



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102010901812757
Data Deposito	24/02/2010
Data Pubblicazione	24/08/2011

Classifiche IPC

Titolo

SISTEMA E METODO PER LO SCAMBIO INTELLIGENTE DI ENERGIA ELETTRICA TRA LA RETE DI DISTRIBUZIONE ELETTRICA ED UNA BATTERIA.
--

DESCRIZIONE dell'invenzione avente per TITOLO:

"Sistema e metodo per lo scambio intelligente di energia elettrica tra la rete di distribuzione elettrica ed una batteria"

a nome di:

Cappuccino Gregorio residente in Rende (CS), Via Repaci Cond. Edileclass C di nazionalità Italiana ;

Amoroso Francesco Antonio, residente in Cotronei (KR), Via Trepidò Sottano, SNC, di nazionalità Italiana

depositata in data 24 Febbraio 2010 con il
n. CS 2010 A 000005

La presente invenzione riguarda un sistema elettronico ed un metodo di gestione dei processi di scambio bidirezionale di energia tra una batteria e la rete di distribuzione dell'energia elettrica. L'invenzione proposta consente di effettuare tali processi di scambio di energia in una o più fasi temporali, ciascuna caratterizzata da un proprio istante iniziale, una durata e una corrente massima di valore compreso tra zero ed il valore della massima corrente ammissibile dalla batteria. La determinazione del numero di fasi temporali, dell'istante in cui ciascuna debba avere inizio, della loro durata e della corrente massima ceduta alla batteria o prelevata da essa in ciascuna fase del processo di scambio di energia avviene attraverso una o più fasi di negoziazione tra l'utente proprietario della batteria ed il soggetto abilitato alla gestione della rete di distribuzione dell'energia elettrica.

Descrizione dello stato dell'arte

Il miglioramento dell'efficienza energetica, l'uso di fonti rinnovabili, e la riduzione dell'emissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera sono fattori chiave per lo sviluppo di un sistema energetico sostenibile, che sia in grado di garantire la salvaguardia ambientale e la crescita economica.



Ciò sta spingendo una grande quantità di Paesi (tra cui l'Italia) a porre tra le priorità di intervento la realizzazione di progetti di sviluppo energetico sostenibile.

Per garantire la realizzazione degli obiettivi discussi, è necessaria una profonda trasformazione del sistema di distribuzione della potenza elettrica, che dovrà essere in grado di:

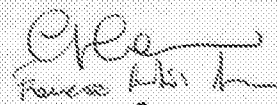
- consentire servizi di tipo "demand response" (DR);
- supportare sistemi di generazione distribuita e di immagazzinamento di energia;
- supportare l'adozione su larga scala di veicoli elettrici evitando il sovraccarico della rete.

A questo scopo, la vecchia rete di distribuzione di energia elettrica dovrà essere trasformata in una "rete intelligente" (smart grid), in cui i vari dispositivi connessi alla rete siano dotati di sistemi di controllo e di comunicazione con il soggetto abilitato alla gestione della rete di distribuzione dell'energia elettrica (che nel seguito della trattazione sarà indicato come "gestore") e/o tra di essi.

In particolare, l'implementazione di una smart grid in grado di gestire in maniera efficiente la presenza di veicoli elettrici è un problema molto sentito all'interno delle comunità scientifica ed industriale. Questo perché l'adozione su larga scala di veicoli elettrici potrebbe essere molto promettente nell'ottica di ridurre le emissioni, il consumo di petrolio, i costi di trasporto ed i costi per i consumatori, ma potrebbe rappresentare un nuovo carico significativo per le reti primarie e secondarie di distribuzione durante il periodo in cui la rete di distribuzione deve fornire l'energia necessaria per effettuare il processo di carica della batteria.

La distribuzione sul territorio di utenti possessori di sistemi di accumulo a batteria per una pluralità di scopi (trazione elettrica, alimentazione di carichi elettrici in generale, energy storage), offre anche la possibilità ai soggetti gestori delle reti elettriche di poter attingere all'energia precedentemente immagazzinata dagli utenti. Questo risulta particolarmente utile durante le ore di picco dei consumi sulla rete o in caso di black out o guasti alle centrali di produzione o alle grosse dorsali di distribuzione dell'energia elettrica. In questi casi il gestore della rete può richiedere ai vari utenti la disponibilità a consentire che la batteria di loro proprietà fornisca energia alla rete (modalità di funzionamento che nel seguito della trattazione sarà indicata come "scarica della batteria") in cambio di un corrispettivo economico, generalmente variabile a seconda dei casi.

Per consentire alla rete di distribuzione di energia elettrica di supportare il carico derivante dalla richiesta di energia da parte degli utenti e di sfruttare con la massima efficienza la


2

possibilità di prelevare energia da questi ultimi, sarà necessaria una gestione intelligente dell'attività di carica e scarica delle batterie.

Allo stato dell'arte, sono stati proposti sistemi intelligenti basati su un opportuno scheduling temporale dei vari processi di carica di ciascuna batteria connessa alla rete nell'arco di un dato periodo di tempo stabilito. Tuttavia, in tali sistemi la carica è effettuata sempre alla stessa velocità, cioè utilizzando sempre lo stesso valore massimo di corrente di carica, che tipicamente è quello che consente la carica veloce del dispositivo.

Il concetto alla base dei sistemi convenzionali è mostrato in Fig. 1. Lo schema in figura riporta un tipico caso di scheduling temporale dell'attività di carica di n batterie.

Per semplicità, e senza limitare la validità della trattazione, si suppone che le n batterie siano identiche e richiedano la stessa quantità di energia per essere ricaricate. Inoltre, si suppone che il valore massimo ammissibile della corrente di carica sia lo stesso per tutte le batterie.

In questo caso, effettuando la carica usando sempre lo stesso livello di corrente (secondo i metodi classici), il gestore della rete di distribuzione dell'energia elettrica deve prevedere n slot identici di potenza da allocare per ogni batteria.

L'unico grado di libertà che il gestore della rete può avere riguarda la possibilità (a seguito di un accordo negoziato di volta in volta con gli utenti proprietari delle batterie) di erogare gli n slot in istanti temporali diversi allo scopo di evitare il sovraccarico della rete di distribuzione, come mostrato in Fig. 1.

Ovviamente, lo scheduling temporale della carica delle n batterie deve essere effettuato dal gestore della rete in maniera tale da prevedere la possibilità di erogare energia per situazioni di emergenza e carichi imprevisti in un qualsiasi istante di tempo. Questo si traduce nella necessità di mantenere il carico della rete di distribuzione sempre al di sotto della massima capacità della rete. Sfortunatamente, la scarsa flessibilità dei metodi e dei sistemi classici di carica basati su una corrente di carica fissata può limitare fortemente l'efficienza nell'uso della rete di distribuzione.

Ovviamente, anche nel caso di scarica della batteria, cioè nella modalità in cui la rete diventa utilizzatore dell'energia immagazzinata nelle batterie degli utenti, una tale gestione limita fortemente il pieno sfruttamento delle risorse disponibili (si immagini ad esempio il caso in cui gli utenti siano disposti a cedere solo una certa aliquota dell'energia immagazzinata).

Handwritten signature and text:
Elen
hor 11/10/11

Descrizione dell'invenzione

L'invenzione proposta riguarda un metodo ed un sistema per fornire energia ad una batteria dalla rete o viceversa superando le limitazioni discusse in precedenza.

Nel caso di carica della batteria, oltre alla possibilità di gestire l'istante iniziale in cui si effettua la fase di carica, il metodo proposto prevede anche la possibilità di scegliere il valore massimo della corrente erogata dalla rete di distribuzione alla batteria durante la fase di carica (detta "corrente di carica"). Tale valore è compreso tra zero ed il valore massimo ammissibile per la particolare batteria in questione, ed è scelto a seguito di un accordo tra il gestore e l'utente proprietario della batteria (di seguito sarà indicato semplicemente come "utente") in una fase di negoziazione.

Il principio alla base del metodo proposto è mostrato in Fig. 2. Anche in questo caso, per semplicità, è supposto che le n batterie siano identiche, richiedano la stessa quantità di energia per essere ricaricate, e siano caratterizzate dallo stesso valore massimo ammissibile di corrente di carica. Sulla base del metodo proposto, il gestore e l'utente possono accordarsi sull'istante di avvio, sulla durata, e sulla massima corrente del processo di carica.

Per ogni batteria, ciò può consentire al gestore, ad esempio, di allocare il massimo livello di potenza possibile per una finestra temporale di durata ridotta, o un livello di potenza inferiore per una durata più lunga del processo (Fig. 2). Pertanto, il metodo proposto garantisce una maggiore flessibilità nello stabilire lo scheduling delle operazioni e può consentire una maggiore efficienza nello sfruttamento dell'intera capacità della rete.

Allo scopo di aumentare ulteriormente i gradi di libertà per il gestore della rete, il metodo proposto prevede anche che la carica di una batteria possa essere effettuata in più fasi temporali distinte, ognuna delle quali caratterizzata da un istante iniziale, una durata ed una corrente massima di carica compresa tra zero ed il valore massimo ammissibile per la batteria in questione (Fig. 3).

Il numero di fasi temporali del processo di carica della batteria, ed i parametri relativi ad ogni fase temporale (istante iniziale, durata e massima corrente di carica) sono stabiliti o rideterminati a seguito di una fase di negoziazione tra gestore ed utente che può essere effettuata:

- al momento della stipula del contratto tra le parti;

Orlando
Enrico H. T.

- preliminarmente all'avvio della carica tramite un sistema di controllo e comunicazione tra il sistema di carica della batteria ed un sistema centrale di gestione della rete di distribuzione;
- durante il processo di carica su richiesta del gestore e/o dell'utente tramite il medesimo sistema di controllo e comunicazione tra il sistema di carica della batteria ed il sistema di gestione della rete di distribuzione.

Per realizzare il nuovo metodo è anche proposto un nuovo sistema elettronico per la carica della batteria. Tale sistema (detto BATTERY MANAGER), è elettricamente connesso alla rete di distribuzione di energia elettrica ed alla batteria, e gestisce un flusso bidirezionale di segnali di controllo con il sistema di gestione e/o supervisione della rete di distribuzione di energia elettrica (detto SUPERVISOR). La comunicazione tra il BATTERY MANAGER ed il SUPERVISOR consente di gestire le varie fasi di negoziazione tra gestore ed utente necessarie a stabilire i parametri relativi ai processi di carica della batteria.

Tale comunicazione può essere implementata mediante tecnologie wireless, via cavo, telefonica, o tramite la stessa rete di distribuzione di energia, ricorrendo ad una tecnologia di tipo Power Line Communication. In ogni caso, il funzionamento dell'invenzione proposta non è affetto dalla particolare tecnologia e dal particolare protocollo utilizzati per la comunicazione tra il BATTERY MANAGER ed il SUPERVISOR.

All'interno del BATTERY MANAGER è implementata un'opportuna logica di controllo per la determinazione del numero di fasi temporali, dell'istante iniziale, della durata e della corrente massima di ciascuna fase temporale del processo di carica sulla base della negoziazione tra gestore ed utente. In Fig. 4 è mostrato lo schema a blocchi dell'intero sistema comprendente il sistema BATTERY MANAGER proposto, il SUPERVISOR, la batteria (detta BATTERY) e la rete di distribuzione elettrica.

L'idea relativa alla carica della batteria alla base della presente invenzione può essere usata anche per gestire la cessione di energia alla rete durante la fase di scarica della batteria, introducendo un metodo di trasferimento di energia elettrica da una batteria alla rete di distribuzione che avvenga in una o più fasi temporali distinte. Anche in questa modalità operativa, ogni fase temporale del processo di scarica è caratterizzata da un istante iniziale, una durata temporale ed una corrente massima erogata dalla batteria alla rete (detta "corrente di scarica") compresa tra zero ed il valore massimo di corrente erogabile dalla batteria. Il numero di fasi temporali, il valore dell'istante iniziale e la durata di ciascuna fase temporale

Flavio
5

del processo di scarica vengono stabilite attraverso il medesimo meccanismo di negoziazione tra il gestore della rete di distribuzione di energia elettrica e l'utente discusso in precedenza.

Questa ulteriore modalità operativa può essere implementata realizzando il BATTERY MANAGER proposto in maniera tale da gestire un flusso bidirezionale di energia elettrica tra la batteria e la rete di distribuzione (Fig. 4).

In questo caso, il sistema di comunicazione tra il BATTERY MANAGER ed il SUPERVISOR consente di gestire anche le varie fasi di negoziazione tra gestore ed utente necessarie a stabilire i parametri relativi ai processi di erogazione di energia dalla batteria alla rete di distribuzione.

Un'opportuna logica di controllo all'interno del BATTERY MANAGER determina il numero di fasi temporali distinte del processo di erogazione di energia, e l'istante iniziale, la durata e la corrente massima di ciascuna fase temporale sulla base della negoziazione tra gestore ed utente.

Riferimenti

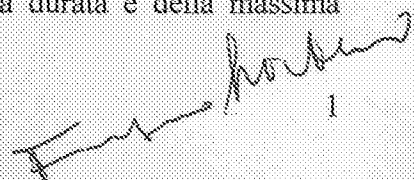
- [1] "Piano del progetto di innovazione industriale. Efficienza energetica per la competitività e lo sviluppo sostenibile", Ministero dello Sviluppo Economico.
- [2] A. Ipakchi et al., "Grid of the future", IEEE Power and Energy magazine, Marzo 2009.
- [3] Bayoumi et al., "Optimized dispatch planning of distributed resources in electrical power systems", Patent No.: US 2004/0044442 A1, Data di Pubblicazione: 4 Marzo 2004.
- [4] Doruk et al., "Intelligent distributed energy storage system for demand side power management", Patent No.: US 2004/0263116 A1, Data di Pubblicazione: 30 Dicembre 2004.
- [5] Pollack et al., "Business methods in a power aggregation system for distributed electric resources", Patent No.: US 2008/0040263 A1, Data di Pubblicazione: 14 Febbraio 2008.
- [6] Green et al., "Battery powered electric vehicle and electrical supply system", Patent No.: 5,642,270, Data di Pubblicazione: 24 Giugno 1997.
- [7] Jiang et al., "Lithium ion battery pack charging system and device including the same", Patent No.: US 2010/0026240 A1, Data di Pubblicazione: 4 Febbraio 2010.
- [7] Axelrod et al., "System and method for automated trading of electrical consumption", Patent No.: US 2009/0228388 A1, Data di Pubblicazione: 10 Settembre 2009.

Giampaolo Capirci
Francesco Antonio Ima

Rivendicazioni

- 1) Un dispositivo elettronico per la gestione del processo di cessione di energia dalla rete di distribuzione dell'energia elettrica ad una batteria (detto processo di "carica" della batteria), comprendente:
 - a) una connessione elettrica alla rete di distribuzione di energia elettrica;
 - b) una connessione elettrica alla batteria;
 - c) un sistema di scambio di dati con il sistema di gestione e/o supervisione della rete di distribuzione di energia elettrica;
 - d) un sistema di controllo per effettuare il processo di carica in una o più fasi temporali, ciascuna caratterizzata da un istante iniziale, una durata temporale, ed un valore massimo della corrente erogata dalla rete di distribuzione di energia elettrica ed assorbita dalla batteria (detta "corrente di carica" della batteria) di valore compreso tra zero ed il valore massimo di corrente che la batteria può assorbire;
 - e) un sistema di controllo per la determinazione del numero di fasi temporali del processo di carica e per la determinazione dell'istante iniziale, della durata e della massima corrente di carica di ciascuna fase temporale del processo attraverso una o più fasi di negoziazione con il soggetto abilitato alla gestione della rete di distribuzione dell'energia elettrica (detto "gestore" della rete di distribuzione dell'energia elettrica);
- 2) Un dispositivo elettronico per la gestione del processo di cessione di energia elettrica da una batteria alla rete di distribuzione dell'energia elettrica (detto processo di "scarica" della batteria), comprendente:
 - a) una connessione elettrica alla rete di distribuzione di energia elettrica;
 - b) una connessione elettrica alla batteria;
 - c) un sistema di scambio di dati con il sistema di gestione e/o supervisione della rete di distribuzione di energia elettrica;
 - d) un sistema di controllo per effettuare il processo di scarica in una o più fasi temporali, ciascuna caratterizzata da un istante iniziale, una durata temporale ed un valore massimo della corrente erogata dalla batteria ed assorbita dalla rete di distribuzione di energia elettrica (detta "corrente di scarica" della batteria) di valore compreso tra zero ed il valore della massima corrente erogabile dalla batteria;
 - e) un sistema di controllo per la determinazione del numero di fasi temporali del processo di scarica, e per la determinazione dell'istante iniziale, della durata e della massima




1

corrente di ciascuna fase temporale del processo attraverso una o più fasi di negoziazione con il gestore della rete di distribuzione dell'energia elettrica.

- 3) Un dispositivo elettronico per la gestione dello scambio bidirezionale di energia tra una batteria e la rete di distribuzione dell'energia elettrica comprendente i dispositivi secondo le rivendicazioni 1 e 2.
- 4) Un metodo di gestione dell'energia elettrica fornita dalla rete di distribuzione dell'energia elettrica ad una batteria durante il processo di carica della batteria, comprendente i seguenti elementi:
 - a) il processo di carica avviene in una o più fasi temporali distinte;
 - b) ciascuna fase temporale del processo di carica è caratterizzata da un istante iniziale, una durata temporale ed una massima corrente di carica;
 - c) il valore della massima corrente di carica durante ciascuna fase temporale del processo di carica è compreso tra zero ed il valore massimo di corrente che la batteria può assorbire;
 - d) il numero di fasi temporali, l'istante iniziale e la durata di ciascuna fase temporale del processo di carica vengono stabilite attraverso una o più fasi di negoziazione tra il gestore della rete di distribuzione di energia elettrica e l'utilizzatore proprietario della batteria;
 - e) il valore massimo della corrente di carica in ciascuna fase temporale del processo di carica è stabilito attraverso una fase di negoziazione tra il gestore della rete di distribuzione di energia elettrica e l'utilizzatore proprietario della batteria.
- 5) Il metodo della rivendicazione 4, nel quale le fasi di negoziazione avvengono attraverso comunicazione remota tra il dispositivo della rivendicazione 1 ed il sistema di gestione e/o supervisione della rete di distribuzione di energia elettrica;
- 6) Un metodo di gestione dell'energia elettrica fornita da una batteria alla rete di distribuzione dell'energia elettrica durante il processo di scarica della batteria, comprendente i seguenti elementi:
 - a) il processo di scarica avviene in una o più fasi temporali distinte;
 - b) ciascuna fase temporale del processo di scarica è caratterizzata da un istante iniziale, una durata temporale ed una massima corrente di scarica;

F. Furia
2

- c) il numero di fasi temporali, l'istante iniziale e la durata di ciascuna fase temporale del processo di scarica vengono stabilite attraverso una o più fasi di negoziazione tra il gestore della rete di distribuzione di energia elettrica e l'utilizzatore proprietario della batteria;
- d) il valore della massima corrente di scarica in ciascuna fase temporale del processo di scarica è compreso tra zero ed il valore massimo di corrente erogabile dalla batteria.
- 7) Il metodo della rivendicazione 6, nel quale le fasi di negoziazione avvengono attraverso comunicazione remota tra il dispositivo della rivendicazione 2 ed il gestore della rete di distribuzione dell'energia elettrica.
- 8) Un metodo di gestione dello scambio bidirezionale di energia tra una batteria e la rete di distribuzione dell'energia elettrica comprendente i metodi di cui alle rivendicazioni 4, 6.
- 9) Un metodo di gestione dello scambio bidirezionale di energia tra una batteria e la rete di distribuzione dell'energia elettrica comprendente i metodi di cui alle rivendicazioni 4, 5, 6, 7.

Francesco Antonicelli

DISEGNI

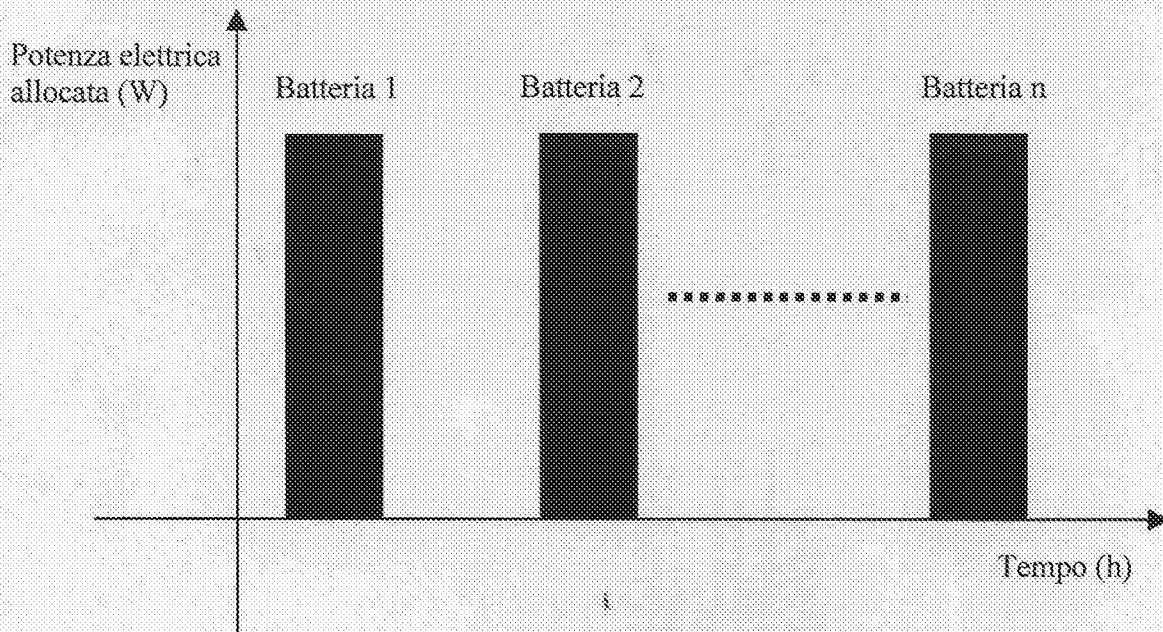


Figura 1: Principio alla base dello schema classico di scheduling temporale dell'attività di carica (stato dell'arte)

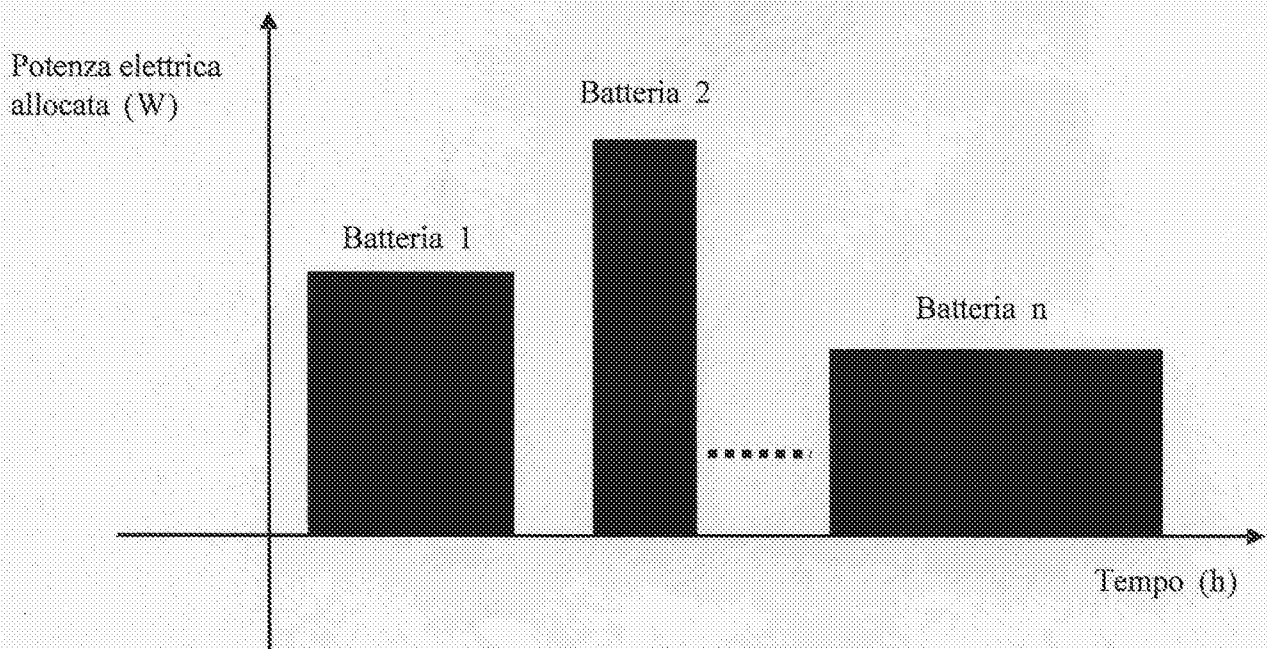
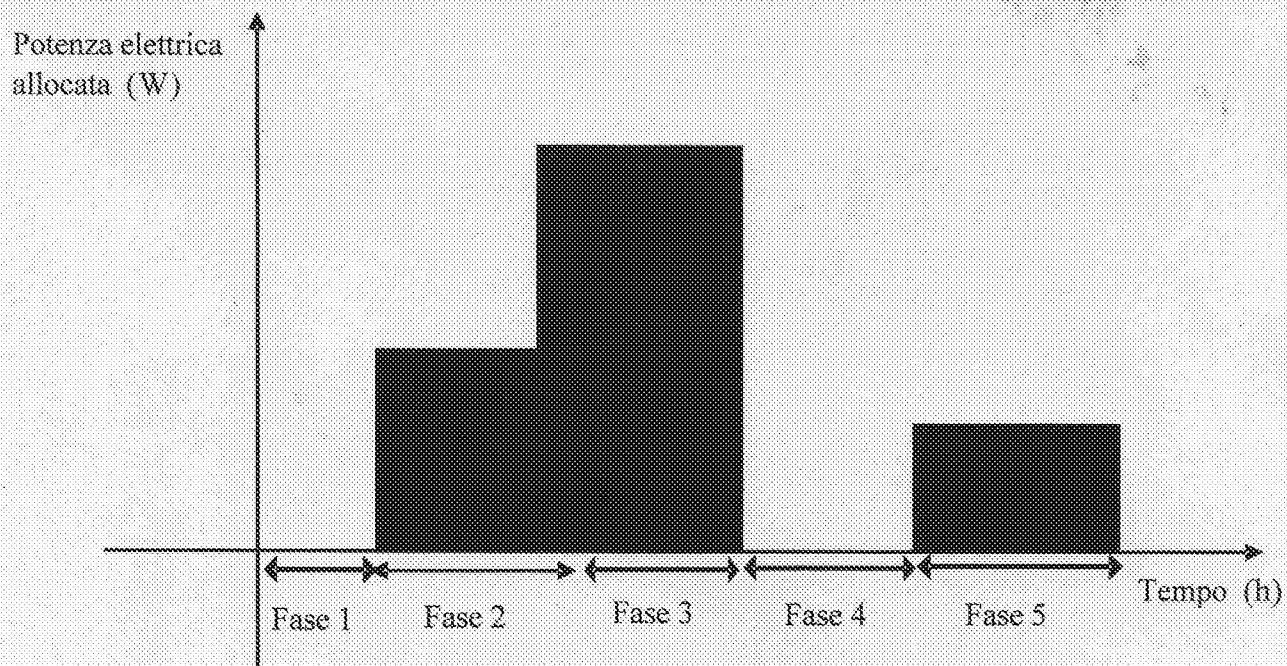


Figura 2: Principio alla base del metodo proposto per lo scheduling dell'attività di carica della batteria dalla rete

Alberico
Franco Lombardi



1

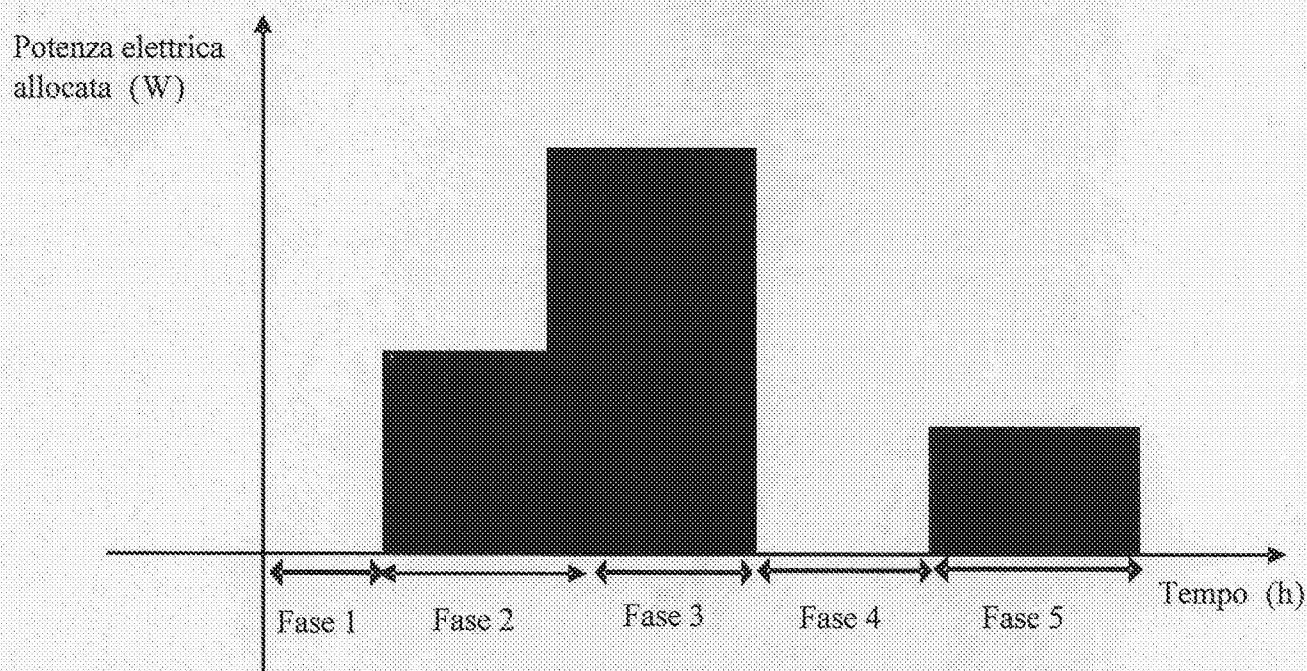


Figura 3: Principio alla base del metodo proposto per la carica della batteria dalla rete in più fasi temporali distinte

Alen

Franco 1/2

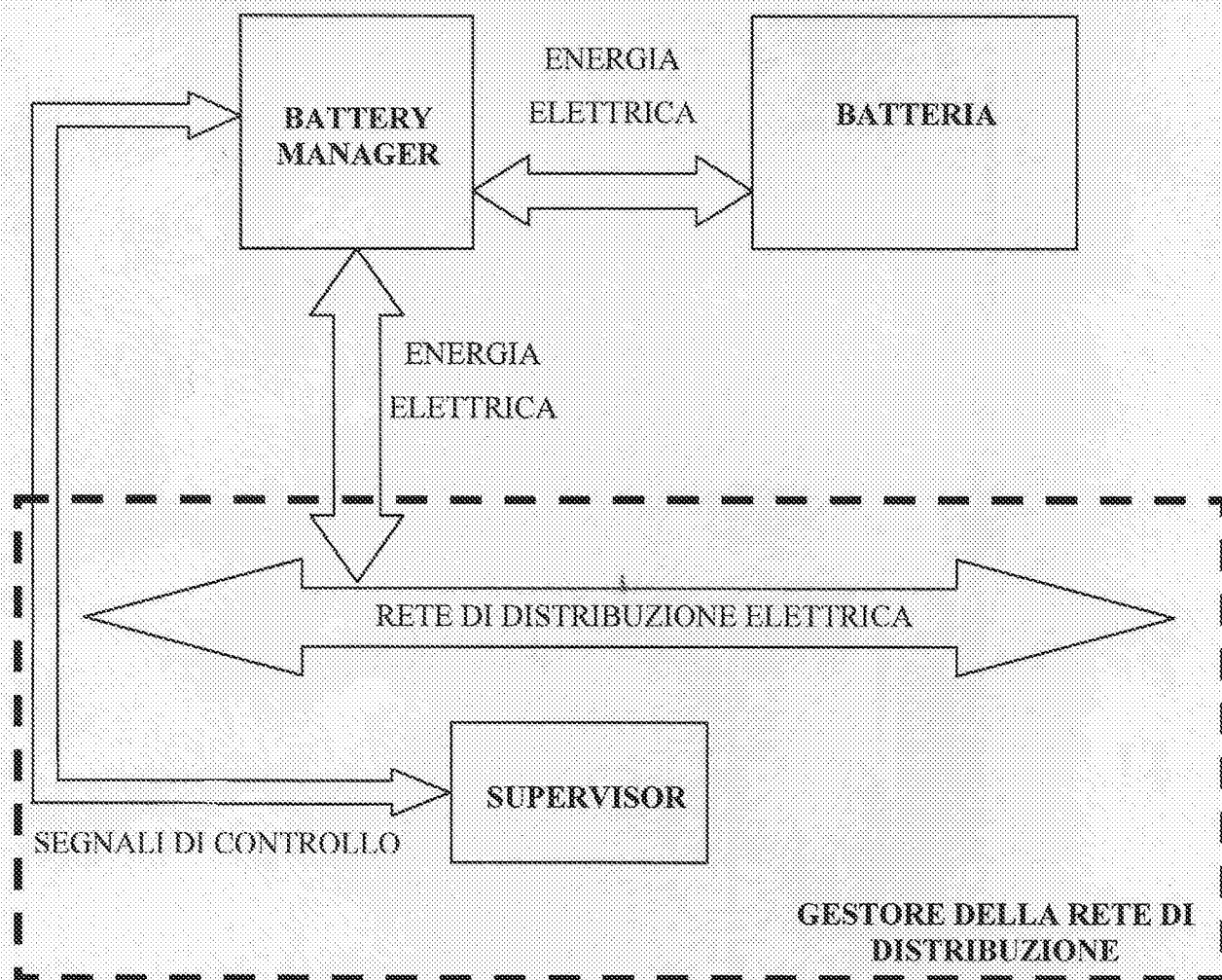


Figura 4: Schema a blocchi dell'intero sistema comprendente il sistema BATTERY MANAGER proposto

Open *Franco Auci Auci*