



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102013902130385
Data Deposito	22/02/2013
Data Pubblicazione	22/08/2014

Classifiche IPC

Titolo

**SISTEMA DI RACCOLTA DI ENERGIA CON INTERFACCIA DI RACCOLTA SELETTIVAMENTE
ATTIVABILE E METODO PER RACCOGLIERE ENERGIA**

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"SISTEMA DI RACCOLTA DI ENERGIA CON INTERFACCIA DI RACCOLTA SELETTIVAMENTE ATTIVABILE E METODO PER RACCOGLIERE ENERGIA"

di STMICROELECTRONICS S.R.L.

di nazionalità italiana

con sede: VIA C. OLIVETTI, 2

AGRATE BRIANZA (MB)

Inventori: BOTTAREL Valeria, RICOTTI Giulio

*** ***** ***

La presente invenzione è relativa a un sistema di raccolta di energia con interfaccia di raccolta selettivamente attivabile e a un metodo per raccogliere energia.

Come è noto, sistemi per la raccolta di energia (anche noti come sistemi di "energy harvesting" o "energy scavenging") da fonti energetiche ambientali hanno suscitato e suscitano notevole interesse in svariati campi della tecnologia. Tipicamente, i sistemi di raccolta di energia sono atti a raccogliere ("harvest" o "scavenge"), accumulare ("store"), e trasferire energia generata da sorgenti meccaniche ad un generico carico di tipo elettrico. In questo modo, il carico elettrico non necessita di batterie o altri sistemi di alimentazione che sono spesso ingombranti e scarsamente resistenti a stress

meccanici e comportano costi di manutenzione per interventi di sostituzione.

L'energia ambientale può essere raccolta da diverse fonti disponibili e convertita in energia elettrica mediante opportuni trasduttori. Ad esempio, fonti di energia disponibili possono essere vibrazioni meccaniche o acustiche o, più in generale, forze o pressioni, fonti di energia chimica, campi elettromagnetici, luce ambientale, fonti di energia termica. Per la raccolta e la conversione possono essere utilizzati, ad esempio, trasduttori elettrochimici, elettromeccanici, piezoelettrici, elettroacustici, elettromagnetici, fotoelettrici, elettrostatici, termoelettrici, termoacustici, termomagnetici, termoionici.

Fra i trasduttori e l'elemento di accumulo viene normalmente impiegata un'interfaccia di raccolta ("harvesting interface" o "harvesting front-end") che ha il compito di ricevere i segnali elettrici forniti dai trasduttori e alimentare una corrente di ricarica all'elemento di accumulo. Le interfacce di raccolta sono progettate in modo da avere efficienza elevatissima. Per funzionare, infatti, le interfacce di raccolta devono assorbire dall'elemento di accumulo una quota di energia, che ovviamente non è più disponibile per alimentare il carico.

Un problema costantemente presente nella raccolta di energia dipende dal fatto che le fonti disponibili sono di solito discontinue e quindi il flusso di energia verso l'elemento di accumulo può essere interrotto. Ad esempio, nel caso in cui la fonte di energia sia rappresentata da vibrazioni meccaniche o luce ambientale, una condizione di quiete o, rispettivamente, di oscuramento può sostanzialmente annullare temporaneamente la raccolta e l'accumulo di energia dall'ambiente. L'interfaccia di raccolta continua tuttavia a ricevere energia per l'alimentazione dall'elemento di accumulo, che tende a scaricarsi. Per quanto l'interfaccia di raccolta possa essere ben progettata, il consumo in assenza di energia ambientale disponibile riduce l'efficienza complessiva del sistema di raccolta dell'energia.

Sarebbe quindi auspicabile abbattere il consumo dell'interfaccia di raccolta quando il trasduttore non è in condizione di ricevere energia dall'ambiente. Inoltre, il sistema di recupero dell'energia deve essere in grado di rispondere all'attività del trasduttore in modo da evitare che parte dell'energia ricevuta dal trasduttore stesso vada dispersa.

Scopo della presente invenzione è fornire un sistema di raccolta di energia e un metodo per raccogliere energia che permettano di superare le limitazioni descritte e, in

particolare, permettano di sostanzialmente eliminare l'assorbimento di energia verso l'interfaccia di raccolta in assenza di attività del trasduttore.

Secondo la presente invenzione vengono forniti un sistema di raccolta di energia e un metodo per raccogliere energia come definiti rispettivamente nelle rivendicazioni 1 e 12.

Per una migliore comprensione dell'invenzione, ne verranno ora descritte alcune forme di realizzazione, a puro titolo di esempio non limitativo e con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- la figura 1 è uno schema a blocchi semplificato di un sistema di raccolta di energia in accordo a una forma di realizzazione della presente invenzione;

- la figura 2 è uno schema a blocchi più dettagliato di una parte del sistema di figura 1;

- la figura 3 è un grafico che illustra grandezze elettriche presenti nel sistema di figura 1;

- la figura 4 è uno schema a blocchi di un sistema di raccolta dell'energia in accordo a una diversa forma di realizzazione della presente invenzione;

- la figura 5 è uno schema a blocchi di un sistema di raccolta dell'energia in accordo a un'ulteriore forma di realizzazione della presente invenzione; e

- la figura 6 è uno schema a blocchi di un sistema di

raccolta dell'energia in accordo a un'ulteriore forma di realizzazione della presente invenzione.

Con riferimento alla figura 1, un sistema di raccolta dell'energia ("energy harvesting system"), indicato nel suo complesso con il numero 1, comprende un trasduttore 2, un'interfaccia di raccolta 3, un elemento di accumulo 5, un dispositivo di connessione selettiva 6 e un regolatore di tensione 7. Inoltre, un'uscita del regolatore di tensione 7 alimenta un carico elettrico 8.

Il trasduttore 2 fornisce una tensione di raccolta V_H in risposta a energia fornita da una fonte di energia ambientale 4 esterna al sistema di raccolta 1. In una forma di realizzazione, il trasduttore 2 è un trasduttore piezoelettrico che fornisce una tensione di raccolta V_H in risposta a vibrazioni meccaniche trasmesse dall'ambiente esterno. Si intende tuttavia che potrebbe essere utilizzato qualsiasi altro tipo di trasduttore, secondo la natura della fonte di energia ambientale disponibile. In particolare, possono essere impiegati anche, ma non esclusivamente, trasduttori elettromagnetici, termoelettrici, piroelettrici, fotovoltaici ed elettrochimici.

L'interfaccia di raccolta 3, quando alimentata dall'elemento di accumulo 5, riceve la tensione di raccolta V_H dal trasduttore 2 e fornisce una corrente di carica I_{CH}

all'elemento di accumulo 5. L'energia immagazzinata nell'elemento di accumulo 5 aumenta per effetto della corrente di carica I_{CH} e determina una tensione di accumulo V_{ST} .

Il dispositivo di connessione selettiva 6 selettivamente collega e scollega un ingresso di alimentazione 3a dell'interfaccia di raccolta 3 e l'elemento di accumulo 5 in base alla risposta del trasduttore 2. Più precisamente, quando la tensione di raccolta V_H supera una soglia di attivazione V_A , che è rappresentativa di uno stato in cui il trasduttore 2 è attivo e riceve energia ambientale dall'esterno, il dispositivo di connessione selettiva 6 collega l'interfaccia di raccolta 3 all'elemento di accumulo 5, in modo che l'interfaccia di raccolta 3 riceva la tensione di accumulo V_{ST} presente sull'elemento di accumulo 5. L'interfaccia di raccolta può quindi utilizzare la tensione di raccolta V_H per caricare l'elemento di accumulo 5. Viceversa, quando il trasduttore 2 non riceve energia ambientale e la tensione di raccolta V_H è inferiore alla soglia di attivazione V_A , il dispositivo di connessione selettiva 6 scollega l'interfaccia di raccolta 3 dall'elemento di accumulo 5, in modo che il consumo di energia dell'interfaccia di raccolta 3 cessi.

In una forma di realizzazione, in particolare, il

dispositivo di connessione selettiva comprende un interruttore 10 e uno stadio di pilotaggio 11, configurato per comandare l'interruttore 10 in base al confronto fra la tensione di raccolta V_H e la soglia di attivazione V_A .

Il regolatore di tensione 7 riceve la tensione di accumulo V_{ST} e fornisce una tensione di alimentazione V_{DD} regolata al carico elettrico 8 secondo richiesta.

Il dispositivo di alimentazione selettiva 6 permette sostanzialmente di azzerare il consumo dell'interfaccia di raccolta 3 in assenza di attività del trasduttore 2 ed evita quindi che l'energia accumulata sull'elemento di accumulo 5 sia dissipata senza un'effettiva necessità quando il sistema di raccolta 1 non è in condizione di ricevere energia dall'ambiente.

La figura 2 illustra in maggiore dettaglio il dispositivo di connessione selettiva 6 e mostra, inoltre, il trasduttore 2, l'interfaccia di raccolta 3 e l'elemento di accumulo 5. In figura 2 sono mostrate anche una linea di riferimento 12 e una linea di carica 13, lungo la quale è disposto un diodo Schottky 14. Il trasduttore 2 è collegato fra la linea di riferimento 12 e un terminale di ingresso 3b dell'interfaccia di raccolta 3. L'elemento di accumulo 5 ha un terminale di accumulo 5a, collegato al terminale di alimentazione 3a dell'interfaccia di raccolta 3 e alla linea di carica 13, e un terminale di riferimento 5b

collegato alla linea di riferimento 12. La linea di carica 13 è collegata fra un terminale di carica 3c dell'interfaccia di raccolta 3 e il terminale di accumulo 5a dell'elemento di accumulo 5 ed è utilizzata dall'interfaccia di raccolta 3 per fornire la corrente di carica I_{CH} all'elemento di accumulo 5.

Nella forma di realizzazione qui descritta, l'interruttore 10 del dispositivo di connessione selettiva 6 è un transistor PMOS avente terminali di sorgente e di pozzo rispettivamente collegati al terminale di accumulo 5a dell'elemento di accumulo 5 e al terminale di alimentazione 3a dell'interfaccia di raccolta 3; il terminale di porta è invece collegato a un nodo di pilotaggio 11a dello stadio di pilotaggio 11.

Lo stadio di pilotaggio 11 è configurato per chiudere l'interruttore 10 quando la tensione di raccolta V_H supera la soglia di attivazione V_A e, inoltre, è configurato per aprire l'interruttore 10 utilizzando energia prelevata dall'elemento di accumulo 5 (in quantità trascurabile) quando la tensione di raccolta V_H permane sotto la soglia di attivazione V_A e per interrompere il prelievo di energia dall'elemento di accumulo 5 dopo che l'interruttore 10 si è aperto, scollegando l'interfaccia di raccolta 3 dall'elemento di accumulo 5. L'assorbimento di corrente residuo dello stadio di pilotaggio 11 è del tutto

trascurabile, nell'ordine dei femtoampere, e quindi anche il consumo di energia è sostanzialmente interrotto.

In dettaglio, lo stadio di pilotaggio 11 comprende un transistor di attivazione 15, che nella forma di realizzazione descritta è un transistor NMOS, e una rete di disattivazione 16.

I terminali di porta, di sorgente e di pozzo del transistor di attivazione 15 sono rispettivamente collegati al trasduttore 2 (in particolare al terminale di ingresso 3b dell'interfaccia di raccolta 3), per ricevere la tensione di raccolta V_H ; alla linea di riferimento 12; e al nodo di pilotaggio 11a. Inoltre, la tensione di soglia del transistor di attivazione 15 definisce la soglia di attivazione V_A del dispositivo di connessione selettiva 6.

La rete di disattivazione 16 comprende un diodo 17 e un condensatore di disattivazione 18. Il diodo 17 ha terminale di anodo collegato al nodo di pilotaggio 11a e terminale di catodo collegato al terminale di accumulo 5a dell'elemento di accumulo 5, in modo da essere polarizzato inversamente. Il condensatore di disattivazione 18 è collegato fra il nodo di pilotaggio 11a e la linea di riferimento 12. Il diodo 17 permette quindi di caricare il condensatore di disattivazione 18 mediante una corrente di dispersione inversa.

Il dispositivo di connessione selettiva 6 opera come

di seguito descritto, con riferimento anche alla figura 3.

Si supponga che, inizialmente, il trasduttore 2 non riceva energia dall'ambiente. In queste condizioni, la tensione di raccolta V_H è sostanzialmente nulla e il transistor di attivazione 15 è spento. A prescindere dallo stato di carica iniziale, il condensatore di disattivazione 18 si carica per effetto della corrente di dispersione I_L attraverso il diodo 17, che è polarizzato in inversa, fino a quando una tensione di controllo V_G sul nodo di pilotaggio 11a raggiunge sostanzialmente la tensione di accumulo V_{ST} . L'aumento della tensione di controllo V_G fa sì che la tensione porta-sorgente dell'interruttore 10 (che nella forma di realizzazione illustrata è un transistor PMOS) scenda sotto una tensione di soglia V_{TP} , provocando l'apertura dell'interruttore 10 (istanti di inizio degli intervalli di spegnimento T_{OFF}). L'interfaccia di raccolta 3 viene così scollegata dall'elemento di accumulo 5 e cessa il consumo. In queste condizioni, anche la rete di disattivazione 16 non consuma. Infatti, una volta che il condensatore di disattivazione 18 si è caricato alla tensione di accumulo V_{ST} , l'assorbimento di corrente cessa.

Quando il trasduttore 2 riceve energia da una fonte esterna, la tensione di raccolta V_H varia e, appena la tensione di attivazione V_A viene superata, il transistor di attivazione 15 si accende (la tensione di attivazione V_A

coincide infatti con la tensione di soglia del transistor di attivazione 15). Il transistor di attivazione 15 scarica rapidamente il condensatore di disattivazione 18, portando la tensione di controllo V_G sostanzialmente alla tensione della linea di riferimento 12. L'interruttore 10 viene quindi chiuso e l'interfaccia di raccolta 3 viene collegata all'elemento di accumulo 5 in modo pressoché immediato. Inoltre, l'interfaccia di raccolta 3 rimane attiva fino a quando il trasduttore 2 raccoglie livelli significativi di energia. Infatti, anche se il transistor di attivazione 15 può spegnersi temporaneamente per le oscillazioni della tensione di raccolta V_H , l'interruttore 10 rimane chiuso fino a quando il condensatore di disattivazione 18 viene ricaricato attraverso la corrente di dispersione I_L del diodo 17. D'altra parte, questa condizione si può verificare solo dopo che il trasduttore 2 ha cessato di raccogliere e trasferire energia dall'esterno, perché il condensatore di disattivazione 18 viene completamente scaricato ogni volta che il transistor di attivazione 15 si accende. L'interfaccia di raccolta 3 è quindi in grado di trasferire all'elemento di accumulo 5 praticamente tutta l'energia resa disponibile dal trasduttore 2, senza perdite significative.

In una forma di realizzazione, mostrata in figura 4, nella rete di disattivazione, qui indicata con 16', il

diodo 17 è sostituito da un resistore 17'. Il resistore 17' consente il passaggio di correnti maggiori rispetto alla corrente di dispersione I_L del diodo 17. Da un lato, quindi, la rete di disattivazione 16' consente di aprire l'interruttore 10 e quindi di scollegare l'interfaccia di raccolta 3 dall'elemento di accumulo 5 in tempi più rapidi. Dall'altro lato, la maggior corrente provoca un maggior consumo quando l'interruttore 10 è chiuso.

In un'ulteriore forma di realizzazione dell'invenzione, illustrata in figura 5, un sistema di raccolta dell'energia 100 comprende il trasduttore 2, l'interfaccia di raccolta 3, l'elemento di accumulo 5 e un regolatore di tensione, che qui non è mostrato. Il sistema di recupero 100 comprende, inoltre, un dispositivo di connessione selettiva 106, configurato per selettivamente collegare e scollegare l'ingresso di alimentazione 3a dell'interfaccia di raccolta 3 e l'elemento di accumulo 5 in base alla risposta del trasduttore 2. Il dispositivo di connessione selettiva 6 comprende un interruttore 110 e uno stadio di pilotaggio 111.

Come nelle forme di realizzazione precedentemente descritte, anche in questo caso l'interruttore 110 è un transistor PMOS avente terminale di sorgente collegato al terminale di accumulo 5a dell'elemento di accumulo 5 e terminale di pozzo collegato all'ingresso di alimentazione

3a dell'interfaccia di raccolta 3. Il terminale di porta del transistore PMOS formante l'interruttore 110 è collegato a un primo nodo di pilotaggio 111a dello stadio di pilotaggio 111.

Lo stadio di pilotaggio 111 comprende un transistore di attivazione 115, un transistore di riferimento 116, un primo transistore ausiliario 117 e un secondo transistore ausiliario 118. Il transistore di attivazione 115 e il transistore di riferimento 116 sono transistori NMOS, mentre il primo transistore ausiliario 117 e il secondo transistore ausiliario 118 sono transistori PMOS.

Il transistore di attivazione 115 e il primo transistore ausiliario 117 hanno i rispettivi terminali di pozzo collegati in comune al primo nodo di pilotaggio 111a. Il transistore di attivazione 115 ha terminale di sorgente e terminale di porta rispettivamente collegati alla linea di riferimento 12 e al trasduttore 2 (in particolare al terminale di ingresso 3b dell'interfaccia di raccolta 3), per ricevere la tensione di raccolta V_H . Il primo transistore ausiliario 117 ha terminale di sorgente collegato al terminale di accumulo 5a dell'elemento di accumulo 5 e terminale di porta collegato al secondo nodo di pilotaggio 111b. Inoltre, il transistore di attivazione 115 e il primo transistore ausiliario 117 sono dimensionati in modo che una corrente di dispersione I_{LA} del transistore

di attivazione 115 sia minore di una corrente di dispersione I_{LAUX1} del primo transistor ausiliario 117 e una corrente di saturazione I_{SA} del transistor di attivazione 115 sia maggiore di una corrente di saturazione I_{SAUX1} del primo transistor ausiliario 117.

Il transistor di riferimento 116 e il secondo transistor ausiliario 118 hanno i rispettivi terminali di pozzo collegati in comune al secondo nodo di pilotaggio 111b. Il transistor di riferimento 116 ha inoltre terminali di sorgente e di porta entrambi collegati alla linea di riferimento 12 e quindi si trova sempre in condizione di cut-off. Il secondo transistor ausiliario 118 ha terminale di sorgente collegato al terminale di accumulo 5a dell'elemento di accumulo 5 e terminale di porta collegato al primo nodo di pilotaggio 111a. Inoltre, il transistor di riferimento 116 e il secondo transistor ausiliario 118 sono dimensionati in modo che una corrente di dispersione I_{LR} del transistor di riferimento 116 è maggiore di una corrente di dispersione I_{LAUX2} del secondo transistor ausiliario 118.

In presenza di attività del trasduttore 2, la tensione di raccolta V_H è maggiore della soglia di attivazione V_A e quindi il transistor di attivazione 115, che è acceso, mantiene il primo nodo di pilotaggio 111a a una tensione prossima alla tensione della linea di riferimento 12, per

effetto del dimensionamento. Il secondo transistor ausiliario 118 è acceso e mantiene il secondo nodo di pilotaggio 111b sostanzialmente alla tensione di accumulo V_{ST} . Il primo transistor ausiliario 117 è di conseguenza spento.

Quando l'attività del trasduttore 2 si interrompe perché non è disponibile energia dalla fonte ambientale, la tensione di raccolta V_H scende sotto la soglia di attivazione V_A e spegne il transistor di attivazione 115. Poiché, per il dimensionamento, la corrente di dispersione I_L del transistor di attivazione è minore della corrente di dispersione I_{LAUX1} del primo transistor ausiliario 117, la capacità parassita C_P fra il primo nodo di pilotaggio 111a e la linea di riferimento 12 si carica. La tensione di controllo V_G sul nodo di pilotaggio 111a quindi aumenta e tende a spegnere il secondo transistor ausiliario 118 e ad aprire l'interruttore 110. In questa fase, la corrente di dispersione I_{LR} del transistor di riferimento 116 inizia a prevalere sulla corrente del secondo transistor ausiliario 118, che si riduce alla corrente di dispersione I_{LAUX2} . La tensione sul secondo nodo di pilotaggio 111b decresce rapidamente e accende il primo transistor ausiliario 117, che, a sua volta, causa un repentino innalzamento della tensione di controllo V_G e apre definitivamente l'interruttore 110. In pratica, quindi il transistor di

riferimento 116 e il secondo transistor ausiliario 118 permettono di caricare inizialmente in modo graduale la capacità parassita C_P , mentre il primo transistor ausiliario 117 interviene in un secondo momento e carica rapidamente la capacità parassita C_P .

Quando è nuovamente disponibile energia ambientale per l'attività del trasduttore 2, la tensione di raccolta V_H supera la soglia di attivazione e accende il transistor di attivazione 115. Poiché la corrente di saturazione I_{SA} del transistor di attivazione 115 prevale sulla corrente di saturazione I_{SAUX1} del primo transistor ausiliario 117, la capacità parassita C_P sul primo nodo di pilotaggio 111a si scarica e la tensione di controllo V_G si abbassa. Il secondo transistor ausiliario 118 si accende e l'interruttore 110 tende a chiudersi. La tensione sul secondo nodo di pilotaggio 111b aumenta fino a spegnere il primo transistor ausiliario 117, permettendo al transistor di attivazione 115 di ridurre rapidamente la tensione di controllo V_G fino al potenziale della linea di riferimento 12. L'interruttore 110 risulta così stabilmente chiuso.

Anche in questo caso, quindi, il dispositivo di attivazione 111 chiude l'interruttore 110 in risposta al superamento della soglia di attivazione V_A da parte della tensione di raccolta V_H . Inoltre, il dispositivo di

attivazione 111 utilizza energia (una corrente di dispersione) prelevata dall'elemento di accumulo per aprire l'interruttore 110 quando, in assenza di risposta del trasduttore 2, la tensione di raccolta V_H rimane sotto la soglia di attivazione V_A . Una volta aperto l'interruttore 110, il prelievo di energia cessa (assorbimento residuo di corrente nell'ordine dei femtoampere).

Inoltre, il transistor di attivazione 115 deve vincere l'azione del primo transistor ausiliario 117, che è in condizione di fornire correnti relativamente elevate (in zona lineare o di saturazione) perché la sua tensione porta-sorgente è superiore alla tensione di soglia. Ciò non determina ritardi apprezzabili nella risposta durante l'attività del trasduttore 2 e, d'altra parte, impedisce che l'apertura dell'interruttore 2 stesso sia ostacolata da correnti sottosoglia nel transistor di attivazione 115 (dovute ad esempio a rumore sul terminale di porta).

Nella forma di realizzazione dell'invenzione illustrata in figura 6, un sistema di raccolta dell'energia 200 comprende il trasduttore 2, l'interfaccia di raccolta 3, l'elemento di accumulo 5 e il regolatore di tensione 7, che qui non è mostrato. Il sistema di recupero 200 comprende, inoltre, un dispositivo di connessione selettiva 206, configurato per selettivamente collegare e scollegare l'ingresso di alimentazione 3a dell'interfaccia di raccolta

3 e l'elemento di accumulo 5 in base alla risposta del trasduttore 2. Il dispositivo di connessione selettiva 6 comprende un interruttore 210 e uno stadio di pilotaggio 211.

L'interruttore 210 è un transistor PMOS avente terminale di sorgente collegato al terminale di accumulo 5a dell'elemento di accumulo 5 e terminale di pozzo collegato all'ingresso di alimentazione dell'interfaccia di raccolta 3. Il terminale di porta del transistor PMOS formante l'interruttore 210 è collegato a un primo nodo di pilotaggio 211a dello stadio di pilotaggio 211.

Lo stadio di pilotaggio 211 comprende un transistor di attivazione 215, un transistor di riferimento 216, un primo transistor ausiliario 217, un secondo transistor ausiliario 218 e una rete di disattivazione 219, includente a sua volta un diodo 220 e un condensatore di disattivazione 221.

Il transistor di attivazione 215, un transistor di riferimento 216, un primo transistor ausiliario 217, un secondo transistor ausiliario 218 sono collegati sostanzialmente come nello stadio di attivazione 111 già descritto con riferimento alla figura 5. In dettaglio, il transistor di attivazione 215 e il primo transistor ausiliario 217 hanno i rispettivi terminali di pozzo collegati in comune al primo nodo di pilotaggio 211a. Il

transistore di attivazione 215 ha terminale di sorgente e terminale di porta rispettivamente collegati alla linea di riferimento 12 e al trasduttore 2, per ricevere la tensione di raccolta V_H . Il primo transistore ausiliario 217 ha terminale di sorgente collegato al terminale di accumulo 5a dell'elemento di accumulo 5 e terminale di porta collegato a un secondo nodo di pilotaggio 211b. Il transistore di attivazione 215 e il primo transistore ausiliario 217 sono dimensionati in modo che una corrente di dispersione I_{LA}' del transistore di attivazione 215 sia minore di una corrente di dispersione I_{LAUX1}' del primo transistore ausiliario 217 e una corrente di saturazione I_{SA}' del transistore di attivazione 215 sia maggiore di una corrente di saturazione I_{SAUX1}' del primo transistore ausiliario 217.

Il transistore di riferimento 216 e il secondo transistore ausiliario 218 hanno i rispettivi terminali di pozzo collegati in comune al secondo nodo di pilotaggio 211b. Il transistore di riferimento 216 ha inoltre terminali di sorgente e di porta entrambi collegati alla linea di riferimento 12 e quindi si trova sempre in condizione di cut-off. Il secondo transistore ausiliario 218 ha terminale di sorgente collegato al terminale di accumulo 5a dell'elemento di accumulo 5 e terminale di porta collegato al primo nodo di pilotaggio 211a. Il transistore di riferimento 216 e il secondo transistore

ausiliario 218 sono dimensionati in modo che una corrente di dispersione I_{LR}' del transistor di riferimento 216 è maggiore di una corrente di dispersione I_{LAUX2}' .

Nella rete di disattivazione 219, il diodo 220 ha terminale di anodo collegato al secondo nodo di pilotaggio 211b e terminale di catodo collegato al terminale di accumulo 5a dell'elemento di accumulo 5. Il condensatore di disattivazione 221 è collegato fra il secondo nodo di pilotaggio 211b e la linea di riferimento 12.

Risulta infine evidente che al sistema e al metodo descritti possono essere apportate modifiche e varianti, senza uscire dall'ambito della presente invenzione, come definito nelle rivendicazioni allegate.

RIVENDICAZIONI

1. Sistema di raccolta dell'energia comprendente:

un trasduttore (2), configurato per raccogliere energia ambientale e per convertire l'energia ambientale raccolta in un segnale elettrico di raccolta (V_H);

un elemento di accumulo (5), configurato per accumulare energia elettrica derivante dalla conversione dell'energia ambientale raccolta dal trasduttore (2);

un'interfaccia di raccolta (3), accoppiata al trasduttore (2) e configurata per fornire un segnale elettrico di carica (I_{CH}) all'elemento di accumulo (5) in funzione del segnale elettrico di raccolta (V_H); e

un dispositivo di connessione selettiva (6; 106; 206), configurato per collegare un terminale di alimentazione (3a) dell'interfaccia di raccolta (3) all'elemento di accumulo (5) quando il segnale elettrico di raccolta (V_H) è in una prima relazione con una soglia di attivazione (V_A) e per scollegare il terminale di alimentazione (3a) dell'interfaccia di raccolta (3) dall'elemento di accumulo (5) quando il segnale elettrico di raccolta (V_H) è in una seconda relazione con la soglia di attivazione (V_A).

2. Sistema secondo la rivendicazione 1, in cui il dispositivo di connessione selettiva (6; 106; 206) comprende un interruttore (10; 110; 210) fra il terminale di alimentazione (3a) dell'interfaccia di raccolta (3) e

l'elemento di accumulo (5); e uno stadio di pilotaggio (11; 111; 211) configurato per chiudere l'interruttore (10) quando il segnale elettrico di raccolta (V_H) è nella prima relazione con la soglia di attivazione (V_A) e per aprire l'interruttore (10) quando il segnale elettrico di raccolta (V_H) è nella seconda relazione con la soglia di attivazione (V_A).

3. Sistema secondo la rivendicazione 2, in cui lo stadio di pilotaggio (11; 111; 211) è configurato per aprire l'interruttore (10; 110; 210) utilizzando energia prelevata dall'elemento di accumulo (5) quando il segnale elettrico di raccolta (V_H) permane per un intervallo di tempo nella seconda relazione con la soglia di attivazione (V_A) e per non prelevare energia dall'elemento di accumulo (5) dopo che l'interruttore (10; 110; 210) si è aperto.

4. Sistema secondo la rivendicazione 2 o 3, in cui lo stadio di pilotaggio (11; 111; 211) comprende:

un nodo di pilotaggio (11a; 111a; 211a);

un elemento capacitivo (18; C_P ; 221), accoppiato al nodo di pilotaggio (11a; 111a; 211a);

un circuito di carica (17; 116, 117, 118; 216, 217, 218, 220) accoppiato all'elemento di accumulo (5) e al nodo di pilotaggio (11a; 111a; 211a) e configurato per caricare l'elemento capacitivo (18; C_P ; 221);

un transistoro di attivazione (15; 115; 215), avente

un terminale di controllo accoppiato al trasduttore (2) in modo da ricevere il segnale elettrico di raccolta (V_H) e configurato per determinare la scarica dell'elemento capacitivo (18; C_P ; 221) quando il segnale elettrico di raccolta (V_H) è nella prima relazione con la soglia di attivazione (V_A) e per consentire la carica dell'elemento capacitivo (18; C_P ; 221) quando il segnale elettrico di raccolta (V_H) è nella seconda relazione con la soglia di attivazione (V_A).

5. Sistema secondo la rivendicazione 4, in cui un terminale di controllo dell'interruttore (10; 110; 210) è accoppiato al nodo di pilotaggio (11a; 111a; 211a).

6. Sistema secondo la rivendicazione 4 o 5, in cui il transistore di attivazione (15; 115; 215) ha un primo terminale di conduzione accoppiato al nodo di pilotaggio (11a; 111a; 211a) e un secondo terminale di conduzione accoppiato a una linea di riferimento (12).

7. Sistema secondo la rivendicazione 6, in cui l'elemento capacitivo (18; C_P ; 221) è collegato fra il nodo di pilotaggio (11a; 111a; 211a) e la linea di riferimento (12).

8. Sistema secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 4 a 7, in cui lo stadio di pilotaggio (11; 211) comprende un diodo (17; 217) collegato fra l'elemento di accumulo (5) e l'elemento capacitivo (18; 221) in modo da

essere polarizzato inversamente.

9. Sistema secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 4 a 7, in cui in cui lo stadio di pilotaggio (111) comprende:

un transistoro di riferimento (116), avente terminale di sorgente e terminale di porta collegati a un primo terminale (5b) dell'elemento di accumulo (5) e terminale di pozzo collegato a un ulteriore nodo di pilotaggio (111b);

un primo transistoro ausiliario (117), avente terminale di pozzo collegato al nodo di pilotaggio (111a), terminale di sorgente collegato a un secondo terminale (5a) dell'elemento di accumulo (5) e terminale di porta collegato all'ulteriore nodo di pilotaggio (111b); e

un secondo transistoro ausiliario (118), avente terminale di pozzo collegato all'ulteriore nodo di pilotaggio (111b), terminale di sorgente collegato al secondo terminale (5a) dell'elemento di accumulo (5) e terminale di porta collegato al nodo di pilotaggio (111a).

10. Sistema secondo la rivendicazione 9, in cui il transistoro di attivazione (115) e il primo transistoro ausiliario (117) sono dimensionati in modo che una corrente di dispersione (I_{LA}) del transistoro di attivazione (115) sia minore di una corrente di dispersione (I_{LAUX1}) del primo transistoro ausiliario (117) e una corrente di saturazione (I_{SA}) del transistoro di attivazione 115 sia maggiore di una corrente di saturazione (I_{SAUX1}) del primo transistoro

ausiliario (117).

11. Sistema secondo la rivendicazione 9 o 10, in cui il transistoro di riferimento (116) e il secondo transistoro ausiliario (118) sono dimensionati in modo che una corrente di dispersione (I_{LR}) del transistoro di riferimento (116) è maggiore di una corrente di dispersione (I_{LAUX2}) del secondo transistoro ausiliario (118).

12. Metodo per raccogliere energia comprendente:

convertire energia ambientale in un segnale elettrico di raccolta (V_H) mediante un trasduttore (2);

accumulare energia elettrica derivante dalla conversione dell'energia ambientale raccolta dal trasduttore (2) in un elemento di accumulo (5);

in cui accumulare comprende:

mediante un'interfaccia di raccolta (3), fornire un segnale elettrico di carica (I_{CH}) all'elemento di accumulo (5) in funzione del segnale elettrico di raccolta (V_H);

collegare un terminale di alimentazione (3a) dell'interfaccia di raccolta (3) all'elemento di accumulo (5) quando il segnale elettrico di raccolta (V_H) è in una prima relazione con una soglia di attivazione (V_A); e

scollegare il terminale di alimentazione (3a) dell'interfaccia di raccolta (3) dall'elemento di accumulo (5) quando il segnale elettrico di raccolta (V_H) è in una seconda relazione con la soglia di attivazione (V_A).

13. Metodo secondo la rivendicazione 12, in cui accumulare comprende:

utilizzare energia prelevata dall'elemento di accumulo (5) per scollegare il terminale di alimentazione (3a) dell'interfaccia di raccolta (3) dall'elemento di accumulo (5) quando la segnale elettrico di raccolta (V_H) permane per un intervallo di tempo nella seconda relazione con la soglia di attivazione (V_A); e

cessare il prelievo energia dall'elemento di accumulo (5) dopo che il terminale di alimentazione (3a) dell'interfaccia di raccolta (3) è stato scollegato dall'elemento di accumulo (5).

14. Metodo secondo la rivendicazione 12 o 13, in cui scollegare comprende caricare un elemento capacitivo (18; C_P ; 221) e aprire un interruttore (10; 110; 210) fra l'interfaccia di raccolta (3) e l'elemento di accumulo (5) in funzione di una tensione di controllo (V_G) sull'elemento capacitivo (18; C_P ; 221).

15. Metodo secondo la rivendicazione 14, in cui collegare comprende scaricare l'elemento capacitivo (18; C_P ; 221) e chiudere l'interruttore (10; 110; 210) in funzione della tensione di controllo (V_G) sull'elemento capacitivo (18; C_P ; 221).

p.i.: STMICROELECTRONICS S.R.L.

Elena CERBARO

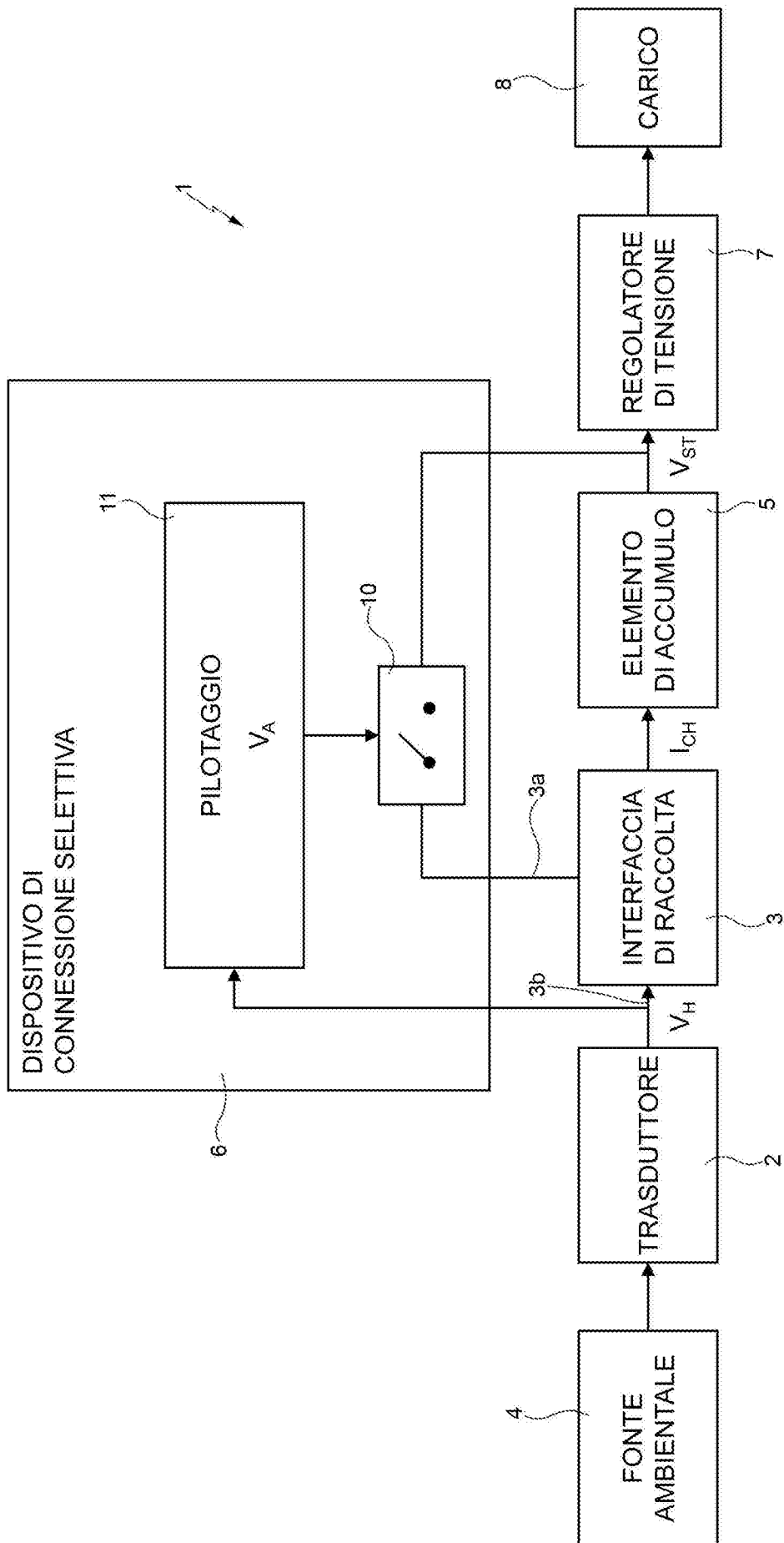


FIG. 1

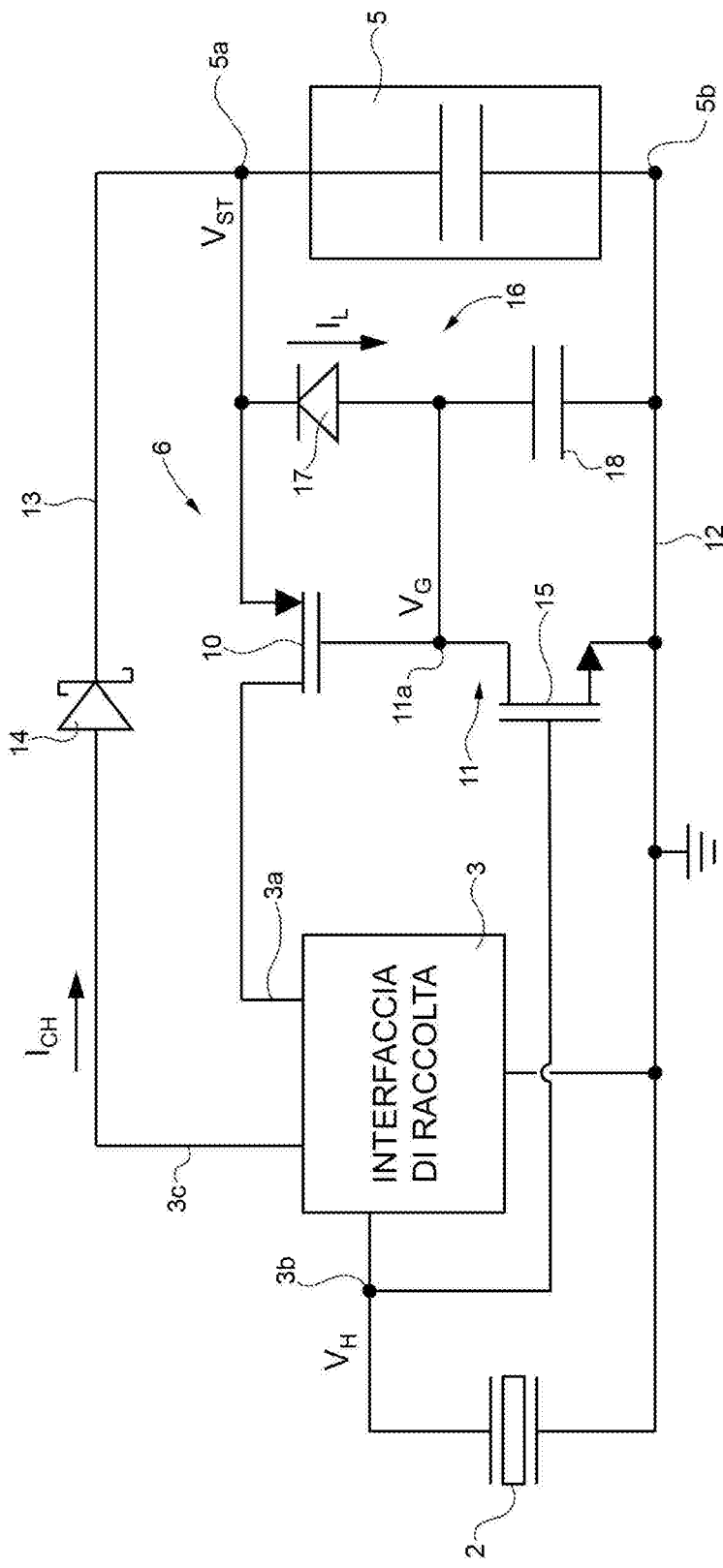


FIG. 2

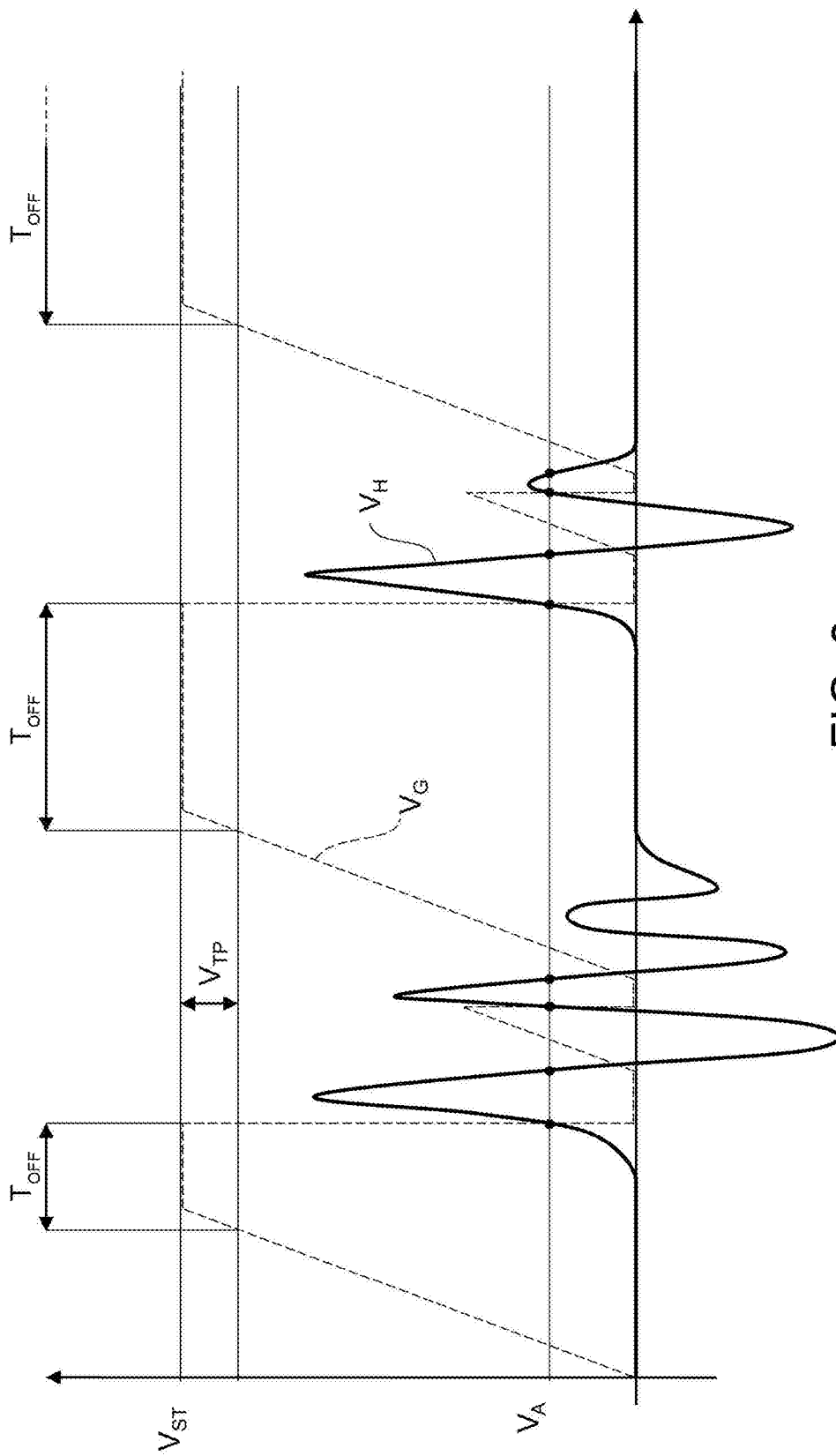


FIG. 3

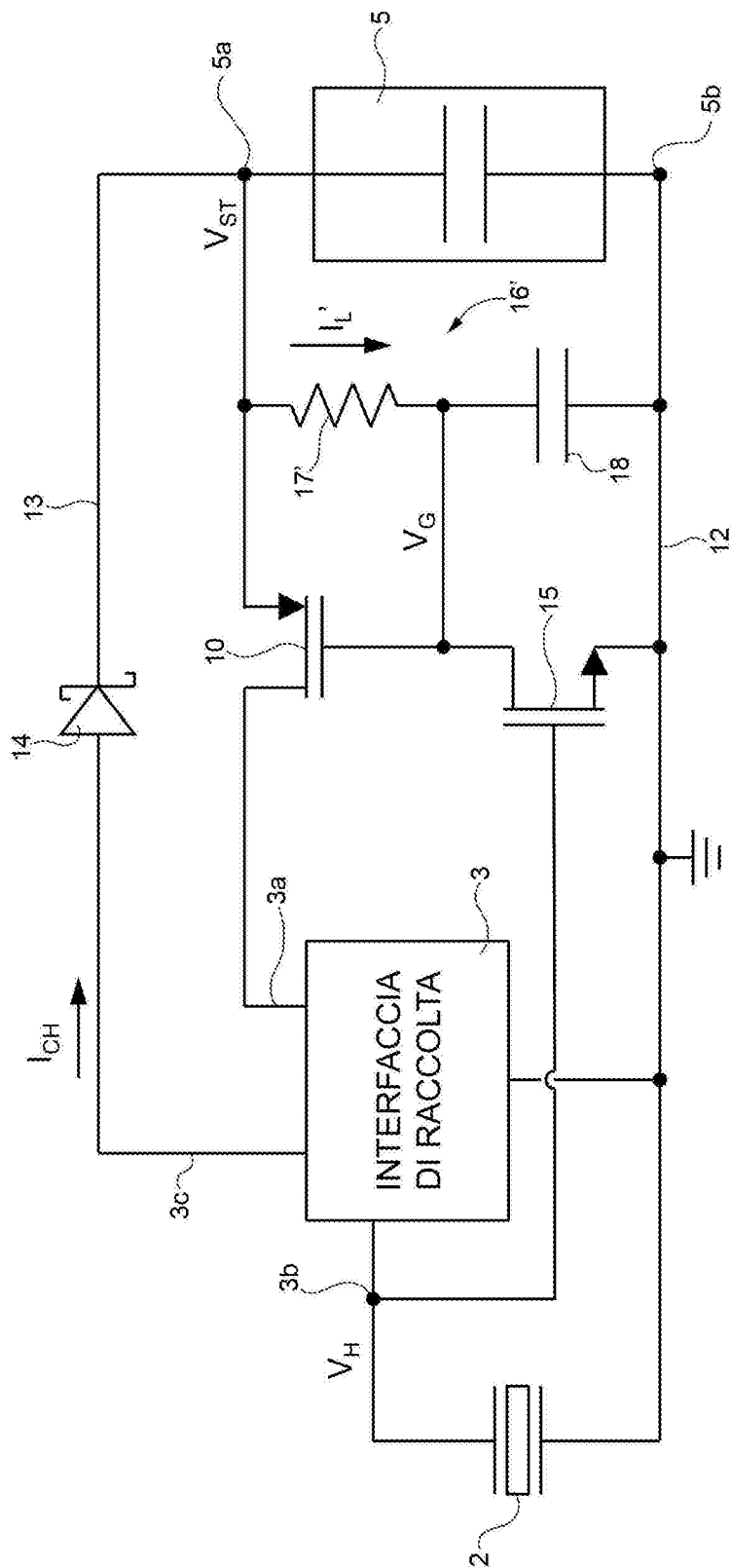


FIG. 4

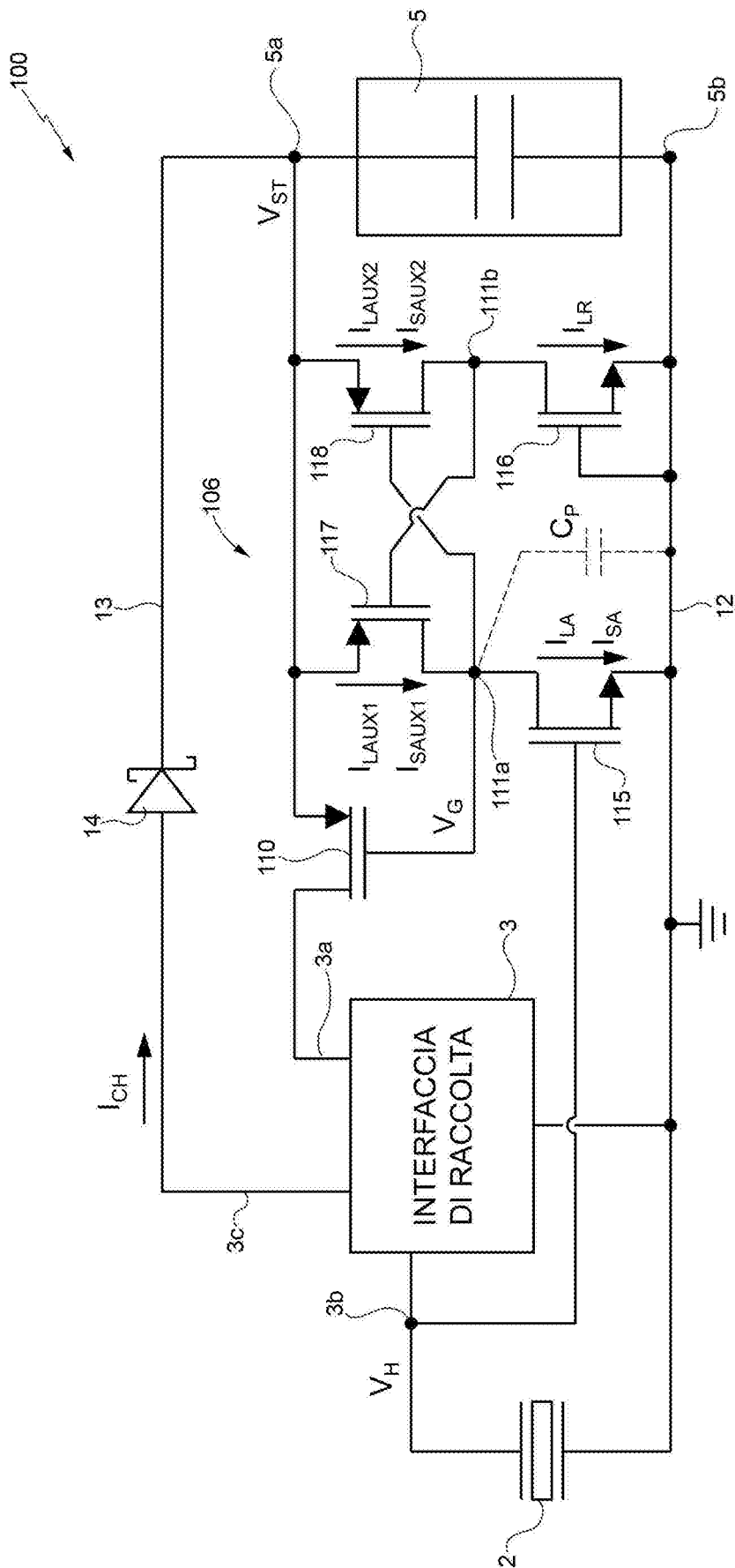


FIG. 5

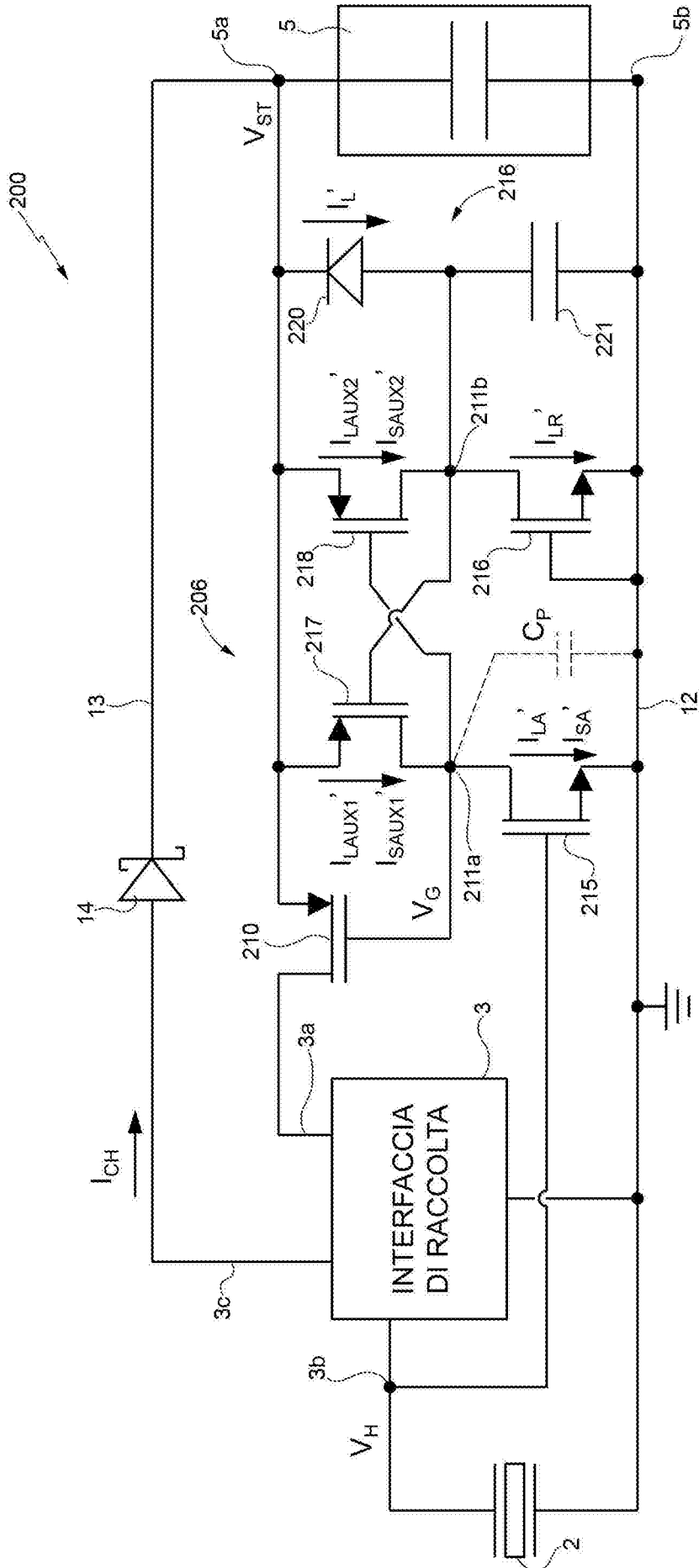


FIG. 6