

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102010901871064A1

Publication Date

20120310

Applicant

MAGNETI MARELLI S.P.A.

Title

IMPIANTO ELETTRICO DI UN VEICOLO A TRAZIONE ELETTRICA

DESCRIZIONE

del brevetto per Invenzione Industriale dal titolo:

"IMPIANTO ELETTRICO DI UN VEICOLO A TRAZIONE ELETTRICA"

di MAGNETI MARELLI S.P.A.,

di nazionalità italiana,

con sede: VIALE ALDO BORLETTI 61/63

CORBETTA (MI)

Inventore: VIANCINO Riccardo

*** **

SETTORE DELLA TECNICA

La presente invenzione è relativa ad un impianto elettrico di un veicolo a trazione elettrica.

La presente invenzione trova vantaggiosa applicazione in un impianto elettrico di un veicolo a trazione ibrida elettrica e termica, cui la trattazione che segue farà esplicito riferimento senza per questo perdere di generalità.

ARTE ANTERIORE

L'impianto elettrico di un veicolo a trazione ibrida comprende almeno una macchina elettrica (tipicamente una macchina sincrona funzionante in corrente alternata) reversibile (cioè che può funzionare sia come motore elettrico assorbendo energia elettrica e generando un coppia meccanica motrice, sia come generatore elettrico assorbendo energia meccanica e generando energia elettrica)

che è meccanicamente collegabile alle ruote motrici e viene pilotata da un convertitore elettronico di potenza DC/AC bidirezionale (cioè un inverter/raddrizzatore). Inoltre, l'impianto elettrico di un veicolo a trazione ibrida comprende un sistema di accumulo ad alta tensione (e quindi ad elevata energia) che è composto da una serie di batterie chimiche al litio ed eventualmente da supercapacitori ed è collegato al convertitore elettronico di potenza DC/AC per scambiare energia elettrica con il convertitore elettronico di potenza DC/AC stesso (cioè fornire energia elettrica quando la macchina elettrica funziona come motore elettrico e ricevere energia elettrica quando la macchina elettrica funziona come generatore elettrico). Infine, l'impianto elettrico di un veicolo a trazione ibrida comprende normalmente un sistema di accumulo a bassa tensione (e quindi bassa energia e tipicamente operante a 12 Volt nominali) che è composto da una singola batteria chimica al piombo, alimenta tutti i servizi ausiliari del veicolo che richiedono una alimentazione elettrica, ed è collegato al sistema di accumulo ad alta tensione mediante un convertitore elettronico di potenza DC/DC monodirezionale o bidirezionale (che esegue l'adattamento di tensione dalla alta tensione del sistema di accumulo ad alta tensione alla bassa tensione del sistema di accumulo a bassa tensione) che sostituisce il tradizionale alternatore dei veicoli a

propulsione solo termica. In uso, il convertitore elettronico di potenza DC/DC trasferisce energia elettrica dal sistema di accumulo ad alta tensione al sistema di accumulo a bassa tensione (o, più raramente, viceversa) per alimentare i servizi ausiliari e/o per ricaricare il sistema di accumulo a bassa tensione.

Normalmente, il convertitore elettronico di potenza DC/AC che collega il sistema di accumulo ad alta tensione alla macchina elettrica ed il convertitore elettronico di potenza DC/DC che collega il sistema di accumulo ad alta tensione al sistema di accumulo a bassa tensione sono alloggiati in uno stesso contenitore comune e condividono la stessa massa elettrica. Inoltre, le unità di controllo elettroniche a microprocessore di entrambi i convertitori vengono alimentate dal sistema di accumulo a bassa tensione, in quanto l'ottenimento dei 5 Volt nominali necessari all'alimentazione elettrica delle unità di controllo elettroniche a microprocessore stesse è facile (cioè economico) partendo dai 12 Volt nominali del sistema di accumulo a bassa tensione mentre è complesso (cioè costoso) partendo dai 400-600 Volt nominali del sistema di accumulo ad alta tensione. Di conseguenza, il contenitore che alloggia i due convertitori è collegato al sistema di accumulo a bassa tensione mediante due diversi cavi elettrici: un primo cavo elettrico bipolare di grande

sezione destinato a sopportare le elevate correnti (dell'ordine di 200-300 Ampere) necessarie a fornire l'energia elettrica al sistema di accumulo a bassa tensione e/o ai sistemi ausiliari ed un secondo cavo elettrico bipolare di piccola sezione destinato a sopportare le modeste correnti (dell'ordine di pochi Ampere) necessarie a fornire alimentazione elettrica alle unità di controllo elettroniche a microprocessore.

Tuttavia, è stato osservato che nei veicoli a trazione ibrida aventi un impianto elettrico del tipo sopra descritto si possono verificare dei guasti elettrici che provocano la fusione del cavo elettrico di piccola sezione che collega il sistema di accumulo a bassa tensione con le unità di controllo elettroniche a microprocessore per fornire alimentazione elettrica alle unità di controllo elettroniche a microprocessore stesse. Di conseguenza, entrambe le unità di controllo elettroniche a microprocessore che pilotano i convertitori smettono di funzionare per mancanza di alimentazione elettrica.

DESCRIZIONE DELLA INVENZIONE

Scopo della presente invenzione è fornire un impianto elettrico di un veicolo a trazione elettrica che sia privo degli inconvenienti sopra descritti e, in particolare, sia di facile ed economica implementazione e sia molto robusto.

Secondo la presente invenzione viene fornito un

impianto elettrico di un veicolo a trazione elettrica secondo quanto rivendicato dalle rivendicazioni allegate.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

La presente invenzione verrà ora descritta con riferimento ai disegni annessi, che ne illustrano un esempio di attuazione non limitativo, in cui:

- la figura 1 è una vista schematica di un veicolo a trazione ibrida elettrica e termica; e
- la figura 2 è una vista schematica e parziale di un impianto elettrico del veicolo della figura 1 realizzato in accordo con la presente invenzione.

FORME DI ATTUAZIONE PREFERITE DELL'INVENZIONE

Nella figura 1, con il numero 1 è indicato nel suo complesso un veicolo stradale a trazione ibrida elettrica e termica provvisto di due ruote 2 anteriori e di due ruote 3 motrici posteriori, che ricevono la coppia motrice da un sistema 4 di motopropulsione ibrido.

Il sistema 4 di motopropulsione ibrido comprende un motore 5 termico a combustione interna, il quale è disposto in posizione anteriore ed è provvisto di un albero 6 motore, una trasmissione 7 manuale automatica (denominata comunemente "AMT"), la quale trasmette la coppia motrice generata dal motore 5 a combustione interna verso le ruote 3 posteriori motrici, ed una macchina 8 elettrica reversibile (cioè che può funzionare sia come motore

elettrico assorbendo energia elettrica e generando un coppia meccanica motrice, sia come generatore elettrico assorbendo energia meccanica e generando energia elettrica) che è meccanicamente collegata alla trasmissione 7 ed in particolare è meccanicamente collegata ad un cambio 9 disposto in posizione posteriore per essere collegabile alle ruote 3 motrici posteriori. Preferibilmente, la macchina 8 elettrica è una macchina sincrona funzionante in corrente alternata.

Secondo quanto illustrato nella figura 2, il veicolo 1 comprende un impianto 11 elettrico (solo parzialmente illustrato nella figura 2) che comprende un convertitore 12 elettronico di potenza DC/AC (cioè un convertitore DC/AC o inverter/raddrizzatore) che pilota la macchina 8 elettrica. Inoltre, l'impianto 11 elettrico comprende un sistema 13 di accumulo ad alta tensione (e quindi ad elevata energia) che è composto da una serie di batterie chimiche al litio ed eventualmente da supercapacitori ed è collegato al convertitore 12 elettronico di potenza per scambiare energia elettrica con il convertitore 12 elettronico di potenza stesso (cioè fornire energia elettrica quando la macchina 8 elettrica funziona come motore elettrico e ricevere energia elettrica quando la macchina 8 elettrica funziona come generatore elettrico).

L'impianto 11 elettrico comprende anche un sistema 14

di accumulo a bassa tensione (e quindi bassa energia tipicamente operante a 12 Volt nominali) che è composto da una singola batteria chimica al piombo, alimenta tutti i servizi ausiliari del veicolo 1 che richiedono una alimentazione elettrica, ed è collegato al sistema 13 di accumulo ad alta tensione mediante un convertitore 15 elettronico di potenza DC/DC monodirezionale o bidirezionale (che esegue l'adattamento di tensione dalla alta tensione del sistema 13 di accumulo ad alta tensione alla bassa tensione del sistema 14 di accumulo a bassa tensione). Il convertitore 15 elettronico di potenza DC/DC sostituisce il tradizionale alternatore dei veicoli a propulsione solo termica; in uso, il convertitore 15 elettronico di potenza DC/DC trasferisce energia elettrica dal sistema 13 di accumulo ad alta tensione al sistema 14 di accumulo a bassa tensione (o, più raramente, viceversa) per alimentare i servizi ausiliari e/o per ricaricare il sistema 14 di accumulo a bassa tensione.

Il convertitore 12 elettronico di potenza DC/AC che collega il sistema 13 di accumulo ad alta tensione alla macchina 8 elettrica ed il convertitore 15 elettronico di potenza DC/DC che collega il sistema 13 di accumulo ad alta tensione al sistema 14 di accumulo a bassa tensione sono alloggiati in uno stesso contenitore 16 comune. Nel contenitore 16 comune sono alloggiate anche le unità 17 di

controllo elettroniche a microprocessore di entrambi i convertitori 12 e 15; nella figura 2 le unità 17 di controllo elettroniche a microprocessore sono schematizzate con un unico blocco, nella realtà può essere previsto un unico hardware che controlla entrambi i convertitori 12 e 15 con due software distinti oppure due hardware indipendenti aventi una alimentazione elettrica comune.

Le unità 17 di controllo elettroniche a microprocessore di entrambi i convertitori 12 e 15 vengono alimentate dal sistema 14 di accumulo a bassa tensione, in quanto l'ottenimento dei 5 Volt nominali necessari all'alimentazione elettrica delle unità 17 di controllo elettroniche a microprocessore stesse è facile (cioè economico) partendo dai 12 Volt nominali del sistema 14 di accumulo a bassa tensione mentre è complesso (cioè costoso) partendo dai 400-600 Volt nominali del sistema 12 di accumulo ad alta tensione. Di conseguenza, il contenitore 16 che alloggia i due convertitori 12 e 15 è collegato al sistema di accumulo a bassa tensione mediante due diversi cavi 18 e 19 elettrici bipolari: un cavo 18 elettrico bipolare di grande sezione destinato a sopportare le elevate correnti (dell'ordine di 200-300 Ampere) necessarie a fornire l'energia elettrica al sistema 14 di accumulo a bassa tensione e/o ai sistemi ausiliari ed un cavo 19 elettrico bipolare di piccola sezione destinato a

sopportare le modeste correnti (dell'ordine di pochi Ampere) necessarie a fornire alimentazione elettrica alle unità 17 di controllo elettroniche a microprocessore.

In particolare, il cavo 18 elettrico bipolare di grande sezione collega un morsetto 20 positivo del sistema 14 di accumulo a bassa tensione ad un polo 21 positivo del convertitore 15 elettronico di potenza DC/DC e collega un morsetto 22 negativo del sistema 14 di accumulo a bassa tensione ad un polo negativo o massa elettrica 23 del convertitore 15 DC/DC . Inoltre, il cavo 19 elettrico bipolare di piccola sezione collega il morsetto 20 positivo del sistema 14 di accumulo a bassa tensione ad un polo 24 positivo delle unità 17 di controllo elettroniche a microprocessore e collega un morsetto 22 negativo del sistema 14 di accumulo a bassa tensione ad un polo negativo o massa elettrica 25 delle unità 17 di controllo elettroniche a microprocessore.

Secondo la forma di attuazione illustrata nella figura 2, l'impianto 11 elettrico comprende una resistenza 26 di interconnessione che collega la massa elettrica 23 del convertitore 15 elettronico di potenza DC/DC alla massa elettrica 25 delle unità 17 di controllo elettroniche a microprocessore. La resistenza 26 di interconnessione presenta una impedenza di valore non inferiore a 100 Ohm e, preferibilmente, pari a 100 KOhm. La resistenza 26 di

interconnessione permette di mantenere un collegamento elettrico tra le due masse elettriche 23 e 25 e quindi semplifica e migliora la comunicazione di segnali elettrici (cioè di informazioni digitali) tra le unità 17 di controllo elettroniche a microprocessore ed i componenti del convertitore 15 elettronico di potenza DC/DC.

Secondo una diversa forma di attuazione non illustrata, la massa elettrica 23 del convertitore 15 elettronico di potenza DC/DC è isolata galvanicamente dalla massa elettrica 25 delle unità 17 di controllo elettroniche a microprocessore (cioè tra le masse elettriche 23 e 25 esiste una impedenza teoricamente infinita ed in realtà molto elevata almeno dell'ordine dei MegaOhm).

In uso, in caso di interruzione indesiderata del collegamento tra il morsetto 22 negativo del sistema 14 di accumulo a bassa tensione e la massa 23 elettrica del convertitore 15 elettronico di potenza DC/DC (ad esempio in seguito allo scollegamento parziale o alla rottura parziale del cavo 18 elettrico di grande sezione), la corrente elettrica che circola attraverso il cavo 18 elettrico di grande sezione sostanzialmente si interrompe e non cerca di richiudersi (se non in minima parte) attraverso il cavo 19 elettrico di piccola sezione per effetto della elevata impedenza esistente tra le masse elettriche 23 e 25. In altre parole, grazie alla presenza della elevata impedenza

esistente tra le masse elettriche 23 e 25, in caso di interruzione indesiderata del collegamento tra il morsetto 22 negativo del sistema 14 di accumulo a bassa tensione e la massa 23 elettrica del convertitore 15 elettronico di potenza DC/DC la corrente elettrica che circola attraverso il cavo 18 elettrico di grande sezione sostanzialmente si interrompe e non cerca di richiudersi (se non in minima parte per l'effetto di limitazione della resistenza 26 di interconnessione) attraverso il cavo 19 elettrico di piccola sezione. In questo modo, in caso di interruzione indesiderata del collegamento tra il morsetto 22 negativo del sistema 14 di accumulo a bassa tensione e la massa 23 elettrica del convertitore 15 elettronico di potenza DC/DC nel cavo 19 elettrico di piccola sezione scorre una corrente elettrica addizionale fortemente limitata dalla resistenza 26 di interconnessione proveniente dal convertitore 15 elettronico di potenza DC/DC; quindi il cavo 19 elettrico di piccola sezione non viene interessato da correnti elettriche addizionali di grande intensità e perciò non viene in alcun modo interrotto (per fusione del materiale o per intervento delle protezioni termiche o magnetiche). Di conseguenza, la funzionalità delle unità 17 di controllo elettroniche a microprocessore viene preservata e quindi almeno il convertitore 12 elettronico di potenza DC/AC può continuare ad operare normalmente

anche in caso di interruzione indesiderata del collegamento tra il morsetto 22 negativo del sistema 14 di accumulo a bassa tensione e la massa 23 elettrica del convertitore 15 elettronico di potenza DC/DC; inoltre non si verifica alcun tipo di danneggiamento, ma solo una interruzione temporanea del funzionamento del convertitore 15 elettronico di potenza DC/DC che verrà pienamente ripristinato semplicemente ricollegando il morsetto 22 negativo del sistema 14 di accumulo a bassa tensione alla massa 23 elettrica del convertitore 15 elettronico di potenza DC/DC.

Il sopra descritto impianto 11 elettrico presenta numerosi vantaggi.

In primo luogo, il sopra descritto impianto 11 elettrico è di semplice ed economica realizzazione in quanto si differenzia da un analogo impianto elettrico solo per l'isolamento elettrico parziale (nel caso di utilizzo della resistenza 26 di interconnessione) o totale (nel caso di isolamento galvanico) tra le masse elettriche 23 e 25.

Inoltre, il sopra descritto impianto 11 elettrico permette di preservare la funzionalità delle unità 17 di controllo elettroniche a microprocessore e quindi almeno del convertitore 12 elettronico di potenza DC/AC in caso di interruzione indesiderata del collegamento tra il morsetto 22 negativo del sistema 14 di accumulo a bassa tensione e la massa 23 elettrica del convertitore 15 DC/DC .

Il sopra descritto impianto 11 elettrico permette di garantire la robustezza del convertitore 15 elettronico di potenza DC/DC (in particolare garantisce l'integrità del sistema al variare dell'installazione su vettura e dei collegamenti del cablaggio); tale risultato viene garantita limitando la massima corrente che può circolare attraverso il cavo 19 elettrico di piccola sezione in caso di problemi nel cavo 18 elettrico di grande sezione.

Infine, nel sopra descritto impianto 11 elettrico le unità 17 di controllo elettroniche a microprocessore sono immuni alle interferenze elettromagnetiche presenti sul veicolo 1 che potrebbero generare delle correnti indotte nelle due masse elettriche 23 e 25 e danneggiare il circuito stampato delle unità 17 di controllo elettroniche a microprocessore.

E' importante osservare che il sopra descritto impianto 11 elettrico può venire utilizzato indifferentemente in un veicolo ibrido a trazione elettrica e termica oppure in un veicolo elettrico a trazione puramente elettrica.

RIVENDICAZIONI

1) Impianto (11) elettrico di un veicolo (1) a trazione elettrica provvisto di una macchina (8) elettrica reversibile meccanicamente collegabile a delle ruote (3) motrici; l'impianto (11) elettrico comprende:

un sistema (14) di accumulo a bassa tensione;

un primo convertitore (15) elettronico di potenza presentante un polo (21) positivo ed un polo negativo o massa elettrica (23) che sono collegati al sistema (14) di accumulo a bassa tensione mediante un primo cavo (18) elettrico di grande sezione; ed

una prima unità (17) di controllo elettroniche che pilota il primo convertitore (15) elettronico di potenza e presenta un polo (24) positivo ed un polo negativo o massa elettrica (25) che sono collegati al sistema (14) di accumulo a bassa tensione mediante un secondo cavo (19) elettrico di piccola sezione;

l'impianto (11) elettrico è caratterizzato **dal fatto che** la massa elettrica (23) del primo convertitore (15) elettronico di potenza è collegata alla massa elettrica (25) della prima unità (17) di controllo elettroniche solo attraverso una impedenza di valore non inferiore a 100 Ohm.

2) Impianto (11) elettrico secondo la rivendicazione 1, in cui la massa elettrica (23) del primo convertitore (15) elettronico di potenza è collegata alla massa

elettrica (25) della prima unità (17) di controllo elettroniche solo attraverso una impedenza di circa 100 KOhm.

3) Impianto (11) elettrico secondo la rivendicazione 1 o 2 e comprendente una resistenza (26) di interconnessione che collega la massa elettrica (23) del primo convertitore (15) elettronico di potenza alla massa elettrica (25) della prima unità (17) di controllo elettroniche.

4) Impianto (11) elettrico secondo la rivendicazione 1, in cui la massa elettrica (23) del primo convertitore (15) elettronico di potenza è isolata galvanicamente dalla massa elettrica (25) della prima unità (17) di controllo elettroniche.

5) Impianto (11) elettrico secondo una delle rivendicazioni da 1 a 4 e comprendente:

un secondo convertitore (12) elettronico di potenza;
ed

un contenitore (16) comune che alloggia insieme i due convertitori (15, 12) elettronici di potenza.

6) Impianto (11) elettrico secondo la rivendicazione 5 e comprendente una seconda unità (17) di controllo elettroniche che pilota il secondo convertitore (12) elettronico di potenza e condivide con la prima unità (17) di controllo elettroniche il polo (24) positivo ed il polo negativo o massa elettrica (25) che sono collegati al

sistema (14) di accumulo a bassa tensione mediante il secondo cavo (19) elettrico di piccola sezione.

7) Impianto (11) elettrico secondo la rivendicazione 5 o 6 e comprendente un sistema (13) di accumulo ad alta tensione.

8) Impianto (11) elettrico secondo la rivendicazione 7, in cui il primo convertitore (15) elettronico di potenza è un convertitore elettronico di potenza DC/DC che collega il sistema (13) di accumulo ad alta tensione al sistema (14) di accumulo a bassa tensione.

9) Impianto (11) elettrico secondo la rivendicazione 7 o 8, in cui il secondo convertitore (12) elettronico di potenza è un convertitore bidirezionale che collega la macchina (8) elettrica al sistema (13) di accumulo ad alta tensione.

p.i.: MAGNETI MARELLI S.P.A.

Matteo MACCAGNAN

CLAIMS

1) An electrical system (11) of a vehicle (1) with electrical traction provided with a reversible electric machine (8) that can be mechanically connected to drive wheels (3); the electrical system (11) comprises:

an low voltage storage system (14);

a first electronic converter (15) presenting a positive pole (21) and a negative pole or electrical ground (23) that are connected to the low voltage storage system (14) through a first electrical cable (18) having a large section; and

a first electronic control unit (17) that controls the first electronic converter (15) and has a positive pole (24) and a negative pole or electrical ground (25) that are connected to the low voltage storage system (14) through a second electrical cable (19) having a small section;

the electrical system (11) is **characterized in that** the electrical ground (23) of the first power electronic converter (15) is connected to the electrical ground (25) of the first electronic control unit (17) only through an impedance having value not lower than 100 Ohm.

2) An electrical system (11) according to claim 1, wherein the electrical ground (23) of the first power electronic converter (15) is connected to the electrical ground (25) of the first electronic control unit (17) only

through an impedance having a value of around 100 KOhm.

3) An electrical system (11) according to claim 1 or 2 and comprising an interconnection resistance (26) that connects the electrical ground (23) of the first power electronic converter (15) to the electrical ground (25) of the first electronic control unit (17).

4) An electrical system (11) according to claim 1, wherein the electrical ground (23) of the first power electronic converter (15) is galvanically isolated from the electrical ground (25) of the first electronic control unit (17).

5) An electrical system (11) according to one of the claims from 1 to 4 and comprising:

a second power electronic converter (12), and

a common container (16) housing together the two power electronic converters (15, 12).

6) An electrical system (11) according to claim 5 and comprising a second electronic control unit (17) that controls the second power electronic converter (12) and shares with the first electronic control unit (17) the positive pole (24) and the negative pole or electrical ground (25) that are connected to the low voltage storage system (14) through the second electrical cable (19) having a small section.

7) An electrical system (11) according to claim 5 or 6

and comprising a high voltage storage system (13).

8) An electrical system (11) according to claim 7, wherein the first power electronic converter (15) is a DC/DC power electronic converter that connects the high voltage storage system (13) to the low voltage storage system (14).

9) An electrical system (11) according to claim 7 or 8, wherein the second power electronic converter (12) is a bi-directional converter that connects the electric machine (8) to the high voltage storage system (13).

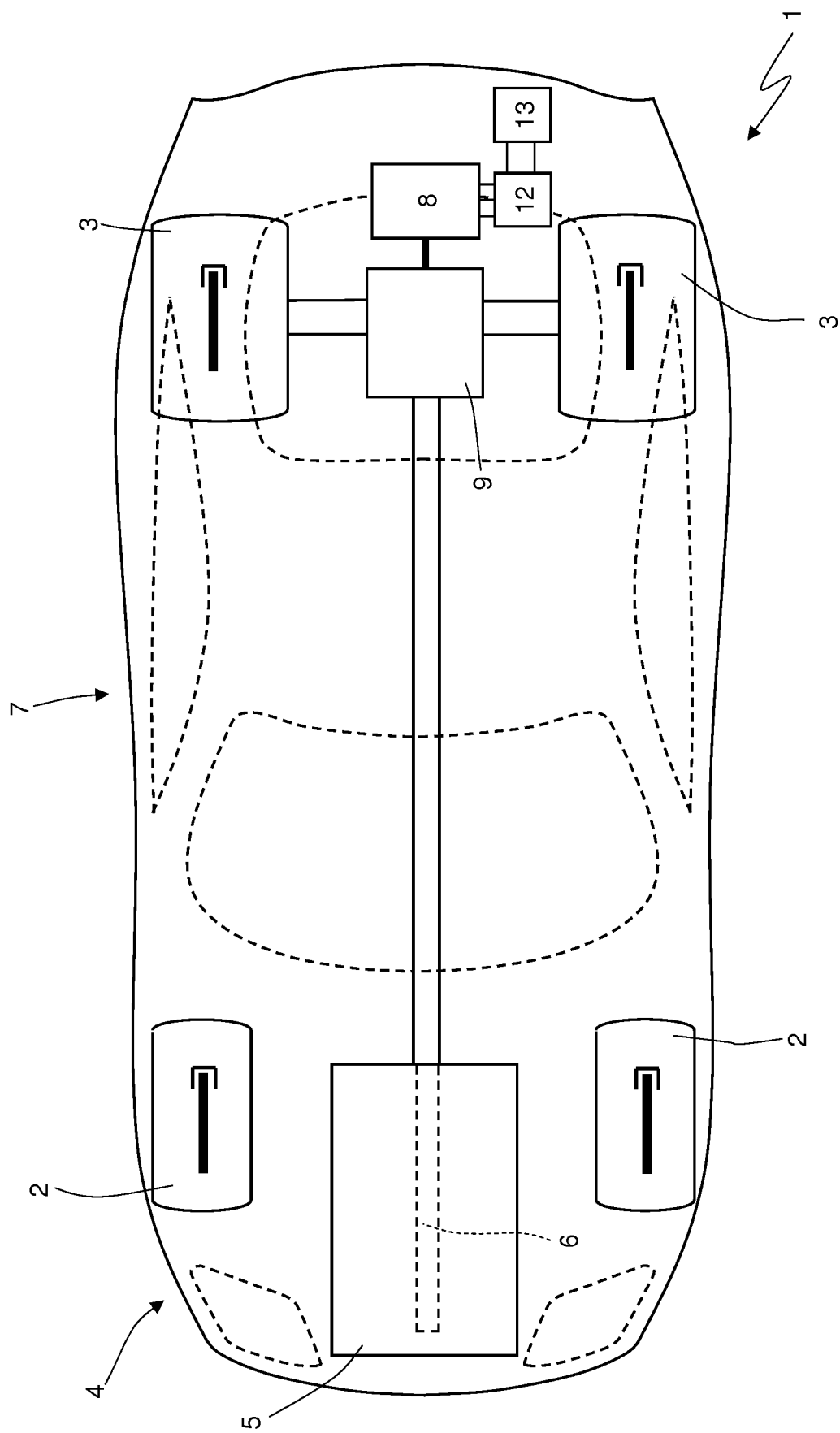


Fig. 1

11 ↗

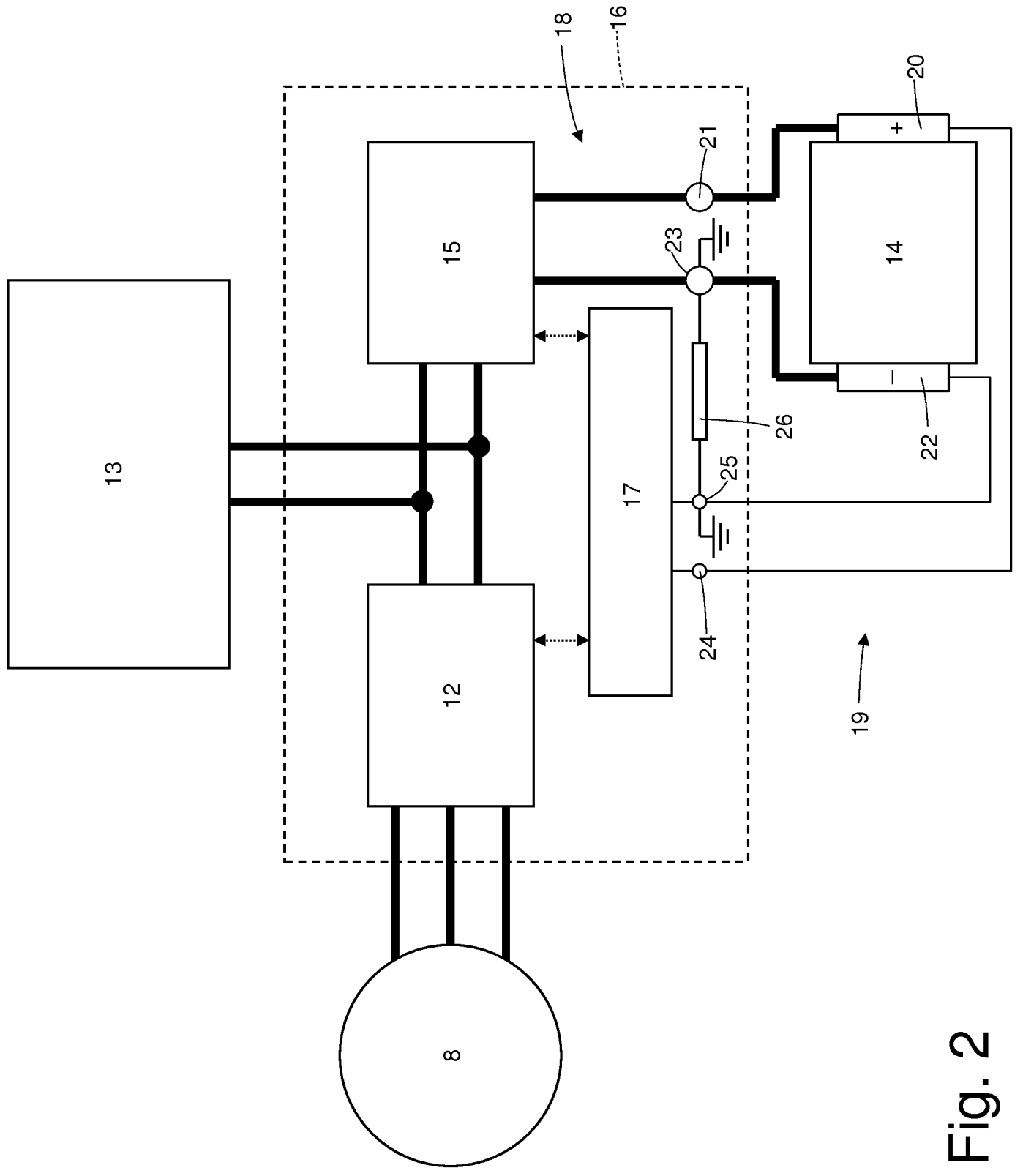


Fig. 2