

PIANO TRIENNALE DI REALIZZAZIONE 2019-21 - RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO NAZIONALE
Progetti di ricerca di cui all'art. 10 comma 2, lettera a) del decreto 26 gennaio 2000

AFFIDATARIO ENEA

Tema - Titolo del progetto: Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità

Durata: 36 Mesi

Semestre n. 6 – Periodo attività: 01/07/2021 – 31/12/2021

ABSTRACT ATTIVITA' SEMESTRALE:

Il presente documento descrive le attività di ricerca del progetto “Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità” svolte durante il secondo semestre dell'annualità 2021.

Le attività di ricerca, previste nel presente periodo, hanno riguardato le Linee di Attività dalla LA1.13 alla LA1.18. di cui risultano responsabili rispettivamente:

- ENEA (affidatario del progetto) per LA1.16, LA1.17, LA1.18;
- Università di Palermo (cobeneficiario del progetto) per LA1.13;
- Politecnico di Milano (cobeneficiario del progetto) per LA1.14;
- Università di Pisa (cobeneficiario del progetto) per LA1.15.

Le linee di attività sopra elencate mirano complessivamente a completare le azioni già avviate durante i semestri precedenti

Nel corso del semestre in oggetto, le diverse attività hanno contribuito come di seguito illustrato al raggiungimento dell'obiettivo generale di progetto.

La LA1.13 si è occupata della implementazione delle logiche di controllo definite nel semestre precedente sui casi studio individuati nella LA 1.6.

La LA1.14 ha riguardato l'esecuzione di ulteriori simulazioni finalizzati a determinare i parametri necessari per l'implementazione degli algoritmi di protezione.

La LA1.15 ha riguardato l'estensione del metodo di gestione EMS sviluppato nella LA 1.9.

La LA1.16 è stata focalizzata sull'implementazione del software ORAtool.

La LA1.17 ha riguardato l'esecuzione dei test per la validazione sperimentale dei modelli implementati nelle altre LA e, in parallelo, lo sviluppo di un interruttore di protezione differenziale a stato solido per reti e microreti DC e per reti ibride.

La LA1.18 si è occupata della disseminazione dei risultati del progetto.

ATTIVITA' SVOLTE	
AFFIDATARIO / COBENEFICIARIO	SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTE, RISULTATI CONSEGUITI E RICADUTE SUL SETTORE PRODUTTIVO
ENEA	Nell'ambito del presente semestre, ENEA ha condotto attività di ricerca relativamente alle LA1.16, LA1.17 e LA1.18. L'attività semestrale prevista nell'ambito della LA1.16 "Sviluppo del modello aggregato per la stima dell'affidabilità di reti ibride AC/DC in MT e BT in ambiente simulativo" ha riguardato l'implementazione del software ORAtool, in accordo all'architettura definita nel precedente semestre. ORAtool, in particolare, è un software open source per il calcolo dell'affidabilità e l'ottimizzazione delle risorse energetiche dei sistemi di potenza in corrente alternata, continua o ibride. La possibilità offerta dal tool di caratterizzare le diverse configurazioni di rete in termini affidabilistici, a livello di componente e di sistema, facilita l'identificazione di strategie di miglioramento dell'affidabilità. Il software mette a sistema, in un ambiente unico e integrato, i principali output delle precedenti LA. Esso, in particolare, consente di operare su configurazioni caricate dall'utente o sui modelli benchmark output della LA1.5, impostando uno degli scenari definiti nella LA1.4. Permette di: i) selezionare azioni di controllo per il miglioramento dell'affidabilità (LA1.6 e LA1.13) o logiche di energy management (LA1.9 e LA1.15); ii) effettuare una taratura delle protezioni e la stima dei costi per le tecnologie elettroniche ed elettromeccaniche degli interruttori (LA1.12 e LA1.14); iii) valutare l'affidabilità a livello di componente (LA1.10) o di sistema (modello affidabilistico integrato - LA1.16), iv) calcolare indici prestazionali e affidabilistici. L'attività LA1.16 ha fornito i seguenti prodotti della ricerca: rapporto tecnico di sintesi dei risultati RdS/PTR2021/065, software open source ORAtool (RdS/PTR2021/070), manuale d'uso del software (RdS/PTR2021/068). Le attività svolte nel semestre in relazione alla LA1.17 "Sperimentazione delle configurazioni di sistema individuate e loro validazione" hanno riguardato l'esecuzione dei test per la validazione sperimentale dei modelli implementati nelle altre LA e, in parallelo, lo sviluppo di un interruttore di protezione differenziale a stato solido per reti e microreti DC e per reti ibride. Più nello specifico, in relazione all'attività di testing sono state sperimentate le azioni di controllo per il miglioramento dell'affidabilità della fornitura elettrica in caso di guasto (sviluppate in LA1.6 e LA1.13) e le logiche di energy management (sviluppate in LA1.9 e LA1.15). Successivamente si è proceduto alla valutazione prestazionale di sistemi e dispositivi d'interruzione da applicare nell'ambito delle reti e microreti ibride di progetto (LA1.12 e LA1.14). In relazione all'interruttore, è stata completata la realizzazione in accordo al progetto messo a punto nel precedente semestre. L'interruttore progettato e realizzato presenta caratteri di originalità ed innovazione. Esso è, infatti, un dispositivo altamente configurabile, impostabile in maniera personalizzata in funzione delle specifiche esigenze di protezione. Tale configurabilità, per specifico sistema di generazione/accumulo/carico, permette di ottenere il giusto match tra il sistema da proteggere e la relativa protezione e migliorare le prestazioni complessive della rete. Si ottengono, infatti, tempi d'intervento contenuti che consentono di interrompere prontamente le correnti di guasto, mitigando o evitando danni, e contenendo lo stress termico e i fenomeni di ageing degli apparati connessi e delle condutture. L'intrinseca ridondanza della soluzione topologica adottata, infine, consente l'azione della protezione anche in caso di "first failure" di uno degli IGBT. L'attività LA1.17 ha fornito i seguenti prodotti della ricerca: rapporto tecnico di sintesi dei risultati RdS/PTR2021/066, prototipo di interruttore differenziale a stato solido per reti e microreti DC e per reti ibride (RdS/PTR(2021)/069). La LA1.18 "Comunicazione e disseminazione – III anno" si è occupata, nel semestre, della disseminazione dei risultati del progetto, attraverso le seguenti attività: • Webinar nell'ambito del ciclo di 4 webinar organizzato in collaborazione con ES-PA (a completamento dei 3 webinar del precedente semestre): Titolo: I vantaggi delle reti in corrente continua nella transizione energetica verso tecnologie

	sostenibili (Politecnico di Milano). Data: 27/09/2021. Iscritti al webinar: 110 utenti. Picco di spettatori simultanei in diretta web: 49 utenti. Numero di visualizzazione del video disponibile online: 236 visualizzazioni • Presentazione dei risultati del progetto 2.7 – in modalità webinar - ad evento di divulgazione sull'affidabilità delle reti ibride AC/DC organizzato dall'ente sardo per la ricerca e lo sviluppo tecnologico "Sardegna Ricerche" nell'ambito del Festival dello Sviluppo Sostenibile 2021. • Partecipazione alla special session "Reliability and energy efficiency issues in DC and hybrid AC/DC microgrids", nell'ambito della conferenza internazionale IEEEIC 2021 – International Conference on Environment and Electrical Engineering (special session organizzata nell'ambito delle attività della LA1.11). • Sottomissione da parte di ENEA e dei co-beneficiari di 12 articoli scientifici a conferenza e rivista internazionale (di cui 7 lavori preparati nel 2020 e 5 nel corso del 2021). • Evento finale di disseminazione organizzato dal Politecnico di Milano (dicembre 2021). L'attività svolta è stata riassunta nel report tecnico RdS/PTR2021/067.
UNIPA	Nell'ambito del presente semestre, l'Università di Palermo è stata impegnata nella LA1.13. La LA1.13 "Sviluppo e validazione di azioni di controllo in regime stazionario e dinamico per il miglioramento dell'affidabilità di reti AC/DC" si è focalizzata nella definizione dei casi studio maggiormente significativi individuati nella LA1.6. Per tali casi studio sono state implementate, nel presente semestre, le azioni di controllo per il miglioramento dell'affidabilità e la continuità di servizio. Il miglioramento dell'affidabilità e della continuità di servizio per ciascuna configurazione sono stati valutati attraverso i seguenti parametri/indicatori di sistema: • durata delle interruzioni TI; • rapporto Ng tra il numero di generatori che possono ridurre contemporaneamente la propria produzione di energia ed il numero complessivo di generatori, mediato sulla base delle taglie dei generatori presenti in una microrete; • riserva di energia ST dei sistemi di accumulo installati rispetto al consumo giornaliero della rete/microrete/porzione di rete funzionante in isola; • energia non fornita Ens; • indicatori dinamici. I risultati ottenuti sono stati sintetizzati nel report tecnico RdS/PTR(2021)/062.
UNIFI	Nell'ambito del presente semestre, l'Università di Pisa è stata impegnata nelle attività di ricerca della LA1.15 "Validazione in simulazione degli schemi e delle logiche di gestione energetica e studio della relativa affidabilità". Più nello specifico, le attività sono state focalizzate sull'estensione del metodo di gestione EMS, definito nella LA 1.9, per simulare come esso operi sottoposto ad incertezze dovute a guasti dei componenti, incertezze nella produzione rinnovabile o variazioni della domanda elettrica consumata dal sistema. Il metodo sviluppato, denominato "a finestra mobile" o rolling-horizon, simula l'esecuzione in tempo reale dell'EMS proposto che viene ripetuto ad ogni intervallo di simulazione (15 minuti) con le informazioni aggiornate così da correggere eventuali errori di previsione, aggiornare lo stato di disponibilità dei componenti qualora si siano guastati e re-ottimizzare il sistema sulla base delle nuove previsioni ottenute. Tali operazioni sono eseguite su un numero definito di scenari che racchiudono le principali sorgenti di incertezze e guasti del sistema. L'approccio proposto è stato comparato con una gestione basata su regole di priorità che è stata assunta essere il caso base per identificare i benefici del metodo di gestione proposto ai fini dell'affidabilità del sistema, quantificata sulla base degli indicatori di Energia Non Servita per il sistema (ENS) e per ogni utente (LPENS), così come i corrispondenti costi equivalenti per il sistema (EIC) e per ciascun utente (LPEIC). Il metodo proposto è stato validato su un caso studio di un sistema tramviario con una rete composta da sistemi di elettrificazione della tramvia con convertitori DC, utenze elettriche in AC, sistemi di produzione fotovoltaica ed accumuli. Le attività condotte e i risultati ottenuti sono stati descritti nel rapporto tecnico RdS/PTR(2021)/064.

POLIMI	Nell'ambito del presente semestre, il Politecnico di Milano è stato impegnato nelle attività relative alla LA1.14 "Validazione in simulazione degli schemi e delle logiche di protezione individuate". Le relative attività semestrali hanno riguardato l'esecuzione di ulteriori simulazioni per determinare i parametri necessari per l'implementazione degli algoritmi di protezione per il tool di simulazione e verifica dell'affidabilità di reti elettriche ibride AC e DC (ORAtool). Infine, è stato predisposto l'algoritmo per la taratura delle protezioni e la stima dei costi per le tecnologie elettroniche ed elettromeccaniche degli interruttori. I risultati delle attività condotte nella presente LA sono stati sintetizzati nel rapporto tecnico RdS/PTR(2021)/063.
--------	---