

<b>DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO</b>	<b>102022000017322</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>12/08/2022</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>12/02/2024</b>

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	02	J	3	28

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	02	J	7	34

Titolo

<b>APPARATO DI IMMAGAZZINAMENTO DI ENERGIA MODULARE</b>
---

## DESCRIZIONE

### Sfondo tecnologico dell'invenzione

#### **Campo dell'invenzione**

La presente invenzione si riferisce in generale al settore dell'immagazzinamento (ovvero, accumulo o stoccaggio) di energia elettrica (nel seguito, per brevità, energia). In particolare, la presente invenzione si riferisce ad un apparato di immagazzinamento di energia modulare (e ad un sistema comprendente tale apparato di immagazzinamento di energia modulare).

#### **Sfondo tecnologico**

Lo sfondo tecnologico della presente invenzione è nel seguito introdotto con la discussione di tecniche relative al suo contesto. Ad ogni modo, anche quando questa discussione riguarda documenti, atti, manufatti e simili, essa non suggerisce o riconosce che le tecniche discusse fanno parte dell'arte nota o sono conoscenze generali nel settore rilevante per la presente invenzione.

L'immagazzinamento (o accumulo) di energia comprende tecniche e/o processi che consentono di immagazzinare energia (ad esempio, energia generata da uno o più apparati di generazione di energia, quali apparati di generazione di energia fotovoltaici, e/o apparati di generazione di energia ausiliari, e/o apparati di generazione di energia eolici) per essere utilizzata successivamente.

Al fine di immagazzinare energia, esistono dispositivi di immagazzinamento di energia elettrochimica (ad esempio, basati su batterie al Litio-Ferro-Fosfato ( $\text{LiFePO}_4$ ), al Nickel Manganese Cobalto (NMC), al Titanato di Litio (LTO), ai Polimeri di litio e sottofamiglie ( $\text{LiPo}$ ), al piombo, o ad acido libero), dispositivi di immagazzinamento di energia elettrica/elettrostatica (ad esempio, basati su supercondensatori), dispositivi di immagazzinamento di energia meccanica/elettro-inerziale (ad esempio, basati su volano, aria compressa, bacini idroelettrici), o dispositivi di immagazzinamento di energia termoelettrica (ad esempio, basati su ciclo Rankine organico, turbomacchine, effetto Peltier, cogeneratori).

L'energia immagazzinata dai dispositivi di immagazzinamento di energia può essere

resa successivamente disponibile in risposta ad una corrispondente richiesta di energia (ad esempio, per fornire energia ad applicazioni fuori rete o per completare un picco di domanda).

## 5 **Riassunto dell'invenzione**

I Richiedenti hanno compreso che i dispositivi di immagazzinamento di energia attualmente disponibili non sono soddisfacenti, in quanto presentano ridotte versatilità di impiego.

Con riferimento, a mero titolo di esempio, ai dispositivi di immagazzinamento di energia basati su supercondensatori, i Richiedenti ritengono che, nonostante i supercondensatori possiedano elevata potenza specifica (che consente di far fronte ad elevati picchi di corrente per brevi intervalli di tempo), elevato rendimento energetico anche in conseguenza di un elevato numero di cicli di carica e scarica, ed elevata capacità (anche dell'ordine dei 5 – 100 KF, che consente l'immagazzinamento di energia a bassi livelli di tensione con un elevata energia e potenza specifica), i supercondensatori sono tuttavia affetti, a parità di energia immagazzinata rispetto ai dispositivi di immagazzinamento di energia elettrochimica (ad esempio, quelli basati su Litio), da maggiori occupazioni di volume (per ragioni costruttive e di assemblaggio). In conseguenza di ciò, le applicazioni dei supercondensatori, in special modo per elevate prestazioni, sono limitate a sistemi che prevedono adeguate disponibilità di spazio.

La Richiedente ha affrontato le problematiche sopra menzionate, ed ha escogitato un apparato di immagazzinamento di energia modulare in grado di essere adattato ed impiegato in qualsivoglia sistema o applicazione.

Uno o più aspetti della presente invenzione sono esposti nelle rivendicazioni indipendenti, con caratteristiche vantaggiose della stessa invenzione che sono indicate nelle rivendicazioni dipendenti, la cui formulazione è qui allegata alla lettera per riferimento (con qualsiasi caratteristica vantaggiosa fornita con riferimento ad uno specifico aspetto della presente invenzione che si applica mutatis mutandis a qualsiasi altro aspetto). Ulteriori forme di realizzazione forniscono caratteristiche vantaggiose aggiuntive, che possono tuttavia essere completamente omesse in implementazioni di base.

Un aspetto della presente invenzione si riferisce ad un apparato di immagazzinamento di energia modulare.

In accordo con una forma di realizzazione, l'apparato di immagazzinamento di energia modulare comprende uno o più dispositivi di immagazzinamento di energia ciascuno atto ad immagazzinare energia e a fornire almeno una parte dell'energia immagazzinata in risposta ad una richiesta di energia (ad esempio, da parte di almeno un carico elettrico che, nell'impiego, è connesso all'apparato di immagazzinamento di energia modulare).

In accordo con una forma di realizzazione, almeno un dispositivo di immagazzinamento di energia di detti uno o più dispositivi di immagazzinamento di energia comprende una pluralità di moduli di immagazzinamento di energia atti ad essere alloggiati in almeno un vano di alloggiamento (ad esempio, di un sistema che, nell'impiego, comprende l'apparato di immagazzinamento di energia modulare).

In accordo con una forma di realizzazione, ciascun modulo di immagazzinamento di energia di detta pluralità di moduli di immagazzinamento di energia è conformato e dimensionato in accordo con un criterio di ottimizzazione di occupazione di volume del rispettivo vano di alloggiamento.

In accordo con una forma di realizzazione, l'apparato di immagazzinamento di energia modulare comprende uno o più dispositivi di interfacciamento ciascuno atto ad implementare un adattamento in tensione e/o in corrente durante un trasferimento di energia da e/o verso detti uno o più dispositivi di immagazzinamento di energia.

In accordo con una forma di realizzazione, almeno un dispositivo di interfacciamento di detti uno o più dispositivi di interfacciamento comprende una pluralità di moduli di interfacciamento associati a detta pluralità di moduli di immagazzinamento di energia.

In accordo con una forma di realizzazione, l'apparato di immagazzinamento di energia modulare comprende un dispositivo di controllo atto controllare l'adattamento in tensione e/o in corrente durante il trasferimento di energia da e/o verso detti moduli di immagazzinamento di energia.

In accordo con una forma di realizzazione, ciascuno di detta pluralità di moduli di interfacciamento è associato ad un rispettivo modulo di immagazzinamento di energia di detta pluralità di moduli di immagazzinamento di energia.

In accordo con una forma di realizzazione, ciascuno di detta pluralità di moduli di interfacciamento è associato a due o più moduli di immagazzinamento di energia di detta pluralità di moduli di immagazzinamento di energia.

In accordo con una forma di realizzazione, ciascuno di detta pluralità di moduli di

interfacciamento è associato a due o più moduli di immagazzinamento di energia di detta pluralità di moduli di immagazzinamento di energia aventi medesima forma e dimensione.

5 In accordo con una forma di realizzazione, detti uno o più dispositivi di immagazzinamento di energia comprendono almeno uno tra un dispositivo di immagazzinamento di energia elettrochimica, un dispositivo di immagazzinamento di energia elettrostatica, un dispositivo di immagazzinamento di energia elettro-inerziale, un dispositivo di immagazzinamento di energia termoelettrica.

In accordo con una forma di realizzazione, detta pluralità di moduli di immagazzinamento di energia comprende una pluralità di supercondensatori.

10 In accordo con una forma di realizzazione, ciascuno di detti uno o più moduli di immagazzinamento di energia comprende un rispettivo numero di supercondensatori disposti in collegamento serie e/o parallelo.

15 In accordo con una forma di realizzazione, per ciascun modulo di immagazzinamento di energia di detta pluralità di moduli di immagazzinamento di energia un numero di supercondensatori disposti in collegamento serie ed un numero di supercondensatori disposti in collegamento parallelo determinano forma e dimensione di detto modulo di immagazzinamento di energia.

20 In accordo con una forma di realizzazione, l'apparato di immagazzinamento di energia modulare comprende una pluralità di moduli di commutazione atti a connettere selettivamente detta pluralità di moduli di interfacciamento al dispositivo di controllo per selettivamente consentire il trasferimento di energia da e/o verso i moduli di immagazzinamento di energia e/o per selettivamente controllare l'adattamento in tensione e/o in corrente durante il trasferimento di energia da e/o verso i moduli di immagazzinamento di energia.

25 In accordo con una forma di realizzazione, detta pluralità di moduli di commutazione è controllabile in accordo con informazioni di stato relative ai moduli di immagazzinamento di energia.

Un altro aspetto della presente invenzione si riferisce ad un sistema comprendente l'apparato di immagazzinamento di energia modulare (o più di essi).

30 In accordo con una forma di realizzazione, il sistema comprende uno o più apparati di generazione di energia per generare energia da una o più fonti di energia.

In accordo con una forma di realizzazione, il sistema comprende almeno un carico

elettrico atto ad implementare una o più funzionalità del sistema.

In accordo con una forma di realizzazione, il sistema comprende un apparato di gestione dell'energia atto a ricevere energia da almeno uno tra detti uno o più apparati di generazione di energia, detto apparato di immagazzinamento di energia modulare e detto  
5 almeno un carico elettrico, e a convogliare selettivamente l'energia ricevuta verso uno o più tra detto apparato di immagazzinamento di energia modulare e detto almeno un carico elettrico.

Un ulteriore aspetto della presente invenzione si riferisce ad un veicolo comprendente tale sistema.

10 In accordo con una forma di realizzazione, il veicolo comprende una imbarcazione.

### **Breve descrizione dei disegni allegati**

Queste ed altre caratteristiche e vantaggi della presente invenzione risulteranno evidenti dalla seguente descrizione di alcune forme di realizzazione esemplificative e non  
15 limitative della stessa; per una sua migliore intelligibilità, la descrizione che segue dovrebbe essere letta facendo riferimento ai disegni allegati, in cui:

la **Figura 1** mostra un sistema in accordo con forme di realizzazione della presente invenzione;

le **Figure 2A e 2B** illustrano concettualmente alcune esemplificative configurazioni  
20 di moduli di immagazzinamento di energia / vani di alloggiamento, in accordo con rispettive forme di realizzazione della presente invenzione, e

la **Figura 3** mostra un dispositivo di interfacciamento modulare in accordo con forme di realizzazione della presente invenzione.

### **Descrizione dettagliata di forme di realizzazione preferite dell'invenzione**

Nel seguito, quando una o più caratteristiche sono introdotte dalla dicitura "in accordo con una forma di realizzazione", esse sono da intendersi come caratteristiche aggiuntive o alternative a quelle precedentemente introdotte, salvo diversa indicazione e/o  
salvo evidente incompatibilità tra combinazioni di caratteristiche.

30 Nel seguito verranno trattate solo caratteristiche rilevanti che si ritengono pertinenti per la comprensione della presente invenzione, con varianti ben note e/o ovvie delle caratteristiche rilevanti che saranno omesse per ragioni di concisione.

La **Figura 1** mostra un sistema **100** in accordo con forme di realizzazione della presente invenzione. A mero titolo di esempio non limitativo, il sistema **100** (o almeno una sua porzione) può essere atto all'impiego in impianti industriali o in veicoli, sebbene ciò non debba essere inteso in maniera limitativa.

5 In accordo con una forma di realizzazione, il sistema **100** comprende uno o più apparati di generazione di energia **105** per generare energia elettrica (nel seguito, per brevità, energia) da una o più fonti di energia. Nell'esemplificativa (e non limitativa) forma di realizzazione illustrata, il sistema **100** comprende un apparato di generazione di energia fotovoltaico, un apparato di generazione di energia ausiliario, ed un apparato di generazione  
 10 di energia eolico (rappresentati in figura mediante esemplificative raffigurazioni degli stessi). Senza perdere di generalità, numero e/o tipologia degli apparati di generazione di energia **105** possono dipendere da applicazione e/o destinazione di impiego del sistema **100**. Gli apparati di generazione di energia **105** possono anche essere omessi in forme di realizzazione di base.

15 In accordo con una forma di realizzazione, il sistema **100** comprende uno o più dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** ( $n=1, 2, \dots N$ ) ciascuno atto ad immagazzinare energia, e a rendere disponibile l'energia immagazzinata (o almeno una sua parte) in risposta ad una corrispondente richiesta di energia.

Senza perdere di generalità, ciascun dispositivo di immagazzinamento di energia  
 20 **110<sub>n</sub>** può comprendere un dispositivo di immagazzinamento di energia elettrochimica (ad esempio, basato su batterie al Litio-Ferro-Fosfato (LiFePO<sub>4</sub>), al Nickel Manganese Cobalto (NMC), al Titanato di Litio (LTO), ai Polimeri di litio e sottofamiglie (LiPo), al piombo, o ad acido libero), un dispositivo di immagazzinamento di energia elettrica/elettrostatica (ad esempio, basato su supercondensatori), un dispositivo di immagazzinamento di energia  
 25 meccanica/elettro-inerziale (ad esempio, basato su volano, aria compressa, bacini idroelettrici), o un dispositivo di immagazzinamento di energia termoelettrica (ad esempio, basato su ciclo Rankine organico, turbomacchine, effetto Peltier, cogeneratori). Senza perdere di generalità, numero e/o tipologia dei dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** possono dipendere da applicazione e/o destinazione di impiego del sistema **100**.

30 In accordo con una forma di realizzazione, il sistema **100** comprende uno o più dispositivi di interfacciamento **115<sub>n</sub>** ( $n=1,2, \dots N$ ), ciascuno atto ad implementare un adattamento in tensione e/o in corrente durante il trasferimento di energia da e/o verso i

dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** (o un loro sottoinsieme). Nell'esemplificativa forma di realizzazione illustrata, ciascun dispositivo di interfacciamento **115<sub>n</sub>** è associato ad un rispettivo dispositivo di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** (per cui, in questa forma di realizzazione, ciascun dispositivo di interfacciamento **115<sub>n</sub>** è atto ad implementare un adattamento in tensione e/o in corrente durante il trasferimento di energia da e/o verso il rispettivo dispositivo di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>**), sebbene ciò non debba essere inteso in maniera limitativa.

In accordo con una forma di realizzazione, nel caso in cui il dispositivo di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** comprenda supercondensatori, ed in particolare banchi (stack) di supercondensatori disposti in collegamento serie (ad esempio, per ottenere un incremento di tensione) e/o in collegamento parallelo (ad esempio, per ottenere un incremento di capacità o di corrente), il corrispondente dispositivo di interfacciamento **115<sub>n</sub>** comprende uno o più circuiti di rilevamento/bilanciamento atti a rilevare e bilanciare le tensioni ai capi dei singoli supercondensatori in modo da evitare sovratensioni o sottotensioni nei banchi (che potrebbero determinarne degrado e/o rottura). Senza perdere di generalità, esempi di circuiti di rilevamento/bilanciamento comprendono, ma non sono limitati a, divisori a resistenza, divisori a resistenza e interruttore, limitatori a diodi Zener, limitatori con diodi rettificatori e circuiti di rilevamento/bilanciamento elettronici.

In accordo con una forma di realizzazione, il sistema **100** comprende un dispositivo di controllo **120**.

In accordo con una forma di realizzazione, il dispositivo di controllo **120** è atto controllare l'adattamento in tensione e/o in corrente durante il trasferimento di energia da e/o verso i dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>**. Senza perdere di generalità, il dispositivo di controllo **120** può essere configurato per controllare l'adattamento in tensione e/o in corrente determinando (ed erogando) correnti e/o tensioni di compensazione/bilanciamento da applicare ai dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** (attraverso i rispettivi dispositivi di interfacciamento **115<sub>n</sub>**) al fine di evitare sovratensioni o sottotensioni. Senza perdere di generalità, il dispositivo di controllo **120** può essere configurato per controllare l'adattamento in tensione e/o in corrente in risposta a rilevazioni di tensione e/o corrente effettuate dai dispositivi di interfacciamento **115<sub>n</sub>** (ad esempio, dai rispettivi circuiti di rilevamento/bilanciamento) e/o dal dispositivo di controllo **120**: a mero titolo di esempio non limitativo, tali rilevazioni di tensione e/o corrente possono



comprendere rilevazioni di tensione effettuate dai dispositivi di interfacciamento **115<sub>n</sub>** (ad esempio, dai rispettivi circuiti di rilevamento/bilanciamento) e/o rilevazioni di corrente effettuate dal dispositivo di controllo **120**.

In accordo con una forma di realizzazione, il dispositivo di controllo **120** è configurato per controllare, in maniera indipendente, l'adattamento in tensione e/o in corrente durante il trasferimento di energia da e/o verso ciascun dispositivo di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** (o ciascun gruppo di dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>**) – ovvero, con il dispositivo di controllo **120** che è configurato per controllare l'adattamento in tensione e/o in corrente durante il trasferimento di energia da e/o verso ciascun dispositivo di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** (o ciascun gruppo di dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>**) in maniera indipendente dagli altri dispositivi di immagazzinamento di energia (o dagli altri gruppi di dispositivi di immagazzinamento di energia, rispettivamente).

In accordo con una forma di realizzazione, il dispositivo di controllo **120** può essere ulteriormente configurato per controllare il trasferimento di energia da e/o verso ciascun dispositivo di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** (o ciascun gruppo di dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>**). In accordo con una forma di realizzazione, il dispositivo di controllo **120** può essere configurato per controllare il trasferimento di energia da e/o verso ciascun dispositivo di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** (o ciascun gruppo di dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>**) in accordo con uno o più criteri di trasferimento di energia. I criteri di trasferimento di energia, non limitativi per la presente invenzione, possono dipendere da specifiche scelte progettuali del sistema **100**, le quali a loro volta possono dipendere da applicazione e/o destinazione di impiego del sistema **100**.

Senza perdere di generalità, i criteri di trasferimento di energia possono comprendere uno o più criteri di massimizzazione della vita utile dei dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>**, e/o uno o più criteri di priorità di impiego dei dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>**. In accordo con una forma di realizzazione, i criteri di priorità di impiego dei dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** possono essere basati su uno o più (o una combinazione di uno o più) dei seguenti parametri: numero e/o tipologia dei dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>**, energia correntemente immagazzinata nei dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>**, quantità di energia richiesta e tempistiche richieste per l'erogazione dell'energia immagazzinata.

A mero titolo di esempio di criterio di priorità di impiego dei dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>**, nel caso in cui i dispositivi di immagazzinamento di energia comprendano almeno un dispositivo di immagazzinamento di energia elettrico/elettrostatico (ad esempio, basato su supercondensatori), il dispositivo di controllo

5 **120** può essere configurato per controllare il trasferimento di energia (esclusivamente o prevalentemente o in prima istanza) da tale dispositivo di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** in risposta ad improvvise richieste od immissioni di elevate o relativamente elevate quantità di energia.

In accordo con una forma di realizzazione, il sistema **100** comprende o è connesso

10 ad uno o più carichi elettrici **125** (tre carichi elettrici, schematicamente illustrati in figura) ciascuno atto ad essere alimentato attraverso energia (ad esempio, l'energia generata dagli apparati di generazione di energia **105**, o da un loro sottoinsieme, e/o l'energia immagazzinata dai dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>**, o da un loro sottoinsieme, e/o l'energia proveniente da una rete elettrica **130** esterna al sistema) per

15 fornire una rispettiva funzionalità del sistema **100**.

Senza perdere di generalità, numero e/o tipologia dei carichi elettrici **125** possono dipendere da applicazione e/o destinazione di impiego del sistema **100**. A mero titolo di esempio, i carichi elettrici **125** possono comprendere una o più apparecchiature di azionamento e/o una o più apparecchiature di illuminazione, sebbene ciò non debba essere

20 inteso in maniera limitativa. I carichi elettrici **125** e/o la rete elettrica **130** possono anche essere omessi in forme di realizzazione di base del sistema **100**.

In accordo con una forma di realizzazione, il sistema **100** comprende un apparato di gestione dell'energia **135** atto a ricevere energia dagli apparati di generazione di energia **105** (o da un loro sottoinsieme), e/o dai dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** (o da

25 un loro sottoinsieme), e/o dai carichi elettrici **125** (o da un loro sottoinsieme), e/o dalla rete elettrica **130** (o da una sua porzione), e convogliarla selettivamente verso una o più entità del (o associate al) sistema **100**, ad esempio verso i dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** (o un loro sottoinsieme), e/o verso i carichi elettrici **125** (o un loro sottoinsieme), e/o verso la rete elettrica **130** (o una sua porzione).

Pertanto, nell'esemplificativa (e non limitativa) forma di realizzazione considerata di trasferimento di energia selettivo tra distinte entità del (o associate al) sistema **100**, l'apparato di gestione dell'energia **135** è atto a ricevere energia dagli apparati di generazione

di energia **105** (o da un loro sottoinsieme) e a convogliarla selettivamente verso i dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** (o un loro sottoinsieme), verso i carichi elettrici **125** (o un loro sottoinsieme), e/o verso la rete elettrica **130** (o una sua porzione), è atto a ricevere energia dai dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** (o da un loro sottoinsieme) e a convogliarla selettivamente verso i carichi elettrici **125** (o un loro sottoinsieme) e/o verso la rete elettrica **130** (o una sua porzione), è atto a ricevere energia dai carichi elettrici **125** (o da un loro sottoinsieme) e a convogliarla selettivamente verso i dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** (o un loro sottoinsieme) e/o verso la rete elettrica **130** (o una sua porzione), ed è atto a ricevere energia dalla rete elettrica **130** (o da una sua porzione) e a convogliarla selettivamente verso i dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** (o un loro sottoinsieme) e/o verso i carichi elettrici **125** (o un loro sottoinsieme).

In accordo con una forma di realizzazione, il trasferimento di energia selettivo tra le entità del (o associate al) sistema **100** è ottenuto per mezzo di un'opportuna configurazione o programmazione dell'apparato di gestione dell'energia **135**, ad esempio mediante opportune soglie (fisse o variabili) di trasferimento di energia per ciascuna entità del (o associata al) sistema **100**.

In accordo con una forma di realizzazione, il sistema **100** comprende uno o più vani di alloggiamento (ciascuno atto ad alloggiare uno o più di moduli di immagazzinamento di energia di un apparato di immagazzinamento di energia modulare, come discusso nel seguito).

Per gli scopi della presente descrizione, un vano di alloggiamento del sistema comprende qualsiasi spazio all'interno del sistema **110** (ad esempio, qualsiasi spazio all'interno di un mezzo di trasporto, come un autoveicolo o un'imbarcazione, e/o all'interno di un impianto industriale o di sue aree) atto ad essere impiegato per esercitare un'azione di contenimento, indipendentemente dall'originario intento per cui esso è stato concepito: pertanto, nel prosieguo della presente descrizione, ogni qualvolta si citerà un vano di alloggiamento, si intenderà equivalentemente che tale vano di alloggiamento sia stato appositamente progettato per alloggiare al suo interno uno o più moduli di immagazzinamento di energia dell'apparato di immagazzinamento di energia modulare, o che tale vano di alloggiamento costituisca una porzione di spazio esistente del sistema **100** che, originariamente inutilizzata, è opportunamente e vantaggiosamente sfruttata come vano di alloggiamento in virtù della modularità dell'apparato di immagazzinamento di energia

modulare.

Nell'esemplificativa forma di realizzazione illustrata, sono mostrati tre vani di alloggiamento **140<sub>1</sub>,140<sub>2</sub>,140<sub>3</sub>**, ciascuno con una rispettiva esemplificativa geometria. Ad ogni modo, numero e/o geometrie dei vani di alloggiamento non sono da intendersi in  
5 maniera limitativa.

Nel prosieguo, per geometria di un elemento (ad esempio, di un vano di alloggiamento o di un modulo di immagazzinamento di energia) si intende una forma di tale elemento (ad esempio, il profilo dello stesso considerando una sua vista sezione, come  
illustrato nella figura).

10 Nell'esemplificativa forma di realizzazione illustrata, i vani di alloggiamento **140<sub>1</sub>,140<sub>2</sub>,140<sub>3</sub>** sono genericamente disposti in una medesima regione (o area o zona) del sistema **100**. Ad ogni modo, la disposizione dei vani di alloggiamento **140<sub>1</sub>,140<sub>2</sub>,140<sub>3</sub>** all'interno del sistema **100** non è da intendersi in maniera limitativa. Ad esempio, i vani di alloggiamento **140<sub>1</sub>,140<sub>2</sub>,140<sub>3</sub>** possono essere disposti (ad esempio, in quanto appositamente  
15 progettati oppure in quanto opportunamente scelti tra una pluralità di spazi disponibili nel sistema) in accordo con criteri di bilanciamento di peso del sistema **100**.

In accordo con una forma di realizzazione, almeno un dispositivo di immagazzinamento di energia tra i dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>** è un dispositivo di immagazzinamento di energia modulare.

20 Nel seguito, si supporrà che il dispositivo di immagazzinamento di energia modulare sia rappresentato dal dispositivo di immagazzinamento di energia **110<sub>1</sub>**, sebbene ciò non debba essere inteso in maniera limitativa. Senza perdere di generalità, il dispositivo di immagazzinamento di energia modulare può essere rappresentato, in aggiunta o in alternativa al dispositivo di immagazzinamento di energia **110<sub>1</sub>**, da uno qualsiasi dei  
25 dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>**.

In accordo con una forma di realizzazione, il dispositivo di immagazzinamento di energia modulare **110<sub>1</sub>** comprende una pluralità di moduli di immagazzinamento di energia atti ad essere alloggiati in uno o più dei vani di alloggiamento **140<sub>1</sub>,140<sub>2</sub>,140<sub>3</sub>** del sistema  
**100**.

30 In accordo con una forma di realizzazione, uno o più moduli di immagazzinamento di energia del dispositivo di immagazzinamento di energia modulare **110<sub>1</sub>** sono atti ad essere inseriti in un rispettivo vano di alloggiamento **140<sub>1</sub>,140<sub>2</sub>,140<sub>3</sub>** (ovvero, con ciascun vano di

alloggiamento **140<sub>1</sub>,140<sub>2</sub>,140<sub>3</sub>** che alloggia un rispettivo numero di moduli di immagazzinamento di energia ciascuno con rispettive geometrie e/o dimensioni).

In accordo con una forma di realizzazione, ciascun modulo di immagazzinamento di energia è conformato e dimensionato in accordo con un criterio di ottimizzazione di occupazione di volume del rispettivo vano di alloggiamento **140<sub>1</sub>,140<sub>2</sub>,140<sub>3</sub>**, vale a dire del vano di alloggiamento in cui esso è alloggiato. Solo come esempio di criterio di ottimizzazione di occupazione di volume del vano di alloggiamento, ciascun modulo di immagazzinamento di energia è conformato e dimensionato in modo da ottenere una massimizzazione di energia immagazzinabile rispetto a (ovvero, in rapporto a) massa del modulo di immagazzinamento di energia e volume del rispettivo vano di alloggiamento). Nell'esemplificativa forma di realizzazione illustrata, sono mostrati otto moduli di immagazzinamento di energia **205-240**, ciascuno con una rispettiva esemplificativa geometria. Ad ogni modo, numero e/o geometrie dei moduli di immagazzinamento di energia non sono da intendersi in maniera limitativa.

In accordo con una forma di realizzazione, almeno un dispositivo di interfacciamento tra i dispositivi di interfacciamento **115<sub>n</sub>** è un dispositivo di immagazzinamento di energia modulare.

Nel seguito, si supporrà che il dispositivo di interfacciamento modulare sia rappresentato dal dispositivo di interfacciamento **115<sub>1</sub>**, sebbene ciò non debba essere inteso in maniera limitativa. Senza perdere di generalità, il dispositivo di interfacciamento modulare può essere rappresentato, in aggiunta o in alternativa al dispositivo di interfacciamento **115<sub>1</sub>**, da uno qualsiasi dei dispositivi di interfacciamento **115<sub>n</sub>**.

Il dispositivo di immagazzinamento di energia modulare **110<sub>1</sub>** (eventualmente, unitamente ad uno o più ulteriori dispositivi di immagazzinamento di energia tra i dispositivi di immagazzinamento di energia **110<sub>n</sub>**), il dispositivo di interfacciamento modulare **115<sub>1</sub>** (eventualmente, unitamente ad uno o più ulteriori dispositivi di interfacciamento tra i dispositivi di interfacciamento **115<sub>n</sub>**), e il dispositivo di controllo **120** identificano, nel complesso, un apparato di immagazzinamento di energia modulare ("Modular Energy Storage"), indicato con **MES** in figura, che rappresenta un aspetto indipendente della presente invenzione. Come dovrebbe risultare evidente dalla precedente discussione, tale apparato l'apparato di immagazzinamento di energia modulare **MES** è, nell'impiego, parte del sistema **100** (e, nell'impiego, è pertanto connesso direttamente o indirettamente ad uno

o più degli apparati di generazione di energia **105** (se presenti), ad uno o più dei carichi elettrici **125** (se presenti), e/o alla rete elettrica **130** (se presente)).

Con riferimento ora alle **Figure 2A e 2B**, esse illustrano concettualmente alcune esemplificative (non limitative e non esaustive) configurazioni dei moduli di immagazzinamento di energia / vani di alloggiamento, in accordo con rispettive forme di realizzazione della presente invenzione. Come si comprenderà, sebbene tali figure mostrino un'occupazione totale o pressoché totale (dei volumi) dei vani di alloggiamento **140<sub>1</sub>, 140<sub>2</sub>, 140<sub>3</sub>** da parte del rispettivo modulo (o dei rispettivi moduli) di immagazzinamento di energia, in implementazioni pratiche potranno essere presenti, all'interno di uno o più dei vani di alloggiamento **140<sub>1</sub>, 140<sub>2</sub>, 140<sub>3</sub>**, spazi non occupati dai moduli di immagazzinamento di energia. Senza perdere di generalità, tali spazi non occupati dai moduli di immagazzinamento di energia potrebbero comprendere spazi liberi determinati da tolleranze costruttive, e/o spazi occupati da elementi ausiliari (ad esempio, moduli di interfacciamento e/o moduli di commutazione e/o unità di controllo dell'apparato di interfacciamento associato all'apparato di immagazzinamento di energia modulare, come discusso nel seguito).

In accordo con una prima esemplificativa configurazione, mostrata nella **Figura 2A**, ciascun vano di alloggiamento **140<sub>1</sub>, 140<sub>2</sub>, 140<sub>3</sub>** alloggia un rispettivo numero di moduli di immagazzinamento di energia, e i moduli di immagazzinamento di energia alloggiati in un medesimo vano di alloggiamento **140<sub>1</sub>, 140<sub>2</sub>, 140<sub>3</sub>** presentano forma e dimensioni che, nel complesso, sono corrispondenti a quelle del rispettivo vano di alloggiamento **140<sub>1</sub>, 140<sub>2</sub>, 140<sub>3</sub>** (ad esempio, di modo che i moduli di immagazzinamento di energia alloggiati in un medesimo vano di alloggiamento **140<sub>1</sub>, 140<sub>2</sub>, 140<sub>3</sub>** determinino, nel complesso, un'ottimizzazione di occupazione di volume di tale vano di alloggiamento **140<sub>1</sub>, 140<sub>2</sub>, 140<sub>3</sub>**).

Nell'esemplificativa forma di realizzazione illustrata nella **Figura 2A**, il vano di alloggiamento **140<sub>1</sub>** alloggia tre moduli di immagazzinamento di energia (ovvero, un modulo di immagazzinamento di energia **205** che presenta, in sezione, una forma quadrata o sostanzialmente quadrata, e due moduli di immagazzinamento di energia **210**, tra loro identici o sostanzialmente identici, che presentano, in sezione, una forma triangolare o sostanzialmente triangolare, in particolare a triangolo isoscele), il vano di alloggiamento **140<sub>2</sub>** alloggia tre moduli di immagazzinamento di energia (ovvero, un modulo di immagazzinamento di energia **215** che presenta, in sezione, una forma rettangolare o

sostanzialmente rettangolare, e due moduli di immagazzinamento di energia **220**, tra loro identici o sostanzialmente identici, che presentano, in sezione, una forma triangolare o sostanzialmente triangolare, in particolare a triangolo rettangolo), ed il vano di alloggiamento **140<sub>3</sub>** alloggia due moduli di immagazzinamento di energia (ovvero, due moduli di immagazzinamento di energia **225**, tra loro identici o sostanzialmente identici, che presentano, in sezione, una forma a “L” o sostanzialmente a “L”).

In accordo con una seconda esemplificativa configurazione, mostrata nella **Figura 2B**, ciascun vano di alloggiamento **140<sub>1</sub>,140<sub>2</sub>,140<sub>3</sub>** alloggia un rispettivo singolo modulo di immagazzinamento di energia **230,235,240**, e ciascun modulo di immagazzinamento di energia **230,235,240** presenta forma e dimensioni corrispondenti a quelle del rispettivo vano di alloggiamento **140<sub>1</sub>,140<sub>2</sub>,140<sub>3</sub>** (ad esempio, di modo che ciascun modulo di immagazzinamento di energia **230,235,240** determini, da solo, un’ottimizzazione di occupazione di volume del rispettivo vano di alloggiamento **140<sub>1</sub>,140<sub>2</sub>,140<sub>3</sub>**). Nell’esemplificativa forma di realizzazione considerata in cui i vani di alloggiamento **140<sub>1</sub>,140<sub>2</sub>,140<sub>3</sub>** rispettivamente presentano, in sezione, una forma esagonale o sostanzialmente esagonale), trapezoidale o sostanzialmente trapezoidale, e a “T” o sostanzialmente a “T”, il modulo di immagazzinamento di energia **230** presenta, in sezione, una forma esagonale o sostanzialmente esagonale, il modulo di immagazzinamento di energia **235** presenta, in sezione, una forma trapezoidale o sostanzialmente trapezoidale, ed il modulo di immagazzinamento di energia **240** presenta, in sezione, una forma a “T” o sostanzialmente a “T”.

Senza perdere di generalità, forma e/o dimensione di ciascun modulo di immagazzinamento di energia possono essere determinate sulla base di qualsivoglia parametro, ad esempio dipendente (esclusivamente o non esclusivamente) dalla tecnologia su cui è basato il dispositivo di immagazzinamento di energia modulare **110<sub>n</sub>**. In accordo con una forma di realizzazione, nel caso in cui il dispositivo di immagazzinamento di energia modulare **110<sub>1</sub>** (ed in particolare, ciascuno dei moduli di immagazzinamento di energia) comprenda supercondensatori, ed in particolare banchi (stack) di supercondensatori disposti in collegamento serie e/o parallelo, la forma e la dimensione di ciascun modulo di immagazzinamento di energia possono essere arbitrariamente definite modulando opportunamente il rispettivo numero di supercondensatori disposti in collegamento serie ed il rispettivo numero di supercondensatori disposti in collegamento parallelo. In altre parole,

in questa forma di realizzazione, per ciascun modulo di immagazzinamento di energia il numero di supercondensatori disposti in collegamento serie ed il numero di supercondensatori disposti in collegamento parallelo determinano forma e dimensione di tale modulo di immagazzinamento di energia, sebbene ciò non debba essere inteso in  
 5 maniera limitativa.

Le caratteristiche di modularità dell'apparato di immagazzinamento di energia modulare, ed in particolare (ma non esclusivamente dell'apparato di immagazzinamento di energia modulare basato su supercondensatori), ne consentono l'adattabilità (e quindi, l'impiego) in un svariato numero di sistemi ed applicazioni, inclusi sistemi ed applicazioni  
 10 che richiedono elevate prestazioni ma che, a causa di vincoli progettuali, presentano ridotte disponibilità di spazio.

A mero titolo di esempio non limitativo, il sistema **100** (o almeno una sua porzione) può essere (o può essere atto all'impiego in) veicoli, ad esempio imbarcazioni. Un veicolo, quale un'imbarcazione, comprendente il sistema **100** (o almeno una sua parte), ed in  
 15 particolare l'apparato di immagazzinamento di energia, rappresenta un aspetto indipendente della presente invenzione.

Con riferimento ora alla **Figura 3**, essa mostra un dispositivo di interfacciamento modulare in accordo con forme di realizzazione della presente invenzione. Come menzionato in precedenza, nell'esemplificativa (e non limitativa) forma di realizzazione  
 20 considerata in cui il dispositivo di immagazzinamento di energia modulare è il dispositivo di immagazzinamento di energia **110<sub>1</sub>**, il dispositivo di interfacciamento modulare è il rispettivo dispositivo di interfacciamento (ovvero, il dispositivo di interfacciamento **115<sub>1</sub>**), sebbene ciò non debba essere inteso in maniera limitativa. Per completezza, la **Figura 3** mostra anche il dispositivo di immagazzinamento di energia modulare **110<sub>1</sub>** (in particolare,  
 25 i moduli di immagazzinamento di energia della forma di realizzazione della **Figura 2A**, ovvero i moduli di immagazzinamento di energia **205-225**), il dispositivo di controllo **120** e l'apparato di gestione dell'energia **135**. Come concettualmente rappresentato in figura, e come discusso in precedenza, il dispositivo di immagazzinamento di energia modulare **110<sub>1</sub>**, il dispositivo di interfacciamento modulare **115<sub>1</sub>** ed il dispositivo di controllo **120**  
 30 identificano, nel complesso, l'apparato di immagazzinamento di energia modulare **MES**.

In accordo con una forma di realizzazione, il dispositivo di interfacciamento modulare **115<sub>1</sub>** comprende una pluralità di moduli di interfacciamento **305-325** associati ai



moduli di immagazzinamento di energia del dispositivo di immagazzinamento di energia modulare **110<sub>1</sub>** (ovvero, i moduli di immagazzinamento di energia **205-225**) ed atti ad implementare un adattamento in tensione e/o in corrente durante un trasferimento di energia da e/o verso i moduli di immagazzinamento di energia **205-225**.

5 Senza perdere di generalità, il numero dei moduli interfacciamento può dipendere da numero e/o forma e/o dimensione dei moduli di immagazzinamento di energia.

Nell'esemplificativa forma di realizzazione illustrata, ciascun modulo di interfacciamento **305-325** è associato ad un rispettivo modulo di immagazzinamento di energia **205-225** (sebbene ciò non debba essere inteso in maniera limitativa). Pertanto, in  
 10 questa forma di realizzazione, il numero di moduli di interfacciamento eguaglia il numero di moduli di immagazzinamento di energia del (o inclusi nel) dispositivo di immagazzinamento di energia modulare **110<sub>1</sub>**.

In accordo con una forma di realizzazione (non mostrata), nel caso in cui il dispositivo di immagazzinamento di energia modulare **110<sub>1</sub>** comprenda moduli di  
 15 immagazzinamento di energia identici (come nel caso dei moduli di immagazzinamento di energia **210** e **220**), ciascun modulo di interfacciamento **305-325** è associato ad una rispettiva tipologia (ad esempio, forma e dimensione) di modulo di immagazzinamento di energia. Pertanto, in questa forma di realizzazione, il numero di moduli di interfacciamento corrisponde al numero di tipologie di moduli di immagazzinamento di energia, con ciascun  
 20 modulo di interfacciamento **305-325** che può pertanto essere condiviso da ciascun modulo di immagazzinamento di energia della stessa tipologia (ad esempio, da ciascun modulo di immagazzinamento di energia di medesima forma e dimensione). Nell'esempio considerato in cui il dispositivo di immagazzinamento di energia modulare **110<sub>1</sub>** comprende due moduli di immagazzinamento di energia **210** identici (o sostanzialmente identici) e due moduli di  
 25 immagazzinamento di energia **220** identici (o sostanzialmente identici), il dispositivo di interfacciamento **115<sub>1</sub>** può comprendere un unico modulo di interfacciamento **310** condiviso tra i moduli di immagazzinamento di energia **210** (anziché, come esemplificativamente illustrato, due distinti moduli di interfacciamento **310** ciascuno associato ad un rispettivo modulo di immagazzinamento di energia **210**), e/o un unico modulo di interfacciamento **320**  
 30 condiviso tra i moduli di immagazzinamento di energia **220** (anziché, come esemplificativamente illustrato, due distinti moduli di interfacciamento **320** ciascuno associato ad un rispettivo modulo di immagazzinamento di energia **220**). In altre parole, in

questa forma di realizzazione, ciascun modulo di interfacciamento **305-325** può essere associato a due o più moduli di immagazzinamento di energia aventi medesima forma e dimensione.

Ad ogni modo, non è esclusa la possibilità che ciascun modulo di interfacciamento **305-325** possa essere associato a due o più moduli di immagazzinamento di energia arbitrari (ovvero, a due o più moduli di immagazzinamento di energia non necessariamente della stessa tipologia, ovvero non necessariamente aventi medesima forma e dimensione).

In accordo con una forma di realizzazione, il dispositivo di interfacciamento modulare **115<sub>1</sub>** comprende una pluralità di moduli di commutazione **SW** atti a connettere selettivamente i moduli di interfacciamento **305-325** (e, quindi, i rispettivi moduli di immagazzinamento di energia **205-225**) al dispositivo di controllo **120** (e, quindi, all'apparato di gestione dell'energia **135**). In accordo con una forma di realizzazione, tale connessione selettiva dei moduli di interfacciamento **305-325** al dispositivo di controllo **120** è atta a selettivamente consentire il trasferimento di energia da e/o verso i moduli di immagazzinamento di energia **205-225**. In aggiunta o in alternativa, tale connessione selettiva dei moduli di interfacciamento **305-325** al dispositivo di controllo **120** è atta a selettivamente controllare l'adattamento in tensione e/o in corrente durante il trasferimento di energia da e/o verso i moduli di immagazzinamento di energia **205-225**.

In accordo con una forma di realizzazione, ciascun modulo di commutazione **SW** è associato ad un rispettivo modulo di interfacciamento **305-325** (pertanto in questa forma di realizzazione, il numero di moduli di commutazione **SW** eguaglia il numero di moduli di interfacciamento, sebbene ciò non debba essere inteso in maniera limitativa), ed è atto a connettere tra loro il modulo di interfacciamento **305-325**, e quindi il rispettivo modulo di immagazzinamento di energia (o i rispettivi moduli di immagazzinamento di energia, nel caso in cui tale modulo di interfacciamento sia condiviso da più moduli di immagazzinamento di energia della stessa tipologia), e l'apparato di gestione dell'energia **135**.

Nell'esemplificativa forma di realizzazione illustrata, ciascun modulo di commutazione **SW** è raffigurato mediante il simbolo di interruttore, sebbene ciò non debba essere inteso in maniera limitativa. Senza perdere di generalità, i moduli di commutazione possono comprendere uno o più dispositivi elettronici e/o elettromeccanici. Indipendentemente dalla specifica implementazione dei moduli di commutazione **SW**, che

non è limitativa per la presente invenzione, ciascun modulo di commutazione **SW** è configurato per assumere (ad esempio, in risposta ad un segnale di controllo  $S_{CON}$  applicato ad un terminale di controllo del modulo di commutazione **SW**) una prima condizione (ad esempio, una condizione chiusa) che consente la connessione tra il rispettivo modulo di interfacciamento ed il dispositivo di controllo **120**, ed una seconda condizione (ad esempio, una condizione aperta) che impedisce la connessione tra il rispettivo modulo di interfacciamento ed il dispositivo di controllo **120**.

In accordo con una forma di realizzazione, il dispositivo di interfacciamento modulare **115<sub>1</sub>** comprende un'unità di controllo **CU** per fornire i segnali di controllo  $S_{CON}$  (in modo da controllare i moduli di commutazione **SW**).

In accordo con una forma di realizzazione, l'unità di controllo **CU** è configurata per fornire i segnali di controllo  $S_{CON}$  in risposta ad informazioni di stato  $D1-D8$  relative ai moduli di immagazzinamento di energia **205-225**. Esempi di informazioni di stato comprendono, ma non sono limitate a, energia correntemente immagazzinata nei moduli di immagazzinamento di energia **205-225**, numero di cicli di carica/scarica dei moduli di immagazzinamento di energia **205-225**, capacità dei moduli di immagazzinamento di energia **205-225**, e quantità di energia (da immagazzinare o da erogare).

Senza perdere di generalità le informazioni di stato possono essere fornite da ciascun modulo di interfacciamento **305-325** (si vedano le informazioni di stato  $D1-D7$  fornite dai moduli di interfacciamento **305-325**, rispettivamente), e/o dall'apparato di gestione dell'energia **135** (si vedano le informazioni di stato  $D8$ ). Ad ogni modo, non è esclusa la possibilità che le informazioni di stato  $D1-D8$  (o almeno un loro sottoinsieme) e/o ulteriori informazioni di stato (ad esempio, diverse almeno in parte dalle informazioni di stato  $D1-D8$ ) possano essere fornite (anche oppure esclusivamente) dal dispositivo di controllo **120**.

Esempi di informazioni di stato comprendono, ma non sono limitate a, energia correntemente immagazzinata nei moduli di immagazzinamento di energia **205-225**, numero di cicli di carica/scarica dei moduli di immagazzinamento di energia **205-225**, capacità dei moduli di immagazzinamento di energia **205-225**, e quantità di energia (da immagazzinare o da erogare).

La connessione selettiva tra i moduli di interfacciamento **305-325** (e, quindi, i rispettivi moduli di immagazzinamento di energia **205-225**) ed il dispositivo di controllo **120** (e, quindi, l'apparato di gestione dell'energia **135**) per selettivamente consentire il

trasferimento di energia da e/o verso i moduli di immagazzinamento di energia **205-225**, e/o per selettivamente consentire l'adattamento in tensione e/o in corrente durante il trasferimento di energia da e/o verso i moduli di immagazzinamento di energia **205-225**, consente di ottenere un elevato livello di versatilità ed ottimizzazione dinamica del sistema.

5           Naturalmente, al fine di soddisfare esigenze contingenti e specifiche, una persona esperta del ramo potrà apportare numerose modifiche e varianti logiche e/o fisiche alla presente invenzione. Più specificamente, sebbene l'invenzione sia stata descritta con un certo livello di dettaglio con riferimento a una o più sue forme di realizzazione, resta inteso che varie omissioni, sostituzioni e cambiamenti nella forma e nei dettagli così come altre  
10   forme di realizzazione sono possibili. In particolare, diverse forme di realizzazione della presente invenzione possono essere messe in pratica anche senza gli specifici dettagli (come i valori numerici) esposti nella precedente descrizione per fornire una loro più completa comprensione; al contrario, caratteristiche ben note possono essere state omesse o semplificate al fine di non oscurare la descrizione con particolari non necessari. Inoltre, è  
15   espressamente inteso che specifici elementi e/o passi di metodo descritti in relazione a ogni forma di realizzazione della presente invenzione possono essere incorporati in qualsiasi altra forma di realizzazione come una normale scelta di progetto.

          In particolare, considerazioni simili si applicano se l'apparato di immagazzinamento di energia modulare e/o il sistema comprendente l'apparato di immagazzinamento di energia  
20   modulare hanno una struttura diversa o include componenti equivalenti. In ogni caso, qualsiasi componente può essere separato in più elementi, o due o più componenti possono essere combinati in un unico elemento; inoltre, ogni componente può essere replicato per supportare l'esecuzione delle corrispondenti operazioni in parallelo. Va inoltre notato che (salvo diversa indicazione) qualsiasi interazione tra componenti differenti generalmente non  
25   deve essere continua e può essere diretta o indiretta tramite uno o più intermediari.

\* \* \* \* \*

## RIVENDICAZIONI

1. Apparato di immagazzinamento di energia modulare (**MES**) comprendente:

5 uno o più dispositivi di immagazzinamento di energia (**110<sub>n</sub>**) ciascuno atto ad immagazzinare energia e a fornire almeno una parte dell'energia immagazzinata in risposta ad una richiesta di energia da parte di almeno un carico elettrico (**125**) che, nell'impiego, è connesso all'apparato di immagazzinamento di energia modulare, in cui almeno un dispositivo di immagazzinamento di energia (**110<sub>1</sub>**) di detti uno o più dispositivi di immagazzinamento di energia (**110<sub>n</sub>**) comprende una pluralità di moduli di  
10 immagazzinamento di energia (**205-225; 230-240**) atti ad essere alloggiati in almeno un vano di alloggiamento (**140<sub>1</sub>, 140<sub>2</sub>, 140<sub>3</sub>**) di un sistema che, nell'impiego, comprende l'apparato di immagazzinamento di energia modulare, ciascun modulo di immagazzinamento di energia di detta pluralità di moduli di immagazzinamento di energia essendo conformato e dimensionato in accordo con un criterio di ottimizzazione di occupazione di volume del  
15 rispettivo vano di alloggiamento;

uno o più dispositivi di interfacciamento (**115<sub>n</sub>**) ciascuno atto ad implementare un adattamento in tensione e/o in corrente durante un trasferimento di energia da e/o verso detti uno o più dispositivi di immagazzinamento di energia (**110<sub>n</sub>**), in cui almeno un dispositivo di interfacciamento (**115<sub>1</sub>**) di detti uno o più dispositivi di interfacciamento (**115<sub>n</sub>**)  
20 comprende una pluralità di moduli di interfacciamento (**305-325**) associati a detta pluralità di moduli di immagazzinamento di energia, e

un dispositivo di controllo (**120**) atto controllare l'adattamento in tensione e/o in corrente durante il trasferimento di energia da e/o verso detti moduli di immagazzinamento di energia.

25

2. Apparato di immagazzinamento di energia modulare (**MES**) in accordo la rivendicazione 1, in cui ciascuno di detta pluralità di moduli di interfacciamento (**305-325**) è associato:

ad un rispettivo modulo di immagazzinamento di energia di detta pluralità di moduli  
30 di immagazzinamento di energia, oppure

a due o più moduli di immagazzinamento di energia di detta pluralità di moduli di immagazzinamento di energia, oppure

a due o più moduli di immagazzinamento di energia di detta pluralità di moduli di immagazzinamento di energia aventi medesima forma e dimensione.

3. Apparato di immagazzinamento di energia modulare (**MES**) in accordo la  
5 rivendicazione 1 o 2, in cui detti uno o più dispositivi di immagazzinamento di energia (**110<sub>n</sub>**) comprendono almeno uno tra:

un dispositivo di immagazzinamento di energia elettrochimica;

un dispositivo di immagazzinamento di energia elettrostatica;

un dispositivo di immagazzinamento di energia elettro-inerziale;

10 un dispositivo di immagazzinamento di energia termoelettrica.

4. Apparato di immagazzinamento di energia modulare (**MES**) in accordo con una  
qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui detta pluralità di moduli di  
immagazzinamento di energia (**205-225**; **230-240**) comprende una pluralità di  
15 supercondensatori.

5. Apparato di immagazzinamento di energia modulare (**MES**) in accordo con la  
rivendicazione 4, in cui ciascuno di detti uno o più moduli di immagazzinamento di energia  
(**205-225**; **230-240**) comprende un rispettivo numero di supercondensatori disposti in  
20 collegamento serie e/o parallelo, per ciascun modulo di immagazzinamento di energia di  
detta pluralità di moduli di immagazzinamento di energia un numero di supercondensatori  
disposti in collegamento serie ed un numero di supercondensatori disposti in collegamento  
parallelo determinando forma e dimensione di detto modulo di immagazzinamento di  
energia.

6. Apparato di immagazzinamento di energia modulare (**MES**) in accordo con una  
qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, ulteriormente comprendente una pluralità di  
moduli di commutazione (**SW**) atti a connettere selettivamente detta pluralità di moduli di  
interfacciamento (**305-325**) al dispositivo di controllo (**120**) per selettivamente consentire il  
30 trasferimento di energia da e/o verso i moduli di immagazzinamento di energia (**205-225**;  
**230-240**) e/o per selettivamente controllare l'adattamento in tensione e/o in corrente durante  
il trasferimento di energia da e/o verso i moduli di immagazzinamento di energia (**205-225**;

**230-240).**

7. Apparato di immagazzinamento di energia modulare (**MES**) in accordo con la rivendicazione 6, in cui detta pluralità di moduli di commutazione (**SW**) è controllabile in  
5 accordo con informazioni di stato (*DI-D8*) relative ai moduli di immagazzinamento di energia (**205-225; 230-240**).

8. Sistema (**100**) comprendente:

l'apparato di immagazzinamento di energia modulare (**MES**) in accordo con una  
10 qualsiasi delle precedenti rivendicazioni;

uno o più apparati di generazione di energia (**105**) per generare energia da una o più fonti di energia;

almeno un carico elettrico (**125**) atto ad implementare una o più funzionalità del sistema;

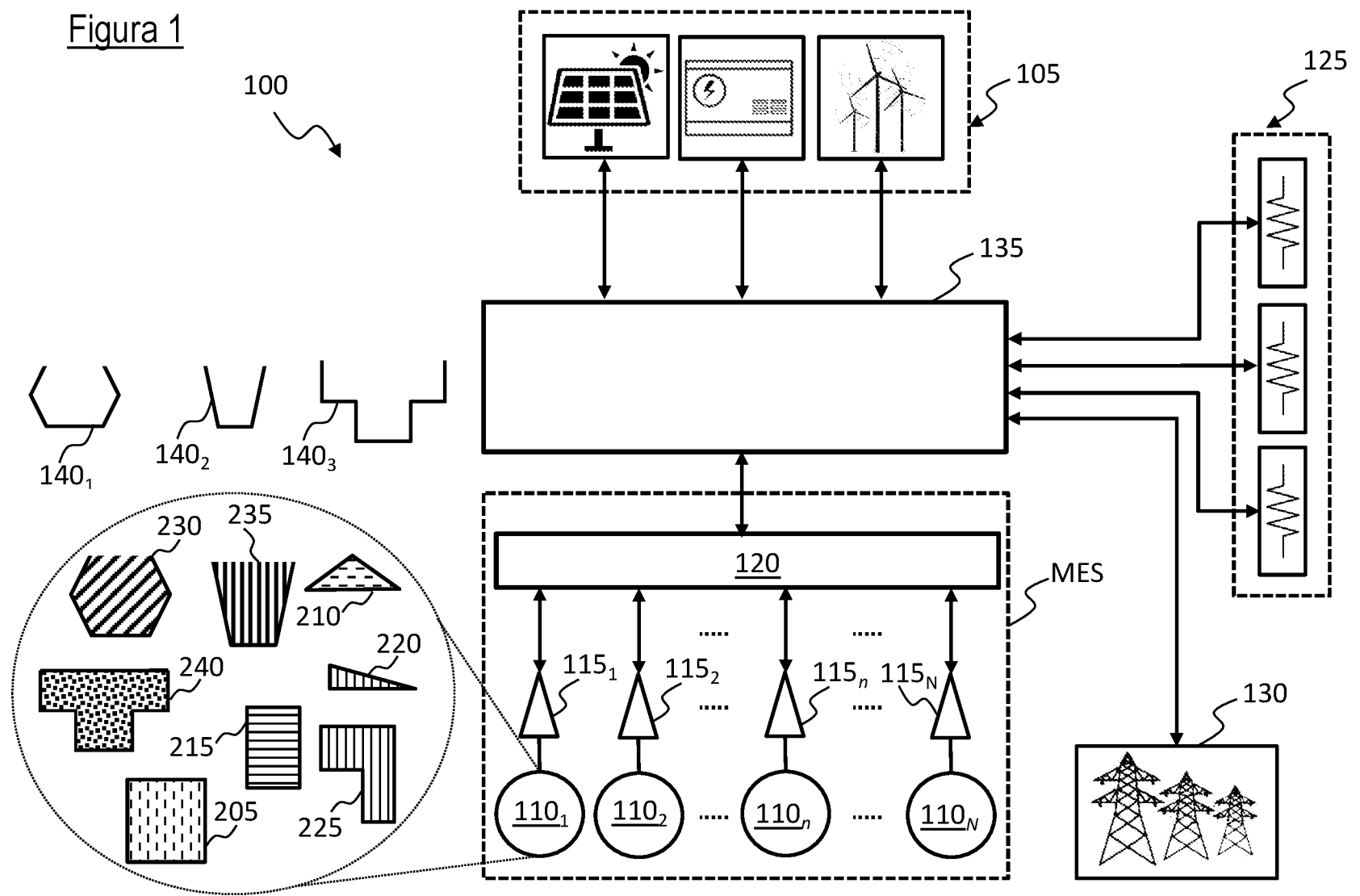
15 un apparato di gestione dell'energia (**135**) atto a ricevere energia da almeno uno tra detti uno o più apparati di generazione di energia (**105**), detto apparato di immagazzinamento di energia modulare (**MES**) e detto almeno un carico elettrico (**125**), e a convogliare selettivamente l'energia ricevuta verso uno o più tra detto apparato di immagazzinamento di energia modulare (**MES**) e detto almeno un carico elettrico (**125**).

20 9. Veicolo comprendente il sistema (**100**) in accordo con la rivendicazione 8.

10. Veicolo in accordo con la rivendicazione 9, in cui il veicolo comprende una imbarcazione.

25 \* \* \* \* \*

Figura 1





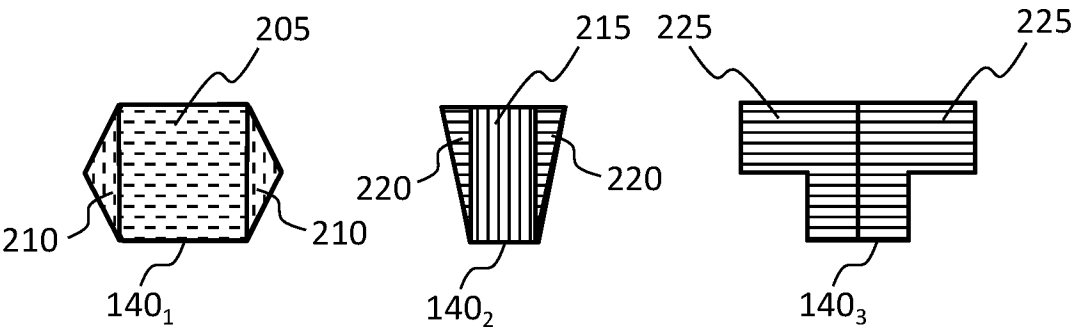


Figura 2A

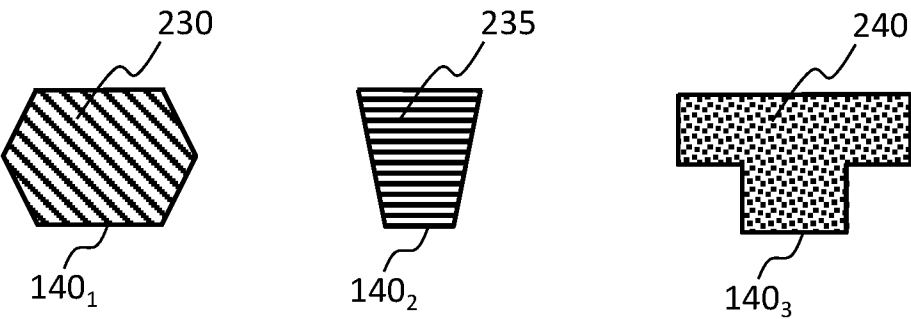


Figura 2B

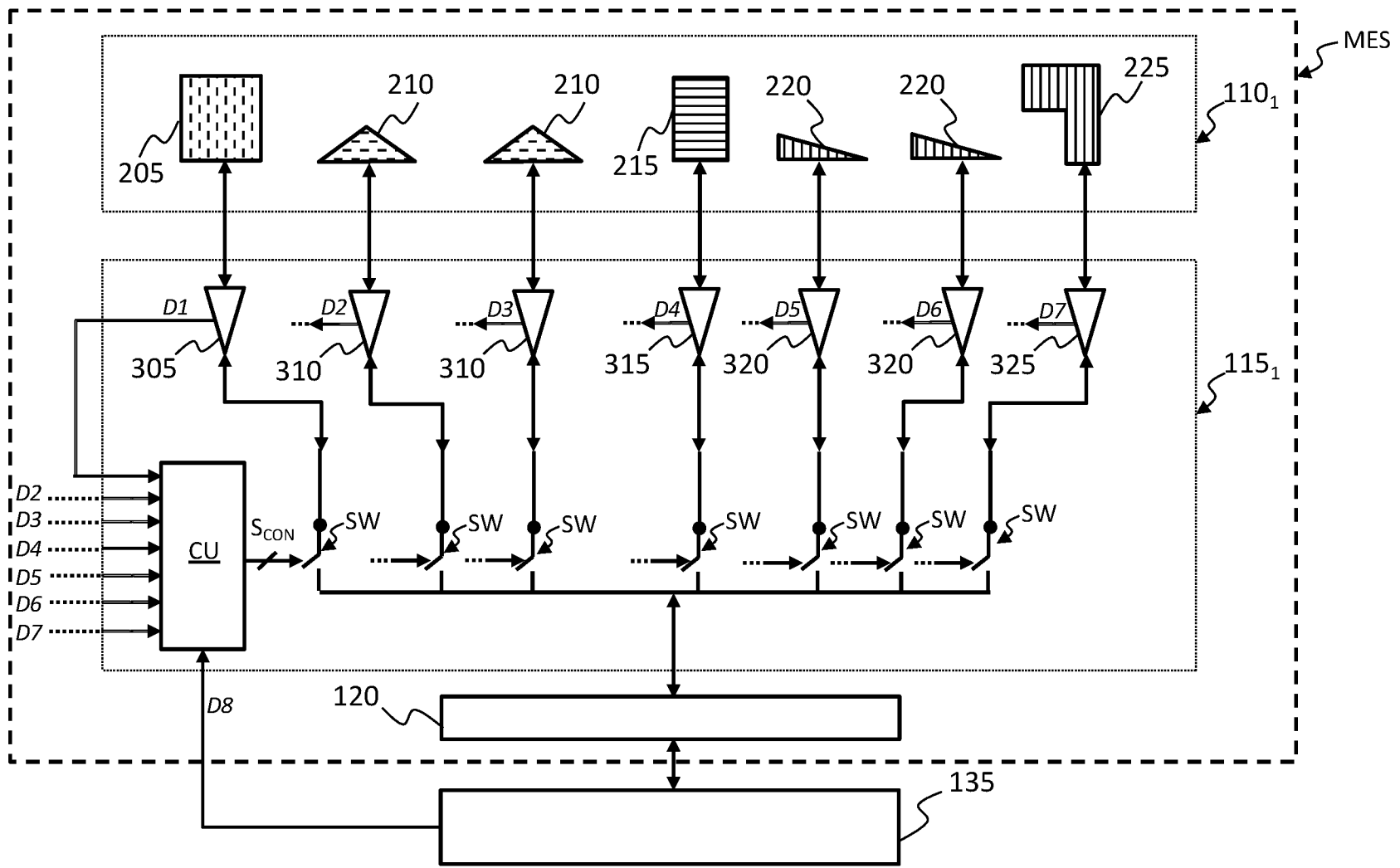


Figura 3