



NEWSLETTER COMESTO

In questo numero:

EDITORIALE

Pagina 1

Integrazione delle batterie LI-ION con la DC-nanoGrid

DI A. Pinnarelli, P. Vizza, M. Vizza, D. Menniti, N. Sorrentino, G. Barone, G. Polizzi.

Pagina 3

La batteria a flusso come sistema integrato in ambito residenziale

DI P. Todeschi

Pagina 6

Supercondensatori applicati alle DC-nanoGrid: Green Chemistry e Circular Economy per l'energia del futuro

DI E. Saraceno, M. Melchiorre

Pagina 8

APPROFONDIMENTO

Quanto litio c'è in una batteria e nel nostro futuro

DI A. Burgio, D. Cimmino

Pagina 12

PHOTO GALLERY

Attività di testing della batteria a flusso a cura di ENEA, GES e FBK

Pagina 15



Editoriale

SIMONE TEGAS, Project Manager (E-Distribuzione)

DANIELE MENNITI, Responsabile Scientifico (Università della Calabria)

Il viaggio tra gli avanzamenti nelle attività di ricerca del progetto ComESto continua, in questo terzo numero, con un focus sui sistemi di accumulo energetico "convenzionali" – batterie al litio, batterie a flusso e supercapacitori – integrati con la DC-nanoGrid, chiave interpretativa tecnologica del progetto e tecnologia abilitante l'accumulo distribuito. È questa la "prima tappa" di un approfondimento specifico dedicato all'accumulo distribuito "abilitato" dalla nostra DC-nanoGrid a cui verrà dedicato, nel numero successivo, uno spazio analogo sui sistemi di accumulo energetico di tipo "non convenzionale".

Con il contributo del **Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale** (DIMEG), apriamo questa newsletter con un approfondimento sulle batterie al litio (Li-Ion) presenti in tutte le configurazioni di DC-nanoGrid sperimentate in combinazione con altre tipologie di accumulo energetico ed in linea con l'obiettivo progettuale dell'ottimale gestione di potenza tra i diversi sistemi. Uno spazio ad hoc è riservato anche al convertitore DC/DC che collega il sistema di accumulo a litio alla DC-nanoGrid, gestito da quest'ultima in funzione della tensione sul DC bus e dei parametri che vengono trasmessi dal Battery Management System (BMS). Potrete apprezzare come, nell'ottica di ottimizzazione delle performance dei sistemi, l'integrazione della comunicazione con il BMS ed il corretto utilizzo dei dati per il controllo del convertitore DC/DC permettono alla DC-nanoGrid di esaltare le caratteristiche delle batterie al litio ottenendo prestazioni migliori sia dal punto di vista della riserva energetica, sia per l'eventuale apertura all'erogazione di servizi ancillari di sistema e di rete. Con il contributo di **Green Energy Storage** (GES) abbiamo aperto invece una finestra sulle batterie a flusso e sulle loro differenti modalità operative in funzione della tensione sul DC bus della DC-nanoGrid.

Con **OCIMA** abbiamo fatto un focus sui supercapacitori che, attraverso l'integrazione con la DC-nanoGrid ed il coordinamento della medesima, possono offrire un'ottima risposta all'esigenza di massimizzare l'autoconsumo della comunità energetica rinnovabile nel pieno rispetto del paradigma dell'accumulo distribuito proposto.

In chiusura, grazie al contributo di **Evolvere**, abbiamo potuto approfondire un tema "caldo" del dibattito sui sistemi di accumulo al litio, ovvero quanto litio è contenuto in una batteria ed i risvolti di questo aspetto.

Oltre ai suddetti approfondimenti, ci auguriamo possiate apprezzare anche un'interessante Photogallery a cura di **ENEA**, di **GES** e **FBK**. Un significativo spaccato della vita nei laboratori e dell'intensa attività di cooperazione tra i partner coinvolti nelle diverse attività di ricerca.

Prima di lasciarvi alla lettura, desideriamo ringraziarvi per le visite ed i download del primo e del secondo numero di questa newsletter. La vostra approvazione rappresenta per noi lo stimolo principale per confezionare volta per volta questo appuntamento e rendervi partecipi dell'importante lavoro di tutte le nostre ricercatrici e tutti i nostri ricercatori.

Simone Tegas
Project Manager

Daniele Menniti
Responsabile Scientifico



Integrazione delle batterie al litio con la DC -nanoGrid

DI Anna Pinnarelli, Pasquale Vizza, Maurizio Vizza, Daniele Menniti, Nicola Sorrentino, Giuseppe Barone, Gaetano Polizzi - DIMEG UNICAL

Le batterie al litio sono dei sistemi di accumulo di energia molto diffusi in quanto utilizzati in diversi ambiti, dall'automotive all'utilizzo in applicazione domestiche, passando per l'elettronica portatile e le applicazioni industriali. Sono suddivise in categorie sia in funzione della tipologia dell'elettrodo utilizzato (se litio metallico oppure agli ioni di litio), ma anche in funzione dell'elettrolita impiegato (gelificato, solido e polimerico).

L'elevata diffusione delle batterie al litio è dovuta alle loro caratteristiche che garantiscono elevate prestazioni e sicurezza per differenti tipologie di impiego. Una delle peculiarità è la possibilità di avere tensioni più elevate rispetto ad altre soluzioni; le tensioni di esercizio della singola cella hanno una variabilità tra 2,7 e 4,2 V che nominalmente viene considerata pari a 3,6 V, permettendo quindi di interfacciarsi con diverse tipologie di sistemi.

Inoltre, questi accumulatori sono caratterizzati da un'elevata energia specifica che è un fattore fondamentale nella scelta delle tipologie di accumulo quando, tra gli obiettivi, c'è quello di minimizzare peso e dimensioni dell'accumulo.

Altre caratteristiche da evidenziare sono l'elevata potenza specifica, che garantisce la possibilità di ottenere buone prestazioni anche in applicazioni in potenza oltre che in energia, le elevate correnti di carica/scarica e l'alto rendimento.

I sistemi di accumulo di energia al litio sono caratterizzati da un range di temperatura in esercizio che va da -30 °C a 60 °C ed il funzionamento al di fuori di tale range influisce notevolmente sulla vita utile del sistema e sulle sue prestazioni. Per questo, e per altri motivi legati anche alla sicurezza ed all'ottimizzazione delle prestazioni del sistema, è di fondamentale importanza l'utilizzo del Battery Management System (BMS).

Il BMS ha la funzione di supervisionare il sistema di accumulo evitando che esso si danneggi o possa causare problemi alla sicurezza di persone e/ o cose ad esso limitrofe. Alcune delle attività svolte dal BMS sono, ad esempio, la gestione del processo di carica e di bilanciamento delle celle, il monitoraggio della temperatura, il monitoraggio della tensione e della corrente per evitare sovraccarichi e/o sovra scariche, la valutazione dello stato di carica (SOC) del sistema, etc. Tra le altre cose il BMS svolge anche il ruolo di interlocutore con i sistemi di gestione esterni comunicando, tramite opportuni protocolli, tutte le informazioni utili all'utente per la supervisione del sistema.

Nell'ambito del progetto di ricerca ComESTo, il sistema di accumulo al litio è presente in quasi tutte le configurazioni proposte di DC-nanoGrid, ed in particolare nei prototipi messi a punto nel laboratorio LASEER (come illustrato in Fig. 1) oggetto di studio in combinazione anche con altre tecnologie di accumulo quali i supercapacitori e Power to Power (P2P). Infatti, un importante obiettivo del progetto è la gestione in maniera ottimale dei flussi di potenza tra diverse tipologie di sistemi di accumulo,

La logica di gestione e controllo della DC-nanoGrid, implementata nel NMS (Nanogrid Management System) attraverso un automa a stati finiti di tipo deterministico, si basa sul concetto di controllo distribuito decentralizzato, indicato in letteratura come DC Bus Signaling (DBS). La tensione misurata sul DC bus è l'unica informazione scambiata tra le unità che compongono la DC-nanoGrid. La DBS è una logica di controllo decentralizzata e ciò permette ai nodi della DC-nanoGrid di essere gestiti senza che tra essi avvenga nessun tipo di comunicazione.

In particolare, il convertitore che collega il sistema di accumulo a litio alla DC-nano Grid è di tipo DC/ DC e viene gestito in funzione della tensione sul DC bus e dei parametri che vengono trasmessi dal BMS, attraverso un opportuno Sistema di controllo BCS (Battery Control System). L'utilizzo, nel processo di controllo del convertitore, dei parametri comunicati dal BMS evita fenomeni di sovraccarica o sovrascarica e ne ottimizza il funzionamento.

La comunicazione tra la DC-nanoGrid ed il BMS dell' accumulo avviene tramite CANbus, uno standard seriale progettato per lavorare anche in presenza di disturbi elettromagnetici. Più precisamente il protocollo di comunicazione utilizzato è il CANOpen che determina, in aggiunta rispetto al CAN, anche i livelli alti del protocollo definendo uno schema di indirizzamenti e strumenti ben preciso. I messaggi che il BMS trasmette tramite CAN contengono molte informazioni, quelle di maggiore interesse, ed utilizzate anche nella logica e nel controllo della DC-nanoGrid, sono: corrente e tensione batterie, SOC, condizione di carica (carica/scarica/bilanciamento), temperatura, setpoint di carica/ scarica, errori o allarmi di diversa natura.

L' integrazione della comunicazione con il BMS e il corretto utilizzo dei dati per il controllo del convertitore DC/DC permettono alla DC-nanoGrid di utilizzare il sistema di accumulo al litio nel miglior modo possibile esaltando, dunque, le caratteristiche descritte in precedenza. Grazie a questo si ottengono prestazioni ottimali sia dal punto di vista della riserva energetica per eventuali funzionamenti in isola, sia per il funzionamento grid-connected permettendo alla DC-nanoGrid di proporsi come tecnologia abilitante per erogare servizi ancillari di sistema e di rete di tipo power ed energy intensive.



Figura1: Prototipo di laboratorio della DC-nanoGrid nella configurazione PV+lito+carichi critici
FONTE: Laboratorio LASEER DIMEG - UNICAL

La batteria a flusso come sistema integrato in ambito residenziale

DI Paolo Todeschi - Green Energy Storage

La batteria a flusso è un accumulatore di energia nel quale le specie attive sono disciolte in soluzioni liquide contenute in serbatoi. Questi elettroliti fluiscono all'interno di celle elettrochimiche che costituiscono lo stack nel quale l'energia elettrica è convertita in energia chimica in fase di carica e viceversa in fase di scarica. Il flusso degli elettroliti è controllato da pompe elettromeccaniche. Il funzionamento del dispositivo è regolato da un sistema elettronico o BMS (Battery Management System).

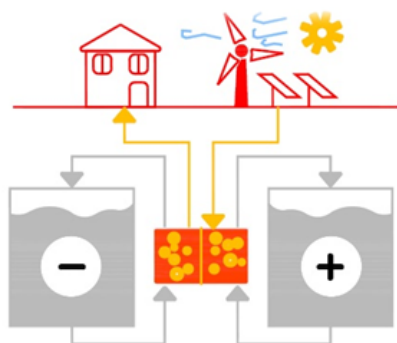


Figura 1 Schema Batteria a Flusso.
FONTE: Rinnovabili.it [1]

Nella batteria a flusso potenza ed energia sono disaccoppiate: per ottenere potenze maggiori è sufficiente aumentare il numero di celle che costituiscono lo stack, mentre per incrementare la capacità di accumulo energetico è possibile impiegare maggiori quantità di elettroliti contenuti nei serbatoi. Questo assicura un layout flessibile che permette di adattarsi a diverse esigenze dell'utente. Altri punti di forza di questa tecnologia che ne permettono l'impiego come accumulatore in ambito industriale e residenziale sono il numero elevato di cicli, la facoltà di poter cambiare gli elettroliti quando esausti senza dover sostituire l'intero accumulatore, la possibilità di realizzare una scarica profonda senza ripercussioni negative sulla vita utile ed il funzionamento che non comporta temperature di esercizio elevate anche in caso di fault del dispositivo.

Sebbene gli elettroliti utilizzati nelle batterie a flusso contengano spesso acidi o basi forti, la totale assenza del rischio di incendio ed esplosione rende

la batteria a flusso particolarmente indicata all'integrazione all'interno di utenze residenziali e commerciali di media potenza.

La ricerca è finalizzata anche ad ottimizzare altre caratteristiche perfezionando l'impiego in tale ambito come, ad esempio, migliorare le performance elettriche in termini di potenza, tensione e corrente, densità energetica che ha come conseguenza la realizzazione di architetture più semplici e compatte.

Un altro contributo peculiare e positivo apportato da questa tecnologia risiede nel fatto che il sistema elettrochimico presenta dei tempi di risposta nell'ordine di secondi o sue frazioni permettendo di immettere potenza nella rete in modo quasi istantaneo.

All'interno della DC-nanoGrid, oggetto di studio del progetto ComESTo, la **batteria a flusso**, progettata da GES, si interfaccia al DC bus mediante un convertitore DC/DC del tipo Dual Active Bridge. L'insieme costituito dalla batteria, dal BMS e dal convertitore DC/DC e del suo sistema di controllo basato sulla logica DBS permette l'interazione ed il funzionamento ottimizzato del sistema di accumulo con l'intera DC-nanoGrid in quattro modalità principali che regolano i flussi energetici con la rete. Vi è anche la possibilità che il convertitore DC/DC riceva un segnale dalla DC-nanoGrid che definisce il valore della potenza che deve essere erogata/assorbita dalla batteria.

Secondo la logica DBS, la variazione della tensione del DC Bus regola il comportamento della batteria a flusso che lavorerà come master nell'intorno della sua tensione di riferimento per abbandonare tale ruolo una volta che la tensione del DC Bus si allontanerà dalle soglie fissate ponendosi in modalità slave decentralizzato. Nella modalità master, la batteria a flusso è responsabile di regolare la tensione del DC bus attorno al valore di riferimento. In modalità slave un altro dispositivo avrà tale responsabilità e la batteria a flusso potrà caricarsi o scaricarsi in base alla propria disponibilità di potenza.

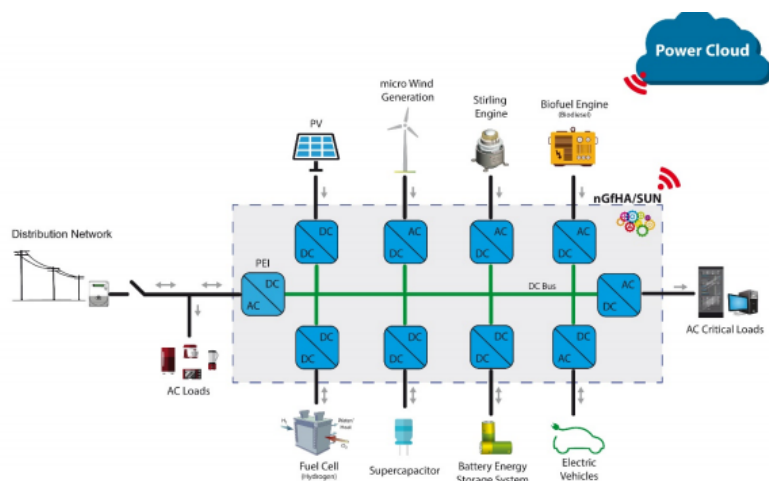


Figura 2 Schema generalizzato DC-nanoGrid
 FONTE: Progetto di Ricerca ComESTo.

Il Sistema di controllo del convertitore DC/DC permette alla batteria a flusso di funzionare ottimizzando l'interazione sinergica che si stabilisce con gli eventuali altri sistemi di accumulo, come presenti nella configurazione riportata in Fig. 2, in relazione alle richieste di energia/potenza degli utenti ed agli apporti dei sistemi di generazione. In quest'ottica la batteria a flusso diviene una componente di un più ampio insieme di tecnologie che costituiscono un sistema di accumulo distribuito all'interno di una DC-nanogrid. Nell'ambito del progetto ComESTo, l'ottimizzazione del BMS della batteria a flusso di GES, unitamente allo sviluppo del convertitore DC/DC nella parte hardware e software permettono di valorizzare le caratteristiche del dispositivo, ottimizzando l'apporto in una configurazione di accumulo distribuito.

REFERENCE

[1] Batteria di flusso redox, l'ecologia viene incontro al basso prezzo
<https://www.rinnovabili.it/energia/sistemi-di-accumulo/batteria-di-flusso-redox-prezzo/>

Supercondensatori applicati alle DC-nanoGrid: Green Chemistry e Circular Economy per l'energia del futuro

DI Eugenio Saraceno - OCIMA e Massimo Melchiorre - Captop s.r.l.

I supercondensatori a doppio strato elettrico (EDLC) sono dei particolari dispositivi di accumulo energetico simili ai condensatori ma con una elevata capacità specifica grazie ad una estrema porosità degli elettrodi impiegati (generalmente a base di carboni attivi e carbon black). Inoltre, grazie al loro funzionamento elettrostatico (privo quindi di reazioni redox) raggiungono potenze elevate e possono essere impiegati in sistemi autonomi o in sistemi integrati e sinergici con delle batterie elettrochimiche (generalmente ad elevata energia e bassa potenza).

Nei supercondensatori le soluzioni elettrolitiche (costituite da un solvente ed un elettrolita) rivestono un ruolo chiave per le prestazioni dei dispositivi. Infatti, dalla soluzione elettrolitica impiegata dipendono la tensione operativa (V) e la resistenza interna del dispositivo (R), che a loro volta contribuiscono alla potenza P_{sp} e all'energia E_{sp} del dispositivo finale:

$$E_{sp} = \frac{C_{sp} V^2}{2} \quad P_{sp} = \frac{V^2}{4m_{cella} R_{cella}}$$

Anche la capacità finale è influenzata dalla soluzione elettrolitica, infatti oltre l'area complessiva disponibile dell'elettrodo, anche il matching fra le dimensioni degli ioni e dei pori risulta determinante per ottenere prestazioni elevate [1].

I principali solventi impiegati per produrre supercondensatori sono l'acetonitrile, sostanza altamente infiammabile (flash point 2°C) e volatile, e in parte minore il propilene carbonato, ma entrambi sono prodotti a partire da sostanze di origine fossile ed è per questo che risultano necessarie delle alternative sostenibili [Figura 1].

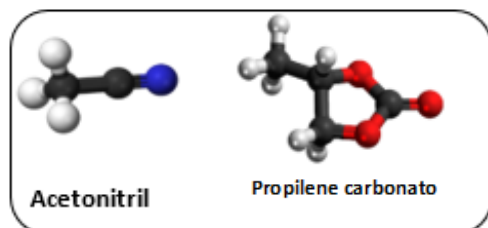


Figura 1: Solventi polari aprotici commerciali
FONTE: rielaborato da wikipedia.it

Infatti, non possiamo più permetterci di considerare esclusivamente le prestazioni e il costo dei materiali di cui abbiamo bisogno nei nostri dispositivi, ma è **necessario valutare complessivamente il ciclo di vita, l'impatto ambientale e la sostenibilità delle sostanze** che impieghiamo [Figura 2 e Figura 4].



Figura 2: Punti chiave della circular economy
FONTE: www.circular.eu.

Su questo tracciato abbiamo selezionato **tre fonti di biomassa di largo interesse e produzione industriale: oli esausti, cellulosa e prodotti di fermentazione** [3]. Da queste tre filiere sono state selezionate molecole target da poter essere impiegate per ottenere solventi di origine vegetale adatti all'impiego in supercondensatori.

Un esempio di molecola target per la sintesi di solventi dagli oli vegetali esausti è il **glicerolo** [Figura 3]. Infatti, quest'ultimo è ottenuto su larga scala come sottoprodotto della produzione di biodiesel (transesterificazione di trigliceridi con metanolo) e presenta gruppi funzionali (gruppi -OH) adatti e versatili per trasformazioni chimiche.

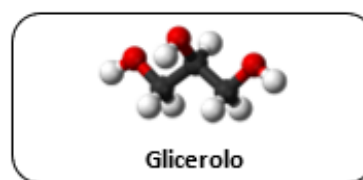


Figura 3: Glicerolo
FONTE: rielaborato da wikipedia.it

Fra i solventi investigati abbiamo raggiunto prestazioni competitive con i solventi comunemente impiegati (**E_{sp} di 17.5 Whkg⁻¹ e P_{sp} di 32.5 kWkg⁻¹**) preservando l'**origine sostenibile** e il **basso profilo eco-tossicologico** dei materiali utilizzati (Figura 4).

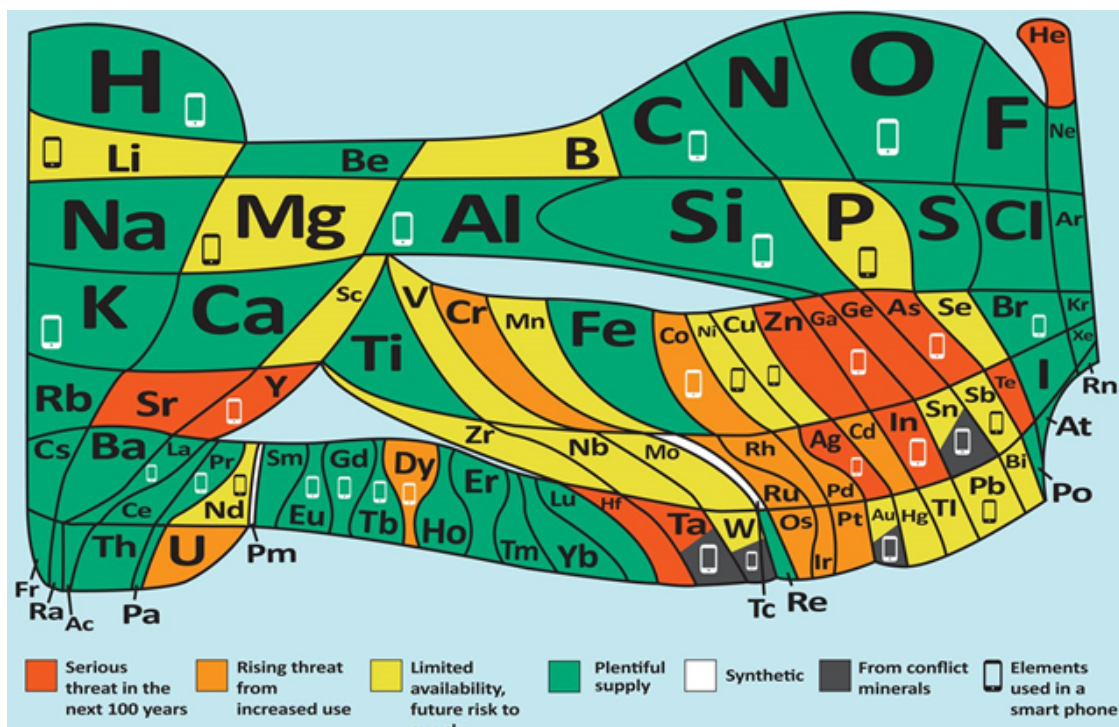


Figura 4: Rappresentazione della tavola periodica con la relativa disponibilità e rischio di esaurimento. Preparata dalla Società Chimica Europea (EuChemS) per l' Anno Internazionale della Tavola Periodica.

FONTE: [https:// www. euchems. eu/ euchemsperiodic- table/](https://www.euchems.eu/euchemsperiodic-table/) con licenza Creative Commons CC BY-ND 4.0 Credit: © EuChemS

Anche grazie a queste caratteristiche di sostenibilità, oltre che per le riconosciute caratteristiche di alta densità di potenza, lunga durata, esteso intervallo di temperature e ridotta manutenzione, i supercondensatori sono stati inseriti a pieno titolo tra le tecnologie di storage realizzate nell'ambito del progetto ComESTo.

Il progetto prevede, la configurazione di DC- nanoGrid che integri supercondensatori, come illustrata nella Figura 5.

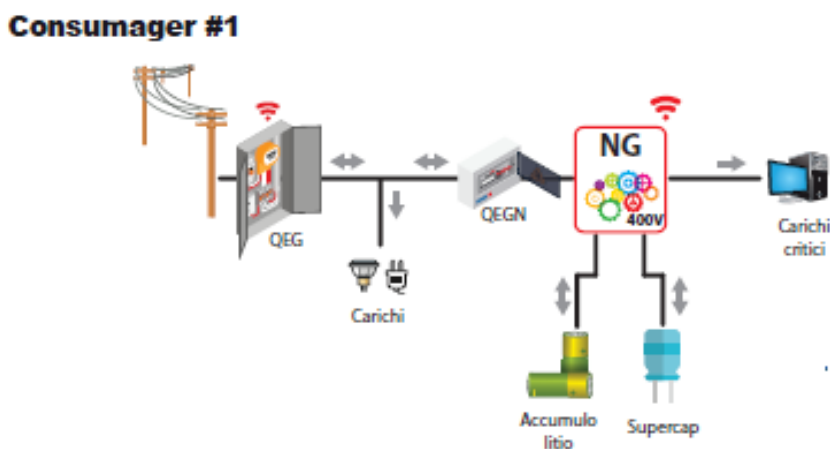


Figura 5: DC-Nanogrid supercondensatori/litio a 400V, ComESTo prevede anche una DC-nanogrid supercondensatori litio a 100V

FONTE: Gruppo di Ricerca A4.1_OR4 ComESTo

In suddetta configurazione di DC-nanoGrid, come si evince dalla Figura 6, il convertitore DC/DC che interfaccia il supercondensatore al DC bus è di tipo Dual Bridge ed è dotato di un controllo che implementa la logica DBS. Quest'ultima consiste nell'applicare un controllo di tensione mirante a mantenere un determinato valore della tensione DC-bus (che chiameremo $V_{REF_M_abs}$ con riferimento alla Figura 7) quando si rileva che la tensione del bus è compresa tra le soglie $V_{dc_M_abs_H}$ e $V_{dc_M_abs_L}$ (sempre con riferimento alla Figura 7). Ciò comporterà l'assorbimento di energia dal DC bus. Quando il sistema si trova nella finestra di tensione compresa tra le soglie $V_{dc_M_inj_H}$ e $V_{dc_M_inj_L}$ il convertitore DC/DC dovrà invece fornire energia al DC bus allo scopo di mantenere la tensione di controllo $V_{REF_M_inj}$. In tali condizioni il supercondensatore svolge la funzione di Master. Nelle finestre di tensione non corrispondenti alle soglie indicate sopra, il convertitore DC/DC si trova nelle condizioni di SLAVE, nelle quali deve solamente applicare un controllo per limitare la corrente fornita o assorbita dal bus, in quanto il ruolo di MASTER è assunto dal convertitore DC/DC che interfaccia la batteria al litio.

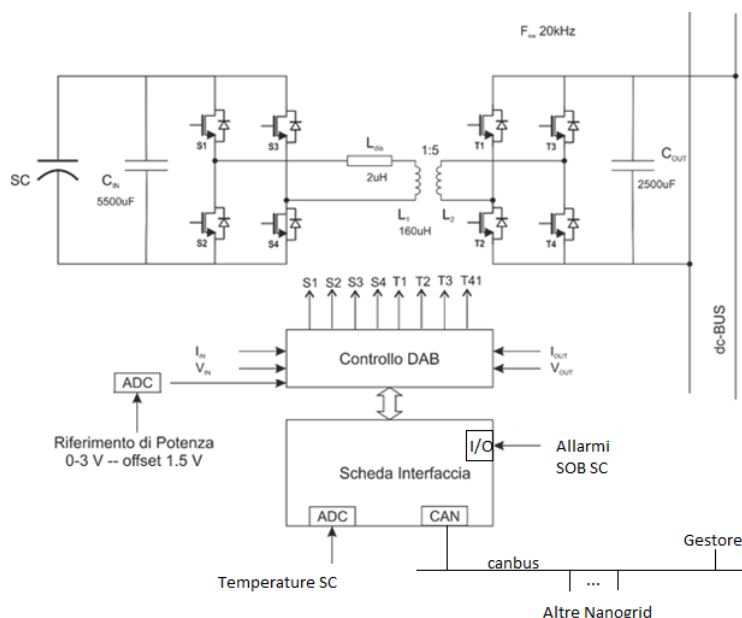


Figura 6: Schema dei componenti elettrici/elettronici e delle interfacce di comunicazione del sistema di storage a supercondensatori (SC) facente parte della DC-nanogrid Consumager#1 del dimostratore ComESTo

FONTE: Gruppo di Ricerca A2.2_OR2 ComESTo

La figura sottostante illustra le condizioni sopra descritte. In parole più semplici, accettando il rischio di essere imprecisi, i supercondensatori dovranno assorbire energia dalla rete quando la tensione sale oltre un certo limite sopra i 400V (ad es. perché un carico è stato improvvisamente spento). Così facendo la rete vedrà un carico che compensa quello uscente e di conseguenza la tensione tenderà a scendere. Una volta raggiunta la tensione di riferimento voluta il controllo riduce e poi modula la corrente iniettata cercando di mantenere il livello. Allo stesso modo, quando la tensione del DC bus scende oltre un certo livello sotto la soglia (ad es. perché un carico è stato improvvisamente acceso) il convertitore DC/DC fornisce energia per compensare il nuovo carico, fino a stabilizzare la tensione del DC bus sul livello di riferimento voluto.

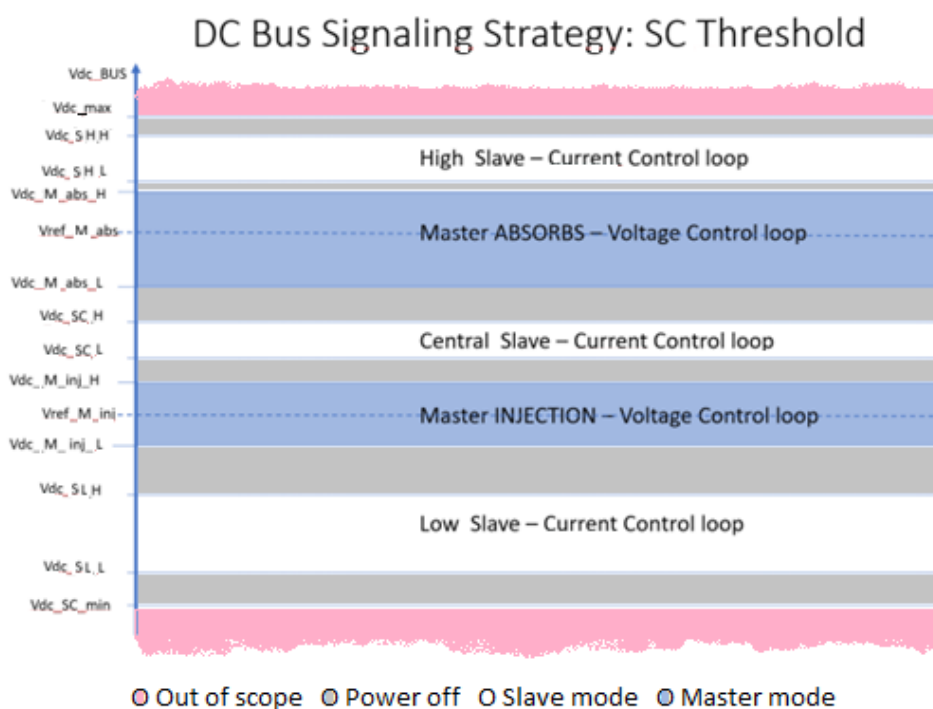


Figura 7: Logica DBS
 FONTE: Gruppo di Ricerca A4.1_OR4 ComESTo

Le varie logiche di controllo e cooperazione ideate verranno testate allo scopo di valutare quanto il supporto dei supercondensatori, intervenendo sui transienti più violenti di variazione del carico sul DC bus, consenta un minore stress ed una più lunga durata delle batterie elettrochimiche le quali, al contrario dei supercondensatori, macchine elettriche statiche, soffrono un degrado proporzionale al numero di cicli di carica/scarica, alla profondità della scarica ed alla potenza erogata/assorbita.

Si sottolinea che tali decisioni vengono prese in modo autonomo basandosi sulla misura della sola tensione del DC bus, effettuata da ogni singolo convertitore, in modo da eliminare i ritardi di comunicazione che avverrebbero se la logica fosse implementata a livello centralizzato, con un gestore che deve determinare il comportamento desiderato della DC-nanoGrid e comunicare le istruzioni apposite a ciascun convertitore. I tempi relativi al manifestarsi dei fenomeni transienti descritti possono essere, infatti, alquanto inferiori ai tempi di comunicazione, stimabili in decine di millisecondi.

Ovviamente, la DC-nanogrid potrà essere anche gestita in modo centralizzato in quanto esiste un sistema di controllo centralizzato a livello di DC-nanoGrid che effettua un coordinamento ed una raccolta di dati e allarmi provenienti da tutti i dispositivi supervisionati.

REFERENCE

- [1] C. Zhong, Y. Deng, W. Hu, J. Qiao, L- Zhang, e J. Zhang: "A review of electrolyte materials and compositions for electrochemical supercapacitors" Chem. Soc. Rev., 2015, 44, 7484-7539
- [2] T. Keijer, V. Bakker e J. C. Sloopweg: "Circular chemistry to enable a circular economy" Nature Chemistry, 2019, 11, 190-195
- [3] A. Corma, S. Iborra e A. Velty: "Chemical routes for the transformation of biomass into chemicals" Chemical Reviews, 2007, 107, 6, 2411-2502.

APPROFONDIMENTO

Quanto litio c'è in una batteria e nel nostro futuro

DI Alessandro Burgio e Domenico Cimmino - Evolvere SpA

Quanto litio c'è in una batteria? E' una domanda semplice ma non lo è la sua risposta a meno che non si adotti tacitamente una lunga serie di approssimazioni e omissioni. Il litio (Li) - dal greco lithos, pietra - è un metallo alcalino che reagisce rapidamente con l'ossigeno (ossidazione) contenuto nell'aria o nell'acqua ed è il metallo più leggero della tavola periodica (densità specifica $\rho = 0.53 \text{ g-cm}^{-3}$ - 1 mole di Litio pesa solo 7 grammi); quindi, il litio presenta un'elevata densità energetica ($\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^-$) ed una capacità teorica pari a 3.87Ah/g (pari a 41 MJ-kg⁻¹). Con le debite approssimazioni e semplici calcoli teorici, una tipica batteria Litio-Ferro Fosfato (LiFePO₄) da 3.2V contiene 80 grammi di litio per kWh. Nella realtà, la quantità di litio è più alta e dipende da molti fattori, arrivando facilmente a circa il doppio del valore teorico, cioè 160 g per kWh. Si deduce allora che una comune batteria stilo non ricaricabile, FR6 LiFeS₂ 1.5Volt 3000mAh, contiene circa 0.72g di litio (il 4.8% del peso della stessa batteria) mentre la batteria della Nissan Leaf, 24kWh - 109cv, contiene circa 4 kg di litio.

E quanto litio c'è nel mondo? E' la domanda che segue immediatamente la precedente e che, fortunatamente, ha una risposta più semplice. Di miniere di litio nel mondo ne esistono molte; la più grande miniera è in Messico e darà a quel Paese una maggiore prosperità ma anche una occasione di riscatto. L'Australia è il Paese con la maggiore estrazione di litio, seguono Cile e Cina. I più recenti dati circa la disponibilità mondiale di litio ad un ragionevole costo di estrazione spengono definitivamente ogni allarmismo sul tema del reperimento di questo metallo e sembrano inequivocabilmente indicare che il nostro futuro - quantomeno quello prossimo - è a base di litio. Come conseguenza, il litio potrebbe rappresentare il tema principale di futuri e importanti accordi geopolitici, così come è per il petrolio ed il gas; nel frattempo, la ricerca scientifica già parla di post-litio e di idrogeno.

Al di là dei dibattiti, il nostro prossimo futuro è lithium-based. Le batterie agli ioni di litio rappresentano il 45-60% del mercato mondiale di litio mentre la Cina e i veicoli elettrici rappresentano rispettivamente il 40% e l'84% del mercato mondiale di batterie agli ioni di litio. Il mercato dello stoccaggio stazionario e residenziale rappresenta appena il 6% del mercato globale; tuttavia, il trend di crescita prospetta allettanti affari e tiene alto il fermento. Inoltre, analisti ed esperti del settore stimano che il 32% delle batterie per lo stoccaggio stazionario sarà costituito da batterie dismesse dai veicoli elettrici (second life batteries); ciò si configura come una forte intrusione del settore automobilistico che ancora di più anima il confronto e lo scontro tra gli operatori dei due settori.

NEWS AND UPDATES

DELIVERABLE

OR1

D1.2 Analisi di mercato delle tecnologie in studio

D1.3 Classificazione dei sistemi di accumulo in base alle applicazioni ed al contesto

D1.4 Criticità dello sviluppo di nuove tecnologie per l'accumulo distribuito. SWOT analysis

D1.7 Analisi dei benefici sui sistemi di produzione, trasmissione e distribuzione dei programmi DR integrati nei sistemi ibridi

OR5

D5.1 Modelli per la pianificazione e gestione dei sistemi di accumulo sul medio lungo periodo

D5.3a Modelli previsionali di producibilità: ambiti applicativi

D5.3b Modelli previsionali di carico in ottica DR

OR9

D9.1 Piano di Comunicazione

PUBBLICAZIONI E PARTECIPAZIONI A CONVEGNI

R. Ciavarella, G. Graditi, M. Valenti, A. Pinnarelli, G. Barone, M. Vizza, D. Menniti, N. Sorrentino, G. Brusco.

Modeling of an Energy Hybrid System Integrating Several Storage Technologies: The DBS Technique in a Nanogrid Application, Sustainability, 22 Gennaio 2021, <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/3/1170>, (OR4_A4.5)

G. Di Florio, E. M. Macchi, L. Mongibello, M. C. Baratto, R. Basosi, E. Busi, M. Caliano, V. Cigolotti, M. Testi, M. Trini:

Comparative life cycle assessment of two different SOFC-based cogeneration systems with thermal energy storage integrated into a single-family house nanogrid Applied Energy <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261920317542> (OR1_A1.8)

L. Mendicino, D. Menniti, A. Pinnarelli, N. Sorrentino, P. Vizza, C. Alberti, F. Dura:

DSO Flexibility Market Framework for Renewable Energy Community of Nanogrids, Energies, 11 Giugno 2021, <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/12/3460> (OR5_A5.4)

R. Corizzo, M. Ceci, H. Fanaee-T, J. Gama:

Multi-aspect renewable energy forecasting, Inf. Sci. 546: 701-722 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020025520307611> (2021) (OR6_A6.4)

L. Ciabattoni, S. Cardarelli, M. Di Somma, G. Graditi, G. Comodi:

A Novel Open-Source Simulator Of Electric Vehicles in a Demand-Side Management Scenario, Energies 2021, 14(6), 1558; <https://doi.org/10.3390/en14061558> (OR3_A3.6)

M. Di Somma, L. Ciabattoni, G. Comodi, G. Graditi:

Managing plug-in electric vehicles in eco-environmental operation optimization of local multi-energy systems, Sustainable Energy, Grids and Networks, Volume 23, September 2020, 100376, <https://doi.org/10.1016/j.segan.2020.100376> (OR3_A3.6)

L. Ciabattoni, S. Cardarelli, M. Di Somma, G. Graditi, G. Comodi:

A New Hybrid Software Tool for the Simulation of Energy Usage in a Population of Electric Vehicles, 2020 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2020 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe), 2020, pp. 1-6, [doi: 10.1109/EEEIC/ICPSEurope49358.2020.9160648](https://doi.org/10.1109/EEEIC/ICPSEurope49358.2020.9160648) (OR3_A3.6)

PARTECIPAZIONE A CONVEGNI

D. Cilio, G. Brusco, G. Barone, S. Mendicino, G. Polizzi:

Smart Technologies for a Sustainable Energy Future", Fifth Energy and Society Conference, Thematic session: Smart meters, smart appliances, smart grids, smart places, Trento - Italy - 10/12 Febbraio 2021 (Oral Presentation), (OR1_A1.1 e OR9_A9.3)

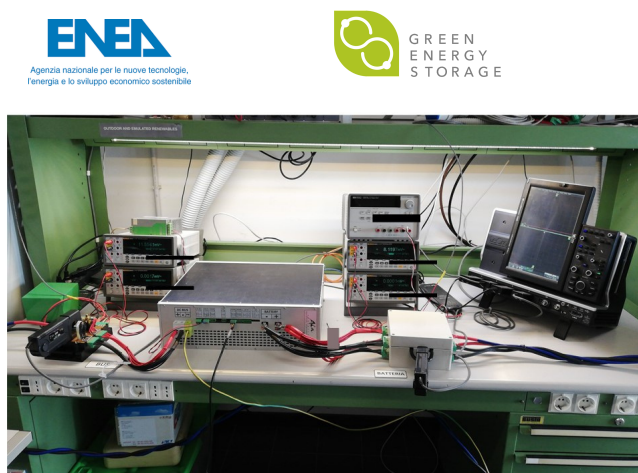
G. Di Florio, P. Todeschi, M. C. Baratto, R. Basosi, E. Busi, I. Pucher:

Comparative Life Cycle Assessment (LCA) of a Redox Flow Battery with Semi-organic Electrolytes and a Vanadium Redox Flow Battery", 24-26 Febbraio 2021, IWES 2021 (Italian Workshop on Energy Storage), (OR1_A1.8 e A1.9)

PHOTO GALLERY

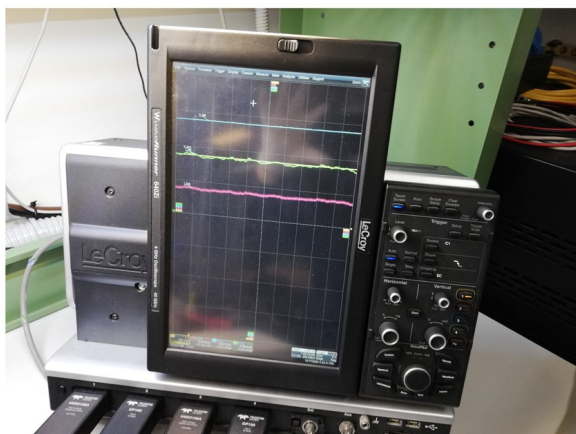
Presso **#ENEA** - *Laboratorio Smart Grid e Reti Energetiche, Centro Ricerche di Portici (NA)* - **#FBK** e **#GES** si effettua la caratterizzazione sperimentale dei convertitori di interfaccia DC-nanoGrid/Sistemi di Accumulo.

Nelle immagini la fase di caratterizzazione sperimentale del convertitore per la Batteria a Flusso. Il convertitore DC-DC è stato commissionato da Green Energy Storage (GES) ad una azienda di settore sulla base delle specifiche del Progetto ComESTo



Nelle immagini:

- a sinistra la fase preliminare della caratterizzazione ha richiesto il setup delle catene di misura necessarie a valutare le prestazioni del convertitore per la batteria a flusso. Nell'immagine, l'ing. Angelo Merola sta predisponendo la strumentazione necessaria alla campagna di misura;
- al centro l'ing Giovanna Adinolfi sta effettuando le preliminari operazioni di set degli strumenti di misura;
- a destra il Setup di misura per la caratterizzazione sperimentale del convertitore DC-DC di interfaccia tra la batteria a Flusso e la nanoGrid del progetto ComESTo. (ENEA)



Analisi delle forme d'onda delle grandezze di interesse (ENEA)



Strumentazione utilizzata per l'emulazione dei bus DC della DC-nanoGrid e della batteria a flusso (ENEA)

PHOTO GALLERY



Strumentazione per la misura e l'elaborazione statistica delle grandezze misurate (ENEA)



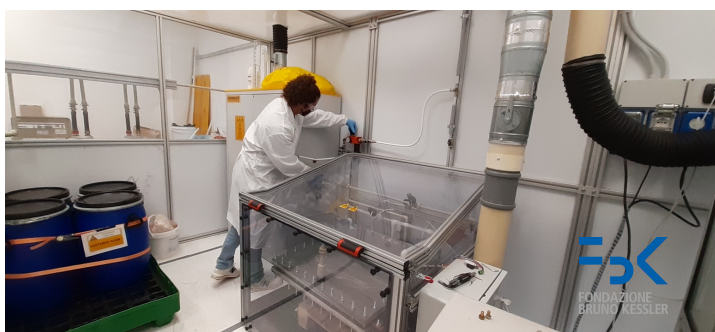
Convertitore DC-DC di interfaccia tra la DC-nanoGrid di progetto e la batteria a Flusso oggetto della campagna di misure ai fini della caratterizzazione sperimentale (ENEA)



Monitoraggio da interfaccia utente, acquisizione ed elaborazione dati di misura (ENEA)



Banco Prova Batterie a Flusso presso i laboratori della Green Energy Storage (GES)



Test celle elettrochimiche innovative per batterie a flusso da integrare in una DC-nanoGrid presso i laboratori della Fondazione Bruno Kessler (FBK)

IN QUESTO NUMERO

Simone Tegas - Project Manager - **E-Distribuzione**

Daniele Menniti - Professore Ordinario di Sistemi Elettrici per l'Energia - Responsabile Scientifico - Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale - **Università della Calabria**

Anna Pinnarelli - Ricercatrice e docente Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale - Leader OR4 - **Università della Calabria**

Pasquale Vizza - Ricercatore, PhD in Sistemi Elettrici per l'Energia - Laboratorio LASEER - Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale - **Università della Calabria**

Maurizio Vizza - Assegnista di Ricerca - Laboratorio LASEER - Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale - **Università della Calabria**

Daniele Menniti - Professore Ordinario di Sistemi Elettrici per l'Energia - Responsabile Scientifico - Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale - **Università della Calabria**

Nicola Sorrentino - Ricercatore e docente Dipartimento di Ingegneria Meccanica Energetica e Gestionale - Co-Leader OR5 - **Università della Calabria**

Giuseppe Barone - Ricercatore e docente DIMEG- Laboratorio LASEER - **Università della Calabria**

Gaetano Polizzi - PhD Student, Dottorato SIACE - Laboratorio LASEER - DIMEG - **Università della Calabria**

Paolo Todeschi - Ingegnere - Referente Servizi Generali - **GREEN ENERGY STORAGE**

Eugenio Saraceno - Ingegnere informatico ed esperto di energia, attualmente si occupa di sistemi di storage supercapacitivi - **OCIMA**

Massimo Melchiorre - Chimico esperto di materiali. Attualmente si occupa di materiali innovativi per la produzione di supercapacitori - **Captop s.r.l.**

Alessandro Burgio - Ingegnere, R&D specialist - Leader OR7 - **Evolvere SPA Società Benefit**

Domenico Cimmino - Ingegnere, R&D and Innovation manager- Co-leader OR5- **Evolvere SPA Società Benefit**

Immagine Copertina: Laboratorio per i Sistemi Elettrici e le Energie Rinnovabili (**LASEER**) - DIMEG- UNICAL

Editor Newsletter: Debora Cilio Ph.D - Sociologa dell'ambiente e del Territorio - Assegnista di Ricerca - Coordinatrice OR9 - **Università della Calabria**

ORGANIGRAMMA PROGETTO ComESTo

Responsabile Scientifico (RS)

Daniele Menniti

Università della Calabria.

Project Manager (PM):

Simone Tegas

E-Distribuzione

Responsabile Rapporti Istruttori: Leonardo Padovano - E-Distribuzione

PROJECT EXECUTIVE BOARD (PEB): **Simone Tegas** - E-Distribuzione (PM); **Daniele Menniti** - Università della Calabria (RS); **Giorgio Graditi** - ENEA; **Anna Pinnarelli** - Università della Calabria; **Domenico Cimmino** - Evolvere; **Luigi Crema** - Fondazione Bruno Kessler; **Francesco Dura** - E-Distribuzione; **Leonardo Padovano** - E-Distribuzione.

GRUPPO OPERATIVO DI PROGETTO (GOP): **Project Manager:** **Responsabile Scientifico:** *R. Basosi, M.C. Baratto* (Università di Siena) e *W. Greco* (Università della Calabria) Leader **OR1**; *E.G. Macchi* (Fondazione Bruno Kessler) Leader **OR2**; *V. Cigolotti* (ENEA) e *R. Agostino* (Università della Calabria) Leader **OR3**; *A. Pinnarelli* (Università della Calabria) Leader **OR4**; *N. Sorrentino* (Università della Calabria) e *D. Cimmino* Leader **OR5**; *F. Dura* (E-Distribuzione) Leader **OR6**; *A. Burgio* (Evolvere) e *M. Lepore* (TEN Project) Leader **OR7**; *F. Dura* (E-Distribuzione) Leader **OR8**; *W. Greco* (Università della Calabria) Leader **OR9**

LINK DI PROGETTO

Newsletter Progetto ComESTo Luglio 2021

Sito WEB ComESTo: <http://www.comesto.eu/>

E-Mail: info@comesto.eu

Pagina Facebook: [Progetto Comesto](#)

Twitter: [Progetto Comesto](#)

Canale YouTube: [Progetto Comesto](#)

Linkedin: [Progetto Comesto](#)



UNIONE EUROPEA
Fondi Strutturali
e di Investimento Europei



Ministero dell'Istruzione,
dell'Università e della Ricerca



PON
RICERCA
E INNOVAZIONE
2014 - 2020



partnership

e-distribuzione

UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE



UNIVERSITÀ
DI SIENA



FONDAZIONE
BRUNO KESSLER



TENPROJECT



SPINTEL



<http://www.comesto.eu/>



info@comesto.eu



[Progetto Comesto](#)