



Accordo di Programma MSE-ENEA


Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA SISTEMA ELETTRICO

Area: Governo, Gestione e Sviluppo del sistema elettrico nazionale

Progetto 1.2.2

Sistemi avanzati di accumulo di energia

Mario Conte

Unità Tecnica "Tecnologie Avanzate per l'Energia e l'Industria"

Coordinamento "Sistemi di Accumulo di Energia"

Roma, ENEA - Sede 23 Novembre 2011

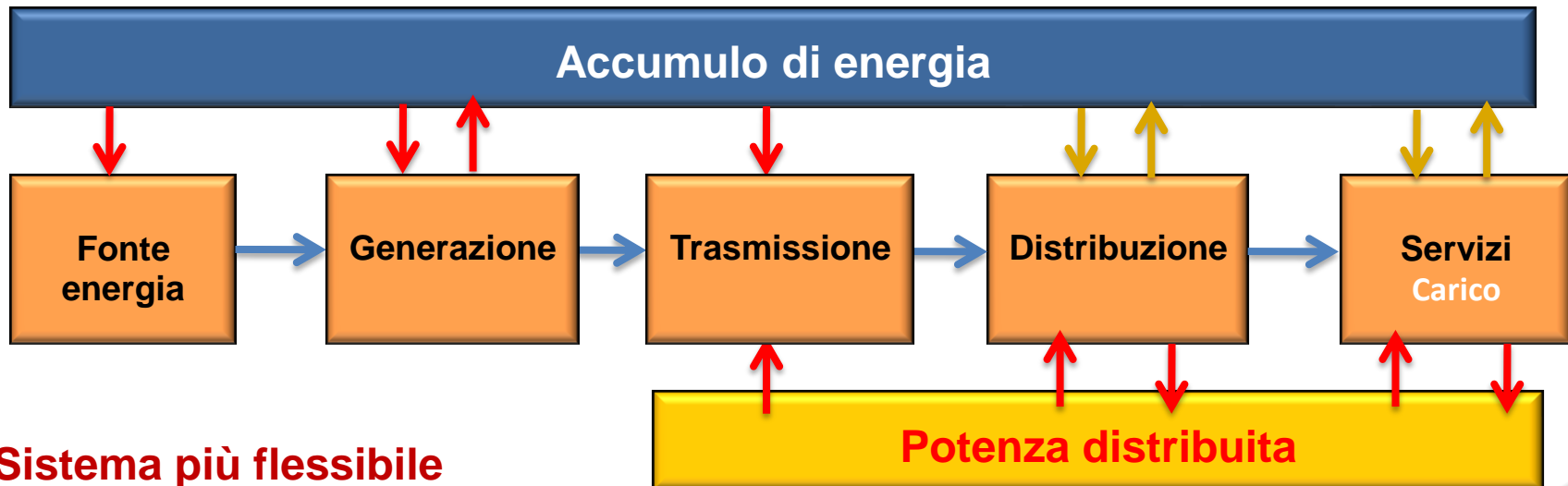
L'accumulo: una nuova "dimensione" nelle reti elettriche

Le 5 Dimensioni della Catena Energetica Convenzionale



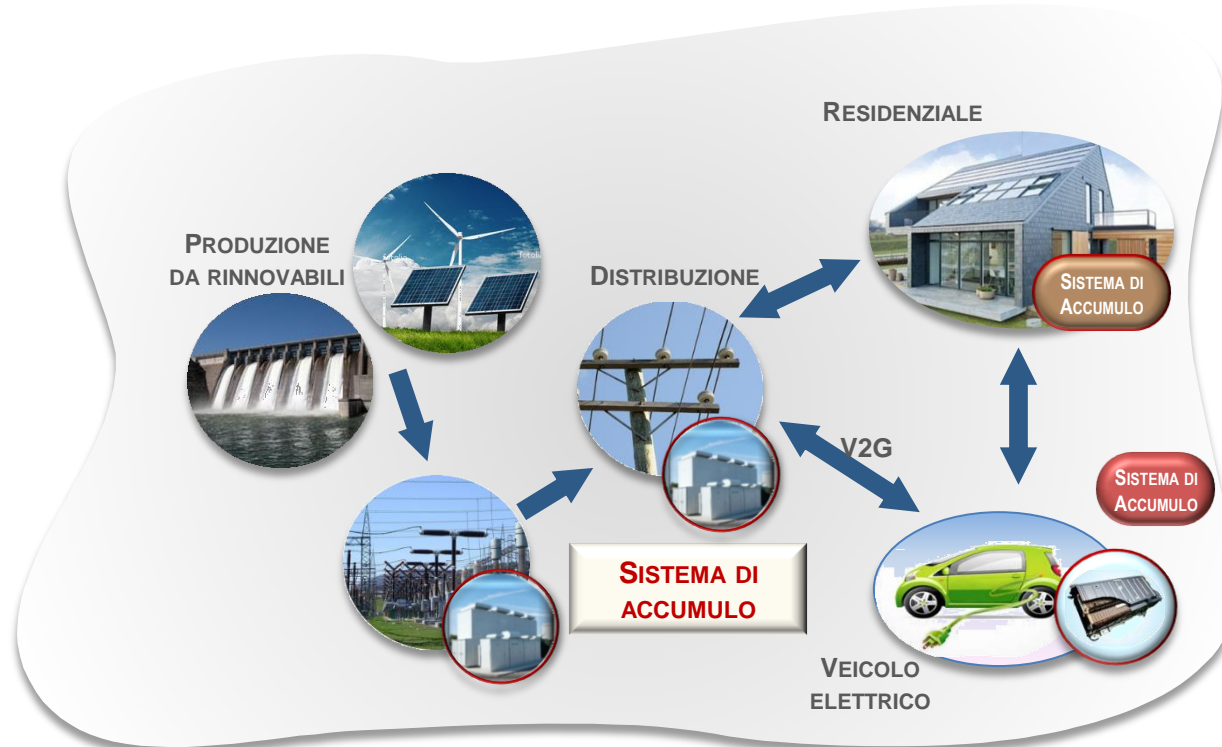
Sistema tradizionale regolato da una tariffa unica

L'accumulo aggiunge una "Sesta Dimensione" alle reti elettriche



Sistema più flessibile

L'accumulo: una tecnologia promettente a supporto dell'evoluzione delle reti elettriche (FR, Smart Grids, Generazione Distribuita)



1 La batterie al litio presentano in prospettiva le **migliori caratteristiche tecniche** tra tutti i sistemi di accumulo elettrochimico.

2 I programmi di ricerca e sviluppo insieme alla molteplicità delle applicazioni lasciano prevedere ulteriori miglioramenti e sostanziali riduzioni di costo delle batterie al litio, rispetto agli altri sistemi.

Ricerca

- R&S di materiali avanzati per batterie al litio
- Progettazione ed analisi dei sistemi di interfaccia di gestione e controllo



Dimostrazioni ed analisi

- Dimostrazioni in scala da laboratorio ed in scala reale di supercondensatori e batterie al litio (carroponte e funicolare)
- La sicurezza nell'uso



Collaborazioni

- Università degli Studi di Bologna, Dip. Scienza Metalli, Elettroch. e Tecn. Chimiche
- Università degli Studi di Camerino, Dipartimento Scienze Chimiche
- Università degli Studi di Napoli, Dipartimento di Ingegneria Elettrica
- Università degli Studi di Roma, Dip. di Ingegneria Chimica, Materiali Ambiente
- Università di Palermo, DIEET
- Università di Pisa, DESE

Attività di coordinamento nel 2011

- **Preparazione di un Piano di Coordinamento**
- *Condivisione delle procedure di prova di batterie al litio e supercondensatori attualmente in uso*
- *Stesura procedura di prova comune per la caratterizzazione di batterie al litio e supercondensatori in applicazioni stazionarie e veicolari*

Risultati 2010-2011

- **Incontri periodici**
- **Redazione di 3 procedure di prova di tipo elettrochimico ed elettrico per celle al litio e supercondensatori**

A Ricerca su materiali e processi per la realizzazione di materiali catodici con prestazioni migliorate

B Ricerca su materiali e processi per la realizzazione di materiali anodici con prestazioni migliorate

C Realizzazione e prova di celle complete da laboratorio

D Indagini preliminari su tecnologie di controllo ed interfaccia con la rete

E Progettazione e realizzazione di tecnologie di controllo ed interfaccia del sistema di accumulo in batterie al litio con la rete e con utenze particolari

F Validazioni sperimentali e dimostrazioni

G Indagini tecnologiche e valutazioni di impatto dei sistemi di accumulo

H Comunicazione e diffusione dei risultati

1. **Inquadramento** dei diversi tipi di accumulo di energia elettrica, del loro **ruolo** e delle **problematiche di integrazione** nei sistemi elettrici di potenza con valutazioni economiche;



Dipartimento di Ingegneria Elettrica,
Elettronica e delle Telecomunicazioni
UNIVERSITA' DEGLI STUDI di Palermo

2. **Esempi di applicazioni di carattere progettuale** su un sistema elettrico isolato (Isola di Pantelleria), su una rete interconnessa (Campus universitario di Palermo) e su funicolari (Bergamo).



Università di Pisa
Dipartimento di Ingegneria
dell'Energia e dei Sistemi

➤ Analisi puntuale su metodologie, sistemi d'interfaccia e tecniche di controllo dei sistemi di accumulo, in una

visione integrata con le “esigenze di sistema”

➤ Particolare enfasi al **RUOLO POTENZIALE DEI SISTEMI DI ACCUMULO** per:

- ✓ favorire **l'integrazione** di generazione di energia da **fonti rinnovabili** contribuendo a risolvere alcune criticità nei servizi di regolazione;
- ✓ contribuire ad **elevare i livelli di qualità** del servizio elettrico;
- ✓ partecipare ad una **gestione ottimale**, **in termini tecnico-economici**, di tutte le risorse di rete: fonti energetiche, unità di accumulo e carichi (implementando idonei programmi di *demand-response*).

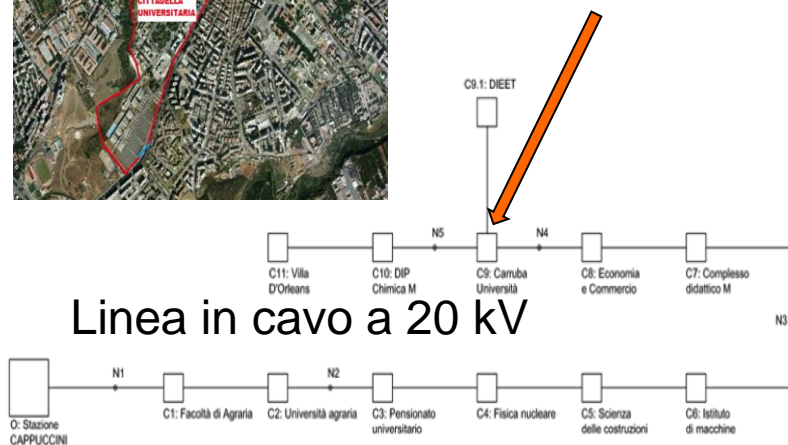
E. Progettazione e realizzazione di tecnologie di controllo ed interfaccia del sistema di accumulo in batterie al litio con la rete e con utenze particolari

Progettazione, realizzazione e prova in laboratorio di tecnologie di controllo ed inter.

Alcune analisi di applicazioni - Simulazioni



**INSTALLAZIONE
ACCUMULO ELETTRICO**
(litio ioni, sodio-zolfo, sali di vanadio)



Linea in cavo a 20 kV

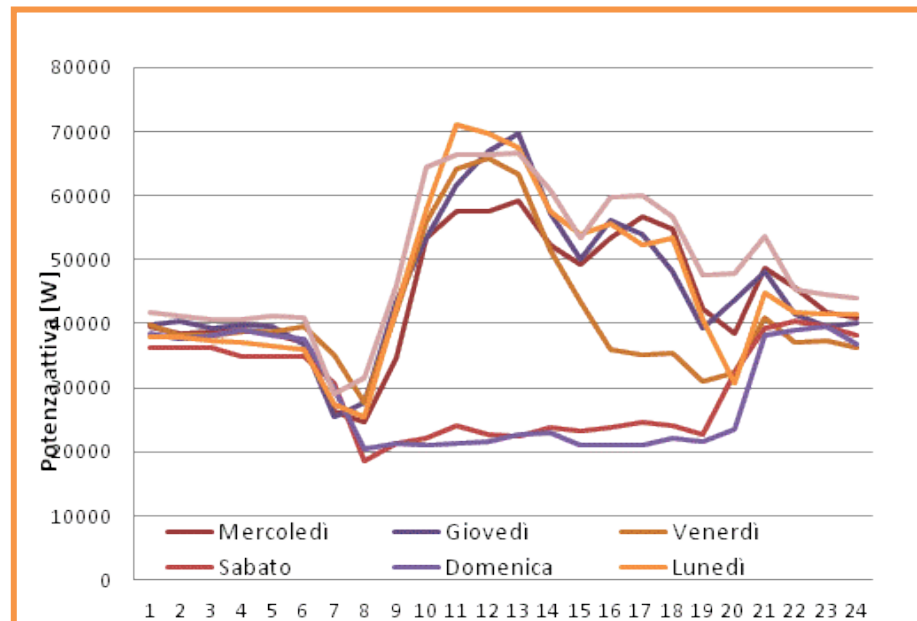


Diagramma di carico del DIEET Univ Palermo

	NAS 4h	NAS 8h	NAS PS	LI 2h	LI 4h	VA 4h
TOTALE	€ 493,87	€ 2162,51	€ 442,15	€ 484,56	€ 1025	€ 265,67

Benefici economici dovuti alla riduzione delle perdite in linea in 15 anni di esercizio

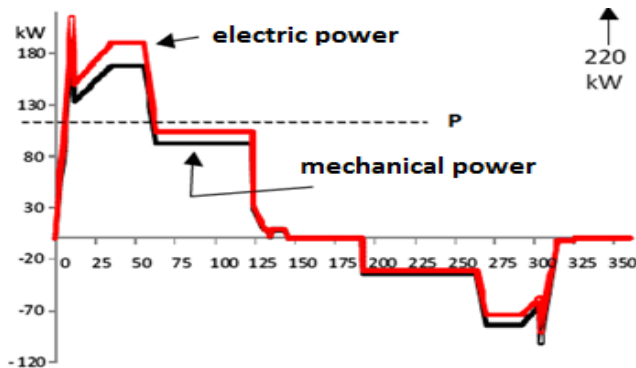
	NAS 4h	NAS 8h	NAS PS	LI 2h	LI 4h	VA 4h
TOTALE	€ 1927,66	€ 11215,35	€ -422,46	€ 4047,71	€ 7701,38	€ -503,14

Benefici economici dovuti all'aumento della durata di vita dei cavi

Benefici economici stimati per varie batterie

Batterie al litio per Funicolare di Bergamo

- dimostrare i vantaggi derivanti dall'impiego di batterie al litio in applicazioni stazionarie
- impianto funicolare "Colle Aperto – San Vigilio



percorso: 620m

dislivello: 90m

tipo: una sola vettura che si muove su una rotaia attraverso un cavo di trazione

tipo di funzionamento: "load leveling"

vantaggi attesi:

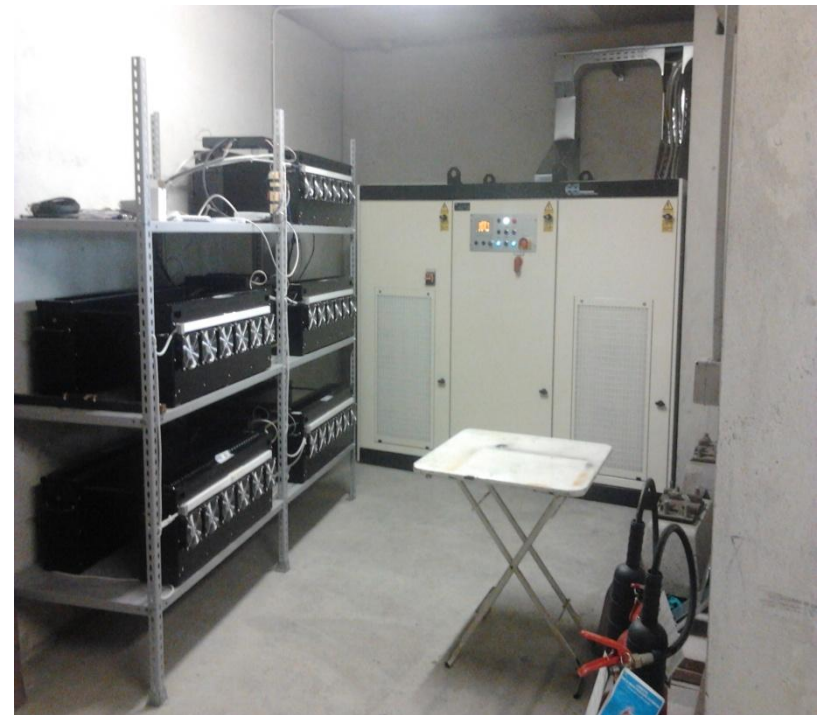
- riduzione della potenza da rete
- miglioramento della qualità dell'energia (smart grid)
- risparmio energetico ed economico
- riduzione emissioni CO₂



Università di Pisa
Dipartimento di Ingegneria
dell'Energia e dei Sistemi

Batteria nuova per Bergamo

□ il nuovo sistema batterie



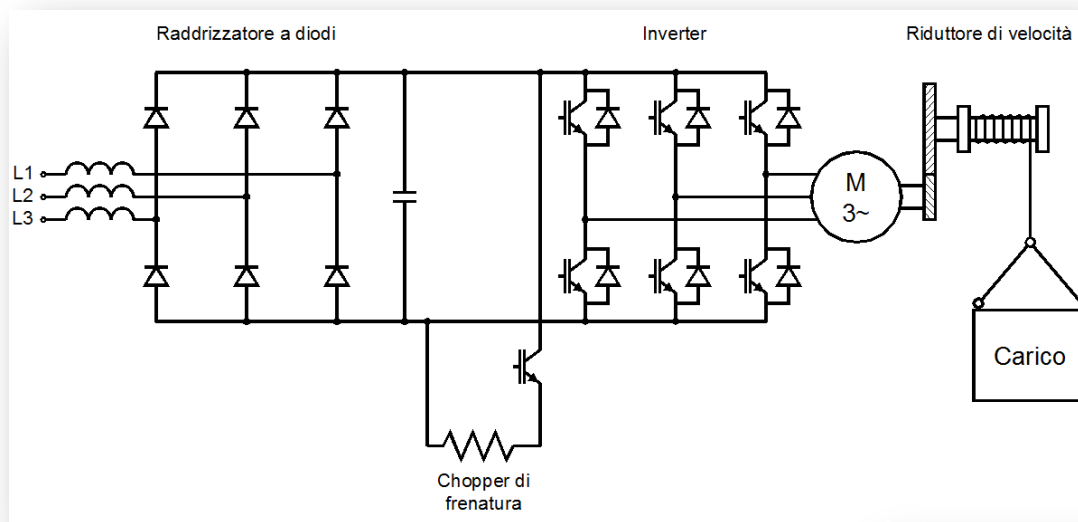
Batteria installata nella stazione S. Vigilio della Funicolare di Bergamo

Attività aggiuntiva: Analisi di sicurezza nell'uso di batterie al litio

Attività svolte

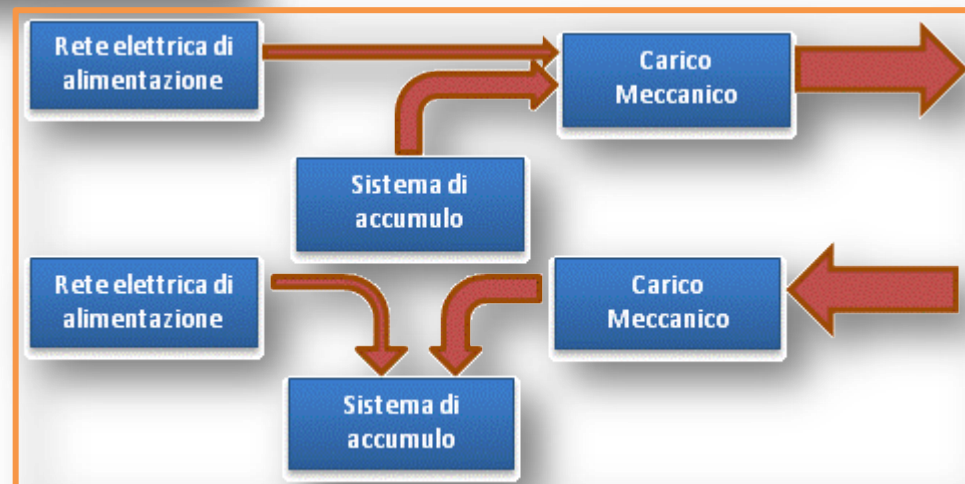
1. **Metodologia di identificazione dei pericoli**: prima stesura di una *Safety Review* sul sistema di accumulo destinato alla ATB di Bergamo.
2. **Salute e sicurezza sul lavoro**: progettazione del monitoraggio ambientale nei laboratori di prova dell'unità UTTEI-VEBIM e progettazione di prove termochimiche sui materiali delle celle.
3. **Sicurezza del locale batterie**: indicazione di massima delle criticità del locale batteria.

Supercondensatori per carriponte

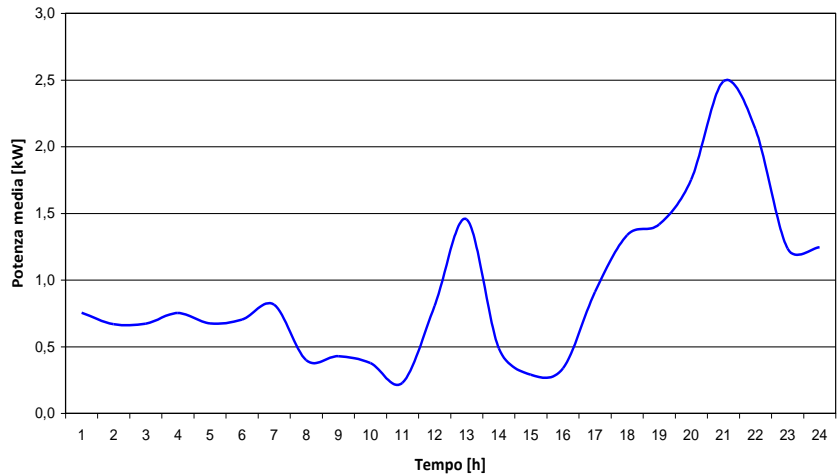


Schema di un azionamento per carriponte

Strategia di controllo di sistemi di accumulo a SC

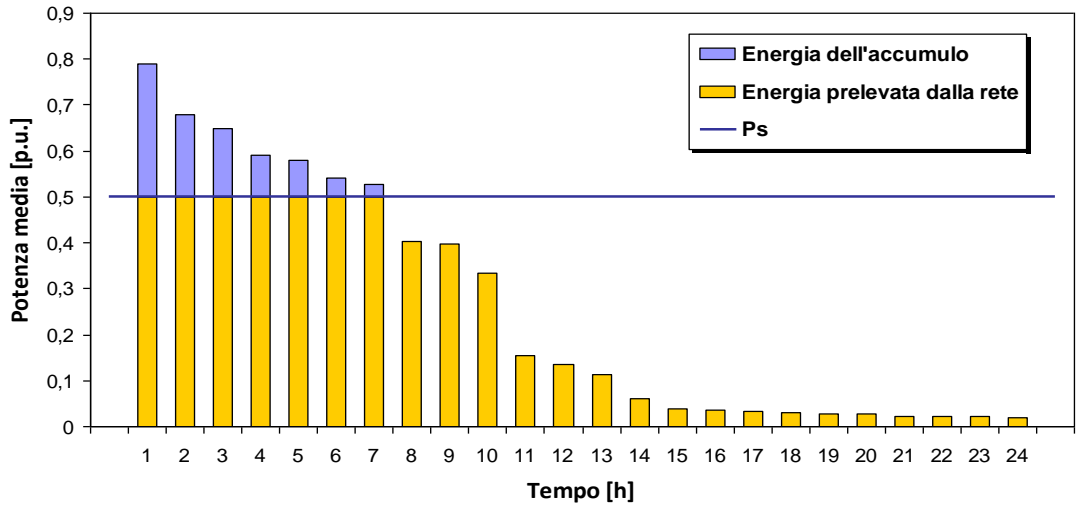


Progetto di massima "Casa attiva": criteri di dimensionamento



Esempio di diagramma di carico per utenza civile

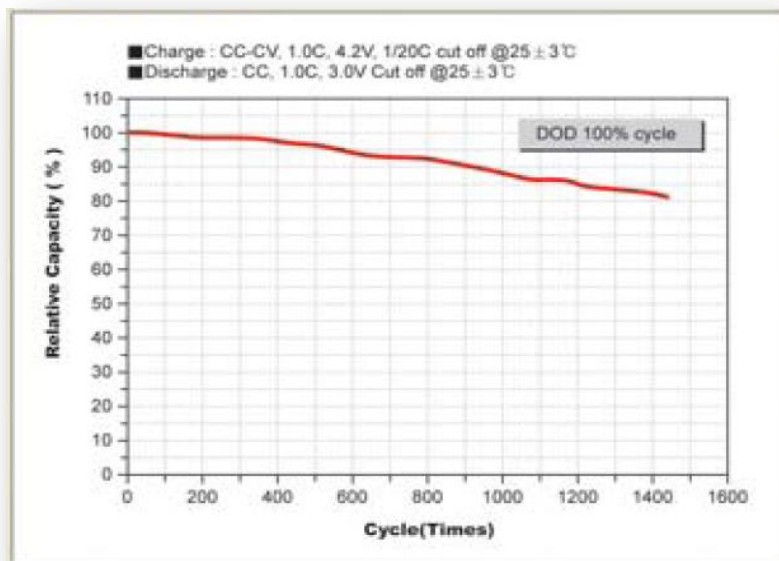
Esempio di dimensionamento del sistema di accumulo



“Second life” di batterie al litio: definizione di un programma di prova



Università di Pisa
Dipartimento di Ingegneria
dell'Energia e dei Sistemi



Degrado delle batterie con cicli di carica e scarica

1. *Ricondizionamento delle celle usate nei veicoli elettrici*
2. *Verifica sperimentale delle prestazioni residue in diverse funzioni nella rete elettrica*
3. *Analisi del valore residuo delle celle “second life”*

Eventi di diffusione

1. *Workshop: L'ENEA e la Ricerca di Sistema Elettrico: i sistemi di accumulo, 19 settembre 2011*
2. *22 Presentazioni a Convegni e rapporti tecnici*

Gruppo di Lavoro per il Coordinamento dei Progetti CNR-ENEA-RSE

1. *Procedura di prova per batterie litio-ioni, redatta da RSE ed ENEA.*
2. *Procedura di prova per supercondensatori, redatta da RSE ed ENEA.*
3. *Procedure di prova per la caratterizzazione elettrochimica di celle complete litio-ione e dei suoi componenti, redatta da ENEA ed Università di Roma "La Sapienza" (per conto del CNR).*

Le attività IEA

1. *Electric and Hybrid Vehicle Technologies and Programmes*
2. *Energy Conservation through Energy Storage.*

La partecipazione alle attività di gruppi di lavoro europei

1. *EERA .- Energy Storage e Smart Grids*
2. *COST Action "MP1004: Hybrid-ES – Hybrid Energy Storage Devices and Systems for Mobile and Stationary Applications.*