

**PIANO TRIENNALE DI REALIZZAZIONE 2019-2021 DELLA RICERCA DI SISTEMA
ELETTRICO NAZIONALE**

**Presentazione dei progetti di ricerca di cui all'art. 10 comma 2, lettera a) del decreto 26
gennaio 2000**

**2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di
produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità**

Durata: 36 mesi

ENTI	
Affidatario	Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile
Cobeneficiario 1	Dipartimento di Ingegneria – Università di Palermo
Cobeneficiario 2	Politecnico di Milano – Polo Territoriale di Piacenza
Cobeneficiario 3	Università di Pisa - Dipartimento di Ingegneria dell'Energia dei Sistemi del territorio e delle Cost

PTR_19_21_ENEA_PRG_10_CAP1	2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità	Dati generali	pag. 1 / 1
----------------------------	---	---------------	------------

DATI GENERALI DEL PROGETTO

Titolo del progetto: **2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità**
 Durata in mesi: **36**

ENTI

Nome dell' Affidatario: ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Nome del Cobeneficiario (1): UNIPA - Dipartimento di Ingegneria – Università di Palermo

Nome del Cobeneficiario (2): POLIMI - Politecnico di Milano – Polo Territoriale di Piacenza

Nome del Cobeneficiario (3): UNIPI - Università di Pisa - Dipartimento di Ingegneria dell'Energia dei Sistemi del territorio e delle Cost

COSTO

Costo complessivo del progetto: **€ 1.499.998,91**

PTR_19_21_ENEA_PRG_10_CAP1	2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità	Descrizione del progetto	pag. 1 / 15
----------------------------	---	--------------------------	-------------

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Abstract del progetto

(in lingua italiana)

Le reti elettriche vengono progettate e modellate per funzionare con limiti minimi di affidabilità, ovvero per garantire che il sistema funzioni, nel contesto operativo di riferimento, secondo le specifiche di progettazione con una probabilità preassegnata per un prefissato periodo temporale. In generale, la valutazione dell'affidabilità richiede la conoscenza degli indici affidabilistici degli elementi che compongono il sistema complessivo e rappresenta un calcolo non semplice in presenza dell'elevata eterogeneità di elementi connessi ad una rete di distribuzione. In tale contesto, ancora più complessa risulta la stima dell'affidabilità per reti AC che integrino reti DC in MT e BT, la cui interconnessione richiede elementi di interfaccia e conversione che rappresentano ancora una componentistica non standardizzata per lo specifico settore di riferimento, ad oggi prevalentemente diffuso a livello sperimentale. Alla problematica di reperimento dei dati vanno, inoltre, a sovrapporsi criticità di natura metodologica. Le configurazioni delle reti elettriche di distribuzione, per effetto della presenza della generazione distribuita, potrebbero essere caratterizzate da frequenti riconfigurazioni rispetto agli scenari ipotizzati in fase progettuale. Risulta, quindi, fondamentale implementare metodologie che consentano di valutare l'affidabilità su scenari rappresentativi dell'eterogeneità del contesto di riferimento e che focalizzino, in maniera adeguata, tutte le potenziali problematiche che possono emergere nell'interconnessione AC/DC sia in termini di sicurezza che di adeguatezza.

In questo contesto si inserisce l'obiettivo generale del presente progetto che mira a studiare, analizzare e proporre metodologie e strumenti per l'analisi e il miglioramento dell'affidabilità (Reliability Assessment Analysis) delle reti ibride AC/DC in MT e BT. Il raggiungimento di tale obiettivo si realizzerà attraverso obiettivi specifici che porteranno alla implementazione dei seguenti prodotti della ricerca:

- realizzazione di un tool di reliability assessment per la valutazione, in ambiente di simulazione, dell'affidabilità di configurazioni di reti ibride AC/DC che includano tecnologie abilitanti per gli scenari energetici futuri;
- sviluppo e validazione di azioni di controllo in regime stazionario e dinamico per il miglioramento dell'affidabilità di reti AC/DC;
- implementazione di schemi e logiche di gestione energetica di reti ibride AC/DC e studio della relativa affidabilità;
- implementazione di azioni di intervento di dispositivi di protezione in ottica di miglioramento dell'affidabilità di sistema delle reti ibride AC/DC.

Più in dettaglio, il tool, sviluppato in ambiente digitale secondo una logica modulare, consentirà sia di valutare l'affidabilità di specifiche configurazioni di rete sia di applicare, ad esse, azioni di gestione delle contingenze e per il miglioramento delle prestazioni di sistema in termini di sicurezza e adeguatezza. Gli strumenti così proposti consentiranno di affrontare le problematiche di gestione per l'integrazione di nuove reti in DC in MT/BT nelle attuali reti in AC nell'ottica di miglioramento dell'affidabilità complessiva di sistema e, in definitiva, di incremento dell'efficienza energetica nel ciclo di distribuzione dell'elettricità, in linea con quanto richiesto dal tema 2.7.

Per produrre un effettivo avanzamento rispetto allo stato dell'arte, le configurazioni indagate includeranno soluzioni e tecnologie abilitanti per la futura realizzazione di reti ibride AC/DC lato MT e BT e saranno testate in ambiente laboratorio, con la logica Hardware-in-the-Loop, nella nanogrid di test presente nei laboratori del C.R. ENEA di Portici. Tale validazione sperimentale consentirà di avvalorare i risultati teorico-simulativi ottenuti, nonché di individuare eventuali interventi di upgrade delle soluzioni e configurazioni di sistema esaminate.

Abstract del progetto

PTR_19_21_ENEA_PRG_10_CAP1	2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità	Descrizione del progetto	pag. 2 / 15
----------------------------	---	--------------------------	-------------

(in lingua inglese)

Power systems are designed and modeled to work with a reasonable assurance of continuity and quality. In order to achieve the required degree of reliability, the power systems design is based on probabilistic criteria that allow to evaluate the stochastic nature of system behaviour, customer demands or components failures. This reliability assessment is a complex task for hybrid distribution AC/DC grids due to the frequent network reconfigurations caused by new distributed resources integration and the lack of information about interface devices and conversion systems reliability. Currently, direct current is mainly used for DC railway traction power networks, and High Voltage Direct Current (HVDC) electric power transmission system. Nowadays hybrid AC/DC distribution networks are not a mature technology and, so that, their components are, in general, not common standard devices. In this framework, specific methodologies and configurations are necessary for the reliability assessment of hybrid AC/DC distribution networks. Furthermore, the development of scenarios representative of the heterogeneous reference context, identifying and dealing with main potential problems, is crucial for properly addressing the issues of safety and suitability of hybrid distribution AC/DC grids.

In this context, this project aims to study, design and develop methodologies and tools for evaluating and improving the reliability of AC/DC hybrid grids in Medium and Low Voltage. This goal will be achieved by means of specific objectives that will lead to the following research products:

- reliability assessment tool for evaluating, in simulation environment, reliability indices for hybrid AC/DC (MV and LV) topologies, including the enabling technologies for future energy scenarios;
- control actions improving the reliability of AC/DC grids in both stationary and dynamic regimes;
- energy management logics for AC/DC hybrid grids and study of their reliability;
- protective devices logics and schemes for the reliability improvement.

More in detail, the developed tool, adopting a modular logic, will allow to evaluate the reliability of specific grid configurations as well as to manage their contingency issues for improving the safety and suitability performances. According to the 2.7 project goal, the proposed project develops research products aiming to increase the energy efficiency of power distribution. Finally, to achieve an actual progress towards the current state of the art, the proposed configurations will be tested in Lab environment, using the experimental nanogrid installed in ENEA Research Centre of Portici. This experimental validation will allow to corroborate the theoretical and simulative results, as well as to identify potential upgraded solutions to improve the studied configurations reliability performances.

Attività svolte nel triennio precedente

Non previste attività nel precedente triennio

Inquadramento del Progetto nello stato dell'arte

Stato dell'arte nazionale e internazionale relativamente alle attività previste dalla proposta di progetto

La generazione distribuita ha modificato, in maniera sostanziale, l'assetto delle reti di distribuzione rendendo la catena del valore del sistema di distribuzione molto più articolata e complessa. I nuovi target indicati dai piani energia e clima europei e nazionali fanno prevedere, in un futuro prossimo, una sempre più ampia diffusione di risorse distribuite intrinsecamente caratterizzate da un funzionamento in corrente continua (es. generatori fotovoltaici di piccola e media potenza, sistemi di accumulo elettrochimico) da allacciare alle reti di distribuzione [1-3]. Una opportuna gestione dei flussi di potenza di tali apparati all'interno di reti in DC, interconnesse alla rete di distribuzione in AC, consentirebbe un incremento di efficienza complessiva nella distribuzione di energia elettrica, anche grazie alla disponibilità sempre maggiore di tecnologie performanti di conversione di potenza. L'effettiva migrazione verso un modello elettrico di questo tipo richiede, però, nuove modalità di gestione che garantiscano un funzionamento affidabile del sistema elettrico. I sistemi di distribuzione in DC sono attualmente impiegati solo in applicazioni particolari come la trazione elettrica o i

PTR_19_21_ENEA_PRG_10_CAP1	2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità	Descrizione del progetto	pag. 3 / 15
----------------------------	--	---------------------------------	--------------------

sistemi HVDC per la trasmissione di potenza in alta tensione e la loro gestione presenta problematiche molto diverse rispetto a quelle delle reti di distribuzione dell'energia elettrica. Infatti, queste ultime, operando in MT e BT, lavorano a livelli di potenza inferiori e distribuiscono l'energia direttamente all'utenza finale. Ne consegue che le problematiche di gestione, di sicurezza e di affidabilità che devono garantire sono di natura diversa e risultano anche diversificate fra i due livelli di tensione (MT e BT). Si rende, pertanto, necessaria la definizione di:

- metodologie e strumenti che consentano la valutazione dell'affidabilità delle reti di distribuzione ibride (a livello componentistico e sistemico) e propongano potenziali azioni di risoluzione delle criticità e delle problematiche che possono potenzialmente inficiare l'adeguatezza e la sicurezza del sistema (es. gestione attiva delle risorse e protezioni della rete ibrida);
- configurazioni topologiche ibride, rappresentative di scenari energetici evoluti, validate in ambiente sperimentale.

La progettazione e lo sviluppo di tali metodologie, strumenti e configurazioni rappresentano l'obiettivo generale del presente progetto. Si riporta, di seguito, una sintetica descrizione dello stato dell'arte per i diversi temi ed attività che concorrono al raggiungimento di tale obiettivo generale.

• **DEFINIZIONE DELLE CONFIGURAZIONI TOPOLOGICHE DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE IBRIDE AC/DC.**

Alla luce della crescente attenzione del mondo della ricerca alle problematiche legate all'esercizio delle reti elettriche in presenza di generazione distribuita, numerosi studi sono stati pubblicati, negli ultimi anni, a livello internazionale, sulla tematica dell'affidabilità delle reti di distribuzione. Tali lavori adottano, generalmente, topologie di reti di distribuzione ibride AC/DC estremamente semplificate che non includono le tecnologie abilitanti necessarie allo sviluppo degli scenari energetici futuri [4].

In ambito nazionale, le problematiche connesse a configurazioni di reti ibride AC/DC in MT e BT sono state affrontate, seppur con finalità diverse rispetto a quelle proposte nel PTR 2019-2021, da RSE S.p.A. nell'ambito delle attività dell'Accordo di programma 2015÷2018 con il MiSE. I risultati RSE potranno costituire un utile punto di partenza per la predisposizione delle configurazioni di lavoro da implementare e validare nel presente progetto [5-8].

• **CARATTERIZZAZIONE AFFIDABILISTICA DEI DISPOSITIVI E DEGLI APPARATI IMPIEGATI NELLE RETI DI DISTRIBUZIONE IBRIDE.**

Allo stato dell'arte, tale tematica è indagata a livello di ricerca mediante studi prevalentemente focalizzati sul settore di microgrid e smart grid [9]. In tale ambito, molteplici lavori scientifici propongono metodologie per la valutazione dell'affidabilità delle reti elettriche di distribuzione basate sull'utilizzo di metodi deterministici e probabilistici. La difficoltà di reperimento delle informazioni relative all'affidabilità dei singoli componenti delle reti ibride rende, però, complessa la predisposizione dei relativi modelli affidabilistici; questi ultimi risultano, infatti, generalmente disponibili, in letteratura, solo per gli apparati di utilizzo consolidato nelle reti di distribuzione e non per le nuove tecnologie abilitanti l'interconnessione tra le reti, tipicamente realizzate mediante prodotti custom sviluppati per la specifica applicazione. Pertanto, come per le configurazioni topologiche ibride, anche per i modelli affidabilistici si rendono necessari studi supplementari e approfondimenti che dovranno prevedere il coinvolgimento di fornitori di dispositivi e sistemi di rete per una corretta valutazione dell'affidabilità dei componenti nell'ambito delle attività di progetto. La conoscenza di parametri specifici, infatti, rappresenta un elemento cruciale per la costruzione dei modelli affidabilistici dei componenti su configurazioni non semplificate e realistiche.

• **TOOL PER LA STIMA DELL'AFFIDABILITÀ E LA VALIDAZIONE SPERIMENTALE DI CONFIGURAZIONI IBRIDE AC/DC IN MT/BT.**

Allo stato dell'arte, non sono disponibili, a livello commerciale, tool che consentano la valutazione dell'affidabilità di configurazioni di reti ibride di distribuzione AC/DC e la relativa validazione in ambiente

PTR_19_21_ENEA_PRG_10_CAP1	2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità	Descrizione del progetto	pag. 4 / 15
----------------------------	---	--------------------------	-------------

sperimentale secondo la logica Hardware-in-Loop. Non è, inoltre, disponibile un tool di valutazione dell'affidabilità dotato di interfaccia di comunicazione compatibile alla ricezione e trasmissione dati e comandi da e verso i diversi sistemi ed apparati che costituiscono una nanogrid sperimentale di ricerca. Attualmente tali sistemi comunicano, infatti, solo mediante linguaggi e protocolli proprietari che rendono impossibile lo scambio di dati e comandi tra apparati di produttori diversi.

Obiettivi scientifici e tecnologici e progressi attesi rispetto allo stato dell'arte

La gestione delle reti elettriche, dato l'elevato grado di interconnessione tra gli elementi che le compongono, è una attività di notevole complessità operativa. L'integrazione tra i vari sottosistemi implica che criticità a livello locale possano propagarsi ad aree estese; un guasto localizzato in qualsiasi parte del sistema elettrico può, ad esempio, comportare, in particolari condizioni, una interruzione della fornitura del servizio in aree della rete anche lontane rispetto alla area in cui il guasto si è inizialmente verificato. Le reti vengono progettate e modellate per funzionare con limiti minimi di affidabilità, ovvero per garantire che il sistema funzioni, nel contesto operativo di riferimento, secondo le specifiche di progettazione con una probabilità preassegnata per un prefissato periodo temporale. In generale, la valutazione dell'affidabilità richiede la conoscenza degli indici di affidabilità degli elementi che compongono il sistema complessivo e rappresenta, pertanto, un calcolo non semplice in presenza dell'elevata eterogeneità di elementi connessi ad una rete di distribuzione. In tale premessa, ancora più complessa risulta la stima dell'affidabilità per reti AC che integrino nuove reti DC (MT o BT), la cui interconnessione richiede elementi di interfaccia e conversione che risultano ancora componentistica non standardizzata per lo specifico settore di riferimento, ad oggi prevalentemente diffuso a livello sperimentale. A tale criticità connessa al reperimento dei dati vanno, inoltre, a sovrapporsi criticità di natura metodologica.

Le configurazioni delle reti elettriche di distribuzione, per effetto della presenza della generazione distribuita, potrebbero essere caratterizzate da frequenti riconfigurazioni rispetto agli scenari ipotizzati in fase di progettazione. Risulta, pertanto, fondamentale implementare metodologie che consentano di valutare l'affidabilità su scenari rappresentativi dell'eterogeneità del contesto di riferimento, anche in ottica evolutiva, e che focalizzino, in maniera adeguata, tutte le potenziali problematiche che possono emergere nell'interconnessione delle reti DC nelle reti di distribuzione AC, sia in termini di sicurezza che di adeguatezza.

Alla luce di tali premesse e in ottica di avanzamento rispetto allo stato dell'arte, il presente progetto si pone l'obiettivo generale di studiare, analizzare e proporre metodologie e strumenti per l'analisi dell'affidabilità delle reti di distribuzione integrate AC/DC, lato MT e BT, e di implementare un tool (Reliability Assessment Tool) che consenta di effettuare lo studio dell'affidabilità di configurazioni che includano tecnologie abilitanti per il raggiungimento dei target ambientali prospettati nei piani nazionali per l'energia. L'obiettivo proposto si configura come progresso rispetto allo stato dell'arte poiché:

1. indaga le problematiche di interconnessione AC/DC con il fine di valutare ed evidenziare gli effetti sull'affidabilità delle reti miste in scenari evolutivi per il mercato elettrico italiano; tale tipologia di analisi risulta, ad oggi, non disponibile nella letteratura tecnico-scientifica di riferimento;
2. studia configurazioni e topologie di rete non semplificate ma che includano le tecnologie abilitanti per le reti elettriche future;
3. costruisce modelli per la caratterizzazione affidabilistica dei dispositivi e degli apparati impiegati nelle reti di distribuzione ibride, non riferiti ai soli apparati di utilizzo consolidato nelle reti di distribuzione, ma anche ai dispositivi di interfaccia;
4. fornisce un tool per la stima dell'affidabilità e la validazione sperimentale di configurazioni ibride AC/DC in grado di comunicare con i diversi apparati e dispositivi sperimentali della rete di laboratorio;
5. valida le configurazioni e gli scenari modellati in ambiente sperimentale di laboratorio così da rafforzare i risultati teorico-simulativi ottenuti.

PTR_19_21_ENEA_PRG_10_CAP1	2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità	Descrizione del progetto	pag. 5 / 15
----------------------------	---	--------------------------	-------------

Eventuali collegamenti con altri progetti/soggetti relativamente alle attività previste dalla proposta di progetto

Il progetto proposto da ENEA prevede, come già indicato al paragrafo relativo al coordinamento tra gli affidatari, elementi di complementarietà con RSE, altro affidatario del Tema 2.7. Le attività proposte dai due affidatari, grazie alle azioni di coordinamento messe in campo dal CdC, non presentano sovrapposizioni, ma anzi elementi di complementarietà e sinergia, e perseguono obiettivi differenti: il Work Package RSE è volto a promuovere le comunità dell'energia come strumento utile di flessibilità e resilienza del sistema, mentre il Work Package ENEA è orientato a favorire l'incremento dell'efficienza energetica nella produzione, trasporto e distribuzione dell'energia.

ENEA e le università co-beneficarie coinvolte nel presente progetto condurranno attività di ricerca sulla tematica delle reti ibride AC/DC lato MT e BT, di cui si è precedentemente occupata RSE, nell'ambito dell'Accordo di Programma MiSE 2015-2018, focalizzando, però, l'attenzione sul tema dell'affidabilità delle suddette reti. Pertanto, le logiche e gli schemi proposti come risultato generale della proposta progettuale (energy management system, protezioni e azioni di gestione del controllo di rete) saranno progettate come strumenti e metodologie per il miglioramento dell'affidabilità di sistema della rete ibrida, fornendo risultati integrativi rispetto agli studi precedentemente condotti da RSE e, quindi, contribuendo ad arricchire lo stato della conoscenza sulla gestione delle problematiche di integrazione delle nuove reti DC nelle reti di distribuzione AC. Al fine di valorizzare i risultati dei precedenti accordi di programma, inoltre, mediante apposita azione di coordinamento RSE-ENEA si valuterà la possibilità e l'opportunità di integrare modelli di rete ibride, schemi di protezione e logiche precedentemente sviluppati da RSE per la predisposizione dei modelli affidabilistici ENEA e si potranno eventualmente stabilire azioni di coordinamento volte alla comparazione dei risultati finali delle validazioni sperimentali condotte dai due affidatari nell'ambito delle reti sperimentali AC/DC installate presso i rispettivi laboratori (microgrid RSE, nanogrid ENEA).

Oltre ai suddetti elementi di complementarietà con gli altri affidatari dell'Accordo di Programma, le attività proposte nel presente progetto si collegano ad alcuni progetti ENEA in corso di attuazione e pregressi. Più nello specifico, ENEA si è occupata dello studio delle problematiche connesse alla qualità della fornitura di potenza in architetture di microreti ibride in presenza di generazione da fonte rinnovabile nell'ambito della linea di ricerca "Studi di affidabilità attraverso l'analisi integrata della continuità dell'alimentazione e della qualità della tensione nelle microreti ibride" del progetto nazionale MICCA - MICROGRID IBRIDE IN CORRENTE CONTINUA E IN CORRENTE ALTERNATA (PON03PE_00178_1) - Distretto ad alta tecnologia "Smart Power System (SPS)" - PON R&C 2007-2013, MIUR. Durata: 15/10/2013 - 30/09/2017. I risultati ottenuti nell'ambito del progetto MICCA rappresentano una importante base di conoscenza preliminare ai fini degli studi di affidabilità da condurre nella presente proposta progettuale.

ENEA, inoltre, partecipa, in qualità di coordinatore, al progetto europeo H2020 INTERPLAN (Grant Agreement No. 773708 – durata: novembre 2017- novembre 2020). INTERPLAN mira a fornire un tool integrato di operational planning finalizzato a prevenire le problematiche di integrazione delle reti (es. rete paneuropea, integrazione TSO-DSO). I risultati ottenuti nell'ambito del progetto INTERPLAN potranno fornire linee guida in relazione alle metodologie di gestione delle problematiche di integrazione delle reti elettriche.

Bibliografia stato dell'arte

Presente in allegato

Obiettivi e risultati

Obiettivi finali del progetto

L'obiettivo generale del progetto, orientato all'analisi delle problematiche di gestione per l'integrazione nelle attuali reti in AC di nuove reti in DC in MT/BT, anche in un'ottica di miglioramento dell'affidabilità complessiva

PTR_19_21_ENEA_PRG_10_CAP1	2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità	Descrizione del progetto	pag. 6 / 15
----------------------------	---	--------------------------	-------------

di sistema, si realizzerà perseguendo i seguenti obiettivi specifici:

a) ANALISI DI SOLUZIONI ARCHITETTURALI DI SISTEMI E APPARATI ELETTRICI IN CONTESTI CARATTERIZZATI DALL'INTERCONNESSIONE DI NUOVE RETI DC E PREESISTENTI RETI DI DISTRIBUZIONE AC IN OTTICA DI MIGLIORAMENTO DELL’AFFIDABILITÀ.

Lo studio focalizzerà l’attenzione su configurazioni topologiche e interfacce per la gestione e l’integrazione di reti di distribuzione ibride AC/DC inclusive di tecnologie abilitanti per le reti elettriche degli scenari energetici futuri (es. PNIEC [2]). Di ciascuna configurazione sarà valutata l’affidabilità, anche in ambiente sperimentale. Pertanto, si ritengono interessanti le possibili ricadute per l’industria di settore e, in particolare, per i produttori di tecnologie che potranno desumere dati relativi all’affidabilità connessa all’integrazione dei vari apparati nelle diverse modalità di interfacciamento.

b) SVILUPPO DI UN TOOL PER LA MODELLAZIONE E LA VALUTAZIONE DI AFFIDABILITÀ DI RETI MISTE AC/DC.

L’implementazione software di un programma di tipo simulativo potrà rappresentare un valido ausilio per lo sviluppo dei modelli e per la stima degli indici affidabilistici delle configurazioni identificate. Il tool, basandosi su parametri caratteristici degli apparati di rete e sui dati operativi di funzionamento, permetterà di condurre analisi di tipo comparativo sull’affidabilità delle diverse soluzioni topologiche individuate, portando alla possibile definizione di nuovi paradigmi nell’ambito delle reti ibride interconnesse. La comparazione tra gli indici affidabilistici delle varie configurazioni consentirà, concettualmente, di stabilire una classificazione di merito tra le diverse topologie, fornendo informazioni rilevanti in un’ottica di sviluppo futuro delle reti elettriche ibride e di diffusione dei nuovi scenari energetici con evidenti ricadute positive per il sistema elettrico. L’individuazione di configurazioni affidabili potrà, infatti, consentire di selezionare soluzioni performanti anche in termini di continuità di servizio della fornitura elettrica, in accordo alle linee prioritarie di azione indicate nel Quadro strategico 2019-21 dell’Autorità per la Regolazione di Energia Reti e Ambiente (ARERA).

La possibilità di selezionare topologie affidabili di interconnessione potrà, inoltre, apportare benefici di tipo tecnico-economico ai prosumer delle nuove reti ibride. Attualmente, infatti, gli utenti si avvalgono di un ingente numero di apparati idonei a lavorare in DC (illuminazione, climatizzazione, ecc) alimentati, mediante sistemi di conversione, dalla rete elettrica nazionale in AC. In presenza di generazione distribuita tali utenze potrebbero essere connesse direttamente alla rete DC con conseguente riduzione delle perdite di potenza dovute a ciascun convertitore AC/DC e con l’attivazione di logiche locali di autoproduzione-autoconsumo.

c) VALIDAZIONE IN AMBIENTE SPERIMENTALE DI LABORATORIO DELLE CONFIGURAZIONI E DEGLI SCENARI IDENTIFICATI.

Le configurazioni identificate saranno validate in ambiente sperimentale nei laboratori ENEA. Le attività sperimentali prevedranno anche il testing di tecnologie di riarmo intelligente della fornitura. Con tale verifica, in particolare, si intende contribuire al miglioramento dell’affidabilità delle topologie caratterizzate da bassi indici affidabilistici mediante l’introduzione di sistemi ibridi, ridondanti e dotati di intelligenza artificiale, a supporto di azioni di intervento post-interruzione. Anche in questo caso potranno essere significative le ricadute per l’industria di settore ed i benefici per gli utenti connessi a reti con problemi di continuità di servizio.

Principali risultati attesi

I principali risultati attesi dal progetto di ricerca sono, di seguito, sinteticamente elencati.

1) Analisi e studi preliminari delle problematiche di affidabilità e delle metodologie e strumenti per la stima dell’affidabilità delle reti ibride AC/DC in MT/BT.

Tipologia: STUDIO ED ANALISI DI RELIABILITY PREDICTION MODEL

2) Scenari energetici per l’integrazione di reti AC/DC in MT/BT.

PTR_19_21_ENEA_PRG_10_CAP1	2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità	Descrizione del progetto	pag. 7 / 15
----------------------------	---	--------------------------	-------------

Tipologia: SCENARI

3) Progettazione e costruzione delle configurazioni di rete ibride di lavoro

Tipologia: MODELLI ARCHITETTURALI DI RETE

4) Analisi degli stati del sistema per l'identificazione di casi studio propedeutici alla valutazione dell'affidabilità di reti ibride AC/DC in MT/BT in configurazione grid-on e grid-off.

Tipologia: CASI STUDIO

5) Analisi e sviluppo di azioni di intervento di dispositivi di protezione per il miglioramento dell'affidabilità di sistema delle reti ibride AC/DC.

Tipologia: METODOLOGIE E MODELLI

6) Approfondimento per lo sviluppo di modelli per stimare l'affidabilità di un sistema di accumulo di una rete ibrida in termini di funzioni erogate.

Tipologia: METODOLOGIE E MODELLI

7) Definizione ed implementazione di nuovi schemi e modalità di gestione energetica delle reti ibride AC/DC in BT.

Tipologia: METODOLOGIE E MODELLI

8) Implementazione di modelli affidabilistici di sottosistemi e componenti di reti ibride AC/DC in MT e BT in ambiente simulativo.

Tipologia: SOLUZIONE DI TIPO SOFTWARE

9) Sviluppo e validazione di azioni di controllo in regime stazionario e dinamico per il miglioramento dell'affidabilità di reti AC/DC.

Tipologia: ALGORITMI DELLE LOGICHE DI CONTROLLO

10) Modellazione avanzata di sistemi di protezione statici in ottica di miglioramento dell'affidabilità.

Tipologia: METODOLOGIE E MODELLI

11) Validazione in simulazione degli schemi e delle logiche di protezione individuate.

Tipologia: VALIDAZIONE NUMERICA

12) Validazione in simulazione degli schemi e delle logiche di gestione energetica e studio della relativa affidabilità.

Tipologia: VALIDAZIONE NUMERICA

13) Sviluppo del modello aggregato (tool) per la stima dell'affidabilità di reti ibride AC/DC in MT e BT in ambiente simulativo.

Tipologia: SOLUZIONE DI TIPO SOFTWARE

14) Validazione sperimentale delle configurazioni operative individuate.

Tipologia: RISULTATI SPERIMENTALI

15) Pubblicazioni scientifiche divulgate mediante partecipazione a conferenze internazionali di rilievo, su riviste anche open access ad alto impatto e diffusione attraverso special session divulgative (es. workshop).

Tipologia: PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE

16) Diffusione dei risultati della ricerca in comitati internazionali di rilievo per la specifica tematica (es. EERA Joint Programme) e/o presso operatori nazionali del settore (es. Ordini Professionali Nazionali).

PTR_19_21_ENEA_PRG_10_ CAP1	2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità	Descrizione del progetto	pag. 8 / 15
-----------------------------	---	--------------------------	-------------

Tipologia: PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DEL PROGETTO

Tutti i risultati sopra descritti contribuiranno al raggiungimento dell'obiettivo generale e all'avanzamento rispetto allo stato dell'arte, come descritto nei precedenti paragrafi. La quantificazione delle prestazioni di obiettivo non può essere stimata, a priori, rispetto a studi preesistenti data l'innovatività della tematica e l'assenza di dati di riferimento. Il raggiungimento dell'obiettivo di ricerca sarà valutato e misurato mediante la predisposizione di opportuni indicatori di prestazione correlati a parametri operativi e indici affidabilistici. In particolare, si effettuerà, per ogni configurazione operativa, la comparazione tra gli indicatori di prestazione in assenza e in presenza delle logiche di gestione, controllo e protezione sviluppate nell'ambito del presente progetto. In tal modo, si fornirà un riscontro numerico della bontà delle soluzioni proposte e una misura dell'avanzamento del progetto rispetto allo stato dell'arte.

Diffusione risultati

La diffusione dei risultati rappresenta una attività centrale della presente proposta progettuale, consentendo di comunicare agli stakeholder esterni i risultati ottenuti e, attraverso questi, il valore aggiunto del lavoro svolto. Al fine, quindi, di favorire un efficace trasferimento, le attività di disseminazione e comunicazione saranno distribuite nei tre anni su altrettante linee specifiche. Più in generale, il presente progetto è articolato in 18 LA, concettualmente riconducibili ai seguenti tre obiettivi operativi (Figg. 1-2 allegate):

TECHNICAL ASSESSMENT:

- a) analisi preliminare delle problematiche di affidabilità delle reti di distribuzione ibride AC/DC e indagine sui modelli probabilistici per il Reliability Assessment (LA1.1, LA1.2);
- b) definizione di scenari, progettazione di configurazioni di rete ibride e stati del sistema (LA1.4, LA1.5, LA1.6);

PROGETTAZIONE E SVILUPPO MODELLI:

- c) progettazione e sviluppo di strumenti e metodologie per la gestione delle contingenze e il miglioramento dell'affidabilità (LA1.7, LA1.8, LA1.9, LA1.12);
- d) costruzione di modelli di affidabilità dei componenti della rete (LA1.10);
- e) costruzione di un innovativo modello affidabilistico integrato (LA1.16) di tipo modulare per la valutazione degli indici affidabilistici nello specifico stato della rete sia in assenza delle azioni di controllo/miglioramento delle prestazioni di sistema che in presenza di una o più di esse.

VALIDAZIONE:

- f) validazione sperimentale e/o simulativa delle configurazioni progettate (LA1.13, LA1.14, LA1.15, LA1.17).

A partire da questa suddivisione logica, la diffusione dei risultati sarà organizzata in tre LA. La LA1.3, attività di natura strategico-organizzativa, sarà dedicata alla definizione dei piani di comunicazione e disseminazione; la LA1.11 mirerà a trasferire i risultati dei primi due obiettivi operativi (technical assessment, progettazione e sviluppo modelli) e la LA1.18 sarà orientata alla divulgazione dei risultati inerenti il terzo obiettivo operativo (validazione) e quelli complessivi di progetto.

La strategia di diffusione dei risultati, pianificata nella LA1.3, dovrà individuare sia i potenziali fruitori dei risultati (target di riferimento) che i canali di diffusione. Il trasferimento dei risultati sarà condotto mediante azioni distinte per la disseminazione e la comunicazione. Più in dettaglio:

- Le ATTIVITÀ DI DISSEMINAZIONE saranno orientate al trasferimento dei risultati nell'ottica di favorirne lo sfruttamento e l'utilizzo pratico.

Il target di riferimento sarà, quindi, composto sia da soggetti interessati allo stato di avanzamento della conoscenza scientifica rispetto allo stato dell'arte in relazione alla tematica proposta dal progetto (es.

PTR_19_21_ENEA_PRG_10_CAP1	2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità	Descrizione del progetto	pag. 9 / 15
----------------------------	---	--------------------------	-------------

comunità scientifica) sia da soggetti più interessati ad un utilizzo pratico dei risultati (es. aziende produttrici di apparati e sistemi di interfaccia per le reti elettriche). Mentre il primo target sarà raggiunto mediante i canali tipici della disseminazione scientifica (pubblicazioni scientifiche a convegno e/o a rivista), il secondo target potrà essere coinvolto, mediante contatto diretto (es. per una compartecipazione nell'utilizzo del tool di affidabilità implementato nel progetto).

- Le ATTIVITÀ DI COMUNICAZIONE, invece, saranno mirate all'informazione e alla promozione del progetto con l'obiettivo di aumentarne la visibilità sia a livello nazionale che europeo.

La comunicazione, rivolta ad un target più generico (es. professionisti del settore elettrico e comitati internazionali di rilievo per la specifica tematica), potrà avvalersi sia del canale Web (siti dei beneficiari del progetto) sia della partecipazione diretta dei beneficiari a convegni e seminari di natura divulgativa (es. Ordini Professionali Nazionali e Gruppi di Lavoro tematici).

TRL iniziale

2

TRL finale

4

Livelli di Maturità Tecnologica (TRL) secondo la Commissione Europea

L'attuale sistema elettrico italiano ha, finora, garantito un funzionamento affidabile con rarissimi casi di interruzioni estese del servizio. La necessità di raggiungere i target ambientali individuati dal Piano Nazionale Integrato Energia e Clima [2] e la conseguente evoluzione verso scenari energetici caratterizzati da livelli di penetrazione sempre più significativi delle fonti rinnovabili non dispacciabili richiedono, però, nuove modalità e criteri di gestione delle reti che siano in grado di garantire livelli di prestazione del servizio adeguati e sicuri, anche in presenza di una infrastruttura molto più complessa. La presenza di nuovi dispositivi, componenti e sistemi di generazione nelle attuali reti elettriche, infatti, modifica sostanzialmente lo stato originale del sistema e, conseguentemente, l'affidabilità della rete nel suo complesso. L'integrazione di nuove reti DC nelle attuali reti di distribuzione AC, inoltre, rende ancora più articolata l'infrastruttura richiedendo il ricorso a nuovi dispositivi che modificano l'assetto di rete. Da queste premesse risulta evidente che lo studio dell'affidabilità delle reti ibride AC/DC è una tematica di significativa rilevanza tecnico-scientifica ai fini dell'effettiva realizzabilità dei nuovi scenari energetici ma di non semplice esecuzione per la difficoltà connessa al reperimento delle informazioni. A tal proposito, come evidenziato da Abunima et al. [4], gli studi di affidabilità hanno richiamato l'attenzione del mondo della ricerca negli ultimi dieci anni, divenendo oggetto di numerosi lavori scientifici internazionali. Questi ultimi operano, però, spesso su configurazioni semplificate che non includono le tecnologie necessarie allo sviluppo di nuove reti di distribuzione ibride in MT e BT. Tali studi, inoltre, implementano, generalmente, modelli validati unicamente in ambiente simulativo su peculiari casi studio, conducendo ad un livello di maturità tecnologica, per la specifica tematica, pari a TRL 2 (formulazione di concept tecnologico). A partire da tali premesse, il presente progetto mira ad incrementare il TRL da 2 a 4 (validazione tecnologica in ambiente di laboratorio). A tal fine, il tool per l'analisi dell'affidabilità ed il miglioramento degli indici affidabilistici di reti di distribuzione ibride AC/DC, implementato nel progetto, consentirà di validare le configurazioni di rete proposte nella nanogrid sperimentale presente nei laboratori del C.R. ENEA di Portici con la logica Hardware-in-the-Loop, conducendo così ad un livello di maturità tecnologica pari a 4. La validazione sperimentale consentirà di avvalorare i risultati teorico-simulativi, producendo un effettivo avanzamento rispetto allo stato dell'arte e dell'attuale livello di maturità tecnologica in relazione allo specifico settore di indagine.

Impatto sul sistema elettrico e benefici attesi

PTR_19_21_ENEA_PRG_10_CAP1	2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità	Descrizione del progetto	pag. 10 / 15
----------------------------	--	---------------------------------	---------------------

Impatto sul sistema elettrico nazionale

Le reti di distribuzione, in particolare quelle in BT, sono oggetto di un processo di trasformazione ed evoluzione che richiede una ridefinizione delle finalità e funzionalità in vista di una attesa integrazione, sempre più capillare, di stazioni di ricarica per veicoli elettrici, sistemi di accumulo distribuiti e impianti di generazione distribuita da rinnovabile per soddisfare i target imposti dal PNIEC [2]. Sulla base degli indirizzi del PNIEC, infatti, appare evidente la necessità di sviluppare strumenti innovativi che possano permettere di migliorare il monitoraggio della rete e la conoscenza dei fenomeni elettrici in atto, selezionare adeguatamente tutte le risorse di controllo disponibili sia di tipo cost-free (sezionatori telecontrollati, banchi di capacità, etc.) sia di tipo not-cost-free (domanda, sistemi di accumulo e sistemi di generazione) e determinarne l'uso ottimale al fine di raggiungere obiettivi di sicurezza, adeguatezza ed efficienza, massimizzando la hosting capacity e, quindi, l'utilizzo delle risorse rinnovabili nel sistema elettrico. In linea con tali orientamenti, il tool proposto nel presente progetto consente di valutare soluzioni per il miglioramento dell'affidabilità di configurazioni basate sull'interconnessione di nuove reti di tipo DC alla preesistente rete elettrica, anche in presenza di generazione distribuita e di una significativa diffusione di stazioni di ricarica dei veicoli elettrici. Le metodologie e le configurazioni proposte rappresentano, quindi, uno strumento che consente sia di perseguire indirettamente gli obiettivi di miglioramento ambientale sia, in maniera più diretta, di ottenere benefici di natura tecnica ed economica per il sistema elettrico nazionale. Come ben noto, infatti, l'integrazione di reti ibride costituisce una possibile modalità di connessione che abilita strategie di esercizio della rete compatibili con alimentazioni ridondanti conferendo una maggiore affidabilità del sistema elettrico. La possibilità di alimentare diverse utenze (carichi, data center, sistemi di accumulo, sistemi di ricarica veicoli elettrici) direttamente da un bus DC, presente a livello "locale", inoltre, comporta un incremento dell'efficienza legato all'assenza dello stadio di conversione AC/DC e alla riduzione delle perdite di trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica. Le perdite risultano ridotte sui tratti della rete eserciti in DC grazie anche alla mancanza dell'effetto "pelle" e all'assenza, in DC, di un sistema di sincronizzazione. L'adozione di reti e microreti in DC consente, inoltre, una riduzione dei costi di cablaggio, in caso di nuove installazioni, grazie all'uso di cavi di alimentazione più sottili delle corrispondenti microreti di tipo AC.

Benefici per gli utenti

Il presente progetto comporta benefici diretti (partecipazione attiva degli utenti finali al mercato elettrico, risparmio derivante da una più efficiente gestione dei flussi energetici), benefici indiretti (riduzione dell'impatto della generazione distribuita sul sistema di distribuzione grazie all'interconnessione di nuove reti, sperimentazione di nuove configurazioni di reti ibride con conseguente crescita competitiva del mercato degli apparati per le reti elettriche e vantaggi economici per l'utente finale) e benefici intangibili (impatto ambientale positivo per incremento di autoconsumo, accrescimento competitività nazionale nello specifico settore e raggiungimento delle economie di scala). Relativamente agli utenti finali del sistema elettrico, in particolare, la possibilità di gestire, in MT e BT, flussi di energia mediante reti e microreti in DC consente di attuare configurazioni di autoproduzione e autoconsumo che, incrementando l'utilizzo in loco delle fonti rinnovabili non dispacciabili, producono risparmi in termini di costo dell'energia elettrica finale. L'incremento del rapporto energia prodotta/energia utilizzata produce, inoltre, un ritorno economico anche in termini di riduzione del tempo di ritorno dell'investimento degli impianti di generazione da fonti rinnovabili indotto dal loro maggiore sfruttamento. In tale contesto sarà anche favorita l'adozione di sistemi di accumulo tradizionale e di nuova generazione, componenti fondamentali per le microreti DC, ingenerando un meccanismo virtuoso di riduzione del prezzo dei sistemi di accumulo per effetto delle economie di scala indotte.

La possibilità di interconnettere, secondo configurazioni affidabili, reti DC nelle attuali reti di distribuzione AC, inoltre, consente una più ampia partecipazione attiva ai mercati da parte delle risorse "diffuse" sul territorio in modalità aggregata (es. reti DC per comunità locali di produzione e consumo alimentate da caratterizzate da generazione distribuita). In aggiunta ai benefici di natura economica, infine, il miglioramento dell'affidabilità delle reti ibride comporta anche livelli più elevati di qualità del servizio (riduzione del numero di interruzioni e

PTR_19_21_ENEA_PRG_10_CAP1	2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità	Descrizione del progetto	pag. 11 / 15
----------------------------	---	--------------------------	--------------

continuità, qualità della fornitura) con evidenti benefici addizionali per l'utente finale.

Previsione delle ricadute applicative

Il maggior beneficio derivante dal progetto consiste nella ampia applicabilità delle soluzioni tecnologiche progettuali proposte. I risultati del progetto sono di interesse per diversi stakeholder, alcuni interessati in modo diretto, altri in modo indiretto. Relativamente ai primi, il principale settore applicativo riguarda le reti di distribuzione elettrica in media/bassa tensione.

L'implementazione di azioni di controllo, gestione e protezione delle reti ibride e la comparazione di tali strumenti in un'ottica di miglioramento dell'affidabilità sia in ambiente simulativo che sperimentale, risultato fondamentale del presente progetto di ricerca, potranno fornire importanti informazioni ai gestori di reti e microreti. In generale, la comparazione delle configurazioni proposte consentirà, infatti, di identificare l'impatto di ciascuna soluzione in termini di affidabilità e, idealmente, di assegnare alle singole soluzioni ottenute un indice di priorità in base alle specifiche esigenze del gestore della microrete. Il gestore della rete potrà, quindi, scegliere la configurazione più conveniente per il contesto specifico e indirizzare in maniera più adeguata i propri investimenti.

Un settore che sarà interessato indirettamente dai risultati del progetto è, invece, quello delle aziende produttrici di dispositivi e sistemi di interfaccia per le reti elettriche. Attraverso azioni messe in campo per la diffusione dei risultati, i proponenti potranno, al termine del triennio di ricerca, mirare al coinvolgimento di tali aziende nell'utilizzo congiunto del tool di affidabilità implementato. In tal senso, si potranno proporre collaborazioni volte all'integrazione di prodotti prototipali o commerciali, attualmente utilizzati in contesti operativi diversi (es. sistemi di protezione), nella nanogrid di laboratorio del C.R. ENEA di Portici, per testarne l'idoneità all'utilizzo specifico in reti ibride di distribuzione AC/DC. La valutazione dell'utilizzo del dispositivo e della relativa affidabilità, monitorata grazie al tool implementato, potrà fornire indici di prestazione per l'applicabilità degli apparati testati al settore delle reti ibride. Questo tipo di approccio divulgativo dei risultati della ricerca potrebbe aprire a nuovi ambiti di utilizzazione dei prodotti del progetto con evidenti ricadute positive per i beneficiari del progetto anche in termini di potenziale industrializzazione futura.

Verifica dell'esito del Progetto

Oggetti e documentazione dei risultati finali

Di seguito si riporta elenco dei principali documenti esplicativi dei risultati della ricerca condotta nel triennio:

RAPPORTO TECNICO RT-1.1: Analisi e valutazione preliminare delle problematiche di affidabilità delle reti di distribuzione ibride AC/DC.

Linee di riferimento: LA1.1

Responsabile: ENEA

RAPPORTO TECNICO RT-1.2: Studio degli standard e analisi dei modelli di riferimento per la stima dell'affidabilità di componenti e apparati delle reti ibride AC/DC.

Linee di riferimento: LA1.2

Responsabile: ENEA

RAPPORTO TECNICO RT-1.4: Studio e sviluppo di scenari energetici per l'integrazione di reti AC/DC in MT/BT.

Linee di riferimento: LA1.4

Responsabile: UNIVERSITA' DI PALERMO

RAPPORTO TECNICO RT-1.5: Progettazione e costruzione delle configurazioni di reti ibride di lavoro.

Linee di riferimento: LA1.5

PTR_19_21_ENEA_PRG_10_CAP1	2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità	Descrizione del progetto	pag. 12 / 15
----------------------------	---	--------------------------	--------------

Responsabile: ENEA

RAPPORTO TECNICO RT-1.6: Definizione e analisi di stati del sistema per la valutazione dell'affidabilità di reti ibride AC/DC in MT/BT in configurazione grid-on e grid-off.

Linee di riferimento: LA1.6

Responsabile: UNIVERSITA' DI PALERMO

RAPPORTO TECNICO RT-1.7: Analisi e sviluppo azioni di intervento di dispositivi di protezione in ottica di miglioramento dell'affidabilità di sistema delle reti ibride AC/DC.

Linea di riferimento: LA1.7

Responsabile: POLITECNICO DI MILANO

RAPPORTO TECNICO RT-1.8:

Approfondimento dello sviluppo di modelli per stimare l'affidabilità di effettuare le funzioni assegnate a un sistema di accumulo di una rete ibrida.

Linee di riferimento: LA1.8

Responsabile: UNIVERSITÀ DI PISA

RAPPORTO TECNICO RT-1.9:

Definizione ed implementazione di nuovi schemi e modalità di gestione energetica delle reti ibride AC/DC in BT.

Linee di riferimento: LA1.9

Responsabile: UNIVERSITÀ DI PISA

RAPPORTO TECNICO RT-1.10: Implementazione di modelli affidabilistici di sottosistemi e componenti di reti ibride AC/DC in MT e BT in ambiente simulativo.

Linee di riferimento: LA1.10

Responsabile: ENEA

RAPPORTO TECNICO RT-1.12: Studio e modellazione avanzata di sistemi di protezione statici in ottica di miglioramento dell'affidabilità.

Linee di riferimento: LA1.12

Responsabile: POLITECNICO DI MILANO

RAPPORTO TECNICO RT-1.13: Sviluppo e validazione di azioni di controllo in regime stazionario e dinamico per il miglioramento dell'affidabilità di reti AC/DC.

Linea di riferimento: LA1.13

Responsabile: UNIVERSITÀ DI PALERMO

RAPPORTO TECNICO RT-1.14: Validazione in simulazione degli schemi e delle logiche di protezione individuate.

Linee di riferimento: LA1.14

Responsabile: POLITECNICO DI MILANO

RAPPORTO TECNICO RT-1.15: Validazione in simulazione degli schemi e delle logiche di gestione energetica e studio della relativa affidabilità.

Linea di riferimento: LA1.15

Responsabile: UNIVERSITÀ DI PISA

RAPPORTO TECNICO RT-1.16: Modello aggregato per la stima dell'affidabilità di reti ibride AC/DC in MT e BT in ambiente simulativo e relativo manuale di uso.

Linee di riferimento: LA1.16

PTR_19_21_ENEA_PRG_10_CAP1	2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità	Descrizione del progetto	pag. 13 / 15
----------------------------	---	--------------------------	--------------

Responsabile: ENEA

RAPPORTO TECNICO RT-1.17: Sperimentazione delle configurazioni di sistema individuate e loro validazione.

Linee di riferimento: LA1.17

Responsabile: ENEA

DISSEMINAZIONE E COMUNICAZIONE DEL PROGETTO:

Documenti descrittivi del piano di disseminazione e degli eventi di divulgazione tecnica e scientifica del progetto con descrizione di ciascun evento (es. mostra convegno, ecc.) nel triennio e della modalità di comunicazione adottata (es. poster, presentazione orale). In particolare, sarà fornita una presentazione dei risultati per ciascuna delle linee di attività di disseminazione e comunicazione.

Linee di riferimento: LA1.3, LA1.11, LA1.18

Responsabile: ENEA

Pubblicazioni Scientifiche di disseminazione dei principali risultati del progetto.

Linee di riferimento: tutte

Responsabile: tutti i beneficiari del progetto

Elementi per la verifica finale del progetto

Di seguito si riporta elenco dei test di verifica per i risultati della ricerca sopra richiamati:

Test di verifica RT-1.1, RT-1.2:

I risultati raggiunti dovranno produrre una analisi sintetica delle problematiche di affidabilità delle reti di distribuzione ibride AC/DC (RT-1.1) e dei modelli e metodologie esistenti per la Reliability Assessment e la valutazione degli indici di prestazione affidabilistica delle reti ibride di distribuzione AC/DC (RT-1.2).

Test di verifica RT-1.4, RT-1.6:

I risultati raggiunti consisteranno in: definizione di diversi scenari energetici in linea con gli obiettivi nazionali di decarbonizzazione (RT-1.4) e analisi preliminare degli elementi in grado di impattare sulla sicurezza e sull'affidabilità del sistema ibrido, stati del sistema, eventi di failure, indicatori di affidabilità per ogni configurazione di rete ibrida AC/DC analizzata e casi studio (RT-1.6).

Test di verifica RT-1.5, RT-1.10:

I risultati raggiunti dovranno produrre un effettivo avanzamento dello stato attuale delle conoscenze in termini di individuazione di: configurazioni che includano soluzioni e tecnologie abilitanti per la futura realizzazione di reti di distribuzione ibride AC/DC (RT-1.5) e di caratterizzazione dei modelli affidabilistici dei sottocomponenti delle reti ibride in ambiente simulativo (RT-1.10).

Test di verifica RT-1.7:

I risultati raggiunti dovranno descrivere metodologie, modelli e azioni di intervento di dispositivi di protezione in ottica di miglioramento dell'affidabilità di sistema delle reti ibride AC/DC.

Test di verifica RT-1.8, RT1.9:

I risultati raggiunti dovranno descrivere le logiche di gestione ideate e sviluppate (RT-1.9) e gli approfondimenti degli studi relativi alla stima dell'affidabilità di effettuare le funzioni assegnate a un sistema di accumulo di una rete ibrida (RT-1.8).

Test di verifica RT-1.12, RT1.14:

I risultati raggiunti dovranno individuare configurazioni possibili di interruttori statici e/o ibridi (ossia con una

PTR_19_21_ENEA_PRG_10_CAP1	2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità	Descrizione del progetto	pag. 14 / 15
----------------------------	---	--------------------------	--------------

parte elettronica e una elettromeccanica) che possano essere impiegati nelle reti DC in MT e BT (RT-1.12) e modellare schemi e logiche di protezione da applicare agli stessi sistemi di distribuzione (RT-1.14).

Test di verifica RT-1.13:

I risultati raggiunti dovranno descrivere le logiche di controllo in regime stazionario e dinamico per il miglioramento dell'affidabilità di reti AC/DC e i risultati delle simulazioni condotte sui casi studio.

Test di verifica RT-1.15:

I risultati raggiunti dovranno rendere disponibili logiche di gestione energetica (sviluppo software) per il miglioramento dell'affidabilità; il rapporto tecnico dovrà riportare la descrizione delle logiche sviluppate e i risultati della validazione in simulazione.

Test di verifica RT-1.16, RT-1.17:

I risultati raggiunti dovranno riportare:

- 1) descrizione del tool sviluppato con annesso manuale d'uso contenente: definizione dei modelli disponibili, ipotesi di lavoro, guida operativa all'utilizzo ed elenco degli errori gestiti) (RT-1.16);
- 2) dettagli relativi alle campagne sperimentali condotte sulle configurazioni individuate che saranno anche comparate in termini di prestazioni affidabilistiche (RT-1.17).

DISSEMINAZIONE E COMUNICAZIONE:

Test di verifica: il valutatore potrà verificare, attraverso i documenti descrittivi dei piani di comunicazione e disseminazione, l'effettivo indirizzamento in termini di trasferimento dei risultati verso i target ipotizzati (es. disseminazione scientifica a livello internazionale, disseminazione tecnica verso professionisti del settore).

Coordinamento tra gli affidatari

Il progetto prevede attività in sovrapposizione con gli altri affidatari?

SI

Coordinamento tra gli affidatari

In accordo al Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico del 9 agosto 2019, RSE ed ENEA partecipano al progetto 2.7 "Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità", e, in particolare, ai seguenti Work Package:

- Progetto dimostrativo sulle comunità dell'energia - RSE;
- Analisi delle problematiche di gestione per l'integrazione nelle attuali reti in AC di nuove reti in DC in MT/BT (Media Tensione/Bassa Tensione) - ENEA.

Al fine di garantire che l'obiettivo generale del progetto 2.7 sia perseguito con un approccio sinergico e complementare dai due soggetti affidatari (RSE ed ENEA) e dalle Università co-beneficarie è stato costituito un Comitato di Coordinamento (CdC) composto dai responsabili dei due Work Package del progetto di ricerca 2.7 per ciascuno dei soggetti affidatari:

- Ing. Fabio Armanasco per RSE
- Ing. Maria Valenti per ENEA

I membri del CdC, anche coadiuvati dai ricercatori coinvolti nel progetto, hanno preliminarmente verificato che le attività proposte dai due affidatari perseguissero obiettivi diversi e non presentassero sovrapposizioni, bensì sinergie, sia in relazione allo specifico progetto sia ad altri temi con potenziali punti di contatto (1.7, 2.2,

PTR_19_21_ENEA_PRG_10_CAP1	2.7 Modelli e strumenti per incrementare l'efficienza energetica nel ciclo di produzione, trasporto, distribuzione dell'elettricità	Descrizione del progetto	pag. 15 / 15
----------------------------	---	--------------------------	--------------

2.5).

Successivamente, il CdC ha predisposto un Piano per le Azioni di Coordinamento (PAC) da attuare in fase operativa di progetto. Le azioni di coordinamento, in particolare, saranno mirate a:

- garantire la condivisione dei principali risultati della ricerca;
- verificare lo stato di avanzamento delle attività con riferimento specifico ad eventuali condizioni di sovrapposizione della ricerca da parte dei due soggetti affidatari;
- definire appropriate azioni correttive da mettere in atto qualora si dovessero ravvisare eventuali elementi di sovrapposizione;
- valutare la possibilità di azioni congiunte che possano potenziare il raggiungimento dell'obiettivo generale del tema di ricerca. L'opportunità di definire eventuali azioni congiunte sarà stabilita nel corso del progetto in funzione dei risultati conseguiti e del valore aggiunto che tali azioni sinergiche potrebbero apportare al progetto stesso;
- programmare azioni di coordinamento supplementari, anche non inizialmente previste, laddove se ne dovesse palesare la necessità.

Il CdC ha, quindi, stabilito che le azioni di coordinamento si dovranno esplicitare attraverso riunioni periodiche e ha predisposto una ipotesi di calendario preliminare.

Tutti i dettagli relativi al PAC, con indicazione delle azioni di coordinamento, in corso e a seguire nel triennio 2019-2021, sono riportati nel documento di coordinamento generato dal CdC e allegato al presente progetto.

Immagini allegate:

Presenti in allegato

Coordinamento affidatari:

Presente in allegato