

## ELETTROTECNOLOGIE INNOVATIVE PER I SETTORI INDUSTRIALE E TERZIARIO

Tema di ricerca 5.4.3.1 - Elettrotecnologie innovative per i settori produttivi: applicazioni su scala reale

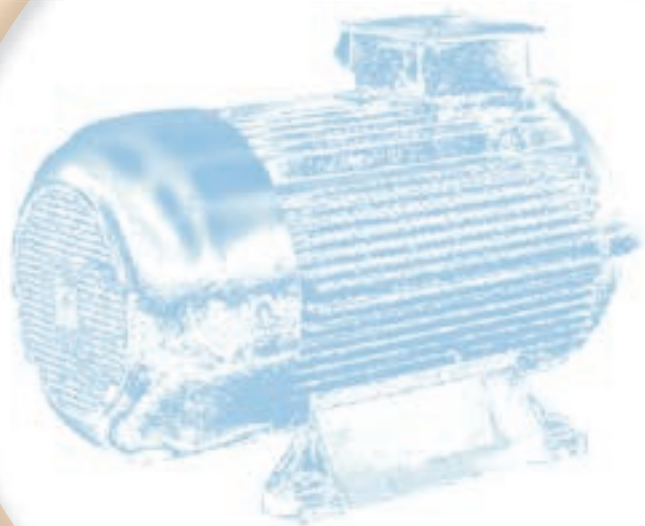
### Scenario di riferimento

Gli usi finali dell'energia nel settore industriale presentano a livello nazionale, con particolare riferimento all'uso elettrico, una bipartizione: se da un lato l'efficienza energetica dei processi produttivi può considerarsi in genere buona, specie nei processi "energy intensive", esistono invece margini rilevanti di miglioramento dell'efficienza nella gestione integrata delle reti energetiche locali, a livello di stabilimento, di area industriale o di distretto. Queste reti presentano varie problematiche attinenti l'efficienza energetica, tra cui la gestione delle unità locali di generazione (spesso di cogenerazione o trigenerazione) nell'ambito più grande della gestione dei carichi, la copertura dei picchi di potenza, l'efficienza delle reti e degli apparecchi elettrici non di processo.

Parallelamente, esistono diffuse applicazioni di mercato di tecnologie elettriche - in particolare quelle di tipo trasversale, ossia non specifiche di un comparto industriale - suscettibili di miglioramenti dell'efficienza, sia a livello di singoli sistemi e componenti, sia a livelli di integrazione dei componenti/ sistemi in una logica di gestione sistemica da verificare con adatti dimostrativi.

Inoltre l'utilizzo di elettrotecnologie innovative in sostituzione, anche solo parziale, di alcuni carichi termici, può giovare all'ottimizzazione della gestione integrata della rete elettrica locale.

Anche i sistemi di accumulo elettrico, in particolare supercondensatori e batterie al litio, possono vantaggiosamente essere utilizzati nelle reti elettriche, sia lato utenza finale per il "peak shaving" in presenza di assorbimenti impulsivi di potenza intervallati da periodi a basso prelievo o per il "power quality", sia come accumulo dedicato ad impianti di generazione da rinnovabili. Solo attraverso attività sperimentali si possono selezionare i materiali, i processi produttivi, i componenti e le configurazioni più interessanti.



## Obiettivi

Il programma di attività triennale è focalizzato sulla realizzazione e il monitoraggio di applicazioni sperimentali, su scala reale, di alcune elettrotecnologie efficienti e innovative che hanno raggiunto un grado di sviluppo completo o prototipale, anche attraverso il coinvolgimento di partner industriali presso i cui siti produttivi si realizzano le applicazioni dimostrative.

Le tecnologie sono scelte, dopo attenta analisi del potenziale e delle barriere alla loro diffusione, tra le più promettenti in alcuni specifici settori di utenza.

Il programma triennale prevede:

- la ricognizione delle possibili applicazioni delle tecnologie elettriche nelle utenze industriali, con l'acquisizione di quanto già esiste nel mercato e individuazione dei settori di maggiore penetrazione;
- l'analisi delle potenzialità delle tecnologie elettriche efficienti negli usi finali e delle barriere al loro conseguimento, in alcuni settori di utenza, realizzando modelli di simulazione;
- la realizzazione di applicazioni sperimentali pilota come dimostrativo della tecnologia;
- la definizione di linee guida e l'individuazione di temi di ricerca e di sviluppo di maggiore rilevanza sui cui avviare i programmi futuri.



The screenshot shows the website interface for the promotion of innovative electrical technologies in final uses. The header features a blue banner with the text: "RICERCA SISTEMA ELETTRICO - AREA USI FINALI" and "TEMA DI RICERCA 5.4.3.1. PROMOZIONE DELLE ELETTROTECNOLOGIE INNOVATIVE NEGLI USI FINALI". Below the banner, there is a navigation menu on the left with items: "Home", "Il progetto", "Il quadro", "Il Tema di Ricerca 5.4.3.1.", "Proiezioni collaborazioni", "Documenti", "Tool", and "Le tecnologie". The main content area contains a paragraph: "Il presente sito è stato sviluppato nell'ambito dell'Accordo di Programma tra il Ministero dello Sviluppo Economico (MSE) e l'Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente (ENEA). Il sito raccoglie e rende fruibili al vasto pubblico i risultati ottenuti dallo svolgimento delle attività di Ricerca e Sviluppo di Interesse Generale per il Sistema Elettrico Nazionale (Ricerca Sistema Elettrico - RSE) relative al Tema di Ricerca «Promozione delle tecnologie elettriche innovative negli usi finali»." Below this text is a search bar with the label "cerca:" and a blue "Visitalo" button. At the bottom of the main content area, it says "Maggiori informazioni sono disponibili nella sezione Il progetto."

*Portale per la promozione delle elettrotecnologie innovative negli usi finali  
([www.elettrotecnologie.enea.it](http://www.elettrotecnologie.enea.it))*

Per una corretta contestualizzazione dei risultati ottenuti nella seconda annualità si riportano sinteticamente i risultati conseguiti nel primo anno:

Linee di attività	Risultati ottenuti primo Anno
Osservatorio sulle tecnologie efficienti	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Ricognizione delle tecnologie elettriche utilizzate nelle utenze industriali e delle tecnologie termiche potenzialmente sostituibili con tecnologie elettriche innovative: realizzazione di studi finalizzati all'individuazione delle elettrotecnologie più promettenti, composti da più elaborati di approfondimento di temi specifici (es. sistemi di generazione in assetto co-trigenerativo e sistemi integrati con sistemi per la produzione del calore e del freddo nelle applicazioni industriali e del terziario sulle tecnologie elettriche nelle applicazioni orizzontali, in particolare nel settore industriale e terziario, ecc).</li> <li>2 Creazione del data-base sulle tecnologie e realizzazione del sito web <a href="http://www.elettrotecnologie.enea.it">www.elettrotecnologie.enea.it</a> per la fruizione pubblica dei prodotti realizzati nell'ambito del tema di ricerca (rapporti tecnici, tool e software, altro materiale).</li> </ol>
Reti Energetiche locali ad alta efficienza	<ol style="list-style-type: none"> <li>3 Sviluppo di modelli di simulazione dinamici per impianti di microgenerazione calibrati e validati con le principali tecnologie esistenti in commercio (turbine e motori a combustione interna) per applicazioni in reti energetiche locali al fine di valutarne i potenziali di diffusione in ambito residenziale.</li> <li>4 Studi propedeutici alla sperimentazione di modelli innovativi di macchine per il condizionamento ambientale realizzando condizioni di confronto tra tecnologie emergenti ad alta efficienza, quali pompe di calore elettriche con sbrinamento intelligente e pompe di calore ad assorbimento a gas.</li> <li>5 Studi per l'ottimizzazione dei flussi energetici (elettrici e termici) nei processi produttivi di un distretto industriale, attraverso l'utilizzo di tecnologie per il recupero del calore, la riduzione dei consumi e l'aumento dell'efficienza energetica (installazione di pannelli fotovoltaici, pannelli solari per la produzione di acqua calda sanitaria, impianti di cogenerazione, riutilizzo dei cascami energetici delle soluzioni calde di tintura, sostituzione dei motori elettrici con motori ad alta efficienza, ecc.)</li> </ol>
Reti Energetiche locali ad alta efficienza	<ol style="list-style-type: none"> <li>6 Sviluppo di un progetto dimostrativo in scala reale per il miglioramento dell'efficienza energetica dell'illuminazione industriale in un capannone di produzione e magazzini, attraverso una attenta progettazione illuminotecnica che utilizza tecnologie innovative (lampade ad alta efficienza, apparecchi ad alto rendimento ottico, led, regolatori di flusso, sistemi intelligenti di controllo e gestione dei carichi di illuminazione, ecc.) e sfrutta l'integrazione dell'illuminazione naturale e artificiale; predisposizione di Linee Guida per l'illuminazione naturale integrata con illuminazione artificiale; sviluppo di una piattaforma software freeware (LITESTAR11) per modellazione, progettazione assistita, simulazione di controlli e di gestione di impianti illuminotecnici, per indirizzare il progettista verso le soluzioni più idonee a soddisfare parametri di comfort e efficienza, attraverso processi di modellazione dinamica e ottimizzazione percettiva, energetica, economica.</li> </ol>
Applicazioni innovative di sistemi di accumulo elettrico in ambito industriale e terziario	<ol style="list-style-type: none"> <li>7 Studio di sistema, con relative valutazioni tecnico-economiche, per l'applicazione ad una funivia di un dispositivo di accumulo elettrico a medio termine (batterie) ed effettuazione di prove di caratterizzazione del sistema di accumulo prescelto.</li> <li>8 Studio di sistema, con relative valutazioni tecnico-economiche per l'applicazione ad un carro ponte di un dispositivo di accumulo a breve termine (accumulo con supercondensatori) e realizzazione di un impianto sperimentale in scala reale, presso il Centro Enea Casaccia, su cui eseguire prove di sistema.</li> </ol>

## Risultati

In relazione ai vari obiettivi, i risultati della seconda annualità sono:

### **Portale dell'efficienza energetica e delle elettrotecnologie innovative negli usi finali**

Realizzazione preliminare di un portale dell'efficienza energetica dove le tematiche sull'efficienza energetica possono essere trattate in modo sistemico e correlato, valorizzando i risultati ottenuti sia nell'ambito delle attività della Ricerca di Sistema sia da altre fonti, al fine di costituire nel tempo una base di contenuti a disposizione del Paese.

### **Metodologie di valutazione dei risparmi energetici in applicazioni tecnologiche innovative/efficienti**

In collaborazione con primari operatori istituzionali e universitari nazionali del settore dell'efficienza energetica, sono state sviluppate metodologie per la definizione di indicatori di prestazione energetica in applicazioni tecnologiche nei settori industriali e terziario a supporto all'applicazione dei decreti sull'efficienza energetica (certificati bianchi), anche sulla base di un confronto con le più significative esperienze internazionali disponibili.

### **Micro-cogenerazione: sviluppo di un modello di cogeneratore con motore a combustione interna**

A partire dai risultati ottenuti durante il primo anno sul tema delle reti energetiche interattive ad alta integrazione, con inserite unità di micro-cogenerazione ( $\leq 1 \text{ MW}_e$ ) e l'utilizzo di tecnologie avanzate per il controllo delle reti termica ed elettrica, è stato sviluppato un modello matematico per la simulazione del funzionamento di un motore a combustione interna. Il modello, implementato in ambiente Simulink, è stato calibrato simulando sistemi impiantistici reali a servizio di utenze civili.

### **Applicazione di supercondensatori a sistemi di movimentazione (carroponte) ed approfondimento teorico-sperimentale dell'utilizzo dell'accumulo in altri settori di applicazione**

Sulla scorta delle esperienze maturate sull'accumulo con supercondensatori (strategie di controllo e loro influenza sul dimensionamento del sistema, valutazioni tecnico-economiche, progettazione ed esecuzione di una sezione di impianto "carro ponte" in scala dell'attività sperimentale presso il Centro Ricerche ENEA della Casaccia), e delle attività di aggiornamento e sviluppo del software di gestione del sistema, è stato dimensionato un impianto per la sperimentazione sul campo in condizioni reali di esercizio, coinvolgendo un utente finale del settore industriale.

Sono stati ottenuti nuovi risultati dall'attività sperimentale in laboratorio (ampliamento delle modalità di funzionamento dell'impianto,

miglioramento dei sistemi di gestione ecc.) ed è stata eseguita una prima analisi dei potenziali impatti dell'innovazione sui settori industriali che più utilizzano la tecnologia.

Inoltre, sono stati eseguiti studi di approfondimento sulla modellistica dei supercondensatori simulandone l'efficienza nel loro range di utilizzo e confrontandola con altri sistemi di accumulo (batterie al litio) nelle stesse condizioni, e sul loro dimensionamento tecnico-economico su base statistica in funzione dell'applicazione.

Infine, è stato messo a punto un modello su piattaforma Matlab/Simulink di sistemi di accumulo a supercondensatori in applicazioni idonee a conseguire il "peak shaving" in utenze caratterizzate da assorbimenti impulsivi di potenza intervallati da periodi a basso prelievo o in applicazioni di "power quality".



*Vista del prototipo di impianto di sollevamento con recupero di energia tramite supercondensatori*

### **Applicazione di batterie a sistemi di trasporto a fune (funivia)**

Analogamente a quanto previsto per l'applicazione dei supercondensatori, sulla scorta delle esperienze maturate sull'accumulo con batterie (analisi comparata delle tecnologie di accumulo per l'applicazione ad una funivia, analisi dei cicli di lavoro, dimensionamento tecnico-economico dell'accumulo ecc.), e attraverso l'attività sperimentale svolta presso il Centro ENEA Casaccia (prova vita), è stato dimensionato ed installato presso un utente finale (gestore impianto a fune) un impianto sperimentale operante in condizioni di esercizio reale.

La sperimentazione sul campo ha consentito di verificare l'affidabilità complessiva della tecnologia nelle reali condizioni di temperatura, umidità, vibrazioni ecc. e l'effetto di taluni parametri (potenza, profondità di scarica, sovraccarica, temperatura) sulla vita utile, non tutti simulabili in laboratorio.

I vantaggi dell'intervento riguardano principalmente l'ottimizzare l'assorbimento di energia elettrica dalla rete di distribuzione nelle fasi di massimo impegno di corrente (es. partenza della vettura) e il recupero durante la fase di marcia in discesa, oltre ai benefici indotti in termini di miglioramento della "power quality"



*Il sistema di batterie usato come banco di prova per la messa a punto del prototipo finale*

e alla maggiore funzionalità e integrazione dell'impianto con la rete elettrica secondo le logiche di "smart grid".



*Attrezzatura per le prove del sistema di accumulo a batterie*

### **Valutazione dell'impatto dell'utilizzo delle batterie al litio nelle applicazioni stazionarie**

Le attività svolte hanno posto le basi per un progetto nazionale per lo sviluppo di batterie al litio per applicazioni nelle reti elettriche, con importanti implicazioni anche in altri settori applicativi: è stata eseguita un'indagine completa sulle tipologie di celle al litio e sui materiali in esse utilizzate per definire delle priorità di scelta tenendo conto dei cicli di lavoro rappresentativi delle batterie nelle applicazioni alle reti elettriche più interessanti da un punto di vista energetico e/o economico. I risultati di uno studio di fattibilità scientifico (per individuare le principali necessità di ricerca di base), tecnologico (per definire le potenzialità applicative ed eventuali limitazioni ambientali) ed economico (per stimare i costi attesi), assistito da alcune simulazioni con modelli semplificati delle applicazioni in impianti con fonti rinnovabili, sono stati convalidati mediante una campagna sperimentale al banco di prodotti commerciali o pre-commerciali disponibili sul mercato di produzione straniera.

### **Documentazione disponibile**

I documenti tecnici che riportano i risultati delle attività e delle ricerche sono consultabili sul sito [www.enea.it](http://www.enea.it).