

RELAZIONE ATTIVITA'
MARCO MACCIONI

Ricercatore a tempo determinato di tipo B (art. 24 comma 3-b L. 240/10)

Triennio dal 15/07/2021 al 14/07/2024

Posizione attuale ed incarichi

Ricercatore a t.d. (art. 24 comma 3-b L. 240/10), Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica (DIAEE), Sapienza Università di Roma

- Settore concorsuale 09/E2 - Settore scientifico-disciplinare ING-IND/33 (Sistemi elettrici per l'energia)
- Abilitato al ruolo di Professore di Seconda Fascia nel settore 09/E2 (dal 30 agosto 2019)
- Membro del Consiglio d'Area Didattica di Ingegneria Aerospaziale
- Membro del Consiglio d'Area Didattica di Ingegneria Civile
- Membro del Consiglio d'Area Didattica di Ingegneria Elettrica
- Membro del Collegio di Dottorato in Engineering and Applied Science for Energy and Industry
- Membro della Sezione di Ingegneria Elettrica del DIAEE

Insegnamenti:

- Impianti Elettrici Spaziali, 6 CFU, II anno II semestre, CdL Magistrale in Ingegneria Spaziale, dall'A.A. 2021/2022
- Smart Grids Lab, AAF, 3 CFU, II anno II semestre, CdL Magistrali in Electrical Engineering e Energy Engineering, dall'A.A. 2021/2022
- Applicazioni di Ingegneria Elettrica, 3 CFU, II anno I semestre, CdL in Ingegneria Civile, dall'A.A. 2023/2024
- Principi di Ingegneria Elettrica, 6 CFU, I anno II semestre, CdL Magistrale in Ingegneria Civile, dall'A.A. 2023/2024

Relatore nelle seguenti tesi magistrali:

- Claudio Giancesini, Review, design methodology and optimization of high power density axial-flux permanent-magnet brushless motors, difesa il 18 Gennaio 2023

Correlatore nelle seguenti tesi magistrali:

- Lorenzo Centini, Analisi di fattibilità tecnica-economica di una comunità energetica: un caso studio applicato alla rete di distribuzione dell'ASM di Terni, difesa il 15 Ottobre 2022
- Valerio Lanza, Hydrogen energy storage per l'integrazione delle fonti rinnovabili - Dimensionamento e localizzazione nella rete di distribuzione elettrica di Terni, difesa il 18 Gennaio 2023

Gabriele Di Girolamo, Dimensionamento di un sistema di accumulo per il nodo ferroviario di Roma, difesa il 25 Gennaio 2023

Attività di ricerca

Tematiche

- Modelli di ottimizzazione lineare e misto intera applicati ai sistemi elettrici
- Esercizio di sistemi elettrici ad elevate penetrazione di produzione da fonti rinnovabili
- Reti di distribuzione di media tensione
- E-Mobility

Descrizione

L'attività di ricerca riguardante **i modelli di ottimizzazione** si è svolta principalmente nell'ambito dell'approssimazione del DC Load Flow comunemente adottata per risolvere problemi di ottimizzazione di alta complessità numerica applicati a sistemi elettrici di trasmissione e distribuzione. Ho inizialmente sviluppato un modello di ramo "unificato", capace cioè di rappresentare tutte le tipologie di componenti elettrici che normalmente rappresentano i rami di una rete elettrica, i.e. linee aeree in continua e alternata, trasformatori, PST, FACTS, congiuntori di sbarra, rami aperti. Successivamente ho sviluppato una formulazione di DC Load Flow mista nodale-zonale, ulteriore approssimazione della formulazione classica del DC Load Flow, applicabile all'analisi di sistemi elettrici di trasmissione a livello nazionale (dimensionamento della generazione, dimensionamento delle riserve, dispacciamento economico, unit commitment) in modo da ridurre drasticamente i tempi di esecuzione a fronte di una trascurabile riduzione della precisione dei risultati. Ancora riguardo i sistemi di trasmissione, stavolta a livello continentale, ho sviluppato un modello di ottimizzazione del tipo "security constrained optimal DC power flow" che, a partire dai dati di input che descrivono la rete elettrica europea e i vincoli del problema (contingenze critiche, azioni correttive possibili da attuare, i.e. variazioni topologiche di rete, variazioni di prese dei PST e variazioni dei set-point di sistemi HVDC, rami critici di rete da monitorare), determini le azioni correttive ottime da intraprendere al fine di massimizzare il dominio Flow Based per i mercati elettrici associato alla frontiera nord italiana. Per quanto riguarda invece lo sviluppo di modelli di ottimizzazione applicabili a problematiche relative alle reti di distribuzione, sono state affrontate due tematiche. La prima ha riguardato il problema della riconfigurazione di rete per ottimizzare l'esercizio in regime permanente: è stato sviluppato un modello mat-euristico, basato sul Corridor Method, in grado di bilanciare tra i feeder il numero di clienti alimentati, in grado di fornire soluzioni accettabili anche quando applicato a reti di distribuzione molto estese, come la rete di media tensione di Roma, gestita da Areti S.p.A.. La seconda linea ha riguardato la pianificazione di reti di distribuzione di bassa tensione in modo da far fronte al previsto forte aumento di carico dovuto all'elettrificazione: il modello di pianificazione, applicato a reti reali gestite da Areti S.p.A., prevede la possibilità di sostituire/aggiungere alimentatori di bassa tensione, di magliare tra loro più reti di bassa tensione (fatto salvo l'esercizio radiale di ognuna di esse) e di applicare il demand response.

Per quanto riguarda **l'esercizio di sistemi elettrici ad elevate penetrazione di produzione da fonti rinnovabili**, si sono affrontati tre filoni principali di ricerca. Il primo riguarda la valutazione tecnico-economica dell'adeguatezza statica (adeguatezza) e dinamica (stabilità angolare) di sistemi 100% rinnovabili: allo scopo si è studiato il caso reale della Sardegna. La valutazione dell'adeguatezza statica si è svolta applicando la suddetta formulazione mista di DC Load Flow nodale-zonale per la simulazione

di quattro anni di esercizio della rete, in modo da determinare la necessaria generazione rinnovabile da installare. Dopo aver assicurato l'adeguatezza della rete sarda 100% rinnovabile a regime permanente, se ne è verificata la stabilità di frequenza a seguito di perturbazioni quali grossi distacchi di generazione e corti circuiti. La seconda linea di studio ha riguardato la modalità di integrazione di fonti rinnovabili non dispacciabili come eolico e fotovoltaico in un sistema elettrico a livello nazionale. Focalizzandosi sul caso studio dell'Italia, si è analizzato un mix di generazione composto da fotovoltaico, eolico, impianti a gas a ciclo aperto e idroelettrico, inteso come l'insieme delle centrali a bacino e delle centrali di pompaggio: è stato sviluppato un modello di ottimizzazione che, avendo come vincolo il volume complessivo dei bacini attualmente disponibili in Italia, seleziona la potenza nominale degli impianti a bacino e di pompaggio, considerando il repowering di impianti esistenti, per l'integrazione a minor costo di eolico e fotovoltaico. Il terzo filone ha riguardato invece l'elettrificazione dei veicoli leggeri (e.g., automobili, motocicli), confrontando tra loro due possibilità: elettrificazione diretta attraverso veicoli a batteria, elettrificazione indiretta attraverso veicoli a idrogeno, a sua volta prodotto da elettrolizzatori alimentati dalla rete elettrica di trasmissione. Il confronto tra le due possibilità viene fatto considerando sistemi elettrici 100% rinnovabili ma con diversi mix di generazione, mostrando che la convenienza economica dipende dal grado di flessibilità del sistema di generazione considerato.

Per quanto riguarda **le reti di distribuzione di media tensione**, la ricerca si è svolta su tre tematiche differenti. La prima riguarda i regimi di guasto e si è focalizzata su tre argomenti specifici: 1) valutazione tecnico-economica di contromisure atte a limitare la corrente di doppio guasto monofase a terra, con particolare riguardo a quella che attraversa i giunti dei cavi in modo da evitarne il danneggiamento; 2) sviluppo di un modello semplificato basato sulla trasformata di Clarke per il calcolo delle tensioni e correnti in regime transitorio dovuto a guasti monofase; 3) analisi sperimentali dei regimi termici di cavi interrati durante l'esercizio, allo scopo di valutare gli andamenti di temperatura nei giunti. La seconda verte sull'integrazione di fonti rinnovabili tramite l'installazione di elettrolizzatori e serbatoi per la produzione e lo stoccaggio di idrogeno, valutando anche la possibilità di riconvertire l'idrogeno stoccato in energia elettrica. La terza verte sull'effetto di attacchi cibernetici sulla regolazione di tensione in reti di distribuzione fortemente penetrate da generazione distribuita. Nello specifico è stato analizzato il false data injection, rilevando la necessità per il distributore di aumentare le misure di sicurezza contro tali attacchi, altrimenti in grado di causare un numero elevato di interruzioni dell'alimentazione.

Per quanto riguarda l'ultima tematica di ricerca, riguardante la **e-Mobility**, una prima linea di ricerca è stata quella di sviluppare una procedura di dimensionamento di un servizio di e-Mobility dedicato ai disabili per collegare dipartimenti di una stessa università dislocati in luoghi diversi della stessa città, prendendo come caso studio applicativo la facoltà di ingegneria civile e industriale della Sapienza. Nella seconda linea di ricerca si è invece valutato l'impatto dei veicoli elettrici sulle reti di distribuzione in media tensione in termini di colonnine di ricarica, implementando una procedura in grado sia di valutare la hosting capacity di reti di distribuzione allo stato attuale che di scegliere gli investimenti ottimi che il distributore deve affrontare allo scopo di aumentare la hosting capacity.

Contratti di ricerca in qualità di responsabile

Contratto di Ricerca tra Consorzio Interuniversitario Nazionale per Energia e Sistemi Elettrici, EnSiEL, e DIAEE per: Contratto di servizio per la realizzazione di una procedura di ottimizzazione in grado di stabilire le azioni correttive "Remedial Action Optimizer", durata 30 mesi, importo Euro 132.742,96 + Iva

National Recovery and Resilience Plan (NRRP), Mission 4 Component 2 Investment 1.3 - Call for tender No. 1561 of 11.10.2022 of Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR). European Union – Next Generation EU. Award Number: Project code PE0000021 “Network 4 Energy Sustainable Transition – NEST” – Co-Principal Investigator del WP 4 - Spoke 8, durata 36 mesi, importo Euro 96.000,00.

Contratto di Ricerca tra Consorzio Interuniversitario Nazionale per Energia e Sistemi Elettrici, EnSiEL, e DIAEE per: Studio delle possibili configurazioni di rete magliata off-shore in c.a. per l'integrazione di cluster di impianti eolici off-shore a largo della costa: il caso studio della Puglia, durata 6 mesi, importo Euro 50.000,00 + Iva

Contratti di ricerca in qualità di partecipante

Contratto di Ricerca tra Consorzio Interuniversitario Nazionale per Energia e Sistemi Elettrici, EnSiEL, e DIAEE per: Realizzazione di un simulacro in bassa tensione del collegamento tri-terminale bipolare SACOI 3.

Contratto di Ricerca tra Consorzio Interuniversitario Nazionale per Energia e Sistemi Elettrici, EnSiEL, e DIAEE per: Potenziamento della rete di trasmissione nazionale attraverso la conversione di linee HVAC.

Contratto di Ricerca tra Consorzio Interuniversitario Nazionale per Energia e Sistemi Elettrici, EnSiEL, e DIAEE per: Contratto di servizio per la realizzazione di un confronto tecnologico in termini di caricabilità tra linee elettriche aeree in corrente alternata e corrente continua.

Pubblicazioni

Riviste internazionali

[1] **F.M. Gatta, A. Geri, M. Graziani, S. Lauria, M. Maccioni**, *Single-Pole Autoreclosure in uncompensated EHV AC mixed overhead-cable lines: A parametric time-domain analysis*, Electric Power Systems Research, 210, 108055, 2022.

[2] **R. Lamedica, M. Maccioni, A. Ruvio, T.G. Timor, F. Carere, E. Sammartino, D. Ferrazza**, *A methodology to reach high power factor during multiple EVs charging*, Electric Power Systems Research, 210, 108063, 2022.

[3] **F. Carere, F.M. Gatta, A. Geri, S. Lauria, M. Maccioni, L. Nati**, *Technical/economic feasibility of the adequacy of a fully renewable power system: The case study of the Sardinia island*, Sustainable Energy, Grids and Networks, 31, 100726, 2022.

[4] **R. Lamedica, M. Maccioni, A. Ruvio, F. Carere, N. Mortelliti, F.M. Gatta, A. Geri**, *Optimization of e-mobility service for disabled people using a multistep integrated methodology*, Energies, 15(8), 2751, 2022.

[5] **T. Bragatto, F. Carere, M. Cresta, F.M. Gatta, A. Geri, V. Lanza, M. Maccioni, M. Paulucci**, *Location and sizing of hydrogen based systems in distribution network for renewable energy integration*, Electric Power Systems Research, 205, 107741, 2022.

- [6] **A. Cerretti, L. D'Orazio, F.M. Gatta, A. Geri, S. Lauria, M. Maccioni**, *Limitation of cross country fault currents in MV distribution networks by current limiting reactors connected between cable screens and primary substation earth electrode*, Electric Power Systems Research, 205, 107720, 2022.
- [7] **J. Dell'Olmo, F.M. Gatta, A. Geri, M. Graziani, S. Lauria, M. Maccioni**, *Clarke transform based fast assessment of switching overvoltages in an MV distribution network*, Electric Power Systems Research, 212, 108255, 2022.
- [8] **F. Carere, F.M. Gatta, A. Geri, S. Lauria, M. Maccioni, L. Nati**, *Sardinia as a 100% renewable power system: A frequency stability study*, Sustainable Energy, Grids and Networks, 32, 100899, 2022.
- [9] **F.M. Gatta, A. Geri, S. Lauria, M. Maccioni, L. Nati**, *Hydropower in the decarbonization of the Italian electricity system | L'idroelettrico nella decarbonizzazione del sistema elettrico italiano*, Energia Elettrica, 99, pp. 3 – 12, 2022.
- [10] **A. Cerretti, L. D'Orazio, F.M. Gatta, A. Geri, S. Lauria, M. Maccioni**, *Countermeasures for reduction of screen currents due to cross country faults in MV cable distribution networks*, Electric Power Systems Research, 214, 108894, 2023.
- [11] **T. Bragatto, M.A. Bucarelli, M.S. Bucarelli, F. Carere, A. Geri, M. Maccioni**, *False data injection impact on high RES power systems with centralized voltage regulation architecture*, Sensors, 23, 2557, 2023.
- [12] **R. Lamedica, A. Ruvio, P. Falessi, M. Maccioni, E. Sammartino, M. Palumbo**, *Power unit architecture in a high-power charging system for EVs*, International Journal of Electrical Power and Energy Systems, 149, 109052, 2023.
- [13] **T. Bragatto, F. Carere, M. Cresta, F.M. Gatta, A. Geri, M. Maccioni, M. Paulucci**, *Developing a public EV charging infrastructure in a DSO's perspective: Hosting capacity assessment and grid reinforcements on a real case study*, Electric Power Systems Research, 221, 109463, 2023.
- [14] **T. Bragatto, M. Cresta, F.M. Gatta, A. Geri, M. Maccioni, M. Paulucci**, *Assessing thermal behavior of medium voltage cable joints through simulations and measurements*, IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 59, Issue 5, pp. 5705-5714, 2023.
- [15] **T. Bragatto, M.A. Bucarelli, F. Carere, M. Cresta, F.M. Gatta, A. Geri, M. Maccioni, M. Paulucci, P. Poursoltan, F. Santori**, *Near real-time analysis of active distribution networks in a Digital Twin framework: A real case study*, Sustainable Energy, Grids and Networks, 35, 101128, 2023.
- [16] **A. Geri, M. Maccioni, C. Meloni, L. Nati, A. Palazzoli**, *Power distribution network configuration applying the corridor method*, Computers and Industrial Engineering, 186, 109709, 2023.
- [17] **F.M. Gatta, A. Geri, M. Maccioni, A. Palazzoli, P. Sancioni**, *Low voltage electric distribution network planning with demand control*, Electric Power Systems Research, 226, 109950, 2024.

Conferenze

- [18] **R. Lamedica, A. Geri, M. Maccioni, A. Ruvio, F. Carere, S. Costantino, C. Spalvieri, I. Rossetta**, *Energy storage system for voltage regulation in a 3 kV DC italian railway line*, 22nd

International Conference on Environmental and Electrical Engineering IEEEIC 2022, Prague, Czech Republic, 28 June – 1 July 2022.

[19] **T. Bragatto, M. Cresta, F.M. Gatta, A. Geri, M. Maccioni, M. Paulucci**, *Measuring yearly variation of temperature of medium voltage cable joints*, 22nd International Conference on Environmental and Electrical Engineering IEEEIC 2022, Prague, Czech Republic, 28 June – 1 July 2022.

[20] **T. Bragatto, F. Carere, F.M. Gatta, A. Geri, M. Maccioni, G. Simbolotti**, *Electrical energy production from coal: technical and economic performances during the last twenty years*, 22nd International Conference on Environmental and Electrical Engineering IEEEIC 2022, Prague, Czech Republic, 28 June – 1 July 2022.

[21] **T. Bragatto, F. Carere, F.M. Gatta, A. Geri, M. Maccioni**, *Electrical energy production from natural gas: technical and economic performances during the last twenty years*, 22nd International Conference on Environmental and Electrical Engineering IEEEIC 2022, Prague, Czech Republic, 28 June – 1 July 2022.

[22] **L. Calcara, M. Maccioni, M. Pompili**, *MV/LV parallel transformers: an experimental study on circulating currents*, 22nd International Conference on Environmental and Electrical Engineering IEEEIC 2022, Prague, Czech Republic, 28 June – 1 July 2022.

[23] **M.A. Bucarelli, A. Palmieri, A. Geri, F.M. Gatta, M. Maccioni, M. Paulucci**, *Design of a new MV network to supply electric vehicle charging stations: a real case study in Terni*, 22nd International Conference on Environmental and Electrical Engineering IEEEIC 2022, Prague, Czech Republic, 28 June – 1 July 2022.

[24] **T. Bragatto, L. D'Orazio, A. Cerretti, A. Geri, F.M. Gatta, M. Maccioni, R. Turri**, *Emergency generators for supplying islanded MV networks*, 2022 AEIT International Annual Conference, 3th – 5th October 2022, Rome, Italy.

[25] **A. Geri, F.M. Gatta, M. Maccioni, J. Dell'Olmo, F. Carere, M.A. Bucarelli, P. Pousoltan, N. Hadifar, M. Paulucci**, *A low-cost smart monitoring device for demand-side response campaigns*, 7th International Congress on Information and Communication Technology, ICICT 2022, Virtual Online, 21-24 February 2022.

[26] **M.R. Guarniere, F. Palone, R. Spezie, L. Buono, L. Papi, G. Tresso, S. Lauria, M. Maccioni**, *Loadability curves for the new Terna's '5F' high capacity overhead lines*, IEEEIC 2023 - International Conference on Environment and Electrical Engineering, 6 – 9 June 2023, Madrid, Spain.

[27] **M.A. Bucarelli, A. Geri, M. Maccioni, F.M. Gatta, T. Bragatto, M. Paulucci**, *Impact of ultrafast EV charging stations on the electrical distribution grid: A case study in Terni*, IEEEIC 2023 - International Conference on Environment and Electrical Engineering, 6 – 9 June 2023, Madrid, Spain.

[28] **A. Ruvio, M. Maccioni, G. Di Girolamo**, *Energy storage systems for voltage regulation: Analysis for the railway junction of Rome*, IEEEIC 2023 - International Conference on Environment and Electrical Engineering, 6 – 9 June 2023, Madrid, Spain.

- [29] **B. Aluisio, M. Barbetta, C. Coluzzi, F.M. Gatta, A. Geri, S. Lauria, M. Maccioni, L. Nati, L. Ortolano**, *A remedial action optimizer for the flow-based capacity calculation*, AEIT 2023 - AEIT International Annual Conference, 5 – 7 October 2023, Rome, Italy.
- [30] **M.A. Bucarelli, A. Curci, A. Geri, T. Bragatto, M. Maccioni, M. Paulucci, J. Dell’Olmo**, *Technical-economic impact of the deployment of renewable energy communities: An Italian case study*, AEIT 2023 - AEIT International Annual Conference, 5 – 7 October 2023, Rome, Italy.
- [31] **T. Bragatto, J. Dell’Olmo, F.M. Gatta, A. Geri, M. Graziani, S. Lauria, M. Maccioni, L. Nati**, *Reactive power flows and voltage issues in urban distribution and subtransmission networks*, AEIT 2023 - AEIT International Annual Conference, 5 – 7 October 2023, Rome, Italy.
- [32] **M.A. Bucarelli, D. Agostini, A. Geri, F.M. Gatta, M. Maccioni, M. Paulucci**, *Investigating the impact of short-circuit faults in different neutral configurations: a real case study*, AEIT 2023 - AEIT International Annual Conference, 5 – 7 October 2023, Rome, Italy.
- [33] **T. Bragatto, F.M. Gatta, A. Geri, M. Maccioni, A. Palazzoli, P. Sancioni**, *A tool for assessing distribution network expansion due to load growth*, AEIT 2023 - AEIT International Annual Conference, 5 – 7 October 2023, Rome, Italy.

Roma, 17 Gennaio 2024

Marco Maccioni