

**Borsa di studio attivata ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021**

Titolo del progetto: L'integrazione di fonti rinnovabili e sistemi di accumulo negli impianti elettrici ferroviari per l'incremento dell'efficienza energetica ai fini della sostenibilità ambientale in una politica di green economy

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo:  
ENGINEERING AND APPLIED SCIENCE FOR ENERGY AND INDUSTRY

Responsabile scientifico: Regina Lamedica

Area per la quale si presenta la richiesta: GREEN

Numero di mensilità da svolgere in azienda: 6

Numero di mensilità da svolgere all'estero: 6 presso Università di Oviedo (Spagna) – Dipartimento di Electrical, Electronic, Computers and Systems Engineering

Azienda: RFI S.p.A.,

Il Dipartimento è disponibile a cofinanziare per un importo pari a euro: 10000

Dipartimento finanziatore: DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ASTRONAUTICA, ELETTRICA ED ENERGETICA con delibera del 21/09/2021

Progetto di ricerca:

Negli ultimi anni è diventato un obiettivo di scala mondiale abbassare i livelli di inquinamento di CO<sub>2</sub> presenti nell'ambiente sia a livello nazionale che a livello internazionale.

L'Agenzia Internazionale per l'Energia e l'Unione Internazionale delle Ferrovie ha rilevato che la percentuale di emissioni di CO<sub>2</sub> da combustione di combustibili dovuta al settore dei trasporti è del 23,1%, con un contributo del 70% dei gas serra dei veicoli su gomma, seguiti da aerei e navi, a differenza dei convogli ferroviari il cui processo di elettrificazione ha comportato la riduzione nel tempo delle emissioni nocive.

Pertanto, per portare i livelli di inquinamento alle soglie indicate a livello internazionale, in molti Paesi, da un lato è in atto lo sviluppo di reti ferroviarie su tutto il territorio nazionale, sia urbano che extraurbano, dall'altro si stanno ponendo in atto politiche economiche per rendere più attrattivo il trasporto pubblico rispetto a quello privato.

In tale contesto, la realizzazione di nuove linee ferroviarie comporta l'esigenza che, a fronte dell'aumento del parco rotabile, si individuino soluzioni che comportino, a livello del veicolo una riduzione dei consumi, e, a livello di infrastruttura l'incremento della produzione di energia da fonti rinnovabili. Tali obiettivi consentirebbero il rispetto e la salvaguardia dell'ambiente contribuendo al processo di sostenibilità del sistema di trasporto passeggeri e merci.

Sono state introdotte diverse soluzioni nell'ambito della progettazione del circuito elettrico a bordo dei treni e delle sottostazioni elettriche che li alimentano, nonché nell'ambito dell'esercizio del sistema su ottimizzazione degli orari e stile di guida del macchinista. Il recupero dell'energia nelle fasi di frenatura, negli ultimi decenni, è stato al centro di numerosi studi poiché rappresenta uno dei fattori più importanti in campo di risparmio energetico. Il riutilizzo di questa energia per lo scambio in linea con altri treni o per il suo accumulo, sia a bordo che stazionario, ha permesso di aumentare la quota parte di risparmio energetico nei sistemi di trasporto su ferro.

L'introduzione degli accumuli, sia elettrochimici che a tecnologia supercapacitori, ha permesso di mettere in campo numerose strategie anche sul dimensionamento ottimale degli stessi. Il riutilizzo dell'energia in surplus dovuta alle frenature, da accumulare sia a bordo per essere riutilizzato nelle fasi di trazione o da accumulare in sottostazione, per prevederne un utilizzo al passaggio di altro treno o per altri servizi, è stato al centro di numerosi studi e progetti di ricerca.

Inoltre, da qualche anno a questa parte, si stanno effettuando degli studi sull'integrazione delle fonti di energia

rinnovabili nelle reti elettriche dedicate all'alimentazione ferroviaria. A livello Nazionale sono stati fissati degli obiettivi da rispettare, che sono stati trascritti nel PNIEC, dove viene riportato che l'Italia per il 2030 ha prefissato la meta di ottenere un consumo finale di energia proveniente da fonti rinnovabili uguale al 30 %. Per tale data è previsto che anche il settore dei trasporti raggiunga un obiettivo specifico pari o superiore al 14%. Integrando le reti ferroviarie con la produzione da fonti rinnovabili è possibile aumentare l'ecosostenibilità del trasporto su ferro, diminuendo ulteriormente le emissioni globali prodotte. I sistemi di generazione rinnovabile che meglio si adattano ai sistemi ferroviari, soprattutto in ambito interurbano, sono il fotovoltaico e l'eolico, per via della disponibilità di tetti degli edifici delle stazioni passeggeri e dei depositi o officine per la manutenzione dei rotabili uniti o degli ampi spazi all'interno delle fasce di asservimento dei tracciati stessi. Le fonti rinnovabili potrebbero quindi alimentare servizi di stazione o i carichi elettrici presenti nelle aree dei depositi-officine. L'ibridazione delle sottostazioni ferroviarie, se ipotizzata anche associata con dei sistemi di accumulo, potrebbe consentire una sostanziale indipendenza dalla fornitura dell'energia dal distributore pubblico, anche combinando fonti rinnovabili di diversa natura, come ad esempio sistemi di generazione fotovoltaica ed eolica. Così facendo, è possibile evitare di sovradimensionare i singoli sistemi di generazione e ridurre al minimo le discontinuità, che potrebbero verificarsi con l'indisponibilità improvvisa di una delle due sorgenti.

Sono ancora in via di sviluppo progetti che prevedono l'installazione di pannelli o di piccole turbine eoliche nei tetti dei treni, per alimentare i sistemi illuminazione e ventilazione delle cabine. Per di più, le turbine eoliche sono al centro di alcuni studi, che valutano la produzione di energia, generata dal moto d'aria causato dall'effetto pistone, provocato dai treni entranti in galleria.

Il percorso di dottorato, a partire dalle principali peculiarità del territorio nazionale, si prefigge di studiare l'integrazione delle fonti rinnovabili e/o sistemi di accumulo di energia nel sistema di trasporto su ferro extraurbano, elaborando modelli di simulazione, utilizzando tecniche di ottimizzazione sia per il dimensionamento che per il relativo posizionamento delle fonti, sviluppando un software per l'elaborazione dei dati. Nell'ottica della green economy, i risultati della ricerca porteranno a quantificare la riduzione dei consumi energetici e a verificare la sostenibilità ambientale dell'integrazione delle fonti rinnovabili nella rete elettrica dei sistemi ferroviari.

L'obiettivo della ricerca è condiviso dalla Società Rete Ferroviaria Italiana (RFI), del Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, in quanto risulta un tema di rilevante interesse per i futuri sviluppi della loro rete. La Società ha manifestato la volontà di ospitare il dottorando presso le proprie strutture per almeno 6 mesi.

La manifestazione di interesse è pervenuta anche dall'Università di Oviedo (Spagna) che ha comunicato la disponibilità ad ospitare per almeno 6 mesi il dottorando presso la propria sede.

Titolo del progetto (inglese): The integration of renewable sources and storage systems in railway electrical systems to increase energy efficiency for environmental sustainability in a green economy policy

Progetto di ricerca (inglese):

In recent years a worldwide goal is reduce CO2 level pollution in the environment, both nationally and internationally. The International Energy Agency and the International Union of Railways found that the percentage of CO2 emissions from the fuels combustion due to the transport sector is 23.1%, with a contribution of 70% of the greenhouse gases given by road vehicles, followed airplanes and ships, unlike railways whose electrification process has led to the reduction of harmful emissions over the time.

Therefore, in order to bring pollution levels to the thresholds indicated at international level, in many countries, the development of railway networks throughout the national territory, both urban and extra-urban and economic policies are being implemented to make public transport more attractive than private transport.

In this context, the construction of new railway lines entails the need that, increasing the rolling stock production, solutions to reduce energy consumption by trains, and for the increase of energy production from renewable sources at infrastructure level, are desirable. These challenges would allow respect and protection of the environment, contributing to the sustainability process of the passenger and freight transport system.

Different and several solutions have been introduced in the design of the electrical circuit on board the trains and the electrical substations that power them, as well as in the operation of the system on the timetables optimization and driving style. The recovery of energy during the braking phases, in recent decades, has been the focus of numerous studies as it represents one of the most important factors in the field of energy saving. The reuse of this energy for on-line exchange with other trains or for storage system, both on board and stationary, permits to increase energy savings in railways systems.

The storage systems, both electrochemical and supercapacitor technology, allow to implement several strategies using also optimization methodology. The reuse of surplus energy due to braking, to be stored both on board, to be reused in the traction phases or to be stored in the electrical substation, to provide for its use when another train passes or for other services, has been the focus of numerous studies and research projects.

In addition, for some years now, studies have been carried out on the integration of renewable energy sources into the electrical grids dedicated to railway power supply. At the national level, objectives have been set to be respected, which have been transcribed in the PNIEC, which reports that Italy for 2030 has set the goal of obtaining a final consumption of energy from renewable sources equal to 30%. By that date, the transport sector is also expected to reach a specific target of 14% or more.

By integrating railway networks with production from renewable sources, it is possible to increase the eco-sustainability of railways, further decreasing the global emissions produced. The renewable generation systems that are best suited to railway systems, especially in the interurban area, are solar and wind power, due to the availability of roofs passenger station buildings and workshops or depot for the maintenance of rolling stock or for large spaces located on wails route.

Renewable sources could therefore use to supply services or electrical loads present in the warehouse-workshop areas. The hybridization of railway substations, if hypothesized also associated with storage systems, could allow substantial independence from the public distributor supply, also by combining renewable sources, such as solar and wind generation systems. Thanks to this solution, it is possible to avoid oversizing the individual generation systems and minimize discontinuities, which could occur with the sudden unavailability of one of the two sources.

Projects are still being developed that involve the installation of solar panels or small wind turbines on the roofs of trains, to power the lighting and ventilation systems of the wagons. Furthermore, some studies focusing on wind turbines to evaluate the production of energy generated by the air motion caused by the piston effect.

The PhD program, starting from the main peculiarities of the national territory, aims to study the integration of renewable sources and / or energy storage systems in the suburban rail transportation system, developing simulation models, using both optimization techniques for the siting and sizing of the sources, developing a software for data processing. Within a green economy point of view, the results of the research will lead to quantify the reduction in energy consumption and to verify the environmental sustainability of the integration of renewable sources into the electricity grid of railway systems.

The research objective is shared by the Italian Railway Network Company (RFI), of the "Ferrovie dello Stato Italiane" Group, as it is a topic of significant interest for the future development of their network. The Company has expressed its willingness to host the PhD student at its facilities for at least 6 months.

The expression of interest was also received by the University of Oviedo (Spain) which communicated its willingness to host the doctoral student at its headquarters for at least 6 months.