

IN QUESTO NUMERO

Il numero si apre, eccezionalmente, con uno Speciale: l'intervista ai Magnifici Rettori dell'Università di Genova e Pavia. Vito Svelto ha insegnato a Pavia Elettronica applicata, Bruno Delfino Sistemi elettrici per l'energia: autorevole collega il primo, il secondo amico fraterno di chi scrive. I loro figli, *Francesco Svelto* e *Federico Delfino*, sono professori ordinari di Microelettronica e rispettivamente di Sistemi elettrici, Magnifici Rettori "elettrici" quindi, qui intervistati su diversi aspetti delle loro Università, tra realizzazioni e progetti, su sbocchi professionali e azioni portate avanti, sulla presenza di studenti stranieri e di donne "elettriche".

Il focus odierno sulla robustezza dei sistemi elettrici è stato proposto e coordinato da *Alberto Berizzi*, che ne pubblica l'editoriale, nel quale si sottolineano - tra le questioni che si accompagnano al diverso assetto delle generazioni elettriche, non più marginalmente eoliche o fotovoltaiche (e dunque caratterizzate dalla loro aleatorietà) - le "preoccupazioni legate alla dinamica dei sistemi elettrici del futuro".

I nuovi paradigmi dei sistemi elettrici con prevalenza di rinnovabili, in particolare i problemi di robustezza e stabilità, possono essere affrontati con tecnologie di controllo dei convertitori di connessione con la rete. *Mariano Ippolito*, *Rossano Musca*, *Eleonora Riva Sanseverino* e *Gaetano Zizzo* presentano la relativa tecnologia a *grid forming*, in studio anche con alcuni progetti pilota, che può migliorare la stabilità oscillatoria del sistema persino rispetto al caso di generazione sincrona con inerzia delle masse rotanti.

Il ruolo delle autorità regolatorie (in particolare in Italia ARERA) nella definizione di codici di rete - codici di mercato, di connessione, di gestione della rete - è illustrato da *Marco Pasquadibisceglie*. Sono espresse le diverse modalità di predisposizione e approvazione di ciascun regolamento, e si sottolinea il coinvolgimento dell'Italia, che mette a disposizione le sue competenze, per contribuire a comporre i punti di vista verso soluzioni condivise.

Il contributo di *Giorgio Giannuzzi* e *Cosimo Pisani* espone e commenta gli interventi di Terna volti al mantenimento della robustezza e della stabilità del sistema elettrico. Con la continua diffusione di dispositivi di acquisizione di misure di grandezza elettriche in punti nevralgici della rete, e con l'installazione di compensatori sincroni anche a inerzia aumentata con volano (a favore dell'attenuazione di fenomeni oscillatori), i sistemi di controllo della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) saranno pronti per la transizione energetica.

L'approccio probabilistico ai calcoli di *Load Flow* (LF) acquista particolare importanza in presenza di generazioni da Fonti Energetiche Non Programmabili (FENP) quando situazioni deterministicamente sicure possono in realtà essere problematiche e richiedere interventi di controllo. *Emanuele Ciapessoni*, *Diego Cirio*, *Andrea Pitto*, *Francesco Conte*, *Stefano Massucco* e *Matteo Saviozzi* si pongono in un'ottica di LF disaccoppiati e decompongono il controllo in due successivi problemi lineari con limiti probabilistici: 1) controllo dell'attivo, in sicurezza N e N-1 sulle linee, con l'obiettivo di minimizzare il costo di ridispacciamento dei generatori tradizionali e dell'intervento sulle FENP, tenendo conto delle incertezze sui carichi e sulle FENP; 2) a partire dal punto di lavoro determinato in 1, controllo del reattivo, con l'obiettivo di ridurre violazioni nei vincoli di tensione ai nodi e di reattivo in tutte le generazioni e nei transiti. Le simulazioni sulla rete test IEEE a 118 nodi e su una modellizzazione della rete italiana in AT e AAT hanno dato ottimi risultati.

La riduzione della robustezza di rete in presenza della crescente penetrazione della generazione interfacciata alla rete da inverter (con potenza di cortocircuito limitata), richiede di poter individuare mappe della RTN con robustezza critica: all'interno di ogni area è importante determinare il numero accoglibile di generatori collegati da inverter e il loro tipo di controllo. *Enrico Maria Carlini*, *Temistocle Baffa Sciocco*, *Silvia Moroni*, *Andrea Urbanelli*, *Luca Belmonte*, *Francesco Pisaneschi* e *Andrea Zanghi*, illustrati i dispositivi impiegati da Terna, discutono anche come tener conto che le reciproche influenze tra diversi impianti rinnovabili coesistenti possono peggiorare la robustezza rispetto al caso teorico della loro indipendenza.

Dal punto di vista dei costruttori, *Pietro Raboni* si concentra sulle modalità di controllo degli inverter, nel caso sia di reti isolate di piccole comunità con impianti solari, sia - per taglie maggiori - in sistemi interconnessi volti verso l'obiettivo zero emissioni nel 2050. Sono presentate nuove sfide e nuove opportunità.



La rivista è pubblicata con il concorso del Consiglio Nazionale delle Ricerche. È vietato riprodurre articoli della rivista senza citarne la fonte.
Registrazione Tribunale di Milano del 29.08.1948 - N. 395
Iscrizione R.O.C. numero 5977 - 10 dicembre 2001
Poste Italiane Spa - Spedizione in Abb. Postale - D. L. 353/2003 (conv. in Legge 27/02/2004 N. 46) Art. 1, comma 1, DCB Milano

Associato all'USPI Unione Stampa Periodica Italiana

Proprietaria ed Editrice © Associazione Italiana di Elettrotecnica, Elettronica, Automazione, Informatica e Telecomunicazioni - AEIT

Direttore:
Andrea Silvestri

Direttore Responsabile:
Maurizio Delfanti

Comitato Editoriale:
Michela Billotti, Alessio Borriello, Alessandro Bosio, Filippo Bovera, Roberto Camerini, Sergio Giacomo

Carrara, Luca Cavalletto, Claudio Cherbauchich, Bruno Cova, Eugenio Di Marino, Romina Donazzi, Arrigo Frisiani, Pier Franco Lionetto, Angelo Luvison, Stefano Massucco, Marco Merlo, Maurizio Molinaro, Giampaolo Monti, Giovanni Ricca, Elisa Rondella, Marino Sforza, Mauro Ugolini, Fabio Zanellini

Redazione:
Fabrizio Trisoglio - red_aeit@aeit.it

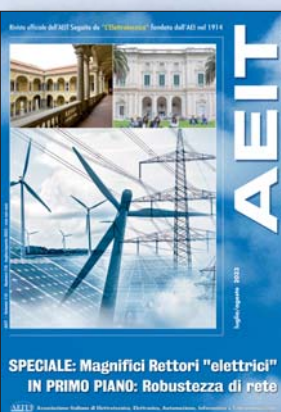
Hanno collaborato:
Giuseppe Notaro

S O M M A R I O

AEIT • numero 7/8

luglio/agosto 2023

Magnifici Rettori "elettrici"	4
Federico Delfino, Francesco Svelto	
Editoriale	12
"Non c'è più la robustezza di rete di una volta..."	
Alberto Berizzi	
Robustezza di rete	
Grid-forming per la stabilità dei sistemi elettrici	14
Mariano G. Ippolito, Rossano Musca, Eleonora Riva Sanseverino, Gaetano Zizzo	
Il ruolo dell'Autorità nella redazione dei codici di rete europei	22
Marco Pasquadibisceglie	
Dinamica oscillatoria dei sistemi nella transizione energetica	26
Giorgio Giannuzzi, Cosimo Pisani	
Approccio probabilistico per la sicurezza	36
Emanuele Ciapessoni, Diego Cirio, Andrea Pitto, Francesco Conte, Stefano Massucco, Gabriele Mosaico, Matteo Saviozzi	
Robustezza della Rete di Trasmissione Nazionale	44
Enrico Maria Carlini, Temistocle Baffa Scirocco, Silvia Moroni, Andrea Urbanelli, Luca Belmonte, Francesco Pisaneschi, Andrea Zanghì	
Le sfide per i costruttori verso sistemi 100% IBR	52
Pietro Raboni	



Progetto Grafico - Copertina - Impaginazione:

Antonella Dodi - af@aeit.it

Abbonamenti e Pubblicità:

Tel. 02 873899.67 - aeit@aeit.it

Direzione Redazione Amministrazione:

AEIT - Ufficio Centrale
Via Mauro Macchi, 32 - 20124 Milano
Tel. 02 873899.67
Telefax 02 66989023

Sito Internet:

<http://www.aeit.it>

Stampa - Fotoservice - Distribuzione:

Arti Grafiche Murelli Via Campania 42
20090 - Fizzonasco di Pieve Emanuele - Milano

Gli autori sono responsabili di quanto scritto nei loro articoli. Le opinioni espresse dagli autori non impegnano l'Associazione.