: B1]	Staff Mobility for Teaching [Minimum recommended level: B2]

<sup>4</sup> For an easier and consistent understanding of language requirements, use of the Common European Framework of Reference for Languages (CEFR) is recommended, see  
<http://europass.cedefop.europa.eu/en/resources/european-language-levels-cefr>

I PERUGIA01		Italian	English only for students who apply for Laboratory training	B1 [The University of Perugia offers an Italian Language Course free of charge in September and February for all international students. Italian Language Courses are offered all year round at a reduced price: <a href="http://www.unipg.it/en/unipg/language-courses">http://www.unipg.it/en/unipg/language-courses</a> ]	B2 [Teaching staff is also welcome to teach classes in English, French, German Portuguese and Spanish depending on the hosting Degree Course]
G ATHINE02	all subject areas	Greek	English	B1 [The National Technical University of Athens offers Greek Language Courses free of charge]	B2

For more details on the language of instruction recommendations, see the course catalogue of each institution [*Links provided on the first page*].

#### D. Additional requirements

The selection criteria for students and staff are regulated by the sending University; measures for preparing, receiving and integrating mobile students and/or staff are organised by the receiving Institution according to the regulations of the Educational, Audiovisual & Cultural Executive Agency (EACEA) and National Agencies.

The Institutions have infrastructures to welcome students and staff with disabilities.

#### E. Calendar

1. Applications/information on nominated students must reach the receiving institution by:

Receiving institution [Erasmus code]	Autumn term* [month]	Spring term* [month]
I PERUGIA01	Application deadline : July 15th  Academic calendar: <a href="http://www.unipg.it/en/courses/academic-calendar">http://www.unipg.it/en/courses/academic-calendar</a>	Application deadline: December 15th  Academic calendar: <a href="http://www.unipg.it/en/courses/academic-calendar">http://www.unipg.it/en/courses/academic-calendar</a>
G ATHINE02	Application deadline : May 31 <sup>st</sup>  Academic calendar:	Application deadline: October 31 <sup>st</sup>  Academic calendar:

	<a href="https://www.ntua.gr/files/guide/academic_calendar2016-17.pdf">https://www.ntua.gr/files/guide/academic_calendar2016-17.pdf</a>	<a href="https://www.ntua.gr/files/guide/academic_calendar2016-17.pdf">https://www.ntua.gr/files/guide/academic_calendar2016-17.pdf</a>
--	---	---

[\* to be adapted in case of a trimester system]

2. The receiving institution will send its decision within 4 weeks.

G ATHINE02: 5 weeks

3. A Transcript of Records will be issued by the receiving institution upon the student's departure or, in any case, no later than 5 weeks after the assessment period has finished at the receiving HEI. *[It should normally not exceed five weeks according to the Erasmus Charter for Higher Education guidelines]*

4. Termination of the agreement

*[It is up to the involved institutions to agree on the procedure for modifying or terminating the inter-institutional agreement. However, in the event of unilateral termination, a notice of at least one academic year should be given. This means that a unilateral decision to discontinue the exchanges notified to the other party by 1 September 2014 will only take effect as of 1 September 2014+1. The termination clauses must include the following disclaimer: "Neither the European Commission nor the National Agencies can be held responsible in case of a conflict."]*

## F. Information

### 1. Grading systems of the institutions

The receiving institutions provide the statistical distribution of grades according to the descriptions in the ECTS users' guide<sup>5</sup>. The table will facilitate the interpretation of each grade awarded to students and will facilitate the credit transfer by the sending institution.

NTUA marking system: 5.00 is the minimum required to pass a course, 10.00 is the best grade. Therefore: excellent (9.00 – 10.00), very good (7.00 – 8.99), good (5.00 – 6.99). Please also see: <http://erasmus.ntua.gr/en>

Institution [Erasmus code]	Contact details (email, phone)	Website for information
I PERUGIA01	<a href="http://www.unipg.it/en">http://www.unipg.it/en</a> e-mail: <a href="mailto:area.relint@unipg.it">area.relint@unipg.it</a> Tel. +39-075-5852106	<a href="http://www.unipg.it/en/students/ects-guide">http://www.unipg.it/en/students/ects-guide</a>
G ATHINE02	<a href="http://www.ntua.gr/en/">http://www.ntua.gr/en/</a> e-mail: <a href="mailto:eeskorda@central.ntua.gr">eeskorda@central.ntua.gr</a> Tel: +30 210 772 4172	<a href="http://erasmus.ntua.gr/en">http://erasmus.ntua.gr/en</a>

<sup>5</sup> [http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/ects\\_en.htm](http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-policy/ects_en.htm)

## **2. Visa**

The sending and receiving institutions will provide assistance, when required, in securing visas for incoming and outbound mobile participants, according to the requirements of the Erasmus Charter for Higher Education.

Information and assistance can be provided by the following contact points and information sources:

<b>Institution [Erasmus code]</b>	<b>Contact details (email, phone)</b>	<b>Website for information</b>
I PERUGIA01	<a href="mailto:servizio.incoming@unipg.it">servizio.incoming@unipg.it</a> Tel. +39-075-5852024 Fax +39-075-5852352 <a href="mailto:area.relint@unipg.it">area.relint@unipg.it</a> Tel. +39-075-5852106	<a href="http://www.unipg.it/en/students/ects-guide">http://www.unipg.it/en/students/ects-guide</a>
G ATHINE02	Mrs Eleftheria SKORDALAKI e-mail: <a href="mailto:eeskorda@central.ntua.gr">eeskorda@central.ntua.gr</a> Tel: +30 210 772 4172	<a href="http://erasmus.ntua.gr/en">http://erasmus.ntua.gr/en</a>

## **3. Insurance**

The sending and receiving institutions will provide assistance in obtaining insurance for incoming and outbound mobile participants, according to the requirements of the Erasmus Charter for Higher Education.

The receiving institution will inform mobile participants of cases in which insurance cover is not automatically provided. Information and assistance can be provided by the following contact points and information sources:

<b>Institution [Erasmus code]</b>	<b>Contact details (email, phone)</b>	<b>Website for information</b>
I PERUGIA01	<a href="mailto:servizio.incoming@unipg.it">servizio.incoming@unipg.it</a> Tel. +39-075-5852024 Fax +39-075-5852352 <a href="mailto:area.relint@unipg.it">area.relint@unipg.it</a> Tel. +39-075-5852106	<a href="http://www.unipg.it/en/students/ects-guide">http://www.unipg.it/en/students/ects-guide</a>
G ATHINE02	Mrs Eleftheria SKORDALAKI e-mail: <a href="mailto:eeskorda@central.ntua.gr">eeskorda@central.ntua.gr</a> Tel: +30 210 772 4172	<a href="http://erasmus.ntua.gr/en">http://erasmus.ntua.gr/en</a>

## **4. Housing**

The receiving institution will guide incoming mobile participants in finding accommodation, according to the requirements of the Erasmus Charter for Higher

Education.

Information and assistance can be provided by the following persons and information sources:

<b>Institution</b> [Erasmus code]	<b>Contact details</b> (email, phone)	<b>Website for information</b>
I PERUGIA01	<a href="mailto:servizio.incoming@unipg.it">servizio.incoming@unipg.it</a> Tel. +39-075-5852024 Fax +39-075-5852352 <a href="mailto:area.relint@unipg.it">area.relint@unipg.it</a> Tel.+39-075-5852106	<a href="http://www.unipg.it/en/students/ects-guide">http://www.unipg.it/en/students/ects-guide</a>
G ATHINE02	Mrs Eleftheria SKORDALAKI e-mail: <a href="mailto:eeskorda@central.ntua.gr">eeskorda@central.ntua.gr</a> Tel: +30 210 772 4172	<a href="http://erasmus.ntua.gr/en">http://erasmus.ntua.gr/en</a>

**G. SIGNATURES OF THE INSTITUTIONS (legal representatives)**

<b>Institution</b> [Erasmus code]	<b>Name, function</b>	<b>Date</b>	<b>Signature<sup>6</sup></b>
I PERUGIA01	Prof. Franco Moriconi The Rector		
G ATHINE02	Prof. Dimitrios E. Papantonis Vice Rector for Academic Affairs and Administration Institutional Coordinator		

Reg. n.

Date

<sup>6</sup> Scanned signatures are accepted

## Attività di Ricerca e Didattica Relazione 2014 – 2015 – 2016

### 1. Dati Personali

	Nome:	<b>Federico Alimenti</b>
	Data di nascita:	4/5/1968
	Luogo di nascita:	Foligno (PG)
	Nazionalità:	Italiana
	Codice Fiscale:	LMNFRC68E04D653S
	Istituzione:	<b>Università degli Studi di Perugia</b>
	Dipartimento:	<b>Dipartimento d'Ingegneria</b>
	SSD:	ING-INF/01 Elettronica
	Settore concorsuale:	09/E3
	Età accademica:	21 anni (prima pubblicazione a rivista Ottobre 1995)
	H-index :	15 (Scopus); 18 (Google Scholar)
	ORCID	0000-0002-4523-2193
	Scopus Author ID	7003355265
e-mail	federico.alimenti@unipg.it	
Telefono	075-585.3642	

### 2. Keywords

Radio-Frequency Integrated Circuits (RFIC), RF circuits, microwave circuits, millimeter-wave circuits, Power Amplifiers (PA), frequency converters (mixer), RF systems, System-on-Chip (SoC), wireless sensors, radar sensors, radiometric sensors, fire detection, space-based applications, solar flares, RFID, flexible substrates, green electronics, inkjet printing, material printing, organic electronics, wireless power transfer.

### 3. Biografia

Federico Alimenti was born in Foligno, Italy, in 1968. He received the Laurea degree (magna cum laude) and the Ph.D. degree from the University of Perugia, Italy, in 1993 and 1997 respectively, both in Electronic Engineering. In 1993 he held an internship at Daimler-Benz Aerospace, Ulm, Germany. In 1996 he was recipient of the URSI Young Scientist Award and Visiting Scientist at the Technical University of Munich, Germany. Since 2001 he has been with the Department of Engineering at the University of Perugia as an Aggregate Professor, teaching the class of Microwave Electronic. Between 2006 and 2010 he was a member of the Academic Senate in the same university. Between 2011 and 2014 he was the scientific coordinator of the ARTEMOS project, ENIAC call 3, 2010. In 2013 he was been the recipient of the IET Premium (Best Paper) Award and the Technical Program Committee (TPC) Chair of the IEEE Wireless Power Transfer (WPT) Conference. In the summer 2014 he was Visiting Professor at the Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Switzerland. His scientific interests concern the design and the experimental characterization of RF integrated circuits in CMOS and BiCMOS technologies as well as the development of microwave circuits on cellulose-based substrates. Federico Alimenti has authored more than 150 papers in referred journals and conference proceedings. He has co-authored several books chapters an Italian (RM2012A000190) and a European (EP13161946.2) patent on zero-power wireless sensors. The H-index of Federico Alimenti is equal to 15 (source Scopus). Federico Alimenti is Senior IEEE Member.

### 4. Interessi scientifici attuali

Gli interessi scientifici di Federico Alimenti riguardano lo studio, la modellazione, la progettazione,



le tecnologie realizzative e la caratterizzazione sperimentale di circuiti e sistemi per applicazioni wireless. Particolare importanza riveste anche il wireless sensing attraverso diversi approcci: remote sensing (radar e radiometri a microonde), RFID sensing. I principali argomenti di ricerca sono elencati nel seguito:

- Tecnologie e circuiti elettronici realizzati su materiali flessibili e riciclabili (ad esempio: cellulosa), sistemi RFID e loro applicazione al monitoraggio di parametri fisici (RFID sensing).
- Sviluppo di transponder in banda Ka per nano-satelliti (in collaborazione con PicoSaTs s.r.l., Trieste ed ESA).
- Radar a basso costo per il controllo del traffico e per il monitoraggio idrologico da drone (in collaborazione con CNR-IRPI, sede di Perugia)
- Radiometri a microonde System-on-Chip per remote sensing.
- Sorgenti di rumore basate su diodi in breakdown e loro integrazione su silicio mediante tecnologia CMOS (in collaborazione con EPFL – Switzerland);
- Amplificatori di potenza riconfigurabili per apparati di trasmissione wireless.
- Simulazione, progettazione e caratterizzazione sperimentale di circuiti di conversione di frequenza (mixer).
- Progettazione di circuiti integrati al silicio in tecnologia CMOS e SiGe BiCMOS

## 5. Metriche dell'attività scientifica

Relativamente alle metriche dell'attività scientifica si riportano quelle calcolate in base all'interrogazione Scopus del giorno 13/1/2017. I risultati personali sono confrontati con le mediane relative ai Professori Ordinari (PO) e ai Professori Associati (PA) del settore concorsuale 09/E3 – Elettronica.

	n. articoli su riviste indicizzate negli ultimi 10 anni	n. citazioni totali	n. citazioni normalizzate per l'età accademica	Indice Hc	Indice H
mediane PO	26	n.a.	23,58	8	n.a.
mediane PA	23	n.a.	17,11	7	n.a.
F. Alimenti	33	822	33,76	8	15

L'interrogazione Google Scholar del giorno 13/1/2017 ha fornito: 1234 citazioni totali, H-index uguale a 18.

## 6. Sintesi dell'attività di pubblicazione

La produzione scientifica di Federico Alimenti può essere inquadrata in diverse tematiche che vengono brevemente descritte nel seguito. Complessivamente Federico Alimenti ha al suo attivo **51 articoli in riviste internazionali** con "peer review", **7 capitoli di libro**, **1 voce di enciclopedia**, **2 brevetti**, **129 contributi in atti di convegno** e **13 abstract in atti di convegno**, tra cui diversi contributi su invito.

L'elenco completo delle pubblicazioni può essere trovato sul sito ufficiale dell'Università degli Studi di Perugia: <https://research.unipg.it>

## 7. Abilitazione Scientifica Nazionale (ASN)

Federico Alimenti ha conseguito l'abilitazione scientifica nazionale, settore concorsuale 09/E3, per la seconda fascia di docenza universitaria in data 19/1/2015.



## 8. Linee principali dell'attività di ricerca

La produzione scientifica di Federico Alimenti può essere inquadrata in diverse tematiche che sono già state illustrate nella precedente relazione triennale. Per comodità di lettura tali tematiche vengono brevemente ricapitolate nel seguito e integrate con gli argomenti più recenti (in grassetto).

### *a) Tecnologie e circuiti elettronici realizzati su materiali flessibili e riciclabili (ad esempio: cellulosa), sistemi RFID e loro applicazione al monitoraggio di parametri fisici (RFID sensing)*

I sistemi RFID rivestono una grande importanza nel campo della logistica, consentendo l'ottimizzazione delle filiere di produzione e di distribuzione. Tali sistemi combinano due funzionalità di base: la trasmissione dati a corta distanza per mezzo di segnali radio e la memorizzazione, in modi diversi e talora originali, di un codice identificativo. A queste funzionalità si è aggiunta, recentemente, la capacità di misurare grandezze fisiche di varia natura: temperatura, pressione, concentrazione di particolari specie gassose, etc. I sistemi RFID sono composti da un apparato di lettura (o reader) e da un transponder (o tag). Il reader è tipicamente connesso alla rete internet e non effettua elaborazioni di dati. Il tag, invece, è associato ai prodotti che devono essere monitorati e costituisce la sorgente dell'informazione. Per avere un tag su ogni prodotto occorre minimizzare i costi di tale dispositivo e considerare l'impatto ambientale associato al suo smaltimento. La ricerca si è dunque focalizzata lungo queste due direttrici.

L'attività è iniziata nel 2000 con la messa a punto di tutta una serie di moltiplicatori di frequenza a diodo Schottky direttamente accoppiati a delle antenne elementari. I circuiti così ottenuti (approccio quasi-ottico) emettono dei segnali armonici se vengono illuminati con delle onde radio a frequenza fondamentale. Essi sono quindi dei tag RFID di tipo armonico con i seguenti vantaggi: minimizzazione del numero di componenti (una PCB con le antenne e uno o più diodi Schottky), assenza di batterie di alimentazione, capacità di distinguere facilmente il segnale del tag da quello usato per illuminare il dispositivo, costi contenuti.

Successivamente sono state adottate tecniche di stampa inkjet con inchiostri conduttivi caricati ad argento e substrati a base di cellulosa (carta). Il nuovo sviluppo ha consentito di ridurre ulteriormente i costi e di contenere l'impatto ambientale associato allo smaltimento dei tag, dato che la cellulosa è un materiale riciclabile. I risultati sono stati pubblicati in riviste e atti di convegni internazionali. Un articolo ha ricevuto, nel 2013, lo "IET Best Paper Award".

Seguendo questa linea è stato anche affrontato il problema dell'interfacciamento tra un chip in tecnologia CMOS (contenente l'elettronica di un tag per applicazioni RFID convenzionali) e un'antenna stampata su substrato cartaceo. La soluzione innovativa proposta consiste nell'impiego di un accoppiamento magnetico tra chip e antenna.

In parallelo è stata effettuata una caratterizzazione sistematica dei materiali a base di cellulosa quali substrati per applicazioni RF ed è stata messa a punto una tecnologia sostitutiva della stampa a inkjet con inchiostri conduttivi. Questa tecnologia impiega un nastro adesivo di rame che viene inciso per via foto-litografica e, successivamente, è trasferito sul substrato di carta grazie a un supporto sacrificale. Tale approccio ha consentito una notevole riduzione delle perdite di potenza associate alle linee conduttive (lo spessore del nastro di rame è maggiore rispetto agli strati conduttivi ottenuti mediante stampa inkjet) risultando adatto agli impieghi nella banda delle microonde fino a più di 10 GHz. Sfruttando i nastri adesivi conduttivi è stato poi realizzato un oscillatore UHF che adotta un risonatore distribuito di tipo "hairpin" su substrato cartaceo. L'oscillatore utilizza due BJT in configurazione "crossed-coupled" ed è in grado di produrre un segnale a 998 MHz con un consumo di soli 0.9 mW a 1.2 V.

**Lo studio è proseguito con l'ideazione di un sensore RFID innovativo che impiega la generazione armonica e una coppia di antenne ortogonali. Il sensore appartiene alla famiglia dei tag privi di chip ("chipless tag") e quindi è caratterizzato da costi ridottissimi. L'idea ha fruttato un brevetto nazionale che, successivamente, è stato esteso a livello europeo e due articoli a rivista internazionale. Nel corso del 2016, inoltre, è stato realizzato un dimostratore del sistema equipaggiato sia di sensori termici sia di sensori di pH. Il dimostratore ha iniziato**

**a fornire risultati sperimentali interessanti che verranno pubblicati nel prossimo futuro.**

Un'altra attività è stata relativa all'implementazione di transistori a semiconduttore organico (P3HT). L'obiettivo consiste nell'integrare semplici circuiti elettronici attivi (funzionali agli RFID armonici descritti in precedenza) in substrati a base di cellulosa. La metodica scelta per la deposizione dei materiali è di tipo "drop-casting" in quanto questa risulta propedeutica ad approcci basati su stampanti inkjet. Al momento sono stati realizzati alcuni transistori MOS con struttura top-gate in cui l'ossido di grafene viene usato quale ossido di gate. I risultati preliminari sono stati pubblicati in un articolo a rivista internazionale. La ricerca è frutto di una collaborazione interdisciplinare con i colleghi di fisica dei materiali (Università degli Studi di Perugia - sede di Terni).

Tra il 2013 e il 2016 è stato avviato e concluso il progetto GRETA (PRIN bando 2010/2011) il cui obiettivo consiste nella progettazione e nella caratterizzazione sperimentale di sistemi RFID basati sulla tecnologia UWB. I tag sono stati implementati utilizzando materiali eco-compatibili (green electronics) hanno consentito sia l'identificazione del prodotto sia la sua localizzazione spaziale.

**Infine, nell'anno 2016, sono stati dimostrati induttori e condensatori integrati su cellulosa in grado di operare fino a 3GHz. Tali dispositivi sono caratterizzati da fattori di merito record e verranno pubblicati nel prossimo futuro.**

Il contributo individuale di Federico Alimenti in questa attività ha riguardato, oltre che responsabilità di coordinamento nell'ambito del progetto GRETA (leadership del work-package WP1), il progetto e la caratterizzazione dei tag a duplicazione di frequenza su substrato cartaceo, l'ideazione e la messa a punto della tecnologia del nastro adesivo conduttivo, l'ideazione e lo sviluppo teorico del sensore RFID brevettato. Federico Alimenti ha inoltre ideato la tecnica di accoppiamento magnetico tra chip CMOS e antenne per applicazioni RFID, progettato e caratterizzato sperimentalmente l'oscillatore UHF su substrato cartaceo e ideato, insieme al collega Luca Valentini, il transistor organico con gate in ossido di grafene.

***b) Sviluppo di transponder in banda Ka per nano-satelliti (in collaborazione con PicoSaTs s.r.l., Trieste ed ESA)***

Nel corso dell'anno 2016, a partire dal mese di Maggio, è stata messa a punto una proposta di progetto relativa allo sviluppo di un transponder in banda Ka per nano-satelliti. La proposta vede l'Università degli Studi di Perugia come sotto-contrarente della PicoSaTs s.r.l., spinoff dell'Università di Trieste, e è stata redatta in risposta a un bando ARTES (ARTES 5.1, activity reference code 5E.001) dell'agenzia Spaziale Europea (ESA). Il progetto avrà una durata di 18 mesi e inizierà il 31/1/2017. Il budget preventivato per l'unità di Perugia è di 10300 euro.

***c) Radar a basso costo per controllo del traffico e per il monitoraggio idrologico da drone (in collaborazione con CNR-IRPI, sede di Perugia)***

Il controllo automatico del traffico è uno strumento fondamentale per l'ottimizzazione del flusso di autoveicoli in ambito urbano e sub-urbano. I sistemi automatici hanno l'obiettivo di contare i veicoli, di classificarli a seconda della tipologia (motocicli, autoveicoli, camion, etc.) e di rilevarne la velocità. Il monitoraggio urbano, invece, copre tutta una serie di bisogni che vanno dalla gestione adattativa dell'illuminazione stradale in ottica di risparmio energetico (intelligent lighting systems) alla rilevazione della presenza di persone all'interno di edifici (sistemi di sicurezza e di emergenza). Metodiche basate su sensori ottici (visibile e infrarosso) hanno limiti significativi in presenza di condizioni meteorologiche avverse (pioggia, nebbia, etc.) o in situazioni di emergenza (fumo causato da incendi). Per risolvere tali inconvenienti è necessario ricorrere ad apparati radar.

La presente attività di ricerca è focalizzata sullo sviluppo di sistemi radar a basso costo utilizzando le moderne tecnologie microelettroniche e adottando, se necessario, un approccio di progettazione transistor-level (circuiti integrati custom, circuiti basati su componenti discreti, etc.).



Questa ricerca ha avuto inizio nel 2005 attraverso una collaborazione con l'azienda WiS s.r.l. Inizialmente è stato sviluppato e industrializzato un radar Doppler per il controllo del traffico operante nella banda ISM dei 24 GHz. Le innovazioni implementate hanno riguardato principalmente aspetti tecnologici. Il radar è stato realizzato con circuiti planari implementati in un substrato a basso costo compatibile con le lavorazioni delle comuni PCB. Parallelamente è stata adottata una soluzione multi-layer in modo da integrare l'antenna patch (6 gradi di fascio a metà potenza) con l'elettronica di front-end sfruttando due facce di una medesima PCB. Tale elettronica impiega solo componenti SMT in maniera tale da rendere possibile un montaggio completamente automatico mediante macchina pick-and-place. L'insieme di tali innovazioni è assolutamente unico in un prodotto di questa classe. Le prestazioni ottenute sono di assoluta eccellenza sia in termini di costo, inferiore a 100 euro per il front-end (antenna inclusa), che di portata (superiore a 350 metri con potenza trasmessa di circa 10 mW). Il sensore può operare in due modalità: misura della velocità relativa dell'autoveicolo e misura della lunghezza in metri dell'autoveicolo. L'ultima modalità è quella che viene sfruttata per il conteggio e la classificazione dei flussi di traffico.

Successivamente lo studio è stato rivolto ai sistemi di illuminazione intelligente per applicazioni sia outdoor sia indoor (rilevazione di presenza). Tale attività è attualmente inserita nell'ambito del progetto europeo EnLIGHT (ENIAC, call 3, 2010), il cui scopo è quello di sviluppare sistemi di illuminazione a stato solido volti al risparmio energetico. Il contributo originale consiste nell'utilizzo di un radar Doppler come sensore di movimento (pedoni, autoveicoli, etc.) e quindi in grado di comandare l'accensione dei lampioni stradali solo in caso di effettiva necessità. Gli aspetti rilevanti di tale progettazione sono la minimizzazione dei consumi di potenza e, in prospettiva, l'utilizzo di PCB flessibili (per piegare la scheda intorno all'outline meccanico del lampione). Per ridurre i costi è stata adottata una metodica di "design re-use" basata sull'adozione di un package economico operante a 24 GHz.

**Inoltre è stata realizzata e sperimentata con successo una versione del radar su substrato a base di cellulosa. Il carattere distintivo di tale ricerca risiede nel fatto che il prototipo realizzato è unico al mondo stabilendo l'attuale record di frequenza (24 GHz) e di complessità (intero front-end) per circuiti a microonde basati su cellulosa.**

**Infine, a partire dal 2015, I sensori radar precedentemente messi a punto sono stati adattati per effettuare rilievi di tipo idrologico, con particolare riferimento alla velocità e alla quota piezometrica dei fiumi. La ricerca è stata effettuata in collaborazione con il CNR-IRPI (Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica), sede di Perugia. Nella fase iniziale è stato sviluppato il firmware destinato ad elaborare I dati misurati dal radar Doppler, al fine di estrarre la velocità della corrente fluida e di fornire una caratterizzazione statistica di tale parametro. I risultati di questa ricerca saranno pubblicati nel prossimo futuro.**

Il contributo individuale di Federico Alimenti in questa attività ha riguardato la progettazione transistor-level di tutta una serie di blocchi e sotto-circuiti a 24 GHz, quali: l'oscillatore a risonatore dielettrico del radar, il mixer semplicemente bilanciato a diodi Schottky, un amplificatore a basso rumore a due stadi, un bersaglio fittizio per il collaudo statico del sistema. Egli ha inoltre curato l'esecuzione di campagne di misura sia in laboratorio sia in campo aperto. Per quanto riguarda la versione del radar dedicata ai sistemi di illuminazione intelligente, Federico Alimenti ha proposto la metodica di "design re-use" basata sull'adozione di un package a basso costo operante a 24 GHz. **Federico Alimenti ha inoltre curato la progettazione e la prototipazione di circuiti attivi a 24 GHz su materiali a base di cellulosa e lo sviluppo del firmware per il monitoraggio idrologico.**

#### *d) Radiometri a microonde System-on-Chip per remote sensing.*

Il monitoraggio ambientale, la previsione dei fenomeni meteorologici e lo "Space Weather" sono tematiche di notevole rilevanza applicativa. In tale ambito la radiometria a microonde è certamente una metodica consolidata: essa si basa sull'emissione di corpo nero della materia calda e viene tipicamente utilizzata per lo studio dell'atmosfera, delle superfici terrestri e marine o per l'osservazione radioastronomica.

Impiegando le moderne tecnologie microelettroniche è possibile miniaturizzare un intero



radiometro a microonde in un singolo chip di silicio (approccio "System-on-Chip") e, riducendo costi e dimensioni di tale strumentazione, estendere l'applicazione della radiometria a microonde in ambiti diversi da quelli per i quali viene attualmente impiegata.

L'attività è iniziata con due progetti di ricerca finanziati dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Perugia negli anni 2005 e 2006. Il primo obiettivo è stato quello di dimostrare la fattibilità di un radiometro a basso costo per il rilievo precoce degli incendi boschivi. Le microonde, infatti, hanno un vantaggio competitivo nei confronti delle tecnologie convenzionali in quanto i segnali radio riescono ad attraversare il manto boschivo e il fogliame. Ne segue che un radiometro a microonde ha un'intrinseca capacità di "osservare" attraverso tutta una serie di ostacoli che sono opachi nelle bande visibili o infrarosse. L'obiettivo è stato raggiunto sviluppando uno strumento a basso costo (1500 euro per la versione non industrializzata) operante a 12.65 GHz. Il sensore consente la misura della temperatura di brillanza con una risoluzione radiometrica di circa 0.6K e con un errore assoluto inferiore a 4K. L'ultimo risultato è stato ottenuto senza stabilizzare termicamente l'elettronica, e quindi con un notevole risparmio in termini di potenza richiesta al sistema di alimentazione. Il sensore è stato caratterizzato mediante una serie di misure (durate più di un anno) sia in laboratorio sia in campo aperto. Sono stati rilevati piccoli incendi di prova a oltre di 30 m dall'antenna del radiometro. Analogo successo è stato riscontrato per quanto concerne il rilievo di incendi occultati da pareti di varia natura. La ricerca ha anche consentito di stabilire una collaborazione con l'Università di Duisburg-Essen, Germania, che vanta una competenza trentennale nel campo dei sensori per il rilievo di incendi.

Dimostrata la possibilità di rilevare un incendio mediante radiometria a microonde, lo studio è stato poi rivolto alla miniaturizzazione del sensore (progetto PRIN - bando 2005). Per questa applicazione è stato adottato un approccio "System-on-Chip" (SoC) impiegando una tecnologia CMOS a 90 nm che permette di operare agevolmente fino alla frequenza di 13 GHz, ottenendo buone prestazioni sia in termini di guadagno sia per quanto riguarda la cifra di rumore del ricevitore. In tale ambito è stato progettato e caratterizzato sperimentalmente un chip di prova contenente l'intera sezione a frequenza intermedia (IF) del radiometro (amplificatore e filtro passa-basso) e il detector di potenza a legge quadratica. Tale ricerca è stata tra le prime ad esplorare la fattibilità di radiometri a microonde completamente integrati su silicio.

Successivamente si è passati a considerare la tematica dello "Space Weather" e la sua relazione con l'attività solare. Tale attività è stata sviluppata nell'ambito del progetto di ricerca ADAHELI, finanziato dall'ASI nel 2008. In particolare ci si è concentrati sulla possibilità di rilevare i flares solari mediante strumentazione a bordo di un satellite scientifico in orbita elio-sincrona. L'emissione causata dai flares solari nella banda delle onde millimetriche è particolarmente utile per rispondere a molte domande ancora aperte quali i meccanismi di accelerazione e trasporto delle particelle nella corona solare e la relazione tra flares e le emissioni di massa coronale. In quest'ambito è stato concepito l'esperimento MIOS (Millimeter-wave Instrument for the Observation of the Sun): un radiometro dedicato al rilevamento dei flares solari e se ne è poi studiata la miniaturizzazione "System-on-Chip" mediante processo SiGe BiCMOS a 0.25  $\mu$ m. A tal proposito è importante rilevare l'originalità della ricerca in quanto non c'è mai stato nessun esperimento di misura dei flares solari nella banda delle onde millimetriche attraverso strumentazione posta in orbita elio-sincrona.

Nell'ambito dei radiometri integrati dedicati all'osservazione radioastronomica è stato poi affrontato lo studio di rivelatori basati su effetti di induttanza cinetica che intervengono in particolari materiali super-conduttori (MKID: Microwave Kinetic Inductance Detectors). In particolare è stata progettata (a livello di sistema) un'elettronica di lettura per rivelatori MKID multi-canale.

Infine, nel 2012, la metodica di rilievo degli incendi attraverso radiometria a microonde è stata adattata al caso specifico dei treni. Tale attività si inserisce in una consulenza per conto di Rete Ferroviaria Italiana, nell'ambito del progetto: "Portale Multifunzione in Sicurezza". A valle di questo studio è stata dimostrata la possibilità di rilevare incendi attraverso i finestrini delle carrozze in movimento. A tal proposito occorre osservare che il vetro è abbastanza opaco alla radiazione

infrarossa mentre risulta trasparente sia nel visibile sia nella banda delle microonde.

Federico Alimenti è stato il "principal investigator" della linea di ricerca sopra descritta coinvolgendo, con un approccio interdisciplinare, colleghi italiani e stranieri di aree quali: microelettronica, antenne, remote sensing e radioastronomia. Il contributo individuale di Federico Alimenti in questa attività ha riguardato, oltre che la responsabilità operativa dei progetti Fondazione Cassa di Risparmio di Perugia (2005, 2006) e PRIN 2005, la progettazione la realizzazione e la messa a punto sperimentale del sensore radiometrico a 12.65 GHz, l'esecuzione delle campagne di misura sia in campo aperto sia presso il "Fire Detection Laboratory" dell'Università di Duisburg-Essen, la progettazione della sezione IF del radiometro integrato in tecnologia CMOS 90nm. Federico Alimenti ha inoltre ideato l'esperimento MIOS e, su questa base, è stato task leader del progetto ADAHELI (ASI - 2008). All'interno di ADAHELI ha avuto la responsabilità di definire le specifiche operative del radiometro a 90 GHz ed effettuare l'analisi di sistema.

*e) Sorgenti di rumore basate su diodi in breakdown e loro integrazione su silicio mediante tecnologia CMOS (in collaborazione con EPFL – Switzerland).*

**Nell'estate 2014 Federico Alimenti è stato Visiting Professor presso l'Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL). In questo periodo i suoi studi si sono focalizzati sullo sviluppo, prototipazione, caratterizzazione sperimentale e modellazione CAD di una sorgente di rumore integrata in tecnologia CMOS. La sorgente di rumore sfrutta il rumore di tipo shot generato da un diodo pn in breakdown e, per la prima volta, tale dispositivo è stato dimostrato funzionare in una tecnologia commerciale a basso costo (fonderia UMC, nodo tecnologico 90nm). La sorgente ha la capacità di operare fino a 30 GHz con valori del parametro ENR superiori a 20 dB e dipendenti dal dimensionamento del dispositivo. La ricerca è importante in quanto tali sorgenti possono essere utilizzate per la calibrazione di radiometri SoC (vedi punto precedente) e per il "Built-in Self Test (BiST) di circuiti integrati di telecomunicazione. Il lavoro è stato pubblicato nel maggio 2016 sulle IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques.**

*f) Amplificatori di potenza per applicazioni wireless in tecnologia CMOS o SiGe BiCMOS.*

L'attività è iniziata nell'ambito del progetto PRIN, bando 2002, la cui tematica ha riguardato la progettazione e la verifica sperimentale di un amplificatore di potenza in tecnologia SiGe BiCMOS a 0.35 um per applicazioni WLAN nella banda 5.15–5.85 GHz.

Lo studio è stato poi rivolto al miglioramento dell'efficienza di tali amplificatori, specialmente nelle condizioni in cui, per ragioni di linearità, si opera in condizione di backoff, cioè con livelli di potenza inferiori a quello del punto di compressione a 1dB. La soluzione proposta si basa su un'architettura di tipo "Envelope Tracking" e utilizza un transistor HBT riconfigurabile. L'innovazione principale è nella concezione stessa del transistor riconfigurabile: questo è costituito da due HBT più piccoli i cui terminali di emettitore e collettore sono connessi in parallelo. Le basi di tali dispositivi, invece, sono collegate in parallelo solo per quanto riguarda i segnali RF grazie all'adozione di condensatori MIM. Ne segue che, controllando la polarizzazione di ciascuna base, cioè dei meri livelli di continua, è possibile far funzionare in classe AB uno solo oppure entrambi gli elementi del transistor finale. L'effetto che si ottiene è paragonabile alla variazione (per passi discreti) del sizing complessivo. Il vantaggio di tale approccio, all'epoca di notevole originalità, è quella di evitare l'impiego di commutatori (switch) per effettuare la riconfigurazione dell'amplificatore di potenza. Tale attività è stata svolta partecipando alla rete di eccellenza europea (NoE) TARGET.

Successivamente è stato considerato un amplificatore a riconfigurazione discreta di potenza per applicazioni WLAN a 2.4 GHz. Il circuito utilizza una tecnologia CMOS a 65 nm, una rete di adattamento accordabile e deve garantire una riconfigurazione dinamica (tale cioè da seguire l'inviluppo del segnale) mediante 7 livelli discreti. Il target di potenza è pari a 29 dBm con

un'efficienza migliore del 35%. Tale attività è inserita nel progetto europeo ARTEMOS. Sempre nell'ambito del progetto ARTEMOS sono stati sviluppati una serie di strumenti software (MIDAS: Microwave Inductor Design Automation on Silicon) in modo da velocizzare la progettazione degli induttori a spirale integrati. MIDAS consente di disegnare il layout di un induttore in maniera automatica, di effettuarne la simulazione elettromagnetica e di esportarne immediatamente il layout all'interno dell'ambiente Cadence-Virtuoso (questo senza doverlo ri-disegnare).

Il contributo individuale di Federico Alimenti in questa attività ha riguardato, oltre che la responsabilità scientifica dei progetti TARGET (anno 2007) e ARTEMOS (anni 2011-2014), la progettazione di schematico e di layout di vari circuiti integrati e l'ideazione del transistor a riconfigurazione discreta.

*g) Simulazione, progettazione e caratterizzazione sperimentale di circuiti di conversione di frequenza (mixer).*

I convertitori di frequenza (o mixer) sono dei blocchi chiave nei front-end RF. La loro progettazione richiede, oltre che tecniche circuitali classiche, la capacità di simulare accuratamente le non-linearità dei dispositivi impiegati (diodi o transistori). L'obiettivo di questa linea di ricerca è lo sviluppo di mixer innovativi sia dal punto di vista prestazionale (linearità, consumo di potenza, etc) sia basati sull'impiego di materiali innovativi (substrati flessibili, diodi organici, etc.). L'attività è iniziata nel 2000 mettendo a punto un modello a elementi concentrati di diodo Schottky compatibile con algoritmi di simulazione elettromagnetica nel dominio del tempo. Quest'approccio ha consentito lo studio rigoroso di un mixer planare semplicemente bilanciato operante alla frequenza di 10 GHz.

Si è passati poi allo sviluppo di un mixer a cella di Gilbert in tecnologia CMOS a 0.35  $\mu\text{m}$ . Il mixer ha un'architettura completamente differenziale e opera alla frequenza di 1.1 GHz. Il circuito è stato caratterizzato sperimentalmente, dimostrando notevoli doti di linearità.

Successivamente è stato progettato, realizzato e misurato un mixer semplicemente bilanciato a diodi Schottky operante a 24 GHz (applicazioni nella banda ISM - Industrial Scientific Medical). Il circuito sfrutta un substrato a base di cellulosa e quindi ha un costo ridottissimo. Questo è il primo mixer al mondo mai sviluppato su substrato cartaceo; esso è anche uno dei circuiti su carta operanti a frequenza più elevata. I risultati, ottenuti nel 2013, sono stati riportati in corso di pubblicazione sulle IEEE Microwave and Wireless Components Letters.

**Il contributo individuale di Federico Alimenti in questa attività ha riguardato lo sviluppo del modello di diodo Schottky, la simulazione e la progettazione di mixer, l'ideazione e lo sviluppo del primo mixer al mondo operante a 24 GHz e realizzato su un substrato a base di cellulosa.**

*h) Progettazione di circuiti integrati al silicio in tecnologia CMOS e SiGe BiCMOS*

**Relativamente all'attività di sviluppo di circuiti integrati per applicazioni RF, Federico Alimenti ha contribuito alla progettazione di una serie di building-blocks per sistemi RFID innovativi (modulatore di back-scattering, rettificatore per energy harvesting RF, demodulatore ASK) nell'ambito del progetto GRETA.**

**9. Data-base on-line e attività pubblicistica**

L'attività di pubblicazione di Federico Alimenti è riportata anche su diversi data-base internazionali accessibili on-line tramite web:

- ORCID      0000-0002-4523-2193
- Scopus      <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=7003355265>
- Google Scholar    <http://scholar.google.it/citations?user=8GoVxoUAAAAAJ&hl=it>



**10. Partecipazione scientifica a progetti di ricerca internazionali e nazionali, ammessi al finanziamento sulla base di bandi competitivi che prevedano la revisione tra pari**

- ESA-ITT (ARTES 5.1, activity reference code 5E.001): "Miniaturised Ka-band FSS transponder for small satellites", budget 133 k€. Durata (mesi): 18 Ruolo: Responsabile di unità
- PRIN 2010-2011, GRETA: "Etichette e sensori eco-compatibili localizzabili ed identificabili con tecniche wireless a banda ultra larga" Durata (mesi): 36 Ruolo: Work Package (WP1) leader
- ENIAC, CALL 5 - 2011, IDEAS: "Interactive power Devices for Efficiency in Automotive with increased reliability and Safety", budget 200 k€. Durata (mesi): 36 Ruolo: Ricercatore
- ENIAC, CALL 3 - 2010, ARTEMOS: "Agile RF Transceivers and Front-Ends for Future Smart Multi- Standard COMMunications ApplicationS", budget 1072 k€. Durata (mesi): 36 Ruolo: responsabile di unità e task leader del (WP3, Task 3.6)
- ENIAC, CALL 3 - 2010, ENLIGHT: "Energy Efficient and Intelligent Lighting Systems", budget 360 k€. Durata (mesi): 36 Ruolo: Ricercatore

**11. Partecipazione a comitati editoriali di riviste, collane editoriali, enciclopedie, trattati e convegni di riconosciuto prestigio**

- Convegni. Ruolo: **Technical Program Committee Member & Session Chair** del congresso internazionale IEEE International Conference on Electronic Circuits and Systems (ICECS), December 2016
- Riviste. IEEE Transaction on Microwave Theory and Techniques. Ruolo: **Guest Editor of the Special Issue on "Wireless Power Transfer"**, dal 05/2013 al 02/2014;
- Convegni. Ruolo: **Technical Program Committee Chair** del congresso internazionale IEEE Wireless Power Transfer Conference (WPTC), May 2013
- Riviste. IEEE Transaction on Components, Packaging and Manufacturing Technology. Ruolo: referee, dal 07/2011;
- Riviste. IET Microwave, Antennas and Propagation. Ruolo: referee, dal 07/2010;
- Riviste. IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing. Ruolo: referee, dal 10/2009;
- Riviste. IEEE Transaction on Circuits and Systems I. Ruolo: referee, dal 07/2006;
- Riviste. IEEE Transaction on Microwave Theory and Techniques. Ruolo: referee, dal 07/2002;
- Riviste. IEEE Microwave and Wireless Component Letters. Ruolo: referee, dal 01/1997.
- Convegni. EuMW 2011, EuMW 2012, EMBC 2011, ICECS 2011, ICECS 2013, PRIME 2011, PRIME 2012, PRIME 2013, PRIME 2014, PRIME 2015, PRIME 2016, PRIME 2017, WPTC 2013, WPTC 2015. Ruolo: membro delle commissioni giudicatrici per "peer-review" e membro delle commissioni tecniche.



## **12. Attribuzione di incarichi d'insegnamento o di ricerca (fellowship) ufficiale presso atenei e istituti di ricerca, esteri e internazionali, di alta qualificazione**

- **2014.** Visting Professor presso l'Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL), periodo: Luglio-Agosto 2014.
- **2012.** University College Cork (UCC): ciclo di lezioni per studenti di master e dottorato nell'ambito del programma Erasmus. Durata del ciclo di lezioni: una settimana; titolo: "Radio-Frequency CMOS Power Amplifier Design", periodo March 2012.
- **1996.** Visiting Scientist presso la Technical University Munich, periodo: Maggio-Luglio 1996.

## **13. Conseguimento di premi e riconoscimenti per l'attività scientifica**

**2016.** Premio Ricerca di Base, attribuito dal Dipartimento d'Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia anno 2016, importo 2.5 k€

**2014.** Best Student Paper Award won by Chiara Mariotti. C. Mariotti, F. Alimenti, M. Virili, G. Orecchini, P. Mezzanotte, L. Roselli, "Harmonic Chipless Sensor Exploiting Wireless Autonomous Communication and Energy Transfer," in Proc. of the IEEE Wireless Power Transfer Conference. pp. 24-27, IEEE, Jeju, Korea, 8-9 May 2014, doi: 10.1109/WPT.2014.6839619

**2014.** Best Conference Paper Award. Marco Virili, Apostolos Georgiadis, Kyriaki Niotaki, Ana Collado, Federico Alimenti, Paolo Mezzanotte, Luca Roselli, Nuno Borges Carvalho, "Design and Optimization of an Antenna with Thermo-Electric Generator (TEG) for Autonomous Wireless Nodes," in Proc. of the IEEE RFID Technology and Applications Conference. pp. 21-25, IEEE, Tampere, Finland, 8-9 September 2014, doi: 10.1109/RFID-TA.2014.6934194

**2013.** IET Premium (Best Paper) Awards 2013: Each year the IET awards a prize to the authors of the best paper published within the last two years in each of the IET's journals. Articolo premiato: G. Orecchini, F. Alimenti, V. Palazzari, A. Rida, M.M. Tentzeris and L. Roselli "Design and fabrication of ultra-low cost radio frequency identification antennas and tags exploiting paper substrates and inkjet printing technology", IET Microwave, Antennas and Propagation, Volume 5, Issue 8, 2011, pp. 993-1001.

**2012.** Primo premio attribuito durante l'edizione dello "Element14 Medical Design Award - il Premio alla Progettazione Elettromedicale". Sponsor: Gruppo 24 ore, Farnell. Titolo idea progettuale: "Termometro clinico monouso realizzato su cerotto intelligente". Autori: Valeria Palazzari, Federico Alimenti, Luca Roselli.

**1996.** U.R.S.I. Young Scientist Award for the research entitled: "Analysis of 3D waveguide discontinuities by combining FDTD with time domain modal expansion", 2/9/1996.

## **14. Risultati ottenuti nel trasferimento tecnologico in termini di partecipazione alla creazione di nuove imprese (spin off), sviluppo, impiego e commercializzazione di brevetti**

- **Descrizione:** brevetto europeo domanda numero EP2660755, "System for coding, decoding and wireless transmission of sensor data". Autori: Federico Alimenti e Luca Roselli, applicant: University of Perugia. Data di deposito: 2/4/2013.
- **Descrizione:** brevetto italiano, domanda numero RM2012A000190, "Sistema di codifica, decodifica e ritrasmissione senza fili di dati sensoriali". Autori: Federico Alimenti e Luca Roselli, richiedente: Università degli Studi di Perugia. Data di deposito: 2/5/2012.





## 15. Memberships

- Federico Alimenti è membro della lista degli esperti MIUR dal 2012;
- Federico Alimenti è Senior IEEE Member dal 2009;
- Federico Alimenti è membro della Società Italiana di Elettronica (SIE).

## 16. Talk su invito in atenei, istituti di ricerca e aziende estere

Anno/i: 2016

Titolo: "Elettronica Verde per IoT", VII Festa di Scienza e Filosofia, Foligno, Italy, talk tenuto il giorno 17/4/2016.

Anno/i: 2015

Titolo: "Progettazione di circuiti RF con ADS", corso di formazione organizzato da "Keysight Technologies" per la "Selex" sede di Campi Bisenzio (FI), talk tenuto il giorno 29/10/2015.

Anno/i: 2014

Titolo: "Green Electronic: a New Technology for the Internet of Things", Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, EPFL, Switzerland (sponsored by IEEE Solid-State Circuits Society), talk tenuto il giorno 16/07/2014.

Anno/i: 2012

Titolo: "Massive Scale Electronics for Internet of Things Applications", Tyndall National Institute, Cork, Ireland (sponsored by IEEE Solid-State Circuits Society - UK & Republic of Ireland Chapter), talk tenuto il giorno 07/03/2012.

Anno/i: 2012

Titolo: "Massive Scale Electronics for Internet of Things Applications", University of Westminster, London, UK (sponsored by IEEE Circuits and Systems and Instrumentation and Measurement Societies, co-sponsored by the IEEE Solid-State Circuits Society - UK & Republic of Ireland Chapter), talk tenuto il giorno 08/03/2012.

Anno/i: 2011

Titolo: "Wireless Sensors & Remote Sensing: Comprehensive Approach and Perspectives", Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) - ESPLAB, Institute of Microengineering, Neuchâtel, Switzerland, talk tenuto il giorno 22/08/2011.

Anno/i: 2009

Titolo: "Wireless Sensing: Comprehensive Approach and Perspectives", Tyndall National Institute, Cork, Ireland (sponsored by IEEE Solid State Circuits Society - Ireland Chapter), talk tenuto il giorno 09/07/2009.

Anno/i: 2007

Titolo: "Development of Low-cost Microwave Radiometers for Fire Detection", University of Duisburg-Essen, Duisburg Germany, talk tenuto il giorno 26/07/2007.

## 17. Keynote Speeches in conferenze internazionali

- F. Alimenti, V. Palazzari, A. Battistini, L. Aluigi, S.M. White, L. Roselli, "A System-on-Chip Millimeter-Wave Radiometer for the Space-based Observation of Solar Flares," in proceedings of the 15th international CONFERENCE on MICrowave TECHniques (COMITE), Brno, 19-21 April 2010, pp. 3-8, ISBN: 978-1-4244-6341-1



## **18. Responsabilità di coordinamento di accordi ERASMUS**

- responsabile dell'accordo ERASMUS+ tra l'Università degli Studi di Perugia e lo University College Cork (UCC), Cork, Ireland;
- responsabile dell'accordo ERASMUS+ tra l'Università degli Studi di Perugia e la Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona, Spain.

## **19. Responsabilità di coordinamento - convenzioni di ricerca con soggetti privati**

Anno/i: 2012-2013

Durata (mesi): 10

Convenzione di ricerca con Rete Ferroviaria Italiana S.p.A., Direzione Tecnica, S.O. Sicurezza e Segnalamento, titolo: "Studio, identificazione e verifica di soluzioni sensoriali a microonde nell'ambito del progetto Portale Multifunzione in Sicurezza" (convenzione RFI n. 117/2012 del 21/08/2012). Responsabilità condivisa con l'Ing. Stefania Bonafoni.

## **20. Responsabilità di dottorati, borse di studio e assegni di ricerca**

Anno/i: 2008-2011

Tutor del Dottorando di Ricerca Luca Aluigi (dottorando con borsa dell'Ateneo). Titolo della dissertazione finale; "Development of mm-wave SiGe BiCMOS SoC Space-Based Radiometers".

## **21. Compiti universitari istituzionali, partecipazione a commissioni di dipartimento, di ateneo e presso altri atenei**

Anno/i: 2012

Membro della Commissione dell'esame finale del Dottorato di Ricerca presso il LAAS/CNRS, Toulouse, France. Candidato M. Ercoli, titolo: "Millimeter-Wave UWB Architectures for Wireless Sensor Networks", data: 14/12/2012.

Anno/i: 2012

Membro della Commissione per l'attribuzione di n. 4 posti di Dottorato di Ricerca (XXVIII-ciclo), Scuola di Dottorato in Ingegneria, Dottorato in Ingegneria dell'Informazione, Università degli Studi di Perugia.

Anno/i: 2009-2014

Membro della Commissione Orientamento del Consiglio Intercorso di Laurea.

Anno/i: 2009-2014

Membro della Commissione Paritetica per la Didattica del Consiglio Intercorso di Laurea.

Anno/i: 2006-2010

Membro del Senato Accademico dell'Università degli Studi di Perugia.

Anno/i: 2005

Membro della Commissione Giudicatrice della procedura di valutazione comparativa per la copertura di n. 1 posto di Ricercatore presso l'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, settore scientifico disciplinare ING-INF/01, Elettronica, bandita con decreto n. 300 del 8/10/2004 e pubblicata nella Gazzetta ufficiale n. 40, IV serie speciale, 08/10/2004.



## **22. Incarichi di insegnamento presso atenei ed enti italiani**

Anno/i: 2016

Affidamento dell'insegnamento di "Elettronica delle Microonde" (9 CFU), corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni, Facoltà d'Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia, sede di Perugia.

Anno/i: 2015

Affidamento dell'insegnamento di "Elettronica delle Microonde" (9 CFU), corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni, Facoltà d'Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia, sede di Perugia.

Anno/i: 2014

Affidamento dell'insegnamento di "Elettronica delle Microonde" (9 CFU), corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni, Facoltà d'Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia, sede di Perugia.

Anno/i: 2013

Affidamento dell'insegnamento di "Elettronica delle Microonde" (9 CFU), corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni, Facoltà d'Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia, sede di Perugia.

Anno/i: 2013

Modulo didattico per Dottorandi di Ricerca: "Silicon RFIC Design", Scuola di Dottorato in Ingegneria, Dottorato in Ingegneria dell'Informazione, Università degli Studi di Perugia.

Anno/i: 2012

Affidamento dell'insegnamento di "Elettronica delle Microonde" (9 CFU), corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni, Facoltà d'Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia, sede di Perugia.

Anno/i: 2011

Affidamento dell'insegnamento di "Elettronica delle Microonde" (9 CFU), corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni, Facoltà d'Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia, sede di Perugia.

Anno/i: 2011

Affidamento dell'insegnamento di "Laboratorio di Misure Elettroniche" (Modulo B - 2 CFU), corso di Laurea Triennale in Ingegneria Informatica ed Elettronica, Facoltà d'Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia, sede di Perugia.

Anno/i: 2011

Modulo didattico per Dottorandi di Ricerca: "Silicon RFIC Design", Scuola di Dottorato in Ingegneria, Dottorato in Ingegneria dell'Informazione, Università degli Studi di Perugia. Il corso è stato frequentato da studenti europei (Italia, Polonia, Regno Unito e Svezia), un breve resoconto è stato pubblicato sullo IEEE Solid-State Circuits Magazine, Summer 2011, pag. 39, title: "Ph.D. Course on Silicon RFIC Design Organized by SSCS-Italy in May", DOI: 10.1109/MSSC.2011.941969.



### 23. Lista delle pubblicazioni nel triennio 2014 - 2016

#### Articoli a rivista (12)

1. F. Alimenti, G. Tasselli, C. Botteron, P.-A. Farine, C. Enz (2016). Avalanche Microwave Noise Sources in Commercial 90-nm CMOS Technology. IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES (ISSN:0018-9480), pp. 1409 - 1418, Vol. 64
2. F. Alimenti, L. Roselli, S. Bonafoni (2016). Microwave Radiometers for Fire Detection in Trains: Theory and Feasibility Study. MDPI SENSORS (ISSN: 1424-8220), pp. 1-19, Vol. 16
3. V. Palazzi, C. Mariotti, F. Alimenti, M. Virili, G. Orecchini, P. Mezzanotte, L. Roselli (2015). Demonstration of a chipless harmonic tag working as crack sensor for electronic sealing applications. WIRELESS POWER TRANSFER (ISSN: 2052-8418), pp 1 - 8, Vol. 2
4. F. Alimenti, C. Mariotti, V. Palazzi, M. Virili, G. Orecchini, P. Mezzanotte, L. Roselli (2015). Communications and Sensing Circuits on Cellulose. JOURNAL OF LOW POWER ELECTRONICS AND APPLICATIONS (ISSN: 2079-9268), pp. 151 - 164, Vol. 5
5. S. Bonafoni, F. Alimenti (2015). On the possibility of sensing an early stage fire in moving vehicles by microwave radiometry. JOURNAL OF ELECTROMAGNETIC WAVES AND APPLICATIONS (ISSN: 0920-5071), pp. 1875 - 1886, Vol. 29
6. M. Virili, A. Georgiadis, A. Collado, K. Niotaki, P. Mezzanotte, L. Roselli, F. Alimenti, N. B. Carvalho (2015). Performance improvement of rectifiers for WPT exploiting thermal energy harvesting. WIRELESS POWER TRANSFER (ISSN: 2052-8418), pp. 22-31, Vol. 2
7. L. Roselli, N. B. Carvalho, F. Alimenti, P. Mezzanotte, G. Orecchini, M. Virili, C. Mariotti, R. Goncalves, P. Pinho (2014). Smart Surfaces: Large Area Electronics Systems for Internet of Things Enabled by Energy Harvesting. PROCEEDINGS OF THE IEEE (ISSN:0018-9219), pp. 1723 - 1746, Vol. 112
8. V. Palazzi, F. Alimenti, P. Mezzanotte, M. Virili, C. Mariotti, G. Orecchini, L. Roselli (2014). Low-Power Frequency Doubler in Cellulose-Based Materials for Harmonic RFID Applications. IEEE MICROWAVE AND WIRELESS COMPONENTS LETTERS (ISSN:1531-1309), pp. 896 - 898, Vol. 24
9. M. Poggiani, F. Alimenti, P. Mezzanotte, M. Virili, C. Mariotti, G. Orecchini, L. Roselli (2014). 24-GHz Patch antenna array on cellulose-based materials for green wireless internet applications. IET SCIENCE, MEASUREMENT & TECHNOLOGY (ISSN:1751-8822), pp. 342 - 349, Vol. 8
10. M. Virili, H. Rogier, F. Alimenti, P. Mezzanotte, L. Roselli (2014). Wearable Textile Antenna Magnetically Coupled to Flexible Active Electronic Circuits. IEEE ANTENNAS AND WIRELESS PROPAGATION LETTERS (ISSN:1536-1225), pp. 209 - 212, Vol. 13
11. F. Alimenti, M. Virili, P. Mezzanotte, L. Roselli, V. Rericha, M. Pokorny, F. Iorio, R. Gaddi, C. Schepens (2014). A RF-MEMS Based Tunable Matching Network for 2.45-GHz Discrete-Resizing CMOS Power Amplifiers. RADIOENGINEERING (ISSN:1210-2512), pp. 328 - 337, Vol. 23
12. L. Roselli, S. Kawasaki, F. Alimenti (2014). Guest Editorial [Special issue on wireless power transfer]. IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES (ISSN:0018-9480), pp. 889 - 891, Vol. 62

#### Articoli in atti di convegni internazionali (20)

1. F. Alimenti, C. Mariotti, M. Silvestri, V. Palazzi, M. Virili, P. Mezzanotte, L. Roselli (2016). Demonstration of 2.4 GHz Vector Modulator for RF Wireless Systems on Cellulose-based



- Substrates. 2016 IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems (ICECS). 11-14 December 2016, Montecarlo, pp. 1-4.
2. V. Palazzi, F. Alimenti, M. Virili, C. Mariotti, G. Orecchini, P. Mezzanotte, L. Roselli (2016). A novel compact harmonic RFID sensor in paper substrate based on a variable attenuator and nested antennas. 2016 IEEE International Microwave Symposium. 22-27 May 2016, San Francisco (CA), pp. 1-4
  3. V. Palazzi, C. Kalialakis, F. Alimenti, P. Mezzanotte, L. Roselli, A. Collado, A. Georgiadis (2016). Design of a ultra-compact low-power rectenna in paper substrate for energy harvesting in the Wi-Fi band. 2016 IEEE Wireless Power Transfer Conference (WPTC). 5-6 May 2016, Aveiro, (Portugal), pp. 1-4.
  4. M. Virili, A. Georgiadis, F. Mira, A. Collado, F. Alimenti, P. Mezzanotte, L. Roselli (2016). EH Performance of an Hybrid Energy Harvester for Autonomous Nodes. 2016 IEEE Topical Conference on Wireless Sensors and Sensor Networks (WiSNet). 24-27 January 2016, Austin (TX), pp. 71-74.
  5. L. Roselli, C. Mariotti, M. Virili, F. Alimenti, G. Orecchini, V. Palazzi, P. Mezzanotte, N. B. Carvalho (2016). WPT Related Applications Enabling Internet of Things Evolution. in 2016 10th European Conference on Antennas and propagation, 2016, pp. 1-2.
  6. M. Spasaro, F. Alimenti, D. Zito (2015). A black-box approach to RF LNA design. 13th IEEE International NEW Circuits and Systems Conference (NEWCAS 2015). 7-10 June 2015, Grenoble (F), pp. 1-4
  7. L. Aluigi, F. Alimenti, P. Gallagher, D. Zito (2015). Impact of switching on design of Ka-band SoC Dicke radiometer for space detection of solar flares. 26th Irish Signals and Systems Conference (ISSC 2015). 24-25 June 2015, Carlow (IE), pp. 1-4
  8. F. Alimenti, G. Tasselli, C. Botteron, P.-A. farine, C. Enz (2015). Avalanche Noise Diodes: a Compact Circuit Model Compatible with Advanced CAD Tools. 2015 International Conference on Noise and Fluctuations (ICNF). 2-6 June 2015, Xian (CN), pp. 1-4
  9. V. Palazzari, P. Mezzanotte, F. Alimenti, F. Fratini, G. Orecchini, M. Virili, C. Mariotti, L. Roselli (2015). Leaf compatible "eco-friendly" temperature sensor clip for high density monitoring wireless networks. 2015 Proceedings of the 15<sup>th</sup> IEEE Mediterranean Microwave Symposium (MMS). 30 November - 2 December 2015, pp 1-4.
  10. Raquel Aline A. Rodrigues, E. Candeia Gurjão, F.M. de Assis, V. Palazzi, Federico Alimenti, L. Roselli, P. Mezzanotte, S. Tedjini (2015). Design of planar resonators on flexible substrate for chipless tags intended for crack sensing. 2015 Proceedings of the 15<sup>th</sup> IEEE Mediterranean Microwave Symposium (MMS). 30 November - 2 December 2015, pp. 1-4.
  11. M. Virili, L. Roselli, F. Alimenti, P. Mezzanotte, S. Moscato, L. Silvestri, M. Bozzi, L. Perregrini (2015). GRETA approach towards new green material technologies. 2015 International EURASIP Workshop on RFID Technology (EURFID). 22-23 October 2015, Roseheim (D), pp. 9-15
  12. L. Roselli, C. Mariotti, P. Mezzanotte, F. Alimenti, G. Orecchini, M. Virili, N.B. Carvalho (2015). Review of the present technologies concurrently contributing to the implementation of the Internet of Things (IoT) paradigm: RFID, Green Electronics, WPT and Energy Harvesting. 2015 IEEE Topical Conference on Wireless Sensors and Sensor Networks (WiSNet). 25-28 January 2015, San Diego (CA), pp. 1-3
  13. V. Palazzi, F. Alimenti, C. Mariotti, M. Virili, G. Orecchini, L. Roselli, P. Mezzanotte (2015). Demonstration of a high dynamic range chipless RFID sensor in paper substrate based on the harmonic radar concept. 2015 IEEE International Microwave Symposium. 17-22 May 2015, Phoenix (AZ), pp. 1-4
  14. C. Mariotti, B.S. Cook, F. Alimenti, L. Roselli, M.M. Tentzeris (2015). Additively

manufactured multilayer high performance RF passive components on cellulose substrates for internet-of-things electronic circuits. 2015 IEEE International Microwave Symposium. 17-22 May 2015, Phoenix (AZ), pp. 1-4

15. F. Alimenti, V. Palazzi, C. Mariotti, M. Virili, G. Orecchini, L. Roselli, P. Mezzanotte (2015). 24-GHz CW radar front-ends on cellulose-based substrates: A new technology for low-cost applications. 2015 IEEE International Microwave Symposium. 17-22 May 2015, Phoenix (AZ), pp. 1-4
16. M. Virili, G. Casula, C. Mariotti, G. Orecchini, F. Alimenti, P. Cosseddu, P. Mezzanotte, A. Bonfiglio, L. Roselli (2014). 7.5–15 MHz organic frequency doubler made with pentacene-based diode and paper substrate. 2014 IEEE International Microwave Symposium. 1- 6 June 2014, Tampa (FL), pp. 1-4
17. C. Mariotti, L. Aluigi, T.T. Thai, F. Alimenti, L. Roselli, M.M. Tentzeris (2014). A Fully Inkjet-printed 3D Transformer Balun for Conformal and Rollable Microwave Applications. 2014 IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium (APSURSI). 6-11 July 2014, Memphis, Tennessee, United States , pp. 330-331
18. P. Mezzanotte, F. Alimenti, C. Mariotti, G. Orecchini, L. Roselli, M. Virili (2014). Accurate Concurrent Simulation of Passive and Non-Linear Sub-Circuits of a 24 GHz Cellulose-Based Mixer. 2014 IEEE International Conference on Numerical Electromagnetic Modeling and Optimization for RF, Microwave, and Terahertz Applications (NEMO). 14-16 May 2014, Pavia, Italy , pp. 1-3
19. M. Virili, A. Georgiadis, K. Niotaki, A. Collado, F. Alimenti, P. Mezzanotte, L. Roselli, N. Borges Carvalho (2014). Design and Optimization of an Antenna with Thermo-Electric Generator (TEG) for Autonomous Wireless Nodes. 2014 IEEE RFID Technology and Applications (RFID-TA) Conference. 8-9 September 2014, Tampere, Finland, pp 21-25
20. C. Mariotti, F. Alimenti, M. Virili, G. Orecchini, P. Mezzanotte, L. Roselli (2014). Harmonic Chipless Sensor Exploiting Wireless Autonomous Communication and Energy Transfer. 2014 IEEE Wireless Power Transfer Conference (WPTC). 8-9 May 2014 , Jeju, Korea, pp. 24-27

#### Capitoli di libro (1)

1. F. Alimenti, C. Mariotti, L. Roselli (2014). RFID enabling new solutions. In: L. Roselli, Green RFID Systems. Cambridge University Press, Cambridge (UK), pp. 228-247.

### **23. Dichiarazione**

Il sottoscritto Federico Alimenti, nato a Foligno (PG) il 4/5/1968 e residente in Foligno (PG), via Giovanni Lazzaroni 2, codice fiscale LMNFRC68E04D653S

#### **Dichiara**

che le informazioni riportate nel presente documento sono esatte e veritiere. e autorizza il trattamento dei dati personali ai sensi e per gli effetti della legge n. 675, 31/12/1996.

In fede  
Federico Alimenti

Perugia, 15 Febbraio 2017





UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA

Perugia, 9 Febbraio 2017

**Al consiglio di Dipartimento di Ingegneria  
Università degli Studi di Perugia**

**Oggetto: Verifica periodica attività scientifica e didattica del ricercatore universitario Stefania Bonafoni (ING-INF/02 – Campi elettromagnetici).**

Si trasmette la scheda relativa alla attività scientifica e didattica svolta nel triennio (3/1/2014 - 2/1/2017) in qualità di ricercatore universitario confermato.

Cordiali saluti,  
Stefania Bonafoni