

Dottorato di ricerca in ENGINEERING AND APPLIED SCIENCE FOR ENERGY AND INDUSTRY

XXXV ciclo

Relazione attività di dottorato di ricerca

II Anno 2020-2021

Dottorando Federico Carere

Tutor universitario Prof. Alberto Geri

Tutor aziendale Ing. Massimo Cresta

Titolo del progetto di ricerca Managing Energy Flexibility across the power distribution network

1. Attività di ricerca e risultati ottenuti

L'attività di ricerca è proseguita analizzando ulteriori fonti di flessibilità energetica, in particolare nel caso dei sistemi di distribuzione di energia elettrica. In particolare, le potenzialità dell'idrogeno come vettore energetico e la penetrazione della mobilità elettrica sono stati oggetti di approfondimento. Tecnologie come quelle degli elettrolizzatori e delle fuel cell sono state prese in considerazione per una gestione più efficiente della rete di distribuzione. La massiccia penetrazione di impianti a fonti rinnovabili richiede al distributore di energia elettrica una capacità di gestire i flussi di potenza notevole rispetto al passato. La combinazione di fuel cell ed elettrolizzatori permette di disporre di un sistema in grado di produrre ed accumulare energia attraverso l'idrogeno. In questo modo, gli effetti delle imprevedibilità legate alle fonti rinnovabili possono essere attenuati e gestiti attraverso questi sistemi. Il caso studio di una delle reti di media tensione gestite dall'ASM S.p.A. a Terni è stato oggetto di un massiccio studio, che ha mostrato i benefici di queste tecnologie. In dettaglio, è stato mostrato come l'installazione di alcuni di questi sistemi possa garantire un aumento dell'autoconsumo locale pari al 38.7% e una diminuzione del flusso inverso di potenza pari al 14.8%.

La penetrazione della mobilità elettrica è stato un altro elemento chiave dell'attività di ricerca. La valutazione della hosting capacity di una rete di distribuzione è stato oggetto di studio, sfruttando le potenzialità degli algoritmi micro genetici. Questa tecnica permette di limitare l'onere computazionale anche nel caso di problemi non lineari, come quello in oggetto, che richiede la valutazione di una serie di load flow della rete. L'analisi dell'intera rete di distribuzione in media tensione di Terni ha mostrato la capacità della rete di ospitare un grande numero di stazioni di ricarica, in particolare 890 punti di ricarica da 2x22 kW, per una potenza totale installata di circa 39.2 MW. Due provvedimenti per l'incremento dell'hosting capacity sono stati analizzati: il rinforzo della rete e l'inibizione momentanea di alcuni punti di ricarica. Nel primo caso, la possibilità di incrementare il livello di tensione di alcune zone di rete a più bassa tensione nominale, la sostituzione di una linea con una a maggiore capacità termica, l'aggiunta di un'ulteriore linea in parallelo sono stati presi in considerazione come rinforzo della rete. L'inibizione dei punti di ricarica è stata valutata limitando il più possibile il numero e la durata delle inibizioni, riscontrando importanti incrementi della capacità della rete di ospitare stazioni di ricarica.

2. Pubblicazioni

[1] Carere F., Bellesini F., Bragatto T., et al., "Flexibility - enabling technologies using electric vehicles", 2020 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2020 IEEE Industrial and

Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe), Madrid, Spain, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/EEEIC/ICPSEurope49358.2020.9160781.

[2] Carere F., Bragatto T., Santori F., “A Distribution Network during the 2020 COVID - 19 Pandemic”, presentato alla 2020 AEIT International Annual Conference.

[3] Carere F., Gatta F. M., Geri A., Lauria S., Maccioni M., Nati L., “An LP tool for siting, sizing and dispatching generation and storage in a fully renewable power system”, in via di sottomissione alla rivista “Sustainable Energy, Grids and Networks”.

[4] Carere F., Gatta F. M., Geri A., Lauria S., Maccioni M., “Sardinia as a 100 % renewable power system: a frequency stability study”, in via di sottomissione alla rivista “Sustainable Energy, Grids and Networks”.

[5] F. Carere et al., "Electric Vehicle Charging Rescheduling to Mitigate Local Congestions in the Distribution System," 2021 IEEE Madrid PowerTech, 2021, pp. 1-6, doi: 10.1109/PowerTech46648.2021.9494882.

[6] Claudia Antal, Tudor Cioara, Marcel Antal, Vlad Mihailescu, Dan Mitrea, Ionut Anghel, Ioan Salomie, Giuseppe Raveduto, Massimo Bertoncini, Vincenzo Croce, Tommaso Bragatto, Federico Carere, Francesco Bellesini, “Blockchain based decentralized local energy flexibility market”, Energy Reports, Volume 7, 2021, Pages 5269-5288, ISSN 2352-4847, <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.08.118>.

[7] Koukaras, P.; Gkaidatzis, P.; Bezas, N.; Bragatto, T.; Carere, F.; Santori, F.; Antal, M.; Ioannidis, D.; Tjortjis, C.; Tzouvaras, D. ,“A Tri-Layer Optimization Framework for Day-Ahead Energy Scheduling Based on Cost and Discomfort Minimization”, Energies 2021, 14, 3599, <https://doi.org/10.3390/en14123599>.

[8] 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”, sottomesso alla rivista “Electric Power Systems Research”.

[9] T. Bragatto, F. Carere, M. Cresta, F. M. Gatta, A. Geri, M. Maccioni, M. Paulucci, “Assessment and Improvement Strategies of EV Hosting Capacity of MV Distribution Grids in a DSO’s Perspective: a Case Study”, in via di sottomissione alla rivista “IJEPES”.

[10] F. M. Gatta, A. Geri, M. Maccioni, F. Carere, M. Abbafati, M. Paulucci, T. Bragatto, “Electric Mobility Hosting Capacity assessment in Terni distribution network”, EEEIC 2021 conference.

[11] M. Bucarelli, F. Carere, F. Santori, T. Bragatto, “Moving towards self-consumption and self-sufficiency: COVID-19 impact in the city of Terni”, EEEIC 2021 conference.

3. Seminari / Conferenze

- EEEIC 2021 (virtual conference), 7-10 Settembre 2021
- POWERTECH 2021 (virtual conference), 28 Giugno – 2 Luglio 2021
- Seminario sul progetto Blorin: “Rinnovabili & Mobilità Elettrica”, 7 Aprile 2021

4. Meeting internazionali

- PHOENIX, intermediate review meeting
- I-ENERGY, virtual plenary meeting

5. Partecipazione ad alcune attività dei progetti europei H2020:

- PHOENIX
- MATRYCS
- BRIGHT

- I-ENERGY