 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 1/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

**I gruppi di ricerca sono costituiti nell'ottica del miglioramento ed ottimizzazione degli obiettivi di ricerca, dell'interdisciplinarietà e del miglioramento della qualità in ambito locale ed internazionale. Il principale strumento per la promozione della qualità della ricerca nei gruppi è la politica di allocazione delle risorse secondo i criteri menzionati. Nel seguito, per ogni gruppo di ricerca attivo nel Dipartimento, vengono indicati il nome, una breve descrizione ed il link alla pagina WEB del gruppo stesso, ospitata nel sito del Dipartimento. Mediante tale link è possibile accedere ad ulteriori informazioni (responsabile scientifico/coordinatore, componenti del gruppo, settori ERC, ambiti di ricerca e laboratori associati).**

### **Nome gruppo**

Controllo Avanzato e Tecnologie per Sistemi Meccatronici e di Automazione Evoluti (ACTEMA)


### **Descrizione**

Seguendo i paradigmi dei sistemi ciberfisici (Cyber-Physical Systems - CPS), il gruppo di ricerca ACTEMA si occupa dello sviluppo di metodi e tecnologie per il controllo, il monitoraggio e la diagnostica di applicazioni innovative nel mondo della meccatronica e dell'automazione.

Partendo da una opportuna modellazione basata sulle leggi fisiche, le soluzioni controllo sviluppate ricadono principalmente nel dominio delle tecniche non-lineari, adattative, a modello interno, ibride e con vincoli sull'ingresso e sullo stato. A questo si affiancano tecniche di identificazione e machine learning, in particolare per applicazioni di monitoraggio e diagnostica in cui i sistemi non siano efficacemente modellabili con approcci standard.

Al fine di giungere ad una reale implementazione delle soluzioni proposte, il gruppo ACTEMA si occupa anche dello sviluppo di innovative infrastrutture software e hardware (segnale e potenza) con caratteristiche hard real-time e l'opportuna combinazione di piattaforme di calcolo di tipo edge e cloud. Nel seguito si riportano i principali ambiti di attività:

- Controllo sensorless per azionamenti elettrici basati su motori sincroni e a induzione.
- Controllo di generatori elettrici ad induzione a doppia alimentazione (Doubly-Fed Induction Machines - DFIM) per turbine eoliche.
- Controllo di compensatori attivi (Active Power Filters - APF) per la riduzione dell'inquinamento armonico in rete, in particolare Shunt Active Filters - SAF.
- Studio di sistemi di propulsione elettrica per Unmanned Aerial Vehicles – UAV e altri veicoli.
- Sviluppo di piattaforme embedded hard real-time, basate su processori multicore eterogenei, orientate all'edge-computing ad elevate prestazioni per il controllo, il monitoraggio e la diagnostica.
- Studio e sviluppo di convertitori di potenza controllati per applicazioni e azionamenti innovativi.
- Studio, modellazione e controllo del moto di cinematismi non-lineari flessibili, realizzati in Additive Manufacturing (Smart Mechanical Structures).
- Studio, modellazione e controllo di attuatori basati su Shape Memory Alloys - SMA.
- Modellazione, controllo e diagnostica di impianti nell'industria di processo e manifatturiera, con soluzioni orientate all'implementazione su architetture di controllo industriale (PLC, Motion Controllers, Fieldbuses, sensori/attuatori distribuiti, Industrial Internet of Things - IIoT).

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 2/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

- Sviluppo di soluzioni di condition monitoring e predictive maintenance per macchine automatiche, con particolare attenzione ai temi di continuous learning e all'uso di piattaforme di elaborazione miste edge-cloud (in collaborazione con il Prof. Roberto Diversi e l'Ing. Matteo Barbieri).
- Modellazione e controllo termico ottimizzato per sistemi di supercalcolo (High Performance Computing -HPC) su diverse scale dimensionali e temporali: da processori manycores a supercomputing facilities (in collaborazione con il Prof. Luca Benini, l'Ing. Andrea Bartolini e il loro gruppo di ricerca).

### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/actema>

### Nome gruppo

Identificazione, diagnostica, prognostica e controllo tollerante ai guasti di sistemi dinamici complessi

### Descrizione


La crescente complessità dei moderni sistemi di controllo richiede lo sviluppo di nuovi metodi di identificazione, diagnostica, prognostica e controllo tollerante ai guasti. Le attività di ricerca del gruppo sono principalmente focalizzate sui seguenti argomenti.

Identificazione di modelli ad errore nelle variabili e applicazioni. Nel quadro complesso sopra menzionato, l'identificazione di modelli dinamici a partire dai dati deve tenere conto della presenza di rumori di ingresso, di uscita e di processo. Ciò porta all'uso di modelli cosiddetti ad errori nelle variabili (errors-in-variables). Vengono proposti nuovi algoritmi di identificazione nel dominio del tempo e nel dominio della frequenza, sia per i sistemi SISO sia per i sistemi MIMO.

Diagnostica e prognostica di sistemi meccatronici complessi. Nell'ambito di Industria 4.0, la diagnostica e la prognostica stanno acquisendo sempre più importanza nelle aziende di automazione industriale. Le crescenti capacità computazionali dei calcolatori elettronici, sia a bordo che all'esterno delle macchine, consentono nuove possibilità in termini di manutenzione correttiva e predittiva. In questo contesto, è necessario analizzare grandi quantità di dati raccolti durante il funzionamento delle macchine ed utilizzarli per estrarre informazioni utili per migliorare la loro qualità di produzione e affidabilità. Ciò porta allo sviluppo di nuove procedure di diagnostica e prognostica basate sulla combinazione di strumenti di identificazione (system identification) e strumenti di apprendimento automatico (machine learning). Le metodologie proposte sono applicate a casi di studio di laboratorio e industriali.

Diagnosi dei guasti e controllo tollerante ai guasti dei sistemi aerospaziali. L'argomento di ricerca riguarda lo sviluppo di nuove metodologie di diagnosi dei guasti per veicoli aerei, terrestri e sottomarini autonomi (UAV, GUV e UUV), aeromobili dell'aviazione generale e veicoli spaziali. Inoltre, sfruttando le informazioni fornite dalla diagnosi dei guasti, come la stima dei guasti, vengono sviluppati sistemi FTC (Fault Tolerant Control) per i diversi sistemi sopra menzionati. Le metodologie proposte vengono applicate e testate su casi reali utilizzando UAV, GUV, UUV e un aereo ultraleggero disponibili da vari progetti di ricerca.

Collaborazioni: il gruppo collabora con Andrea Tilli (Diagnosis and Prognosis), Andrea Bartolini e Luca Benini (Thermal model identification and fault detection of high performance computing systems), Nicola Mimmo (Fault diagnosis and fault tolerant control of aerospace systems), Lorenzo Marconi (Applicazioni di UAV and UGV nella Smart Agriculture), Luca De

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 3/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

Marchi (Applicazioni di UUV nel monitoraggio della flora e fauna di ambienti marini), Stefano Diciotti e Marco Breschi (Application of system identification to nuclear magnetic resonance (NMR) data).

#### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/identificazione-diagnostica-prognostica-controllo-sistemi-dinamici-complessi>

#### Nome gruppo

Metodi Strutturali per lo Studio di Sistemi Complessi

#### Descrizione

I sistemi dinamici complessi si presentano in una varietà di discipline e di domini, da quelli che hanno a che fare con processi fisici (biologia, genetica, scienze ambientali, etc) a quelli che riguardano sistemi costruiti dall'uomo (ingegneria, energia, finanza, etc). In questi campi è infatti diventato usuale fare riferimento a strutture dinamiche quali "sistemi di sistemi", "sistemi ibridi" e "sistemi multimodali". Per quanto riguarda le metodologie per la sintesi dei sistemi di controllo, queste sono soggette a costante evoluzione, così da poter essere adeguate alla via via crescente complessità dei sistemi oggetto di interesse.

Le metodologie strutturali (cioè quelle metodologie che si sono originati dalle teorie dei grafi, dalle tecniche algebro-differenziali e dagli approcci geometrici) possiedono caratteristiche intrinseche che le hanno rese particolarmente efficaci in questo contesto: potere di astrazione, visione geometrica, approccio algoritmico.

I principali obiettivi della ricerca sono: i) sviluppare un corpus di risultati che consentano la trattazione dei sistemi dinamici complessi nell'ambito dei diversi approcci strutturali; ii) studiare l'efficacia degli approcci strutturali con specifiche classi di sistemi complessi; iii) definire algoritmi computazionali in supporto dei risultati teorici.

#### Sito web


<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/metodi-strutturali-per-lo-studio-di-sistemi-complessi>

#### Nome gruppo

Robotica: dispositivi e applicazioni avanzate nei servizi e nell'industria

#### Descrizione

Dopo alcuni decenni di sviluppo tecnologico in campo industriale, i robot stanno sempre più affermandosi anche in applicazioni esterne al mondo produttivo, quali ad esempio la medicina, l'entertainment, la sorveglianza, l'esplorazione di ambienti ostili all'uomo e non strutturati, ecc. In questi contesti è necessario lo sviluppo di soluzioni robotiche che integrino in modo sinergico la progettazione della parte meccanica, di attuazione, di sensori e di controllo. Al momento, gli ambiti di ricerca maggiormente sviluppati dal gruppo sono: mani robotiche antropomorfe; manipolazione di oggetti deformabili; organi di presa e manipolazione per applicazioni subacquee; controllo di robot autonomi volanti e mobili (squadre e singoli); robot intrinsecamente sicuri per interazione con operatori umani; telemanipolazione; sensori ed attuatori innovativi. Sono inoltre sviluppate applicazioni di robot mobili in ambiti di monitoraggio, intervento e sorveglianza, agricoltura,

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 4/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

trasporto e mobilità. Soprattutto nell'ambito dell'automazione per il settore agricolo, il gruppo di robotica è particolarmente attivo e collabora con il dipartimento di agraria per lo sviluppo di soluzioni innovative basate sull'uso di robot per ottimizzare e massimizzare la produttività delle coltivazioni.

#### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/robotica>

#### Nome gruppo

Componenti e Sistemi Ottici / Microwave Photonics

#### Descrizione

Il gruppo si occupa della ricerca, della didattica e del trasferimento tecnologico nell'area dei componenti e dei sistemi di telecomunicazioni, monitoraggio e sensoristica, basati sullo sfruttamento dei campi elettromagnetici a frequenze ottiche. Le attività di ricerca riguardano prevalentemente:

- Soluzioni a basso consumo energetico per la distribuzione del segnale wireless basate sull'utilizzo congiunto di tecnologie ottiche e RF.
- Analisi e Progetto di reti ottiche passive Multioperatore di tipo Fiber to The Home (FTTH-PON).
- Sistemi in fibra ottica per applicazioni radioastronomiche.
- Tecnologie ottiche ed elettromagnetiche di monitoraggio, sensoristica e comunicazione per applicazioni industriali.

#### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/componenti-sistemi-ottici-microwave-photonics>


#### Nome gruppo

Progetto di circuiti ed antenne a radiofrequenza/onda millimetrica

#### Descrizione

L'attività di ricerca del gruppo RFCAL (laboratorio di progetto di circuiti ed antenne a RF) si svolge sia nella sede di Bologna sia in quella di Cesena con diverse sinergie. Il gruppo svolge attività di ricerca di base e di ricerca applicata nell'ambito della terza missione interagendo con diverse società del territorio. I temi di ricerca consistono in:

- Progetto elettromagnetico e circuitale di sistemi miniaturizzati a radio-frequenza e ad onda millimetrica integrati con le antenne e realizzati su substrati sia tradizionali che innovativi (come materiali eco-compatibili, tessuti, ecc.) per applicazioni IoT ed indossabili in ambito industriale ed e-Health.
- Sistemi radio innovativi privi di batteria che sfruttano tecniche per il recupero energetico (energy harvesting) a RF sia a singola banda sia multibanda che abilitano l'autonomia energetica di sensori wireless impiegati nell'automazione industriale e nella localizzazione.
- Sistemi e tecnologie wireless per il trasferimento a grande distanza di informazione e di energia simultaneamente (SWIPT), adottando soluzioni sia in tecnologia ibrida sia monolitica.

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 5/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

- Sistemi di trasmissione wireless di potenza per componenti e macchine sia statici che in movimento, che sfruttano tecniche di campo vicino (mediante accoppiamento induttivo e capacitivo) e di campo lontano, per diversi livelli di potenza (da pochi mW ai kW) e frequenza operativa, finalizzati ad applicazioni industriali e biomediche.
- Analisi e progetto di sistemi radianti avanzati e altamente riconfigurabili (capaci di realizzare beam-forming e beam-focusing) mediante tecniche di modulazione temporale e di diversità di frequenza applicate agli elementi radianti (TMA e FDA).
- Sviluppo di algoritmi per l'analisi ed il progetto circuitale/elettromagnetico di interi link a radiofrequenza/onda millimetrica.

L'attività di ricerca è supportata da un'intensa attività sperimentale, svolta principalmente presso i laboratori delle sedi di Bologna e di Cesena.

Il gruppo RFCAL ha già dimostrato di contribuire alle attività della terza missione sfruttando i risultati delle ricerche sopra indicate in diversi ambiti di ricerca industriale, dimostrati anche attraverso brevetti congiunti. Di seguito si presentano alcune delle più importanti attività di terza missione attivate negli ultimi anni:


- Dottorato di alto apprendistato supportato da IMA S.p.A.
- Dottorato industriale in collaborazione con Alstom Ferroviaria S.p.A.
- Scuola di alta formazione in ingegneria dei sistemi per la mobilità integrata organizzata dai Proff. Alessandra Costanzo e Diego Masotti e supportata finanziariamente dalle più importanti aziende del settore dei trasporti: Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, Alstom Ferroviaria, Finsoft, SADEL – Gruppo Almagora, SITE e TPER, con il patrocinio della regione Emilia-Romagna e del Comune di Bologna.
- Nell'anno accademico 2021/2022 si terrà la quinta edizione della scuola ed a seguito di questa iniziativa si sono concretizzate più di 100 assunzioni di giovani ingegneri.
- Attività di ricerca innovativa con RFI S.p.A. in collaborazione con il centro di ricerca sui sistemi elettronici per l'ingegneria dell'informazione e delle telecomunicazioni "Erocle De Castro" – ARCES.
- Partner universitario per il progetto di un innovativo sistema di segnalamento ferroviario coordinato da SADEL e finanziato dalla regione Emilia-Romagna.
- Progetto HABITAT per ambient-assisted living e home assistance in collaborazione con CIRI-ICT, CIRI-SDV, TekneHub, ASC InSieme, Romagna Tech e con il coinvolgimento delle aziende CTE International, Ergotek, UNISSET, wiMAN, U-Watch, mHealthTechnologies.
- Progetto industriale finanziato da G.D S.p.A. per la realizzazione di sistemi wireless per la manutenzione predittiva nell'ambito dell'Industria 4.0.
- Sviluppo di item-level tagging per la grande distribuzione organizzata nell'ambito del progetto WeFarma finanziato da MiTi S.p.A.

#### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/progetto-circuiti-antenne-radiofrequenza-onda-millimetrica>

#### Nome gruppo

Propagazione Elettromagnetica e Sistemi Wireless

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 6/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

### Descrizione

Il gruppo si occupa della ricerca, della didattica e del trasferimento tecnologico nell'area della propagazione di campi elettromagnetici e dei sistemi di comunicazione e telerilevamento che sfruttano le onde elettromagnetiche. Le attività di ricerca riguardano prevalentemente:

- Caratterizzazione della propagazione radio e ottica, con particolare attenzione a applicazioni MIMO (beamforming), sistemi Wireless per comunicazioni mobili, inter- / intra-chip, e allo sviluppo di modelli di scattering
- Previsione deterministica della propagazione radio per sistemi wireless e radiolocalizzazione
- Smart-city, smart buildings ed efficienza energetica relativa all'uso della radiazione solare e alle green communications
- Gestione dello spettro radio, compatibilità elettromagnetica fra sistemi ed esposizione dell'uomo. Radioprotezione
- Modelli macroscopici ed applicazioni per metasuperfici riconfigurabili a frequenze radio e ottiche
- Problematiche di propagazione e sicurezza. Aspetti propagativi in quantum communications.

### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/propagazione-elettromagnetica-sistemi-wireless>

### Nome gruppo

Affidabilità per l'elettronica di potenza

### Descrizione

Le attività di ricerca svolte presso il laboratorio riguardano l'analisi dell'affidabilità di dispositivi a semiconduttore e circuiti elettronici per applicazioni di potenza ad elevata efficienza energetica.


Tali analisi sono finalizzate allo sviluppo di tecnologie di fabbricazione di nuovi dispositivi basati sui semiconduttori come silicio, nitruro di gallio e carburo di silicio e sono svolte in collaborazione con industrie microelettriche e laboratori di ricerca di rilevanza internazionale quali STMicroelectronics e IMEC. In particolare l'affidabilità dei dispositivi e circuiti è studiata attraverso:

- messa a punto di tecniche di caratterizzazione sperimentale dei fenomeni di degrado a breve e lungo termine che affliggono i dispositivi di potenza a semiconduttore;
- caratterizzazione sperimentale dei fenomeni di degrado, individuazione delle cause e dei meccanismi fisici microscopici che ne sono alla base;
- modellistica semi-empirica dei meccanismi di guasto dei dispositivi di potenza a semiconduttore, basata su osservazioni sperimentali e simulazione TCAD a base fisica;
- progettazione e realizzazioni prototipali di circuiti di potenza (es. convertitori DC-DC) orientati allo studio dell'affidabilità, quindi da utilizzarsi come strumenti per l'analisi in-situ degli effetti di degrado che si verificano durante il funzionamento di tali circuiti in condizioni applicative quanto più realistiche.

### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/affidabilita-elettronica-di-potenza>



 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 7/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

## Nome gruppo

Elaborazione statistica di dati e segnali (SSigPro)

## Descrizione

Il gruppo applica strumenti di caratterizzazione, generazione ed elaborazione di dati e segnali che identificano, enfatizzano e sfruttano le caratteristiche statistiche dell'informazione da gestire con attività che si articolano su più campus.

La generalità dell'approccio e la disponibilità di strumenti che spaziano dalle analisi statistiche più classiche, alla teoria statistica dei sistemi dinamici caotici, dall'uso di modulazioni classiche all'impiego di tecniche di ottimizzazione continua e discreta, fino a metodi basati su grandi moli di dati e apprendimento automatico, permettono di affrontare un ampio spettro di applicazioni, anche non strettamente IT, proprie di quelle discipline nelle quali la gestione dell'informazione porta benefici.

Molte delle soluzioni individuate sono implementate in sottosistemi fisici basati su piattaforme digitali o su circuiti integrati progettati ad hoc.

A titolo di esempio, il gruppo si è occupato e/o si occupa tutt'ora di

- Ottimizzazione di codici per l'accesso asincrono al canale in sistemi CDMA
- Riduzione dell'interferenza elettromagnetica dovuta a segnali di sincronizzazione in sistemi elettronici
- Riutilizzo di blocchi elementari per la conversione A/D come generatori HW ad alte prestazioni di flussi di bit casuali
- Ottimizzazione di modulazioni a larghezza e densità di impulso per ottenere altissime purezze spettrali
- Metodi di ottimizzazione in relazione alla progettazione di convertitori delta-sigma
- Comunicazioni su linee di potenza tramite adattamento di convertitori DC-DC
- Progettazione non convenzionale di convertitori DC-DC
- Acquisizione compressa di segnali provenienti da sensori fisici e biologici
- Incorporamento di primitive crittografiche in sistemi di acquisizione
- Diagnostica e manutenzione predittiva in ambito ferroviario, strutturale, automotive e satellitare
- Simulazione e ottimizzazione tramite surrogati neurali di catene di trasmissione e ricezione di segnale


SSigPro ha all'attivo numero collaborazioni accademiche e industriali, tra queste:

- Politecnico di Torino
- Politecnico di Milano
- Gruppo Ferrovie dello Stato Italiano, RFI
- Thales Alenia Italia Space, TASI
- HPE COXA

Il gruppo sta attualmente esplorando l'impatto delle tecniche di Quantum Machine Learning sulle varianti "variational" delle architetture neurali impiegate nelle applicazioni industriali, nonché l'implementazione di primitive crittografiche post-quantum.

## Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/elaborazione-statistica-dati-segnali-ssigpro>

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 8/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

### Nome gruppo

Modellistica fisica, simulazione e caratterizzazione di dispositivi e sensori elettronici a stato solido (ModSim)

### Descrizione

Le attività di ricerca del gruppo riguardano la modellistica fisica, la simulazione numerica e la caratterizzazione di dispositivi e sensori a semiconduttore in tecnologie emergenti. In particolare, le attività sono focalizzate sullo studio di dispositivi in carbonio, semiconduttori bidimensionali, materiali ferroelettrici, semiconduttori III-V, transistori ad effetto tunnel, memorie a cambiamento di fase, dispositivi per applicazioni ad alte tensioni in silicio, GaN/AlGaN e SiC di nuova concezione. La modellistica è un aspetto essenziale per migliorare la comprensione delle proprietà fisiche dei dispositivi d'interesse, ed esplorare/ottimizzare le varie opzioni. A tal fine sono utilizzati e sviluppati dal gruppo di ricerca adeguati strumenti di simulazione. In parallelo, il gruppo si occupa anche di misure al fine di caratterizzare i dispositivi e convalidare i modelli fisici.

### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/modsim>

### Nome gruppo

Progettazione di sistemi e circuiti analogici e digitali in tecnologia smart power

### Descrizione

L'attività di ricerca del gruppo riguarda la progettazione di circuiti analogici e digitali in tecnologia smart power da integrare in nodi sensori e attuatori di reti di sensori con l'obiettivo di aumentare le prestazioni in termini di consumo e capacità di elaborazione. Le attività sono svolte principalmente nell'ambito del laboratorio congiunto STMicroelectronics-ARCES. Temi correnti di interesse sono il progetto di radio a bassissimo consumo (wake-up radio) da affiancare alla radio principale in nodi sensori/attuatori e il progetto di circuiti che consentano applicazioni di calcolo in memoria, utilizzando matrici di memorie embedded PCM.

### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/progettazione-sistemi-circuiti-analogici-digitali-in-tecnologia-smart-power>


### Nome gruppo

Progettazione elettronica e misure per applicazioni industriali e a radiofrequenza (EDM)

### Descrizione

Il laboratorio del Gruppo di ricerca EDM-Lab è dedicato all'assemblaggio, ai test, alla caratterizzazione metrologica ed alla valutazione delle prestazioni in un vasto insieme di condizioni operative di circuiti elettronici, dispositivi/componenti a RF e nodi sensore integrati. È dotato di strumentazione specifica ad RF e microonde come analizzatori di rete vettoriali (VNA), sintetizzatori ed analizzatori di segnali, probe-station (anche con controllo della temperatura del DUT), tale da renderlo un laboratorio completo per le applicazioni ad alta frequenza. Il laboratorio EDM-Lab, inoltre, è attrezzato per misure in applicazioni di potenza e di sensoristica "smart" (in



 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 9/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

campo ambientale/biomedico/energetico) a frequenze più basse (fino alla DC) grazie all'impiego di oscilloscopi, sistemi PXI, sensori e sistemi di condizionamento climatico estremo. Il laboratorio è anche dotato di strumentazione per il test di EMI condotte e radiate nel range di frequenze DC-30 MHz.

**Sito web**

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/edm>

**Nome gruppo**

Sistemi Elettronici Embedded e su Chip

**Descrizione**

Le ricerche riguardano sistemi elettronici innovativi nella forma di Systems on Chip (SoC) o Embedd Systems (su scheda). L'attività sui primi comprende: progettazione di architetture parallele ultra-low-power per l'integrazione su singolo chip per applicazioni di near-sensor data analysis e Internet of Things (IoT); Progettazione di acceleratori per inferenza e training di algoritmi di intelligenza artificiale; sviluppo di tecniche avanzate di identificazione e controllo della gestione della potenza e della temperatura in SoC Multicore e Manycore di prossima generazione; utilizzo di tecnologie ICT per ridurre il consumo di energia; progettazione hw-sw di smart objects e sistemi indossabili intelligenti basati su sensori e attuatori wireless.

**Sito web**

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/sistemi-elettronici-embedded-e-su-chip>

**Nome gruppo**


Sistemi Elettronici Intelligenti Affidabili, Safe, Sicuri e Tempo Deterministici

**Descrizione**

L'attività di ricerca include le seguenti tematiche:

- Modellistica di Guasti: con l'obiettivo di modellare gli effetti dei guasti più probabili per tecnologie avanzate sul comportamento di sistemi elettronici intelligenti ad alte prestazioni.
- Collaudo e Progettazione Orientata al Collaudo: con l'obiettivo di sviluppare nuovi algoritmi di collaudo e nuove strategie per la progettazione orientata al collaudo di sistemi elettronici intelligenti.
- Strategie di Progetto per Sistemi Elettronici Intelligenti ad Alta Affidabilità, Safety, Sicurezza e Tempo Determinismo: con l'obiettivo di sviluppare tecniche per la tolleranza di guasti, per la resilienza ai guasti, per la safety e per la sicurezza di sistemi elettronici intelligenti tempo deterministici ad alte prestazioni, basati sia su tecnologia CMOS avanzata, che su tecnologie emergenti, nonché strategie volte a studiare la interoperabilità tra tali tecniche.
- Energy Harvesting e Green Energy: con l'obiettivo di sviluppare metodologie di progetto per la realizzazione di sistemi di raccolta dell'energia tolleranti ai guasti, e sistemi fotovoltaici ad elevata affidabilità ed efficienza energetica.

**Sito web**

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 10/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/sistemi-elettronici-intelligenti-affidabili-safe-sicuri-tempo-deterministici>

### Nome gruppo

Sistemi Elettronici per Sensori e Conversione Energetica (ESSENT) - Campus di Cesena

### Descrizione

La ricerca del gruppo riguarda due aspetti generali nella progettazione elettronica e ottimizzazione di: 1) sistemi avanzati di sensori; 2) sistemi per la conversione di energia elettrica per micro- e nano-potenze.

La progettazione è basata sia su tecnologie CMOS integrate che su tecnologie di progettazione avanzate a componenti discreti.

Aspetti della ricerca trattati. Progettazione microelettronica di circuiti analogici e interfacce per sensori. Progettazione microelettronica a bassissimo rumore. Progettazione microelettronica di interfacce a bassissima potenza. Sistemi elettronici energeticamente autonomi e in grado di alimentarsi con l'energia estratta dall'ambiente (energy harvesting) da sorgenti vibrazionali, termiche e a radiofrequenza. Sensoristica per l'ambiente, l'agricoltura, la filiera produttiva e l'"automotive". Biosensori per applicazioni biomedicali basati su nanotecnologie. Sensori e attuatori piezoelettrici. Modellazione multifisica. Modelli sensoristici predittivi (machine learning) implementati in sistemi "embedded".

Esempi di sistemi sviluppati allo stato dell'arte:

- Biosensori basati su spettroscopia di impedenza e nanotecnologie;
- Circuiti integrati per "energy harvesting" a bassissima potenza (fino a 1  $\mu$ W) e bassissima tensione di sorgente (fino a 10 mV);
- Sensori magnetici su effetto Hall a larga banda ( $> 1$  MHz);
- Sensori spettroscopici con modelli predittivi "embedded" per l'Edilizia Civile, l'Agricoltura di precisione e la Biomedica;
- Nodi sensori energeticamente autonomi basati su protocolli RFID EPC GEN2 alimentati a 10-20m o su radio sub-GHz;
- Interfacce elettroniche per energy harvesting da vibrazioni mediante trasduttori piezoelettrici.

### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/essent>


### Nome gruppo

Sistemi Sensoriali Intelligenti

### Descrizione

L'attività di ricerca del gruppo riguarda lo sviluppo di sistemi sensoriali intelligenti per il monitoraggio in ambiti civili ed industriali, oltre che per applicazioni biomedicali e dell'agricoltura di precisione. Lo sviluppo è condotto combinando tecnologie relative ai campi dei sistemi Micro-Elettro-Meccanici (MEMS), dell'elaborazione di segnale e delle reti di sensori.

In particolare, l'interesse principale riguarda lo sviluppo di microsistemi integrati per il monitoraggio in tempo reale di infrastrutture con metodi ispettivi basati su analisi di vibrazioni,

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 11/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

emissioni acustiche e ultrasuoni. L'implementazione di questi sistemi su larga scala pone diverse sfide legate all'autonomia, all'interoperabilità di sottosistemi eterogenei, alla connettività, oltre che all'accuratezza e all'affidabilità nella caratterizzazione dell'integrità strutturale. Combinare queste caratteristiche assieme richiede di andare oltre lo stato dell'arte ed utilizzare tecnologie sensoristiche avanzate, metamateriali e strutture intelligenti in grado di pre-elaborare i segnali e algoritmi di "data fusion" leggeri e compatibili con l'elaborazione su sistemi embedded.

#### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/sistemi-sensoriali-intelligenti>

#### Nome gruppo

Compatibilità Elettromagnetica, Elettronica di Potenza e Conversione Fotovoltaica

#### Descrizione

Il gruppo si occupa attualmente delle seguenti attività di ricerca: compatibilità elettromagnetica (schermatura elettromagnetica, emissioni condotte ed irradiate da convertitori statici, modellistica delle proprietà elettriche di materiali dispersivi per la predizione dell'efficienza di schermatura, accoppiamenti elettromagnetici all'interno di contenitori metallici, interferenze elettromagnetiche nei sistemi di trazione ferroviaria), trasmissione di energia elettrica mediante accoppiamento induttivo in risonanza, convertitori risonanti monofase e trifase, inverter multifase e multilivello, non linearità introdotte dagli interruttori statici, determinazione analitica e minimizzazione del ripple di tensione e di corrente nei convertitori PWM, ottimizzazione elettrica e termica dei moduli fotovoltaici, studio e realizzazione di simulatori di radiazione solare basato su tecnologia multi-LED ed ibrida, caricatori on-board e off-board per veicoli elettrici (EV), sistemi di ricarica veloce, sistemi di gestione di pacchi di batteria (BMSs), controllo di convertitori basati su DSP e FPGA.

#### Sito web


<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/compatibilita-elettromagnetica-elettronica-potenza-conversione-fotovoltaica>

#### Nome gruppo

Ingegneria dei Magneti e Superconduttività Applicata

#### Descrizione

Il gruppo di ricerca studia le applicazioni dei campi elettromagnetici in ambito industriale e ambientale, nel settore elettrico, nei trasporti, nella fisica delle alte energie e nel trattamento dei materiali. Tra le applicazioni studiate vi sono i sistemi a magneti permanenti e gli elettromagneti resistivi o superconduttori per gli acceleratori di particelle, l'accumulo di energia elettrica, la fusione termonucleare controllata, e la risonanza magnetica. In ambito industriale e dei trasporti si studiano i sistemi per la levitazione magnetica (volani, conveyors, MAGLEV), gli attuatori, il riscaldamento a induzione, la separazione e la filtrazione magnetica. Per il sistema elettrico si studiano i cavi di trasmissione ad alta efficienza, i limitatori della corrente di guasto, e i sistemi di accumulo dell'energia. L'attività di ricerca, teorica e sperimentale, si svolge in collaborazione con Università ed Enti di Ricerca nazionali e internazionali. Il laboratorio è dotato di attrezzature per la caratterizzazione di materiali e dispositivi superconduttori e magnetici. Il gruppo di ricerca possiede

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 12/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

le competenze di modellistica e gli strumenti software per l'analisi e la progettazione ottimizzata di sistemi elettromagnetici finalizzati alle applicazioni.

**Sito web**

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/ingegneria-magneti-superconduttivita-applicata>

---

**Nome gruppo**

Ingegneria Magnetofluidodinamica e Plasm

**Descrizione**

Il gruppo svolge la propria attività nei seguenti settori: Scariche Elettriche nei Gas Ionizzati (scariche a bagliore ed a corona, scariche a barriera dielettrica), Magnetofluidodinamica Applicata (conversione MHD dell'energia ed interazione MHD in flussi supersonici e ipersonici), ed Elettrofluidodinamica Applicata (interazione EHD per applicazioni all'aerodinamica ed alla fluidodinamica), Applicazioni Biologiche e Bio-mediche dei plasmi (produzione di specie attive con plasma per applicazioni biologiche, abbattimento di impurezze, trattamento di materiali polimerici), Diagnostica del Plasma (spettroscopia di emissione e di assorbimento, fotografia ultrarapida ed intensificata, tecniche Schlieren, interferometria a microonde, sonde di Langmuir e di Pitot), Generatori di Plasma (alimentatori di scarica a barriera dielettrica, alimentatori ad alta tensione in corrente continua ed alimentatori ad alta tensione ed alta frequenza).

In tali ambiti si è dedicato ad attività sperimentali, a studi teorici e numerici, ad interpretazione di dati sperimentali, a modellistica e relative attività numeriche. I risultati di tali ricerche sono riportati in più di 200 pubblicazioni.

**Sito web**

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/ingegneria-magnetofluidodinamica-plasmi>

---

**Nome gruppo**


Bioingegneria del Movimento Umano

**Descrizione**

Il gruppo ha una lunga e consolidata esperienza di partecipazione a progetti di ricerca finanziati oltre che di collaborazione e trasferimento tecnologico con l'industria a livello internazionale e nazionale, supportato anche da un'affidabile rete di partner accademici e non. L'attività di ricerca è indirizzata ai molteplici aspetti della quantificazione della funzione motoria sia dal punto di vista della biomeccanica del sistema muscolo-scheletrico che da quello del controllo motorio, in termini di caratterizzazione dello sviluppo e di valutazione della prestazione nel soggetto sano e patologico. Gli ambiti di applicazione vanno da quello clinico (e.g. sviluppo di metodi per la diagnosi e il monitoraggio della patologia) a quello sportivo (e.g. quantificazione della prestazione e prevenzione infortuni), da quello metodologico (e.g. sviluppo di metodi e strumenti) a quello modellistico (e.g. caratterizzazione e descrizione della funzione motoria in specifiche popolazioni).

Competenze del gruppo di ricerca:

- Tecnologie e metodi per l'analisi del movimento: clinica, ergonomia, sport
- Tecnologie e metodi per la medicina personalizzata: dalla prevenzione alla cura

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 13/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

- Tecnologie e metodi per il monitoraggio e la riabilitazione
- Tecnologie e metodi per l'invecchiamento sano e attivo e la prevenzione delle cadute
- Metodi di Intelligenza Artificiale per la stratificazione del rischio e la predizione di eventi avversi e di traiettorie di declino funzionale
- Tecnologie e metodi per la quantificazione e monitoraggio della maturazione del controllo motorio nell'età dello sviluppo (tipico e patologico)
- Elaborazione avanzata di dati e segnali biomedici, modelli e algoritmi
- Progettazione di Personal Health Systems e Smart Environments

#### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/bioingegneria-movimento-umano>

#### Nome gruppo

Intelligenza Artificiale per le Scienze della Vita

#### Descrizione

La nostra missione è focalizzata sullo sviluppo, la valutazione e la diffusione di nuovi metodi di Intelligenza Artificiale (IA) nelle Scienze della Vita. La nostra ricerca interdisciplinare sulla IA comprende sia gli sviluppi metodologici delle tecniche fondamentali di IA, che le applicazioni mediche trasformative della IA, con l'obiettivo di far progredire la comprensione dei processi fisiologici e patologici e migliorare la salute del paziente. I modelli di IA specifici per il paziente sono progettati impiegando sia metodi tradizionali di machine learning che le moderne strategie di deep learning.

I principali campi di applicazione sono:

- IA per la diagnosi precoce dei disturbi dello spettro autistico
- IA in Neurologia: predizione del declino cognitivo e dell'insorgenza della demenza
- IA per un invecchiamento sano: predizione del declino funzionale, cadute ed eventi avversi
- IA per la medicina predittiva, personalizzata, preventiva e partecipativa (P4):
  - IA per la diagnosi precoce del tumore polmonare
  - IA per la progettazione di strumenti digitali di screening per la valutazione del rischio e scoperta di biomarcatori digitali
- IA per la realtà aumentata nella chirurgia robotica
- Metodi di IA ispirati dalle Neuroscienze
- IA nell'analisi del movimento: classificazione dell'attività fisica e della disabilità motoria
- IA per l'analisi e la decodifica di segnali cerebrali


#### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/intelligenza-artificiale-scienze-della-vita>

#### Nome gruppo

Modelli matematici ed elaborazione di segnali di sistemi fisiologici

#### Descrizione

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 14/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

Una tematica riguarda lo sviluppo di reti neurali, ispirate alla fisiologia. In tale ambito, il gruppo di ricerca sviluppa modelli dell'integrazione fra diverse modalità sensoriali (auditiva, visiva e tattile), per giungere a una comprensione teorica dei meccanismi neurali implicati, e per il loro utilizzo nella pratica clinica al fine di migliorare deficit cognitivi. Ulteriori modelli sono utilizzati per analizzare il riconoscimento di oggetti e formulare ipotesi sulla memoria semantica e il linguaggio. Modelli di popolazioni neuronali oscillanti sono utilizzati per indagare il ruolo dei ritmi cerebrali nel sonno e nella veglia, per studiare le proprietà di memorizzazione di sequenze di eventi nell'ippocampo, e per indagare la propagazione dei ritmi e la connettività tra regioni cerebrali. Modelli dei gangli della base sono utilizzati per studiare la risposta di soggetti Parkinsoniani al trattamento con levodopa. Un'ulteriore tematica riguarda modelli della regolazione cardiorespiratoria e del circolo cerebrale, volti a comprendere il ruolo dei diversi meccanismi di controllo in condizioni fisio-patologiche. L'approccio modellistico è affiancato e supportato da un approccio di acquisizione ed elaborazione di segnali fisiologici con particolare riferimento a segnali elettrocardiografici (ECG) per l'analisi della variabilità cardiaca e a segnali elettroencefalografici (EEG) interpretati mediante tecniche di analisi avanzate (tra cui la stima dell'attivazione nelle regioni del tessuto cerebrale e la stima della connettività tra regioni cerebrali).

#### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/modelli-matematici-elaborazione-segnali-sistemi-fisiologici>

#### Nome gruppo

Tecnologie biomedicali innovative in diagnostica e terapia

#### Descrizione

La ricerca si concentra sull'indagine dei meccanismi fisiopatologici e sullo sviluppo di strumenti diagnostici e predittivi basati su un approccio paziente-specifico. I metodi applicati comprendono la modellazione multiscala, la simulazione numerica e l'elaborazione di immagini mediche anche con tecniche di intelligenza artificiale. I principali campi di applicazione sono: elettrofisiologia cardiaca; regolazione trascrizionale / traslazionale dell'espressione genica naturale e sintetica; terapia di rene ed emodialisi artificiale (HD); interpretazione e diagnosi dall'analisi di immagini biomediche.

#### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/tecnologie-biomedicali-innovative-diagnostica-terapia>


#### Nome gruppo

Convertitori elettronici di potenza e azionamenti per applicazioni industriali e fonti rinnovabili

#### Descrizione

L'attività di ricerca riguarda la progettazione ottimizzata, il controllo e la realizzazione di convertitori elettronici di potenza utilizzati indipendentemente o come sottosistemi in azionamenti a velocità variabile, per varie applicazioni industriali o per quelle inerenti alla produzione di energia da fonti rinnovabili (fotovoltaico, eolico). I convertitori elettronici di potenza oggetto di studio sono



 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 15/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

di tutte le tipologie (dc-dc, dc-ac, ac-dc e ac-ac), sia tradizionali sia innovativi (convertitori trifase, a matrice, multilivello, multifase, back to back, dual two-level converters, risonanti e soft-switching). L'ottimizzazione delle prestazioni è conseguita mediante l'analisi delle strategie di modulazione, la riduzione delle perdite, la riduzione dell'ondulazione di corrente e il miglioramento della qualità della tensione prodotta dai convertitori, in relazione alla specificità dell'applicazione. Tra le competenze del gruppo di ricerca vi è anche la definizione di metodologie per il condizionamento della potenza mediante convertitori active front end, quali la compensazione di carichi pulsanti, di disturbi transitori, di armoniche di corrente e di potenza reattiva.

#### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/convertitori-elettronici-potenza-azionamenti>

#### Nome gruppo

Ingegneria dei Sistemi Elettrici di Potenza

#### Descrizione

Il gruppo svolge attività di ricerca nei settori della produzione, trasporto, distribuzione e utilizzazione dell'energia elettrica con particolare riferimento alle smart grid, alle micro-grid, alle comunità energetiche, alle smart city e ai transitori elettromagnetici nei sistemi elettrici di potenza, con particolare riferimento alle protezioni delle linee elettriche contro le fulminazioni. L'attività è coordinata con il GUSEE ed è condotta nell'ambito di collaborazioni di ricerca nazionali e internazionali, come quelle con ARCES, CESI, CRIEPI, EdF, ENEL, ENI, EPFL di Losanna, HERA, NTNU di Trondheim, RSE, Univ. Doshisha di Kyoto, Univ. Statale della Florida, Univ. di Genova, Politecnico di Lisbona, Politecnico di Milano, Univ. di Manchester, Univ. di San Paolo del Brasile, Univ. di Tsinghua, Univ. di Zagabria.

#### Sito web


<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/sistemi-elettrici-di-potenza>

#### Nome gruppo

Progettazione, controllo e diagnostica di macchine elettriche per l'automazione, i trasporti e l'energia

#### Descrizione

L'attività di ricerca riguarda la progettazione e lo sviluppo dei dispositivi per la conversione elettromeccanica dell'energia, quali i motori e i generatori trifase sincroni, a induzione, a corrente continua e a magneti permanenti (brushless), di tipo rotativo o lineare, e i trasformatori. Le metodologie di analisi e progettazione delle macchine elettriche sono affinate in base all'ambito di applicazione industriale, all'integrazione con il sistema di controllo e agli aspetti di affidabilità e diagnostica. Tra le competenze del gruppo sono da annoverare lo sviluppo di algoritmi di controllo vettoriale FOC e DTC per azionamenti di tipo fault-tolerant per applicazioni aerospaziali, l'implementazione di metodologie diagnostiche per la ricerca e la localizzazione di guasti elettrici e meccanici e anomalie in macchine e azionamenti elettrici, la realizzazione di componenti e sottosistemi per la trazione elettrica e ibrida, quali powertrain elettrici, ibridi di tipo power-split e-CVT e i sistemi di batteria.

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 16/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/progettazione-controllo-diagnostica-macchine-elettriche>

### Nome gruppo

Tecnologie Innovative per i Sistemi Elettrici

### Descrizione

Il Gruppo svolge attività di ricerca e di didattica nel settore delle tecnologie dei sistemi elettrici per l'energia. Le attività di ricerca sono orientate alla caratterizzazione di materiali innovativi per applicazioni elettriche, dai sistemi isolanti nanostrutturati per alte tensioni AC e DC ai sistemi di accumulo e ai materiali elettroattivi. Un'attività significativa è dedicata alla diagnostica delle apparecchiature elettriche per alte e medie tensioni, alla valutazione dei campi magnetici generati dai sistemi di potenza, all'analisi tecnico-economica di sistemi innovativi per la trasmissione dell'energia elettrica, alla valutazione economico-affidabilistica delle fonti rinnovabili. L'attività è coordinata con il Gruppo Universitario Sistemi Elettrici per l'Energia ed è condotta nell'ambito di collaborazioni di ricerca nazionali e internazionali, come quelle con Terna, Enel Distribuzione, Enel Green Power, Dupont, Alstom, Nexans, General Electric, Prysmian, Borealis, Pfisterer, IREQ (CA), Università di Tolosa, Montpellier, Delft, Madrid, Bandung (Indonesia), Sastra (India), Napoli 1, Trieste.

Attualmente è in essere il progetto europeo H2020 TEAMCABLE "European Tools and Methodologies for an efficient ageing management of nuclear power plant cables" H2020 (2017-2021).

### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/tecnologie-innovative-sistemi-elettrici>

### Nome gruppo


Misure e Sensori per l'Energia Elettrica e per l'Affidabilità di Componenti e Sistemi

### Descrizione

L'attività di ricerca si sviluppa principalmente nei seguenti campi: progettazione e sviluppo di strumenti, metodi e sensori per misure di grandezze elettriche nei sistemi elettrici di potenza; procedure e sistemi per la caratterizzazione metrologica di trasformatori di corrente e tensione di misura di media e bassa tensione; misure per la diagnostica di componenti e sistemi elettrici; progettazione di strumenti di misura di grandezze fisiche e loro caratterizzazione metrologica; analisi dell'affidabilità di componenti e sistemi attraverso sia il progetto di sistemi di misura specifici che lo sviluppo di modelli di affidabilità orientati alla predizione intelligente della vita del componente o sistema; analisi SIL e RAMS di sistemi complessi; implementazione di algoritmi di Digital Signal Processing per migliorare le prestazioni di strumenti di misura e sensori.

### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/misure-sensori-per-energia-elettrica-affidabilita-componenti-e-sistemi>

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 17/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

### Nome gruppo

Ricerca Operativa

### Descrizione

La Ricerca Operativa (anche nota come Prescriptive Analytics) è una disciplina strettamente legata all'Intelligenza Artificiale e studia metodi generali per risolvere problemi di ottimizzazione e decisione attraverso l'impiego di modelli logico-matematici, lo sviluppo di algoritmi efficienti e tecniche di machine learning. I temi di ricerca affrontati dal Gruppo di Ricerca Operativa del DEI (OR@UniBo) riguardano sia lo sviluppo di metodologie di base, sia la realizzazione di metodi per la risoluzione di specifici problemi applicativi.

Sono attive diverse collaborazioni nazionali e internazionali con centri di ricerca ed aziende.

Le tecniche utilizzate, basate sull'ottimizzazione matematica ed il machine learning, spaziano dagli algoritmi esatti, a quelli approssimati e agli algoritmi metaeuristici. Le applicazioni più rilevanti riguardano la logistica ed il routing di veicoli, problemi di cutting e packing, l'ottimizzazione dei sistemi di trasporto ferroviari, la gestione ottima di impianti di produzione e distribuzione dell'energia elettrica e dell'energia termica, l'ottimizzazione della raccolta dei rifiuti, le applicazioni nelle telecomunicazioni, e l'ottimizzazione di processi in ambito sanitario.

### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/ricerca-operativa>

### Nome gruppo


Programmazione e Ottimizzazione di Eco-Sistemi Cyber-Fisici

### Descrizione

Le ricerche riguardano in generale il settore dei sistemi di elaborazione digitali con particolare riguardo all'ottimizzazione di metriche quali prestazioni, consumo energetico e termico tramite tecniche a livello di programming models, sistema operativo, runtime e firmware. Lo scopo delle ricerche, sia a livello teorico che applicativo, è la gestione ottimizzata dei vari livelli che compongono un ecosistema cyber-fisico (nodo sensore/attuatore IoT, edge computer, sistema di calcolo ad alte prestazioni - HPC) anche utilizzando strumenti di intelligenza artificiale. L'attività si svolge utilizzando sistemi cyberfisici reali e simulati in ambiente real-time. Una parte delle attività è rivolta anche allo studio di modelli di calcolo brain-inspired neuromorfici per applicazioni embedded. Nel complesso si possono quindi individuare tre principali filoni di ricerca: i) Modelli di programmazione e ottimizzazione di (eco)sistemi cyberfisici; ii) Tecniche di simulazione e co-simulazione HiL (Hardware-in-the-loop) di sistemi cyberfisici complessi; iii) Sistemi embedded neuromorfici.

### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/programmazione-ottimizzazione-eco-sistemi-cyber-fisici>

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 18/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

### Nome gruppo

Comunicazioni digitali (Digicomm)

### Descrizione

Le attività di ricerca del gruppo Digicomm si concentrano su sistemi wireless terrestri, non terrestri, ad es. satellite, e la loro integrazione, fornendo esperienza nella progettazione e valutazione delle prestazioni di tecniche a livello fisico, per la gestione dell'interferenza, e per gli aspetti di rete, nonché il loro impatto sul progetto dell'architettura e del sistema. Particolare enfasi è data alle reti 5G e 6G e alle reti IoT via satellite, con supporto e coinvolgimento in iniziative di standardizzazione, ad esempio 3GPP, ETSI, DVB. Le attività del gruppo riguardano anche edge e fog computing, sistemi multimediali, e sistemi di navigazione e posizionamento.

### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/digicomm>

### Nome gruppo

Marconi Institute for Creativity Lab (MIC Lab)

### Descrizione

All'interno del Dipartimento DEI opera un laboratorio di ricerca dedicato allo studio scientifico del pensiero creativo e inventivo, distaccamento operativo del Marconi Institute for Creativity, un ente di ricerca e formazione del pensiero creativo nato su iniziativa dell'Università di Bologna e della Fondazione Guglielmo Marconi. Ambiti di ricerca primari all'interno del laboratorio sono l'indagine dei correlati neurofisiologici del pensiero creativo e dei predittori cognitivi, emozionali, e di personalità della performance creativa e del successo creativo.

### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/mic-lab>

### Nome gruppo

Radio Networks

### Descrizione


Il gruppo di ricerca Radio Networks, fondato dal prof. Verdonesi, da oltre 20 anni svolge la propria attività di ricerca nell'ambito dei sistemi e delle reti radio con riferimento particolare all'evoluzione dei sistemi radiomobili e dell'Internet delle Cose. I domini applicativi di interesse sono le smart city, gli edifici intelligenti, le reti personali, l'agricoltura di precisione, le comunicazioni veicolari e l'IoT industriale.

Il gruppo Radio Networks è tra i fondatori del Laboratorio Nazionale WiLab (<http://wilab.cnit.it>) ed ha collaborazioni internazionali di lungo periodo con numerose Università straniere, oltre ad aziende di piccole, medie e grandi dimensioni.

Radio Networks è coinvolto nello spin-off dell'Università di Bologna IDEGIO.

### Sito web

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/radio-networks>

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 19/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

## Nome gruppo

Reti di telecomunicazioni: infrastrutture e servizi

## Descrizione

Il gruppo svolge attività di ricerca nell'ambito generale dei protocolli, delle infrastrutture e dei servizi per le reti di telecomunicazioni e di calcolatori. Partendo da una ventennale esperienza nel progetto e nella valutazione delle prestazioni di reti basate su tecnologia fotonica, le attività più recenti si sono evolute verso tematiche innovative relative agli scenari emergenti di reti programmabili e virtualizzate, anche a supporto di comunicazioni mobili di quinta generazione (5G) e di servizi e applicazioni in ambito cloud/fog/edge computing.

In particolare, le tematiche affrontate riguardano:

- network slicing e virtualizzazione delle risorse in reti 5G
- architetture, protocolli e implementazione di applicazioni di ambient sensing e dei relativi servizi cloud a supporto
- programmabilità e automazione di rete: reti definite via software (SDN), virtualizzazione delle funzioni di rete (NFV), gestione delle reti ad "intent" (intent-based networking)
- separazione funzionale delle componenti della rete di accesso 5G
- tecnologie di rete ottiche per infrastrutture di rete front-/mid-/back-haul e core
- modelli di servizio e gestione delle risorse in ambienti di fog computing

Le metodologie di ricerca comprendono:

- progetto, ottimizzazione e pianificazione delle risorse
- uso di modelli analitici e simulativi per la valutazione delle prestazioni
- validazione e analisi sperimentale su piattaforme reali o emulate

## Sito web


<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/reti-di-telecomunicazioni-infrastrutture-servizi>

## Nome gruppo

Tecnologie dell'Informazione per Comunicazione e Localizzazione Wireless

## Descrizione

Il gruppo di ricerca si occupa di diversi aspetti inerenti l'uso delle tecnologie dell'informazione per le comunicazioni digitali wireless e la radio localizzazione attiva e passiva (radar). Nell'ambito dei sistemi wireless, le attività di ricerca del gruppo abbracciano sia il livello fisico che il livello MAC e comprendono l'analisi dei limiti fondamentali delle comunicazioni digitali e lo sviluppo di tecniche innovative per la trasmissione dell'informazione, includendo l'elaborazione dei segnali, le tecniche di modulazione per sistemi multi-antenna, le superfici intelligenti riconfigurabili, gli algoritmi di machine learning per comunicazione digitale, gli algoritmi di accesso multiplo, la codifica a correzione d'errore per comunicazioni classiche e Quantistiche. Tali attività sono finalizzate ad applicazioni sia terrestri (futuri sistemi 6G) sia spaziali. Nell'ambito della radio localizzazione, il gruppo si occupa di algoritmi per sistemi di posizionamento a banda ultra larga sia attivi sia passivi con trasferimento wireless della potenza (UWB-RFID), di algoritmi di rivelazione e tracciamento di target terrestri e non terrestri (veicoli, persone, UAV), di sistemi di

 ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITÀ DI BOLOGNA	Dipartimento di Ingegneria dell'Energia Elettrica e dell'Informazione "Guglielmo Marconi" - DEI	Pag. 20/20
	SUA-RD Quadro B1b Gruppi di ricerca	Rev.03 17/09/2021

comunicazione e radar congiunti per le future reti 6G.

Il gruppo è tra i fondatori del Laboratorio Nazionale WiLab (<http://wilab.cnit.it>).

**Sito web**

<https://dei.unibo.it/it/ricerca/gruppi-di-ricerca/tecnologie-informazione-per-comunicazione-localizzazione-wireless>

Data di approvazione CdD  
17/09/2021

VISTO  
Il Direttore