

**MISSION
INNOVATION**

accelerating the clean energy revolution

POA MATERIALI AVANZATI PER L'ENERGIA**PROGETTO IEMAP - Piattaforma Italiana Accelerata per i Materiali per
l'Energia**

D4.47 - Dimostratori di dispositivo ibrido di benchmark

Stefano Rampino, Edmondo Gilioli, Francesco Pattini

Consiglio Nazionale
delle Ricerche

D4.47 - Dimostratori di dispositivo ibrido di benchmark

Stefano Rampino (CNR), Edmondo Gilioli (CNR), Francesco Pattini (CNR)

Dicembre 2024

Report MISSION INNOVATION

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica - ENEA
Mission Innovation 2021-2024 - III annualità

Progetto: Piattaforma accelerata per i Materiali per l'Energia

Work package: 4

Linea di attività 4.18: Progettazione top-down dei dispositivi integrati e simulazioni elettro-ottiche: analisi multiscala dei risultati ottenuti nelle linee LA4.10 e LA4.15 e benchmarking

Responsabile del Progetto: Massimo Celino (ENEA)

Responsabile della LA: Stefano Rampino (CNR)

Indice

1	Risultati attesi	5
2	Risultati ottenuti.....	5
2.1	Avanzamento della ricerca rispetto allo stato dell'arte internazionale con riferimento ai risultati ottenuti.....	5
3	Prodotti attesi.....	5
4	Prodotti ottenuti	5
4.1	Dispositivo ibrido a due terminali PV+Supercap con prototipo realizzato nella LA4.12.....	6
4.2	Dispositivo ibrido a base di celle solari di perovskite accoppiato con supercapacitore in modalità a tre terminali.....	7
5	Analisi degli scostamenti su attività e risultati	8
6	Sintesi delle attività svolte	8
7	Pubblicazioni Scientifiche	8
8	Eventi di disseminazione	8
9	Descrizione dei risultati ottenuti	9

Indice delle figure

Figura 1 - Dispositivo di benchmark n.1 (PV+batteria) con particolare del diodo Schottky.

Figura 2 - Dispositivo di benchmark n.1 (PV+batteria) con particolare del modulo solare.

Figura 3 - Dispositivo di benchmark n.1 (PV+batteria) con particolare della batteria commerciale a ioni di litio.

Figura 4 - Dispositivo di benchmark n.2 (PV+SuperCap) con particolare del modulo solare.

Figura 5 - Dispositivo di benchmark n.2 (PV+Supercap) con particolare del supercapacitore e del diodo.

Figura 6 - Dispositivo di benchmark n.3 (PV+Supercap Ibrido) con particolare del supercapacitore.

Figura 7 - Dispositivo di benchmark n.3 (PV+Supercap Ibrido) con particolare del modulo solare.

1 Risultati attesi

Ottimizzazione dei dispositivi di benchmark che, per come sono concepiti, costituiranno la soluzione a maggiore efficienza fra quelle studiate in questo progetto, anche a discapito di altre proprietà fondamentali come la trasparenza, il costo e la flessibilità strutturale.

2 Risultati ottenuti

Sono state ottenute due diverse tipologie di dispositivi integrati e a zero-gap di Fotovoltaico+Accumulo, a due e tre terminali partendo dai dispositivi realizzati nelle LA4.12 e LA4.15. Questi dispositivi sono stati testati per comprendere il funzionamento, i vantaggi ed i limiti dei dispositivi integrati realizzati nel corso di questo progetto.

2.1 Avanzamento della ricerca rispetto allo stato dell'arte internazionale con riferimento ai risultati ottenuti

Grazie allo studio di questi prototipi, sono stati applicati i protocolli di caratterizzazione utilizzati nei dispositivi di benchmark

3 Prodotti attesi

Dispositivi ibridi di benchmark

4 Prodotti ottenuti

Sono stati prodotti 2 prototipi finali con componenti realizzati all'interno delle LA4.12 e LA4.15. Il sistema a due terminali è un dispositivo ibrido realizzato nella LA4.12, al quale è stato collegato un carico da 10 microWatt. Il sistema a tre terminali è stato ottenuto accoppiando una cella solare a base di perovskite realizzata nella LA4.15 e il supercapacitore di benchmark a bassa capacità.

4.1 *Dispositivo ibrido a due terminali PV+Supercap con prototipo realizzato nella LA4.12*

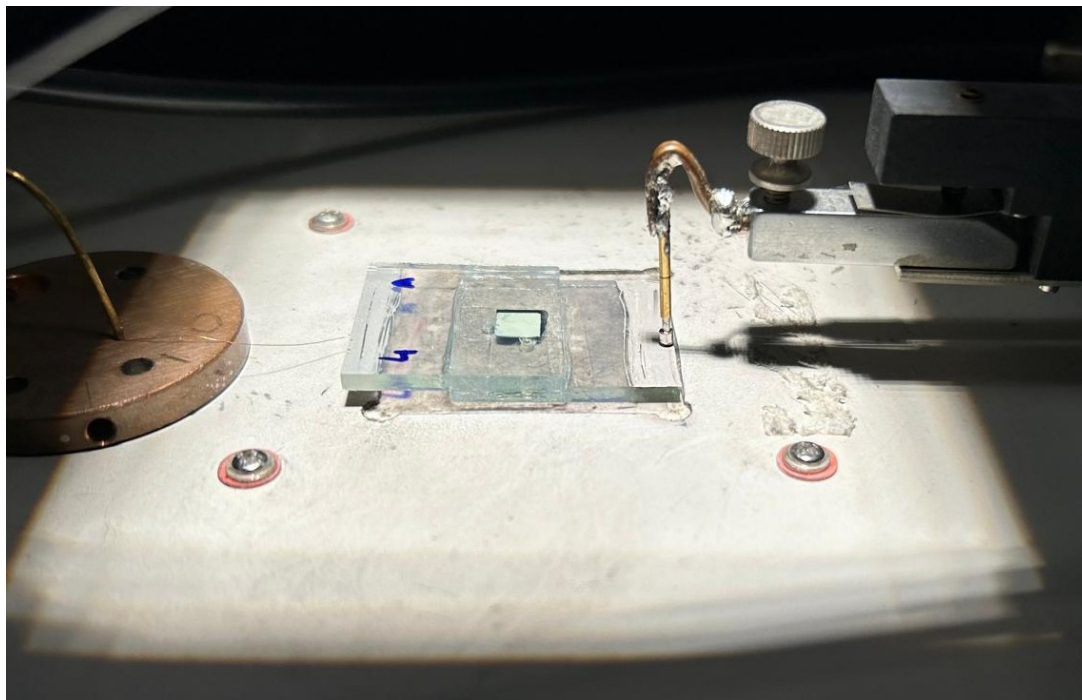


Figura 1 - Dispositivo a due terminali PV+Supercap durante i test sotto illuminazione



Figura 2 – Una serie di dispositivi testati PV+Supercap a due terminali

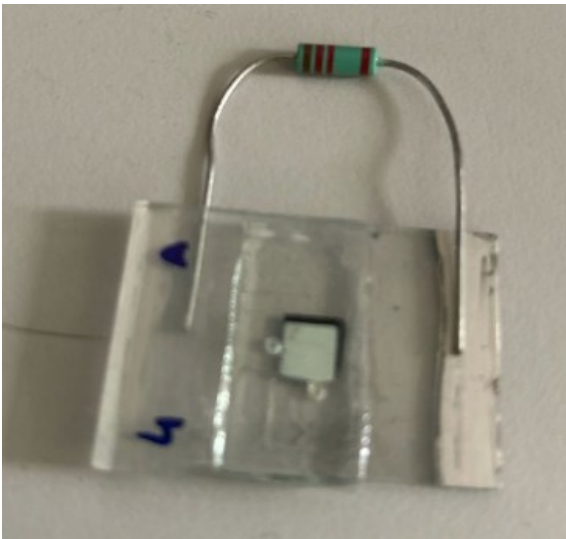


Figura 3 - Dispositivo a due terminali PV+Supercap collegato ad un carico da 10 μ W.

4.2 Dispositivo ibrido a base di celle solari di perovskite accoppiato con supercapacitore in modalità a tre terminali

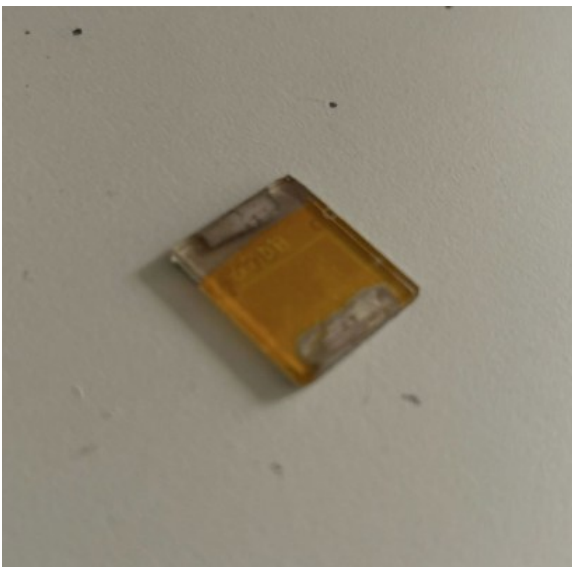


Figura 4 – Campione di una cella solare a base di perovskite realizzata nel corso della LA4.15.

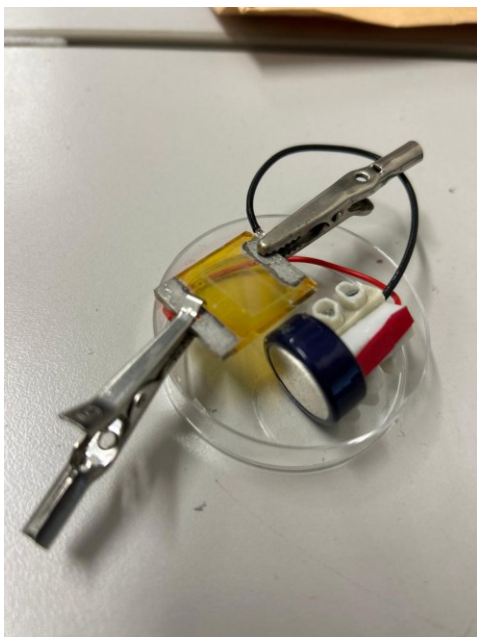


Figura 5 - Dispositivo ibrido a tre terminali costituito da una cella solare a perovskite realizzata nel corso della LA4.15 e un supercapacitore di benchmark a bassa capacità (5.5V-1F).

5 Analisi degli scostamenti su attività e risultati

Non si segnalano scostamenti tecnici o economici rispetto agli obiettivi del Piano Operativo.

6 Sintesi delle attività svolte

Sono stati realizzati i dispositivi prototipali che hanno consentito di testare le tecnologie sviluppate all'interno del WP4 del progetto IEMAP. Su questi sistemi, totalmente integrati, discreti o accoppiati a zero-gap, sono stati eseguiti gli stessi test elettrici applicati sui dispositivi di benchmark ad alta efficienza.

7 Pubblicazioni Scientifiche

«*Dynamic Analysis of a Supercapacitor DC-Link in Photovoltaic Conversion Applications*», *Energies* 2023, 16(16), 5864

8 Eventi di disseminazione

- IEMAP Training Course: *Technologies for the Accelerated Design of Materials for Energy*
- Seminario: «*Numerical Modeling of PV-based Energy Systems from Devices to Renewable Energy Communities*» c/o IMEM, 23/09/24
- «Laboratorio di Sostenibilità» c/o IMEM – CNR, Edizioni 2023 e 2024

- Contributo Orale 3^a Conferenza ICECCME: «*Simulation of Supercapacitor Charge and Discharge in Photovoltaic Applications*»

9 Descrizione dei risultati ottenuti

I dispositivi integrati sviluppati in questa e nelle precedenti LA, basati sull'accoppiamento su area ridotta di una cella solare e di un dispositivo di accumulo, sono immaginati per andare ad alimentare dei piccoli dispositivi portatili, installati in località remote, come sensori ambientali stand alone, oppure indossabili, come uno smartwatch.

Questa soluzione energetica per questo tipo di device avrebbe diversi vantaggi:

- La cella solare fornirebbe una ricarica costante durante l'uso all'aperto, riducendo la necessità di ricariche frequenti tramite cavo. Un piccolo dispositivo di accumulo permetterebbe di immagazzinare energia per l'uso notturno o in ambienti poco illuminati.
- Minore impatto ambientale, grazie alla produzione di energia da fonte rinnovabile.
- Minore dipendenza dalla rete elettrica e quindi un risparmio energetico globale.
- Riduzione della necessità di sostituire frequentemente la batteria, allungando la vita utile del dispositivo e riducendo i rifiuti elettronici.
- Maggiore comodità e indipendenza dai cavi di connessione, con minor necessità di portare caricabatterie o power bank, utile specialmente per chi viaggia spesso o pratica attività outdoor (trekking, campeggio, sport estremi).
- Potenziale utilizzo in situazioni di emergenza in cui non si ha accesso a una fonte di ricarica convenzionale.
- Una batteria che si ricarica continuamente potrebbe ridurre l'usura da cicli di carica e scarica completi, prolungandone la durata. Ci sarebbe minore necessità di sostituire componenti interni grazie a un sistema di ricarica passivo e automatico.

L'energia solare può supportare facilmente funzioni a basso consumo, come il monitoraggio della salute (battito cardiaco, passi, temperatura corporea). Se abbinata a un sistema di gestione intelligente dell'energia, può ottimizzare l'uso della batteria e ridurre i consumi complessivi.

Infine, consentirebbe un totale funzionamento Off-Grid dei dispositivi, molto utile in ambiti dove l'accesso all'elettricità è limitato, come zone rurali o missioni spaziali. Potrebbe supportare dispositivi di comunicazione d'emergenza o funzioni di tracciamento GPS.