

Scheda Gruppi di Ricerca

<p>Nome gruppo</p>	<p><u>Italiano</u> Elettronica di Potenza per l'Industria, l'Energia ed i Trasporti</p> <p><u>Inglese</u> Power Electronics for Industry, Energy and Transport</p>
<p>Descrizione</p>	<p><u>Italiano</u></p> <p>Il gruppo di ricerca ha come obiettivo quello di fornire supporto all'industria, ai gestori della rete elettrica di trasmissione e distribuzione ed al settore dei trasporti, progettando ed integrando (a bordo veicolo ed in rete), convertitori statici di potenza.</p> <p>Le competenze del gruppo sono multidisciplinari e vanno dalla progettazione di convertitori di potenza ad elevata densità di potenza, alla loro integrazione rispettando vincoli di Power Quality, alla modellazione ed al controllo. Per queste ragioni il gruppo ha forti interazioni con altri gruppi di ricerca dell'Ateneo.</p> <p>Elettronica di Potenza per l'Industria</p> <p>Il gruppo si occupa di diversi temi con applicazioni nel settore industriale. Tra questi lo studio e lo sviluppo di convertitori statici di Energia Elettrica ad elevato rendimento, caratterizzati da una elevata Power Quality, con caratteristiche multifunzionali capaci di fornire servizi ancillari quali rifasamento dinamico, compensazione armonica e stabilizzazione della tensione. Particolare attenzione è stata rivolta ai convertitori multilivello ed alle loro tecniche di modulazione al fine di consentire un loro impiego in applicazioni in Media Tensione. In questo campo di ricerca si affronta anche lo studio e la fattibilità del trasformatore elettronico per applicazioni industriali mediante l'impiego combinato di strutture multilivello con convertitori risonanti. I prodotti di questa linea di ricerca consistono in prototipi realizzati in laboratorio, atti alla verifica sperimentale.</p> <p>Elettronica di Potenza per l'Energia</p> <p>Il gruppo si occupa di diversi temi con applicazioni nel settore Energia. Tra questi lo studio e lo sviluppo di convertitori statici di Energia Elettrica ad elevato rendimento, per la connessione in rete della generazione da fonti rinnovabili, dell'accumulo e dei moderni carichi civili, industriali e del terziario. In particolare, sono stati studiati e sono in corso di realizzazione convertitori per l'interfaccia tra generatori elettrici da moto ondoso marino (incluso l'innovativo sistema di "power take-off") e rete di distribuzione, con caratteristiche multifunzionali capaci di fornire servizi ancillari quali rifasamento dinamico, compensazione armonica e stabilizzazione della tensione. Nel settore della bassa tensione, tipica dei sistemi fotovoltaici (con installazione a terra, mobile o galleggiante), vengono studiati convertitori risonanti ad altissima efficienza per il controllo de flussi energetici dei singoli pannelli e del loro sistema di gestione e supervisione, convertitori con componenti di nuova generazione (GaN e SiC) con elevate frequenze di commutazione e algoritmi di massima estrazione della</p>

potenza innovativi in termini di complessità, robustezza e numero di sensori utilizzati. Sono altresì studiati sistemi di conversione per generatori eolici e fotovoltaici di grande potenza per la connessione alla rete di alta tensione.

Elettronica di Potenza per i Trasporti

In questo campo il gruppo di ricerca si occupa di diversi temi riguardanti il settore automotive, della trazione ferroviaria a livello treno e al settore aeronautico. Le attività di ricerca sono relative alla realizzazione di convertitori soft-switching e risonanti ad elevata densità di potenza per applicazione a bordo veicolo, oppure per la ricarica ultra-veloce di batterie. L'attività di ricerca comprende anche il controllo dei convertitori e la gestione dei flussi di energetici per l'ottimizzazione del sistema di trasporto in termini di peso e prestazioni. Ulteriori attività di ricerca nel settore aeronautico riguardano la realizzazione di sistemi di protezione a stato solido e Battery Management System per batterie agli ioni di Litio. Collaborazioni con importanti aziende nazionali e internazionali ed altri istituti di ricerca testimoniano l'impegno e la qualità degli studi svolti.

Inglese

The research group aims to provide support to the industry, power transmission and distribution network operators, and the transportation sector by designing and integrating (onboard vehicles and in the network) static power converters. The group's expertise is multidisciplinary, ranging from the design of high-power density converters to their integration while respecting Power Quality constraints, as well as modeling and control. For these reasons, the group has strong interactions with other research groups at the university.

Power electronics for the industry

The group has focused on various topics with applications in the industrial sector. These include the study and development of high-efficiency static power converters characterized by high Power Quality. These converters have multifunctional capabilities, such as dynamic power factor correction, harmonic compensation, and voltage stabilization. Special attention has been given to multilevel converters and their modulation techniques to enable their use in Medium Voltage applications. In this research field, the study and feasibility of electronic transformers for industrial applications are also addressed through the combined use of multilevel structures with resonant converters. The outcomes of this research line consist of laboratory prototypes for experimental verification.

Power electronics for the Energy

The group has been involved in various topics with applications in the energy sector. Among these, the study and development of high-efficiency static power converters for grid integration of renewable energy generation have been a focus. In particular, converters for the interface between wave energy generators (including the innovative "power take-off" system) and

the distribution grid have been studied and are currently under development. These converters have multifunctional capabilities, providing ancillary services such as dynamic power factor correction, harmonic compensation, and voltage stabilization.

In the low-voltage sector, typical of photovoltaic systems (ground-mounted, mobile, or floating installations), high-efficiency resonant converters are being studied for controlling energy flows of individual panels and their management and supervision systems. Converters with next-generation components (GaN and SiC) with high switching frequencies and innovative power extraction algorithms are also investigated in terms of complexity, robustness, and sensor utilization. Additionally, conversion systems for large-scale wind and photovoltaic power generators for high-voltage grid connection are being studied.

The group aims to contribute to the advancement of renewable energy integration and power conversion technologies through research, development, and collaboration with industry partners.

Power electronic for transport

In this field, the research group has been involved in various topics related to the automotive sector, railway traction at the train level, and the aerospace sector.

The research activities focus on the development of high-power density soft-switching and resonant converters for onboard vehicle applications, as well as for ultra-fast battery charging. The research also includes the control of converters and the management of energy flows to optimize the transportation system in terms of weight and performance.

Further research activities in the aerospace sector involve the development of solid-state protection systems and Battery Management Systems for lithium-ion batteries. Collaborations with important national and international companies and other research institutes testify to the commitment and quality of the conducted studies.

The group strives to contribute to advancements in the automotive, railway, and aerospace sectors by conducting cutting-edge research and fostering collaborations with industry leaders.

Riferimento all'interazione con altri gruppi di ricerca dell'Ateneo se presente.

- Electric Energy Engineering – Ingegneria dell'energia elettrica
- Renewable energies in civil engineering – energie rinnovabili nell'ingegneria civile

Partecipazione a progetti di Ricerca .

- Progetto finanziato dalla Comunità Europea Horizon 2020 research and innovation programme under Grant agreement ID: 717091, project "Aspire" (Advanced Smart-grid Power dIstRIBUTION)

systEm)

- Progetto “Ricerca di Sistema elettrico nazionale” (RdS, tema: 1.8 “Energia elettrica dal mare”), finanziato dal Ministero dell'ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE)
- Progetto finanziato da AIRBUS “Test Universal Breaker Aeronautical – TUBA” finalizzato alla realizzazione di un sistema di protezione a stato solido configurabile in remoto

Da 10 a 20 prodotti scientifici principali segnalando eventualmente il totale del numero di prodotti scientifici rilevanti (riportare obbligatoriamente 10 prodotti di Fascia A dall'Anagrafe della Ricerca – relazioni 2011-2013).

- 1) Rubino, L.; Rubino, G.; Conti, P. Design of a Power System Supervisory Control with Linear Optimization for Electrical Load Management in an Aircraft On-Board DC Microgrid. *Sustainability* 2021, 13, 8580. <https://doi.org/10.3390/su13158580>
- 2) Rubino, L.; Rubino, G.; Esempto, R. Linear Programming-Based Power Management for a Multi-Feeder Ultra-Fast DC Charging Station. *Energies* 2023, 16, 1213. <https://doi.org/10.3390/en16031213>
- 3) V. Sessa, L. Rubino, L. Iannelli, F. Vasca and P. Marino, "Complementarity Model for Steady-State Analysis of Resonant LLC Power Converters," in *IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs*, vol. 66, no. 7, pp. 1182-1186, July 2019, doi: 10.1109/TCSII.2018.2875591.
- 4) A. Collin, D. Gallo, A. Delle Femine, R. Langella, M. Luiso, "Compensation of Current Transformers' Non-Linearities by Tensor Linearization", *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement* 2019, Digital Object Identifier: 10.1109/TIM.2019.2905908.
- 5) A. Collin, S. Djokic, J. Drapela, R. Langella, A. Testa, "Proposal of a Desynchronized Processing Technique for Assessing High Frequency Distortion in Power Systems", *IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement* 2019, Digital Object Identifier: 10.1109/TIM.2019.2907755.
- 6) A. J. Collin, S. Z. Djokic, J. Drapela, R. Langella and A. Testa, "Light Flicker and Power Factor Labels for Comparing LED Lamp Performance," in *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 55, no. 6, pp. 7062-7070, Nov.-Dec. 2019, doi: 10.1109/TIA.2019.2919643.
- 7) Hernández J.C., Langella R., Cano A., Testa A. "Unbalance characteristics of fundamental and harmonic currents of three-phase electric vehicle battery chargers" (2020) *IET Generation, Transmission and Distribution*, 14 (25), pp. 6220 - 6229, DOI: 10.1049/iet-gtd.2020.1030
- 8) S. Liu, A. Russo, D. Liberzon and A. Cavallo, "Integral-Input-to-State Stability of Switched Nonlinear Systems Under Slow Switching," in *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 67, no. 11, pp. 5841-5855, Nov. 2022, doi: 10.1109/TAC.2021.3124189.

- 9) Russo A, Cavallo A. Stability and Control for Buck–Boost Converter for Aeronautic Power Management. *Energies*. 2023; 16(2):988. <https://doi.org/10.3390/en16020988>
- 10) A. Russo, G. P. Incremona, A. Cavallo, "Higher-Order Sliding Mode design with Bounded Integral Control generation", *Automatica*, Volume 143, 2022, ISSN 0005-1098, <https://doi.org/10.1016/j.automatica.2022.110430>.
- 11) Hassanpour N, Vicinanza D, Contestabile P. Determining Wave Transmission over Rubble-Mound Breakwaters: Assessment of Existing Formulae through Benchmark Testing. *Water*. 2023; 15(6):1111. <https://doi.org/10.3390/w15061111>
- 12) Pasquale Contestabile, Sara Russo, Arianna Azzellino, Furio Cascetta, Diego Vicinanza, "Combination of local sea winds/land breezes and nearshore wave energy resource: Case study at MaRELab" (Naples, Italy), *Energy Conversion and Management*, Volume 257, 2022, 115356, ISSN 0196-8904, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.115356>.
- 13) Russo S, Contestabile P, Bardazzi A, Leone E, Iglesias G, Tomasicchio GR, Vicinanza D. Dynamic Loads and Response of a Spar Buoy Wind Turbine with Pitch-Controlled Rotating Blades: An Experimental Study. *Energies*. 2021; 14(12):3598. <https://doi.org/10.3390/en14123598>
- 14) Crispino G, Contestabile P, Vicinanza D, Gisonni C. Energy Head Dissipation and Flow Pressures in Vortex Drop Shafts. *Water*. 2021; 13(2):165. <https://doi.org/10.3390/w13020165>
- 15) Costanzo L, Lo Schiavo A, Vitelli M. A Self-Supplied Power Optimizer for Piezoelectric Energy Harvesters Operating under Non-Sinusoidal Vibrations. *Energies*. 2023; 16(11):4368. <https://doi.org/10.3390/en16114368>
- 16) L. Costanzo, A. L. Schiavo and M. Vitelli, "Circuitual Modeling of a Droplet Electrical Generator," in *IEEE Sensors Journal*, vol. 23, no. 12, pp. 13028-13036, 15 June 2023, doi: 10.1109/JSEN.2023.3269565.
- 17) Costanzo L, Lo Schiavo A, Sarracino A, Vitelli M. Stochastic Thermodynamics of an Electromagnetic Energy Harvester. *Entropy*. 2022; 24(9):1222. <https://doi.org/10.3390/e24091222>
- 18) Capasso, C., Rubino, G., Rubino, L., & Veneri, O. (2019). Power architectures for the integration of photovoltaic generation systems in DC-microgrids. *Energy Procedia*, 159, 34-41. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.12.014>.
- 19) M. Iervolino, L. Rubino and A. Vacca, "Harvest energy from water distribution networks for plug-in electric vehicle charging," 2019 International Conference on Clean Electrical Power (ICCEP), Otranto, Italy, 2019, pp. 242-245, doi: 10.1109/ICCEP.2019.8890177.

Rapporti internazionali e nazionali con aziende, enti, centri di ricerca, Università.

- CMD SpA;
- AIRBUS S.A.S. (FR);
- Leonardo SpA;
- Laboratoire LAPLACE CNRS Toulouse (FR);
- ST Microelectronics;
- Istituto Motori (CNR);
- Università degli Studi di Napoli "Federico II";
- Università del Sannio;
- Università di Cassino Lazio Meridionale;
- Università La Sapienza;
- FAAM;
- Rehatronic.

Enti di ricerca con i quali sono stati stipulati accordi di convenzione, conto terzi o accordi quadro di collaborazione e trasferimento tecnologico

- Consorzio interuniversitario nazionale per energia e sistemi elettrici - EnSiEL (Referente Prof. Roberto LANGELLA).
- Centro Universitario CRIAT – Azionamenti Elettrici per la Trazione Aerea, Terrestre e Marittima (Referente Prof. Luigi RUBINO).

Categorie ISI WEB di riferimento

- Engineering, Electrical & Electronic

Settori Scientifico-Disciplinari di riferimento.

- "Convertitori, Macchine e Azionamenti Elettrici" (S.S.D. ING-IND/32);
- "Sistemi Elettrici per l'Energia" (S.S.D. ING-IND/33).
- "Elettrotecnica" (S.S.D. ING-IND/31)
- "Automatica" (S.S.D. ING-INF/04)
- "Costruzioni Idrauliche e Marittime e Idrologia" (S.S.D. ICAR/02)
- "Elettronica" (S.S.D. ING-INF/01)

Riferimento all'interazione con altri gruppi di ricerca dell'Ateneo

Questo gruppo si riconosce nel Macro-gruppo Tematico "Energia" dell'Ateneo

Sito web

<https://www.ingegneria.unicampania.it/ricerca/gruppi-di-ricerca#power-electronics-for-industry-energy-and-transport-elettronica-di-potenza-per-l-industria-l-energia-ed-i-trasporti>

Responsabile scientifico/

Luigi Rubino (PA ING-IND/32)

Coordinatore	
Settore ERC del gruppo	<p>PE7_2 - Electrical and electronic engineering: semiconductors, components, systems</p> <p>PE8_6 - Energy systems (production, distribution, application)</p>
Componenti	<p><i>I Ricercatori afferenti all'Ateneo vengono associati da un elenco. È possibile indicare anche ricercatori esterni. All'atto dell'inserimento di ricercatori esterni è consigliato chiedere esplicitamente l'assenso attraverso una mail di conferma. Il coordinatore del gruppo è responsabile di questo aspetto. Se i gruppi di ricerca sono interdipartimentali è opportuno segnalare i contributi dei diversi dipartimenti. Ciascun Ricercatore inserito deve avere almeno 3 prodotti scientifici nel triennio su tematiche inerenti. Anche di questo aspetto si assume la responsabilità il coordinatore del gruppo.</i></p> <p>Alfredo TESTA (Professore Emerito ING-IND/33), Alberto CAVALLO (PO ING-INF/04), Roberto LANGELLA (PO ING-IND/33), Pasquale CONTESTABILE (PA ICAR/02), Alessandro LO SCHIAVO (PA ING-INF/01), Luigi COSTANZO (RTDB ING-IND/31), Muhammad AWAIS (studente dottorato), Muhammad ISHAQ (studente dottorato)</p>