



**TITOLO E ABSTRACT TEMA DI RICERCA DOTTORANDI DEL CORSO DI DOTTORATO DI
RICERCA IN INGEGNERIA INDUSTRIALE**

XL CICLO

Adriano Casu

Tema di Ricerca:

Sviluppo del sistema di distribuzione elettrica per il miglioramento della resilienza

Abstract:

I cambiamenti climatici, conseguenza delle azioni antropiche degli ultimi decenni, portano inequivocabilmente a una necessità di adattamento delle società umane. Questa necessità è dovuta sia a un mutamento delle condizioni ambientali direttamente misurabili (come l'aumento della temperatura globale media), sia a un cambiamento nell'occorrenza di fenomeni climatici estremi (ondate di calore, tempeste di vento, tempeste di neve, alluvioni, incendi e terremoti). La rilevanza di tali eventi avversi è in aumento in termini di frequenza e di magnitudo. Quindi, il rischio legato ai danni che le infrastrutture realizzate dall'uomo potranno subire è in progressiva crescita. Tra le infrastrutture critiche, i sistemi elettrici sono senza dubbio tra le più vulnerabili e i loro disservizi hanno effetto su tutte le attività della società odierna. In aggiunta, l'interdipendenza del funzionamento di altre infrastrutture a rete, come ad esempio i trasporti e i sistemi di telecomunicazione con i sistemi elettrici, complica la valutazione dei rischi specifici. Per questo motivo, sono necessari strumenti capaci di valutare in maniera integrata l'esposizione delle infrastrutture critiche agli eventi climatici estremi e ai cambiamenti attesi, la loro vulnerabilità e la capacità di adattarsi per far fronte sia ad eventi improvvisi e devastanti, sia a cambiamenti lenti ma progressivi e inevitabili. Il progetto di ricerca si pone come obiettivo lo sviluppo di uno strumento di pianificazione in grado di valutare il livello di resilienza dei sistemi elettrici in relazione ai più impattanti eventi climatici e proporre le opportune soluzioni per migliorarne le prestazioni





prima, durante e dopo tali eventi, anche in relazione al possibile concomitante fallimento di altre infrastrutture che possono essere influire soprattutto sulle fasi di ripristino. A tal fine, è necessario includere nello studio lo sviluppo di scenari climatici adatti a descrivere i fenomeni in gioco con gli opportuni metodi per misurare l'impatto che tali eventi possono avere sui sistemi elettrici.

Lorenzo Milia

Tema di Ricerca:

Tecniche di Apprendimento Automatico per lo Sviluppo di Strumenti di Monitoraggio Non Intrusivi nelle Macchine e Impianti a Fusione Termonucleare

Abstract:

Il progetto di dottorato è relativo allo sviluppo di uno strumento di apprendimento automatico (Machine Learning) per la stima della distribuzione del flusso termico incidente sulla superficie delle piastrelle dell'esperimento STRIKE (Short Time Retractable Instrumented Kalorimeter Experiment), a partire dalle misure della telecamera a infrarossi (IR) effettuate sul lato posteriore delle piastrelle. Il lavoro è finalizzato a valutare in tempo reale l'uniformità e la divergenza di SPIDER (Source for Production of negative Ion of Deuterium Extracted from Radio Frequency), sviluppata per MITICA, il prototipo completo dei fasci neutri di riscaldamento di ITER. Inoltre, verranno impiegati algoritmi di apprendimento automatico per sviluppare un predittore di disruzioni inter-macchina, utilizzando dati provenienti da JET e ASDEX Upgrade. L'attività è finalizzata alla realizzazione di uno strumento capace di estrapolare pattern di disruzione da dispositivi esistenti verso i tokamak di nuova generazione.





Alessandro Sechi

Tema di Ricerca:

Automazione della gestione della Rete di Trasmissione della regione Sardegna tramite Intelligenza Artificiale

Abstract:

Una gestione dei sistemi energetici che tenga un occhio di riguardo all'equilibrio dei parametri del Trilemma Energetico (sicurezza energetica, equità energetica e sostenibilità ambientale) non è banale. Gli interventi atti ad incrementare uno o più di questi parametri spesso comportano importanti ed onerosi investimenti strutturali e possono, in determinati casi, comportare squilibri considerevoli, tal volta anche critici, come si è potuto osservare in questi ultimi anni, ove la transizione a un sistema energetico più sostenibile sta comportando un'ardua sfida sotto molti punti di vista. Ne consegue che qualsiasi strategia che permetta un incremento delle prestazioni di un sistema energetico, tramite un'ottimizzazione della gestione delle infrastrutture attualmente esistenti, senza necessariamente richiedere grossi interventi o investimenti, siano di forte interesse, soprattutto in sistemi isolati come quello della Regione Sardegna. In questo contesto si inserisce questo progetto, che si propone lo scopo di realizzare in sistema autonomo di gestione della rete di trasmissione dell'energia elettrica regionale, tramite l'ausilio di algoritmi di Intelligenza Artificiale. Questa, una volta adeguatamente allenata tramite dati ottenuti attraverso simulazioni di Load Flow e Optimal Power Flow, sarà in grado di garantire una gestione ottimale dei flussi energetici nella rete di trasmissione grazie alla misurazione dei parametri di funzionamento della rete nei vari nodi. Tramite questo sistema si prevede di ottenere un miglioramento su tutti i parametri caratteristici del Trilemma Energetico con riferimento al sistema sardo, incrementando la resilienza della rete, e quindi la sua sicurezza, una riduzione dei costi di gestione, quindi apportando un contributo all'equità energetica rendendo meno costosa la fornitura per l'utente e, infine, un incremento della sostenibilità ambientale grazie all'ottimizzazione dei flussi energetici.





Samuele Setzu

Tema di Ricerca:

Monitoraggio e diagnostica di sistemi complessi con tecniche di machine learning

Abstract:

Il Machine Learning (ML) si è rapidamente evoluto in una delle tecnologie più trasformative dell'era moderna, rivoluzionando settori che vanno dalla medicina all'industria, grazie alla possibilità di prendere decisioni basate sui dati e di effettuare analisi predittive su scala senza precedenti. Tuttavia, i modelli di apprendimento automatico non sono intrinsecamente interpretabili e sono quindi necessari sforzi significativi per comprendere e ricostruire il processo attraverso cui il modello giunge ai risultati. In questo progetto verranno affrontate diverse applicazioni provenienti da ambiti di ricerca eterogenei, nei quali gli approcci data-driven sono fondamentali per risolvere problemi complessi. In particolare, verranno trattate applicazioni nel campo della fusione termonucleare controllata, per il monitoraggio e la protezione degli impianti, ad esempio per la previsione di disruzioni e il rilevamento di sovraccarichi. Verranno inoltre considerate applicazioni nel monitoraggio e nella gestione dei sistemi elettrici, così come nella diagnosi medica. Quando possibile, il progetto si concentrerà anche sull'implementazione di modelli facilmente interrogabili, per comprendere il ragionamento alla base delle risposte fornite dal modello.





XXIX CICLO

Mansoor Urf Manoo Parehar

Tema di ricerca:

Applicazione del metodo di decomposizione di Benders nei sistemi di distribuzione di energia elettrica

Abstract:

Le moderne reti di distribuzione richiedono approcci di ottimizzazione avanzati per garantire un funzionamento sicuro ed efficace, a causa della loro crescente complessità, resa possibile dall'integrazione delle fonti di energia rinnovabile e dalla necessità di flessibilità. Nella presente ricerca, il problema del **Security-Constrained Optimal Power Flow (SCOPF)** nei sistemi di distribuzione viene risolto utilizzando la decomposizione di Benders. Questo metodo fornisce un approccio strutturato per affrontare le difficoltà delle reti di grandi dimensioni, suddividendo il problema di ottimizzazione su larga scala in sottoproblemi più piccoli e più gestibili, oltre a un problema principale. Da una prospettiva attuale, il metodo offre flessibilità nella gestione delle violazioni di tensione e corrente, permettendo un uso efficiente delle risorse in una varietà di scenari di rete. Da un punto di vista proiettato al futuro, crea un quadro flessibile per incorporare nuove tecnologie e adattarsi a esigenze operative in evoluzione. La tecnica migliora la fattibilità della risoluzione del problema SCOPF in reti complesse separando il problema principale, che si occupa delle decisioni ad alto livello, dai sottoproblemi che trattano le contingenze e i calcoli dettagliati dei flussi di potenza. I risultati dimostrano che la decomposizione di Benders rappresenta un approccio strategico per garantire flessibilità, affidabilità e sostenibilità nei sistemi elettrici sia attuali che futuri, oltre a costituire uno strumento utile per la gestione di reti di distribuzione estese.





Kainat Rizwan

Tema di Ricerca:

Soluzioni Blockchain e IoT per la gestione intelligente dei sistemi energetici innovativi

Abstract:

L'integrazione di dispositivi IoT, contatori intelligenti, Raspberry Pi e tecnologia blockchain mira a trasformare i sistemi energetici d'avanguardia, abilitando transazioni sicure di dati, una gestione ben organizzata e, soprattutto, un monitoraggio dinamico dell'energia. Si tratta di un approccio adattabile che valorizza la flessibilità dei dispositivi abilitati all'IoT, come il Raspberry Pi, il quale consente un controllo e un monitoraggio decentralizzati dell'energia, mentre la tecnologia blockchain garantisce uno scambio sicuro dei dati energetici, trasparenza e durabilità. Le applicazioni includono anche l'integrazione di contatori intelligenti per fornire analisi accurate dei consumi, oltre a sistemi di gestione dell'energia utili per la fatturazione automatica, sia in ambito domestico che industriale. L'integrazione della tecnologia blockchain facilita inoltre il commercio energetico peer-to-peer e promuove l'adozione di energia verde tramite smart contract sicuri. Queste innovazioni non solo migliorano l'efficienza operativa, ma supportano anche il raggiungimento degli obiettivi energetici, offrendo agli utenti informazioni basate sui dati e un controllo decentralizzato dell'uso dell'energia. Questo contesto apre a un notevole potenziale per lo sviluppo di sistemi energetici innovativi, sicuri e intelligenti, adattati alle esigenze di un mondo sempre più interconnesso.

XXXVII CICLO

Riccardo Trevisan

Tema di Ricerca:

Approcci e Strumenti Multidisciplinari per la Promozione delle Comunità Energetiche

Abstract:





La transizione energetica globale è guidata dalla necessità di affrontare i cambiamenti climatici e promuovere lo sviluppo sostenibile. Il ruolo centrale dell'energia nel sostenere le società moderne e alimentare le economie globali è in fase di trasformazione, con una crescente pressione per ridurre la dipendenza dai combustibili fossili, responsabili di significative emissioni climalteranti. In risposta a questa sfida, sono state avviate numerose iniziative internazionali, tra cui l'Agenda 2030 delle Nazioni Unite per lo Sviluppo Sostenibile e vari Accordi Climatici non vincolanti. Tali accordi internazionali hanno spinto gli Stati a impegnarsi nella riduzione delle emissioni, nell'aumento dell'uso di fonti energetiche rinnovabili e nell'adozione di tecnologie più pulite ed efficienti. In questo contesto globale, l'Unione Europea ha assunto un ruolo pionieristico, proponendo strategie e politiche ambiziose come il Green Deal Europeo, un piano d'azione che mira a rendere l'UE climaticamente neutra entro il 2050. Le iniziative volte al raggiungimento di questo obiettivo ambizioso si fondano su principi di equità e sostenibilità. Al centro di queste iniziative si trovano le Comunità Energetiche, un modello emergente di produzione e gestione dell'energia che consente a cittadini, imprese e autorità locali di partecipare attivamente alla gestione delle risorse. Le Comunità Energetiche hanno il potenziale per svolgere un ruolo fondamentale nella gestione decentralizzata del sistema energetico e rappresentano iniziative catalizzatrici per il coinvolgimento diretto e attivo delle comunità locali nella transizione energetica, creando così nuove opportunità di sviluppo sostenibile.

