

Sistemi di accumulo basato su batterie agli ioni di litio per il settore aeronautico

Luigi Egiziano¹, Patrizia Lamberti¹, Musab H. Khan¹, Vincenzo Tucci¹

¹ Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione ed Elettrica e Matematica applicata (DIEM)
Università degli Studi di Salerno, Via Giovanni Paolo II, 132 - 84084 - Fisciano (SA)

I dispositivi di accumulo di energia sono essenziali per migliorare l'efficacia e la sostenibilità dei sistemi elettrici in vari ambiti applicativi, tra cui quello aeronautico. A tal riguardo sono in via di realizzazioni vari progetti tesi allo sviluppo di aeromobili elettrici/ibridi elettrici che prevedono l'impiego di utilizzare a bordo batterie innovative. In tale contesto, risulta anche interessante analizzare la possibilità di sistemi di ricarica efficienti e sostenibili, ad esempio utilizzando impianti fotovoltaici collocati negli aeroporti.

Per esplorare il potenziale dell'energia solare nella produzione di energia elettrica in ambito aeronautico, la nostra ricerca ha esaminato la fattibilità di sistemi solari fotovoltaici (PV) in quattro aeroporti in Nord Africa, Nord, Centro e Sud Europa per soddisfare i requisiti relativi alla ricarica di batterie utilizzabili in aeromobili elettrici o ibridi elettrici (Fig. 1). Utilizzando il software PVGIS con Google Maps, è stata valutata la produzione di energia da array fotovoltaici specifici per il sito, ottimizzando l'inclinazione e l'orientamento dei moduli per massimizzare la raccolta di energia solare in varie condizioni climatiche. Sebbene le quantità di energia prodotte siano insufficienti per supportare le operazioni richieste per gli aeromobili elettrici, si rileva una possibilità significativa dell'energia solare per una almeno parziale decarbonizzazione del settore aeronautico.

Sulla base dei dati raccolti da progetti di aeromobili elettrici e ibridi completati e in corso, è stata analizzata l'idoneità di diversi tipi di batterie a base di ioni di litio (LIB), tra cui batterie al litio-zolfo, litio-aria, ai polimeri di litio e agli ioni di litio.

Per ottenere un'alta densità di energia, elevate velocità di carica/scarica e stabilità a lungo termine, un settore di ricerca futura si concentra sulla possibilità di scelte tecnologiche scalabili per realizzare strutture ibride che combinano diversi tipi di materiali. In tale ambito, la scelta dei materiali per gli elettrodi gioca un ruolo fondamentale nei dispositivi di accumulo di energia, influenzando drasticamente le loro prestazioni elettrochimiche.

Un'attività di ricerca condotta nell'ambito del progetto EU "Environmentally Friendly Aviation For All Classes of Aircraft" (EFACA) riguarda la possibilità di usare, per la realizzazione degli elettrodi, materiali compositi nanostrutturati con filler inorganici, quali i nano-carboni, da zero a tre dimensioni (0D, 1D, 2D e 3D, Fig. 2.c) al fine di valutarne le prestazioni elettrochimiche. In particolare, una soluzione oggetto di particolare attenzione riguarda un anodo nanocomposito ibrido che combina silicio, MXeni e grafene per migliorare capacità e stabilità della batteria. Le caratteristiche del materiale dell'elettrodo, come la superficie, i siti di stoccaggio della carica, le reazioni chimiche, le interazioni con l'elettrolita, svolgono un ruolo cruciale nella definizione delle prestazioni elettrochimiche degli elettrodi utilizzati nelle batterie agli ioni di litio.

L'attività in corso intende esplorare le caratteristiche degli anodi ibridi nanocompositi dovuta alla capacità del silicio di immagazzinare energia, all'eccellente conduttività degli MXeni e alle proprietà elettriche e meccaniche del grafene. In particolare, è in fase di analisi un nuovo composito, $Ti_3C_2T_x$ /grafene 3D/nanoparticelle di Si, che mira ad ottenere capacità superiori a 1500 mAh g^{-1} e una buona stabilità e ciclabilità della batteria.

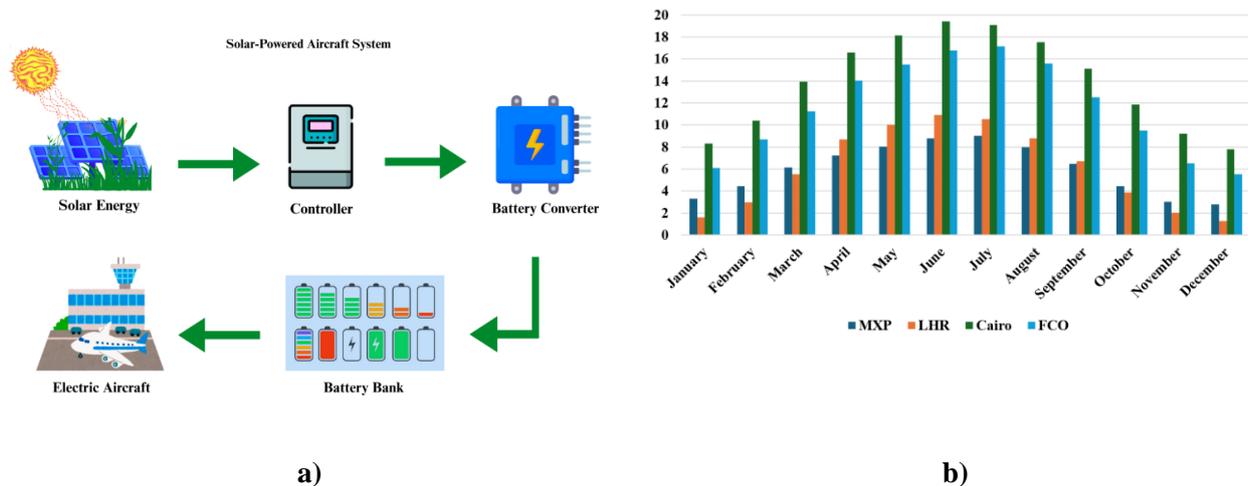


Fig. 1. a) Diagramma schematico del sistema aeronautico a energia solare **b)** Grafico che rappresenta la capacità dei diversi aeroporti di ricaricare le batterie (28 MWh) al giorno.

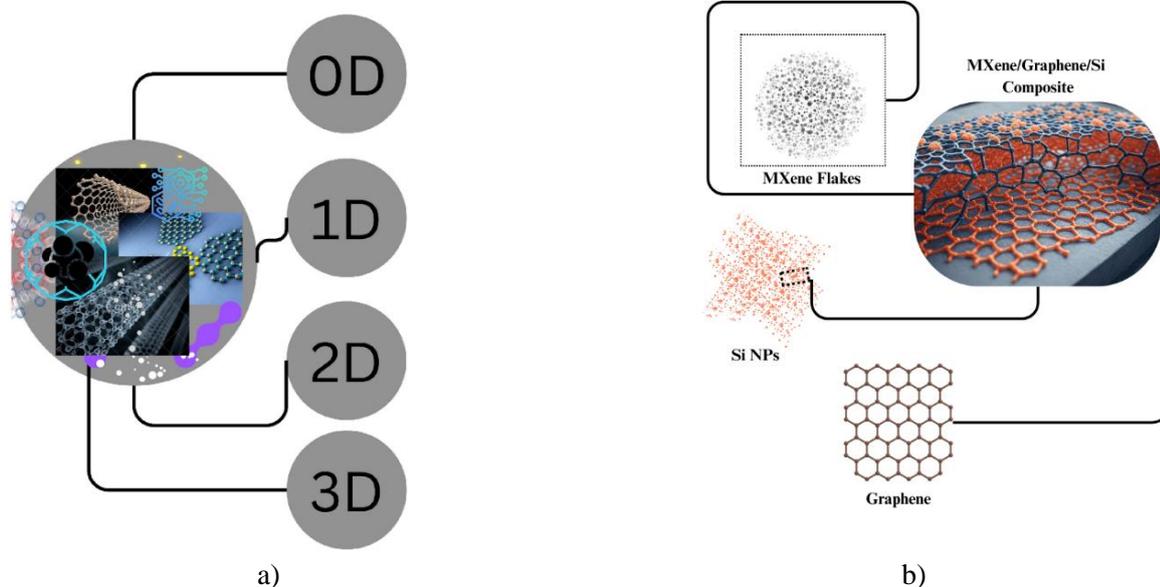


Fig. 2. a) Dimensioni delle nano-cariche **b)** Struttura del sistema analizzato come anodo nelle LIB.

RINGRAZIAMENTI

La presente attività ha ricevuto sostegno finanziario dal programma di ricerca e innovazione Horizon Europe dell'Unione Europea (HORIZON-CL5-2021-D5-01-05) nell'ambito dell'accordo di sovvenzione n. 101056866 (progetto EFACA).

BIBLIOGRAFIA

- [1] M. H. Khan, V Tucci, P Lamberti, R Longo, L Guadagno, "Lithium-Based Batteries in Aircraft". Eng. Proc. 2025, 90(1), 39; <https://doi.org/10.3390/engproc2025090039>
- [2] M. H. Khan, P Lamberti, V Tucci, "Multi-Dimensional Inorganic Electrode Materials for High-Performance Lithium-Ion Batteries", Inorganics 2025, 13(2), 62; <https://doi.org/10.3390/inorganics13020062>
- [3] M. H. Khan, P. Lamberti, E. Sieni, and V. Tucci, "On-Ground Photovoltaic Plants Designed to Recharge Aircraft Batteries"; 2025, submitted.