



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102009901746362
Data Deposito	02/07/2009
Data Pubblicazione	02/01/2011

Classifiche IPC

Titolo

VEICOLO A TRAZIONE ELETTRICA CON RAFFREDDAMENTO MEDIANTE CICLO FRIGORIFERO

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"VEICOLO A TRAZIONE ELETTRICA CON RAFFREDDAMENTO MEDIANTE
CICLO FRIGORIFERO"

di FERRARI S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede: VIA EMILIA EST 1163

MODENA (MO)

Inventore: FAVARETTO Fabrizio

*** **

SETTORE DELLA TECNICA-

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

La presente invenzione trova vantaggiosa applicazione in un veicolo ibrido, cui la trattazione che segue farà esplicito riferimento senza per questo perdere di generalità.

ARTE ANTERIORE

Un veicolo ibrido comprende un motore a combustione interna, il quale trasmette la coppia motrice alle ruote motrici mediante una trasmissione provvista di un cambio, ed almeno una macchina elettrica collegata meccanicamente alle ruote motrici; la macchina elettrica viene alimentata da un convertitore elettronico di potenza collegato ad un sistema di accumulo elettrico tipicamente costituito da un

pacco di batterie chimiche eventualmente collegate in parallelo ad uno o più supercondensatori.

In un veicolo ibrido è necessario prevedere un sistema di raffreddamento dedicato alle componenti elettriche, cioè alla macchina elettrica, al convertitore elettronico di potenza ed al sistema di accumulo, per evitare che le componenti elettriche si surriscaldino. A tale proposito è importante osservare che in uso tutte le componenti elettriche sono sede di perdite di energia elettrica che si trasforma in calore e che quindi deve venire adeguatamente smaltito.

La domanda di brevetto US2004118142A1 descrive di utilizzare parte del freddo generato da un sistema di climatizzazione dell'abitacolo per raffreddare le componenti elettriche, cioè il sistema di accumulo, la macchina elettrica, e il convertitore elettronico di potenza. Tuttavia, utilizzare parte del freddo generato dal sistema di climatizzazione dell'abitacolo presenta diversi inconvenienti, in quanto le componenti elettriche sono generalmente disposte lontane dal sistema di climatizzazione e quindi è necessario prevedere dei tubi di collegamento lunghi che devono venire adeguatamente coibentati (quindi risultano ingombranti). Inoltre, dovendo suddividere il freddo generato tra le esigenze di raffreddamento dell'abitacolo e le esigenze di

raffreddamento delle componenti elettriche, può succedere che in caso di temperature estere particolarmente elevate il freddo disponibile per il raffreddamento dell'abitacolo sia insufficiente e quindi il comfort dei passeggeri venga penalizzato; per risolvere questo inconveniente è necessario aumentare la potenza frigorifera del sistema di climatizzazione dell'abitacolo, ma tale aumento non è sempre possibile a causa dei limiti nello spazio disponibile per il sistema di climatizzazione dell'abitacolo. Infine, la temperatura ottimale del liquido refrigerante per raffreddare l'abitacolo potrebbe essere diversa (anche molto diversa) dalla temperatura ottimale del liquido refrigerante per raffreddare le componenti elettriche e quindi è comunque necessario scegliere un compromesso tra le diverse esigenze per la scelta della temperatura effettiva del liquido refrigerante.

DESCRIZIONE DELLA INVENZIONE

Scopo della presente invenzione è di fornire un veicolo a trazione elettrica, il quale sia privo degli inconvenienti sopra descritti e sia nel contempo di facile ed economica realizzazione.

Secondo la presente invenzione viene fornito 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 illustra alcuni esempi di attuazione non limitativi, in cui:

- la figura 1 è una vista schematica, in pianta e con parti asportate per chiarezza di veicolo ibrido realizzato in accordo con la presente invenzione;
- la figura 2 è una vista schematica di un sistema di raffreddamento delle componenti elettriche del veicolo ibrido della figura 1;
- la figura 3 è una vista in pianta, schematica e con parti asportate per chiarezza di un sistema di accumulo del veicolo della figura 1;
- la figura 4 è una vista in sezione, schematica e con parti asportate per chiarezza del sistema di accumulo della figura 3;
- la figura 5 è una vista in pianta, schematica e con parti asportate per chiarezza di un convertitore elettronico di potenza del veicolo della figura 1;
- la figura 6 è una vista in sezione, schematica e con parti asportate per chiarezza del convertitore elettronico di potenza della figura 5;
- la figura 7 è una vista schematica di una alternativa forma di realizzazione di un sistema di raffreddamento delle componenti elettriche del veicolo ibrido della figura 1; e

- le figure 8, 9 e 10 sono tre diverse varianti del sistema di raffreddamento della figura 7.

FORME DI ATTUAZIONE PREFERITE DELL'INVENZIONE

Nella figura 1, con il numero 1 è indicato nel suo complesso un veicolo ibrido a trazione elettrica provvisto di due ruote 2 anteriori e di due ruote 3 posteriori motrici, 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 servocomandata, 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 servocomandata.

La trasmissione 7 servocomandata comprende un albero 9 di trasmissione che è da un lato è angolarmente solidale all'albero 6 motore e dall'altro lato è meccanicamente collegato ad un cambio 10, il quale è disposto in posizione posteriore e trasmette il moto alle ruote 3 posteriori

motrice mediante due semiassi 11 che ricevono il moto da un differenziale 12. La macchina 8 elettrica reversibile è meccanicamente collegata al cambio 10 ed è pilotata da un convertitore 13 elettronico di potenza collegato ad un sistema 14 di accumulo, il quale è atto ad immagazzinare energia elettrica e comprende una serie di dispositivi 15 di accumulo (illustrati in maggiore dettaglio nelle figure 3 e 4) costituiti da batterie chimiche e/o supercondensatori.

Secondo una preferita forma di attuazione, il cambio 10 è a doppia frizione e comprende un albero 16 primario che viene allungato dal lato opposto rispetto alle frizioni (cioè dal lato opposto rispetto all'albero 9 di trasmissione) in modo da fuoriuscire da una scatola del cambio per venire accoppiato ad un albero 17 della macchina 8 elettrica.

Il veicolo 1 comprende un abitacolo che alloggia i passeggeri ed un sistema 18 di climatizzazione dell'abitacolo che ha la funzione di regolare il clima all'interno dell'abitacolo; per raffreddare e/o deumidificare l'abitacolo il sistema 18 di climatizzazione utilizza un ciclo frigorifero (cioè un ciclo termodinamico in grado di trasferire calore da un ambiente a bassa temperatura ad uno a temperatura superiore) a compressione che sfrutta un compressore 19 azionato in modo noto

dall'albero 6 motore del motore 5 termico.

Inoltre, il veicolo 1 comprende un sistema 20 di raffreddamento, il quale è completamente indipendente e separato dal sistema 18 di climatizzazione dell'abitacolo ed utilizza un ciclo frigorifero a compressione per raffreddare le componenti elettriche, cioè la macchina 8 elettrica, il convertitore 13 elettronico di potenza, ed il sistema 14 di accumulo.

Secondo quanto illustrato nella figura 2, il sistema 20 di raffreddamento comprende un circuito 21 frigorifero, il quale implementa un ciclo frigorifero a compressione, contiene un fluido frigorifero (ad esempio HCFC o cloro-fluoro-carburi-idrogenati) e comprende a sua volta un compressore 22, un condensatore 23, una valvola 24 di espansione (o valvola di laminazione), ed un evaporatore 25. Il compressore 22 è di tipo rotativo ed è azionato direttamente dall'albero 17 della macchina 8 elettrica; secondo una preferita forma di attuazione, tra il compressore 22 del sistema 20 di raffreddamento e l'albero 17 della macchina 8 elettrica è interposto un dispositivo 26 di sgancio elettroattuato che viene pilotato per collegare e scollegare selettivamente il compressore 22 all'albero 17 della macchina 8 elettrica in modo da non trascinare il compressore 22 quando non è necessario raffreddare le componenti elettriche (ad esempio quando la

macchina 8 elettrica non viene utilizzata durante la marcia in autostrada a velocità costante, oppure quando le componenti elettriche sono già adeguatamente fredde per effetto di una bassa temperatura dell'ambiente esterno).

Al condensatore 23 è termicamente accoppiato un radiatore 27 ad aria, il quale viene investito da un flusso di aria quando il veicolo 1 è in movimento in modo da disperdere nell'ambiente il calore presente nel condensatore 23; secondo una preferita forma di attuazione, il radiatore 27 è provvisto anche di una elettro-ventola controllata da un termostato per realizzare in caso di necessità un raffreddamento forzato del radiatore 27 stesso.

Inoltre, il sistema 20 di raffreddamento comprende un circuito 28 di raffreddamento, il quale contiene un fluido di raffreddamento (tipicamente acqua miscelata con un additivo anticongelante) e comprende a sua volta uno scambiatore 29 di calore termicamente accoppiato all'evaporatore 25 per cedere calore all'evaporatore 25 stesso, una pompa 30 di circolazione azionata elettricamente, e tre scambiatori 31 di calore, ciascuno dei quali è termicamente accoppiato ad un corrispondente componente elettrico per assorbire calore dal componente elettrico stesso. I tre scambiatori 31 di calore sono tra loro collegati in parallelo e sono collegati in serie allo

scambiatore 29 di calore ed alla pompa 30 di circolazione; in serie a ciascuno scambiatore 31 di calore è disposta una elettrovalvola 32 di intercettazione che è regolabile elettricamente per variare (da zero ad un valore massimo) la portata del fluido di raffreddamento che circola attraverso lo scambiatore 31 di calore stesso.

E' importante osservare che la macchina 8 elettrica e, anche se in misura minore, il convertitore 13 elettronico di potenza hanno un rendimento tanto più elevato, quanto più bassa è la loro temperatura (chiaramente entro certi limiti particolarmente per i componenti elettronici) in quanto tanto più bassa è la temperatura dei conduttori tanto più bassa è la resistenza elettrica dei conduttori stessi. Invece, i dispositivi 15 di accumulo (in particolare le batterie chimiche) del sistema 14 di accumulo operano in modo ottimale all'interno di un certo intervallo di temperature: se i dispositivi 15 di accumulo sono troppo freddi diminuisce la loro capacità di scarica (cioè viene erogata meno energia), mentre se i dispositivi 15 di accumulo sono troppo caldi aumenta l'autoscarica (cioè l'energia che viene persa per processi interni ai dispositivi 15 di accumulo); quindi, per massimizzare il rendimento e l'efficacia dei dispositivi 15 di accumulo è necessario controllare la temperatura dei dispositivi 15 di accumulo riscaldandoli quando sono troppo freddi e

raffreddandoli quando sono troppo caldi.

In uso, una unità 33 di controllo determina la temperatura di ciascun componente elettrico mediante stime indirette ad esempio basate su misure di resistenza elettrica oppure mediante un apposito sensore di temperatura. In base alle temperature dei componenti elettrici l'unità 33 di controllo decide se è necessario generare del freddo nel circuito 21 frigorifero e quindi se è necessario azionare il compressore 22 pilotando il dispositivo 26 di sgancio per collegando il compressore 22 all'albero 17 della macchina 8 elettrica. Inoltre, in base alle temperature di ciascun componente elettrico l'unità 33 di controllo decide quanto fluido di raffreddamento deve passare attraverso il corrispondente scambiatore 31 di calore regolando la rispettiva elettrovalvola 32 di intercettazione ed azionando la pompa 30 di circolazione.

Quando la temperatura dell'ambiente esterno è particolarmente bassa, potrebbe essere necessario riscaldare il sistema 14 di accumulo (almeno alla partenza, prima che il calore che viene prodotto durante l'uso all'interno del sistema 14 di accumulo abbia innalzato a sufficienza la temperatura del sistema 14 di accumulo stesso). A tale scopo, l'unità 33 di controllo potrebbe fare funzionare il circuito 21 frigorifero come pompa di calore in modo da produrre calore che riscalda il fluido di

raffreddamento del circuito 28 di raffreddamento; in questa situazione le elettrovalvole 32 di intercettazione della macchina 8 elettrica e del convertitore 13 di potenza vengono completamente chiuse in modo da riscaldare unicamente il sistema 14 di accumulo.

Secondo una preferita forma di attuazione, ciascun componente elettrico viene inserito in un involucro 34 termoisolante (cioè coibentato) che isola termicamente il componente elettrico dall'ambiente esterno in modo tale che lo scambio di calore con l'ambiente esterno avvenga prevalentemente attraverso lo scambiatore 31 di calore; ovviamente lo scambiatore 31 di calore di ciascun componente elettrico deve venire inserito all'interno dell'involucro 34 termoisolante. In questo modo, i componenti elettrici possono venire fatti funzionare in modo più efficiente (cioè con meno dispersioni termiche) ad una temperatura inferiore alla temperatura ambientale.

Secondo quanto illustrato nelle figure 3 e 4, il sistema 14 di accumulo comprende un condotto termico 35 ("heat pipe") di forma piatta costituito da un corpo 36 cavo di metallo termoconduttore (tipicamente rame o alluminio) contenente una piccola quantità di refrigerante 37 (ad esempio acqua, etanolo o ammoniaca) allo stato liquido mentre il resto del corpo 36 cavo è riempito dal vapore del refrigerante 37, in modo che non siano presenti

altri gas. Il condotto termico 35 trasferisce il calore da una estremità calda all'altra estremità fredda per mezzo dell'evaporazione e condensazione del refrigerante 37. L'estremità calda, a contatto con una sorgente di calore, cede calore al refrigerante 37 liquido che vaporizza e perciò aumenta la pressione del vapore nel corpo 36 cavo; inoltre, il calore latente di vaporizzazione assorbito dal refrigerante 37 liquido fa diminuire la temperatura all'estremità calda. La pressione del refrigerante 37 allo stato di vapore vicino all'estremità calda è più alta di quella d'equilibrio all'estremità fredda, perciò questa differenza di pressione fa sì che ci sia un trasferimento molto veloce di refrigerante 37 allo stato di vapore verso l'estremità fredda, dove il refrigerante 37 allo stato di vapore in eccesso rispetto all'equilibrio condensa, cedendo calore all'estremità fredda. Il refrigerante 37 liquido rifluisce quindi all'estremità calda: se il condotto termico 35 è orientato verticalmente (con l'estremità calda in basso) potrebbe essere sufficiente la forza di gravità, altrimenti si sfrutta l'azione di capillarità delle pareti del corpo 36 cavo che devono venire adeguatamente conformate. In altre parole, le pareti interne del corpo 36 cavo sono fatte in modo da favorire la risalita per capillarità del refrigerante 37 liquido; ciò viene realizzato, ad esempio, applicando per sinterizzazione

metallo in polvere sulle pareti interne del corpo 36 cavo o ricavando una serie di scanalature longitudinali sulle pareti interne del corpo 36 cavo.

Una parete superiore del condotto termico 35 è disposta a contatto dei dispositivi 15 di accumulo in modo da favorire uno scambio termico diretto (cioè per conduzione) tra il condotto termico 35 ed i dispositivi 15 di accumulo; inoltre, la parete superiore del condotto termico 35 è disposta a contatto dello scambiatore 31 di calore del sistema 14 di accumulo in modo da favorire uno scambio termico diretto (cioè per conduzione) tra il condotto termico 35 e lo scambiatore 31 di calore.

Una prima funzione del condotto termico 35 è di equilibrare la temperatura dei dispositivi 15 di accumulo, cioè di fare in modo che tutti i dispositivi 15 di accumulo abbiano la stessa temperatura; tale condizione è particolarmente importante nel caso di batterie chimiche al litio, in quanto se un dispositivo 15 di accumulo presentasse una temperatura superiore degli altri subirebbe delle sollecitazioni elettrochimiche particolarmente elevate che potrebbero anche provocare dei danni irreparabili. Inoltre, una seconda funzione del condotto termico 35 è di trasferire calore da una estremità (calda) in corrispondenza dei dispositivi 15 di accumulo all'altra estremità (fredda) in corrispondenza dello scambiatore 31

di calore.

E' importante osservare che il condotto termico 35 è molto efficiente nel trasferire calore, molto più di una piastra di rame piena con la stessa sezione. Inoltre, il condotto termico 35 può essere particolarmente sottile (lo spessore può essere anche di pochi millimetri) e quindi molto leggero (essendo interamente cavo). In una alternativa forma di attuazione più semplice e dalle minori prestazioni il condotto termico 35 può essere sostituito da una analoga piastra piena di metallo termoconduttore.

Secondo una possibile forma di attuazione, tra ciascun dispositivo 15 di accumulo e la parete superiore del condotto termico 35 è interposto uno strato di materiale che è termicamente conduttore ed elettricamente isolante in modo da aumentare l'isolamento elettrico tra i dispositivi 15 di accumulo ed il condotto termico 35.

Secondo quanto illustrato nelle figure 5 e 6, il convertitore 13 elettronico di potenza della macchina 8 elettrica comprende un condotto termico 38 ("heat pipe") di forma piatta costituito da un corpo 39 cavo di metallo termoconduttore (tipicamente rame o alluminio) contenente una piccola quantità di refrigerante 40 (ad esempio acqua, etanolo o ammoniaca) allo stato liquido mentre il resto del corpo 39 cavo è riempito dal vapore del refrigerante 40, in modo che non siano presenti altri gas. Il condotto termico

38 è del tutto analogo al condotto termico 35 descritto in precedenza, si rimanda quindi a quando descritto in precedenza con riferimento al condotto termico 35 per una descrizione più dettagliata del condotto termico 38.

Ad una parete superiore del corpo 39 cavo sono appoggiati il convertitore 13 elettronico di potenza della macchina 8 elettrica e lo scambiatore 31 di calore del convertitore 13 elettronico di potenza. La funzione del condotto termico 38 è di trasferire calore da una estremità (calda) in corrispondenza del convertitore 13 elettronico di potenza all'altra estremità (fredda) in corrispondenza dello scambiatore 31 di calore.

Anche in questo caso, in una alternativa forma di attuazione più semplice e dalle minori prestazioni il condotto termico 38 può essere sostituito da una analoga piastra piena di metallo termoconduttore. Inoltre, secondo una possibile forma di attuazione tra il convertitore 13 elettronico di potenza e la parete superiore del condotto termico 38 può essere interposto uno strato di materiale che è termicamente conduttore ed elettricamente isolante in modo da aumentare l'isolamento elettrico tra il convertitore 13 elettronico di potenza ed il condotto termico 35.

Nella forma di attuazione illustrata nella figura 2, è previsto un circuito 21 frigorifero in cui viene utilizzato

un ciclo frigorifero per generare del freddo, ed un circuito 28 di raffreddamento, il quale è indipendente dal circuito 21 frigorifero, riceve il freddo dal (cioè cede calore al) circuito 21 frigorifero, e raffredda le componenti elettriche. In altre parole, il circuito 21 frigorifero non raffredda direttamente le componenti elettriche, ma raffredda indirettamente le componenti elettriche mediante l'interposizione del circuito 28 di raffreddamento. Nella forma di attuazione illustrata nella figura 7, il circuito 28 di raffreddamento è assente ed il circuito 21 frigorifero raffredda direttamente le componenti elettriche; di conseguenza, il circuito 21 frigorifero comprende tre evaporatori 25 che sono collegati tra loro in parallelo e sono accoppiati termicamente ai rispettivi componenti elettrici. In altre parole, gli evaporatori 25 del circuito 21 frigorifero sostituiscono gli scambiatori 31 di calore e sono direttamente accoppiati termicamente ai componenti elettrici. In questa forma di attuazione, quanto illustrato nelle figure 3-6 rimane valido con l'ovvia sostituzione degli scambiatori 31 di calore attraversati dal fluido di raffreddamento che circola lungo il circuito 28 di raffreddamento con gli evaporatori 25 attraversati dal fluido refrigerante che circola lungo il circuito 21 frigorifero; in particolare, le valvole 32 di intercettazione sono ancora presenti,

svolgono la stessa funzione sopra descritto con riferimento alla forma di attuazione della figura 2, e sono disposte in serie a monte degli evaporatori 25. La forma di attuazione illustrata nella figura 7 è più semplice, quindi meno ingombrante e meno pesante, della forma di attuazione illustrata nella figura 2 non avendo il circuito 28 di raffreddamento.

Nella variante illustrata nella figura 8, il circuito 21 frigorifero raffredda direttamente solo la macchina 8 elettrica ed il convertitore 13 elettronico di potenza; in questa variante, la macchina 8 elettrica ed il convertitore 13 elettronico di potenza sono inseriti all'interno di uno stesso involucro 34 termoisolante provvisto di un unico evaporatore 25 comune e quindi presentano sostanzialmente la stessa temperatura. Secondo una ulteriore variante non illustrata della forma di attuazione della figura 7, l'evaporatore 25 del circuito 21 frigorifero è accoppiato termicamente solo alla macchina 8 elettrica e quindi raffredda solo la macchina 8 elettrica.

Nella variante illustrata nella figura 9, il radiatore 27 ad aria accoppiato al condensatore 23 del circuito 21 frigorifero è sostituito da uno scambiatore 41 di calore ad acqua, il quale viene attraversato (cioè raffreddato) da un liquido di raffreddamento (tipicamente acqua miscelata con un additivo anticongelante) di un sistema 42 di

raffreddamento del sistema 4 di motopropulsione che raffredda il motore 5 termico ed il cambio 10. Tale forma di attuazione presenta tre vantaggi: il calore sottratto dai componenti elettrici può venire utilizzato per riscaldare il motore 5 termico quando il motore 5 è spento in modo da mantenere il motore 5 termico in temperatura, lo scambiatore 41 di calore ad acqua è molto più piccolo e compatto del radiatore 27 ad aria con una apprezzabile diminuzione degli ingombri del sistema 20 di raffreddamento, e lo scambiatore 41 di calore ad acqua non deve venire investito da un flusso di aria quando il veicolo 1 è in movimento e quindi risulta di molto più semplice collocazione rispetto al radiatore 27 ad aria. In altre parole, nella forma di attuazione illustrata nella figura 9 il radiatore 27 ad aria accoppiato al condensatore 23 del circuito 21 frigorifero è sostituito da uno scambiatore 41 di calore ad acqua attraversato dal liquido di raffreddamento del sistema 42 di raffreddamento del sistema 4 di motopropulsione in modo tale da utilizzare i radiatori del sistema 42 di raffreddamento che sono necessariamente già presenti a bordo del veicolo 1.

Nelle forme di attuazione illustrate nelle figura 7, 8 e 9, l'evaporazione del fluido frigorifero del circuito 21 frigorifero avviene all'interno di almeno un apposito evaporatore 25 che è disposto a sua volta all'interno di un

involucro 34 termoisolante, è attraversato dal fluido frigorifero del circuito 21 frigorifero e determina un isolamento tra il fluido frigorifero e le componenti elettriche; in altre parole, il fluido frigorifero del circuito 21 frigorifero non entra a contatto direttamente con le componenti elettriche, ma raffredda le pareti dell'evaporatore 25 che a loro volta raffreddano le componenti elettriche. Nella variante illustrata nella figura 10, l'evaporazione del fluido frigorifero del circuito 21 frigorifero avviene all'interno dell'involucro 34 termoisolante, il quale è realizzato a tenuta di fluido e svolge le funzioni di evaporatore; cioè l'involucro 34 termoisolante riceve il fluido frigorifero dalla valvola 24 di espansione e manda il fluido frigorifero al compressore 22 permettendo al fluido frigorifero di evaporare al proprio interno sottraendo direttamente calore alle componenti elettriche. In questa forma di attuazione, il fluido frigorifero del circuito 21 frigorifero attraversa direttamente, cioè è a contatto diretto, con le componenti elettriche e quindi raffredda le componenti elettriche stesse per contatto diretto (ovviamente il fluido frigorifero deve essere elettricamente isolante). Tale modalità di raffreddamento è più efficiente ed efficace, in quanto il fluido frigorifero del circuito 21 frigorifero penetra all'interno delle componenti elettriche

raggiungendo ogni parte, anche nascosta, delle componenti elettriche stesse, ma per contro obbliga a realizzare l'involucro 34 termoisolante a tenuta di fluido (con particolari difficoltà in corrispondenza delle aperture di passaggio dell'albero 16 primario del cambio 10 e dell'albero 17 della macchina 8 elettrica).

Il sistema 20 di raffreddamento sopra descritto presenta numerosi vantaggi, in quanto è di semplice ed economica realizzazione, presenta un ingombro complessivo contenuto e soprattutto è in grado di offrire un raffreddamento efficiente ed efficace di tutte le componenti elettriche in tutte le possibili situazioni operative senza avere alcun effetto negativo sulla climatizzazione dell'abitacolo del veicolo 1.

Inoltre, il sistema 20 di raffreddamento sopra descritto permette di fare funzionare le componenti elettriche (o almeno alcune delle componenti elettriche) ad una temperatura inferiore alla temperatura ambiente con un aumento anche notevole dei rendimenti e della potenza specifica (cioè della potenza elettrica e/o meccanica sviluppabile per unità di peso o per unità di volume).

E' importante osservare che il sistema 20 di raffreddamento è dedicato solo alle componenti elettriche, quindi il sistema 20 di raffreddamento può venire disposto in stretta prossimità con le componenti elettriche stesse

limitando al minimo la lunghezza dei condotti idraulici. Inoltre, essendo il sistema 20 di raffreddamento dedicato solo alle componenti elettriche, la temperatura effettiva del fluido refrigerante e/o del fluido di raffreddamento può venire scelta unicamente in funzione delle esigenze di raffreddamento delle componenti elettriche stesse.

RIVENDICAZIONI

- 1) Veicolo (1) a trazione elettrica comprendente:
- almeno una coppia di ruote (3) motrici;
 - almeno una macchina (8) elettrica reversibile meccanicamente collegabile alle ruote (3) motrici;
 - un convertitore (13) elettronico di potenza che pilota la macchina (8) elettrica;
 - un sistema (14) di accumulo, il quale è atto ad immagazzinare energia elettrica, è collegato al convertitore (13) elettronico di potenza e comprende almeno un dispositivo (15) di accumulo;
 - un abitacolo; ed
 - un sistema (18) di climatizzazione dell'abitacolo che la funzione di regolare il clima all'interno dell'abitacolo;
 - il veicolo (1) è **caratterizzato dal fatto di** comprendere un sistema (20) di raffreddamento, il quale è completamente indipendente e separato dal sistema (18) di climatizzazione dell'abitacolo ed utilizza un ciclo frigorifero a compressione per raffreddare almeno una delle componenti elettriche, cioè la macchina (8) elettrica, il convertitore (13) elettronico di potenza, ed il sistema (14) di accumulo.
- 2) Veicolo (1) secondo la rivendicazione 1, in cui il sistema (20) di raffreddamento comprende un compressore

(22), il quale è azionato direttamente da un albero (17) della macchina (8) elettrica.

3) Veicolo (1) secondo la rivendicazione 2, in cui tra il compressore (22) del sistema (20) di raffreddamento e l'albero (17) della macchina (8) elettrica è interposto un dispositivo (26) di sgancio elettroattuato.

4) Veicolo (1) secondo la rivendicazione 2 o 3, in cui il sistema (20) di raffreddamento comprende un circuito (21) frigorifero, il quale contiene un fluido frigorifero e comprende a sua volta il compressore (22), un condensatore (23), una valvola (24) di espansione, ed almeno un organo di evaporazione che è termicamente accoppiato ad almeno un componente elettrico.

5) Veicolo (1) secondo la rivendicazione 4, in cui il circuito (21) frigorifero comprende almeno due organi di evaporazione, ciascuno dei quali è termicamente accoppiato ad un corrispondente componente elettrico.

6) Veicolo (1) secondo la rivendicazione 5, in cui il circuito (21) frigorifero comprende per ciascun organo di evaporazione una elettrovalvola (32) di intercettazione che regola il flusso del fluido frigorifero attraverso l'organo di evaporazione stesso.

7) Veicolo (1) secondo la rivendicazione 4, 5 o 6, in cui l'organo di evaporazione è costituito da un evaporatore (25) che è fisicamente separato dal componente elettrico, è

termicamente accoppiato al componente elettrico, e determina un isolamento a tenuta di fluido tra il fluido frigorifero ed il componente elettrico stesso.

8) Veicolo (1) secondo la rivendicazione 7, in cui il componente elettrico è inserito in un involucro (34) termoisolante che isola termicamente il componente elettrico dall'ambiente esterno ed alloggia l'evaporatore (25) in modo tale che lo scambio di calore con l'ambiente esterno avvenga solo attraverso l'evaporatore (25).

9) Veicolo (1) secondo la rivendicazione 4, 5 o 6, in cui il componente elettrico è inserito in un involucro (34) termoisolante a tenuta di fluido che isola termicamente il componente elettrico dall'ambiente esterno, riceve il fluido frigorifero dalla valvola (24) di espansione e manda il fluido frigorifero al compressore (22), e costituisce l'organo evaporatore.

10) Sistema (16) di raffreddamento secondo la rivendicazione 9, in cui la macchina (8) elettrica ed il convertitore (13) elettronico di potenza sono inseriti all'interno di uno stesso involucro (34) termoisolante comune.

11) Sistema (16) di raffreddamento secondo una delle rivendicazioni da 4 a 10, in cui il circuito (21) frigorifero comprende un radiatore (27) ad aria che viene investito da un flusso di aria quando il veicolo (1) è in

movimento ed è termicamente accoppiato al condensatore (23).

12) Sistema (16) di raffreddamento secondo una delle rivendicazioni da 4 a 10, in cui il circuito (21) frigorifero comprende un primo scambiatore (41) di calore ad acqua, il quale viene attraversato da un liquido di raffreddamento di un sistema (42) di raffreddamento di un motore (5) termico del veicolo (1) ed è termicamente accoppiato al condensatore (23).

13) Veicolo (1) secondo la rivendicazione 4, in cui il sistema (20) di raffreddamento comprende un circuito (28) di raffreddamento, il quale contiene un fluido di raffreddamento e comprende a sua volta un secondo scambiatore (29) di calore termicamente accoppiato all'organo di evaporazione, una pompa (30) di circolazione, ed almeno un terzo scambiatore (31) di calore termicamente accoppiato ad un corrispondente componente elettrico.

14) Veicolo (1) secondo la rivendicazione 13, in cui il circuito (28) di raffreddamento comprende almeno due terzi scambiatori (31) di calore, ciascuno dei quali è termicamente accoppiato ad un corrispondente componente elettrico.

15) Veicolo (1) secondo la rivendicazione 14, in cui il circuito (28) di raffreddamento comprende per ciascun terzo scambiatore (31) di calore una elettrovalvola (32) di

intercettazione per regolare il flusso del fluido di raffreddamento attraverso il terzo scambiatore (31) di calore stesso.

16) Veicolo (1) secondo una delle rivendicazioni da 4 a 15, in cui:

il sistema (14) di accumulo comprende un primo condotto termico (35) di forma piatta costituito da un corpo (36) cavo di metallo termoconduttore contenente una piccola quantità di refrigerante (37) allo stato liquido mentre il resto del corpo (36) cavo è riempito dal vapore del refrigerante (37); ed

una parete superiore del primo condotto termico (35) è disposta a contatto del dispositivo (15) di accumulo ed è disposta a contatto di un evaporatore (25) attraversato dal fluido refrigerante che circola lungo il circuito (21) frigorifero oppure di un terzo scambiatore (31) di calore attraversato dal fluido di raffreddamento che circola lungo il circuito (28) di raffreddamento.

17) Sistema (16) di raffreddamento secondo la rivendicazione 16, in cui tra il dispositivo (15) di accumulo e la parete superiore del primo condotto termico (35) è interposto uno strato di materiale che è termicamente conduttore ed elettricamente isolante.

18) Sistema (16) di raffreddamento secondo una delle rivendicazioni da 4 a 17, in cui il convertitore (13)

elettronico di potenza comprende un secondo condotto termico (38) di forma piatta costituito da un corpo (39) cavo di metallo termoconduttore contenente una piccola quantità di refrigerante (40) allo stato liquido mentre il resto del corpo (39) cavo è riempito dal vapore del refrigerante (40); ed

una parete superiore del secondo corpo (39) cavo è disposta a contatto del convertitore (13) elettronico di potenza ed è disposta a contatto di un evaporatore (25) attraversato dal fluido refrigerante che circola lungo il circuito (21) frigorifero oppure di un terzo scambiatore (31) di calore attraversato dal fluido di raffreddamento che circola lungo il circuito (28) di raffreddamento.

19) Sistema (16) di raffreddamento secondo la rivendicazione 18, in cui tra il convertitore (13) elettronico di potenza e la parete superiore del secondo condotto termico (38) è interposto uno strato di materiale che è termicamente conduttore ed elettricamente isolante.

20) Veicolo (1) secondo una delle rivendicazioni da 4 a 19, in cui il componente elettrico è inserito in un involucro (34) termoisolante che isola termicamente il componente elettrico dall'ambiente esterno ed alloggia internamente l'evaporatore (25) del circuito (21) frigorifero oppure un terzo scambiatore (31) di calore del circuito (28) di raffreddamento in modo tale che lo scambio

di calore con l'ambiente esterno avvenga prevalentemente attraverso l'evaporatore (25) oppure attraverso il terzo scambiatore (31) di calore.

21) Veicolo (1) secondo una delle rivendicazioni da 1 a 20, in cui il sistema (20) di raffreddamento è operabile come pompa di calore per produrre calore che viene utilizzato per riscaldare il sistema (15) di accumulo.

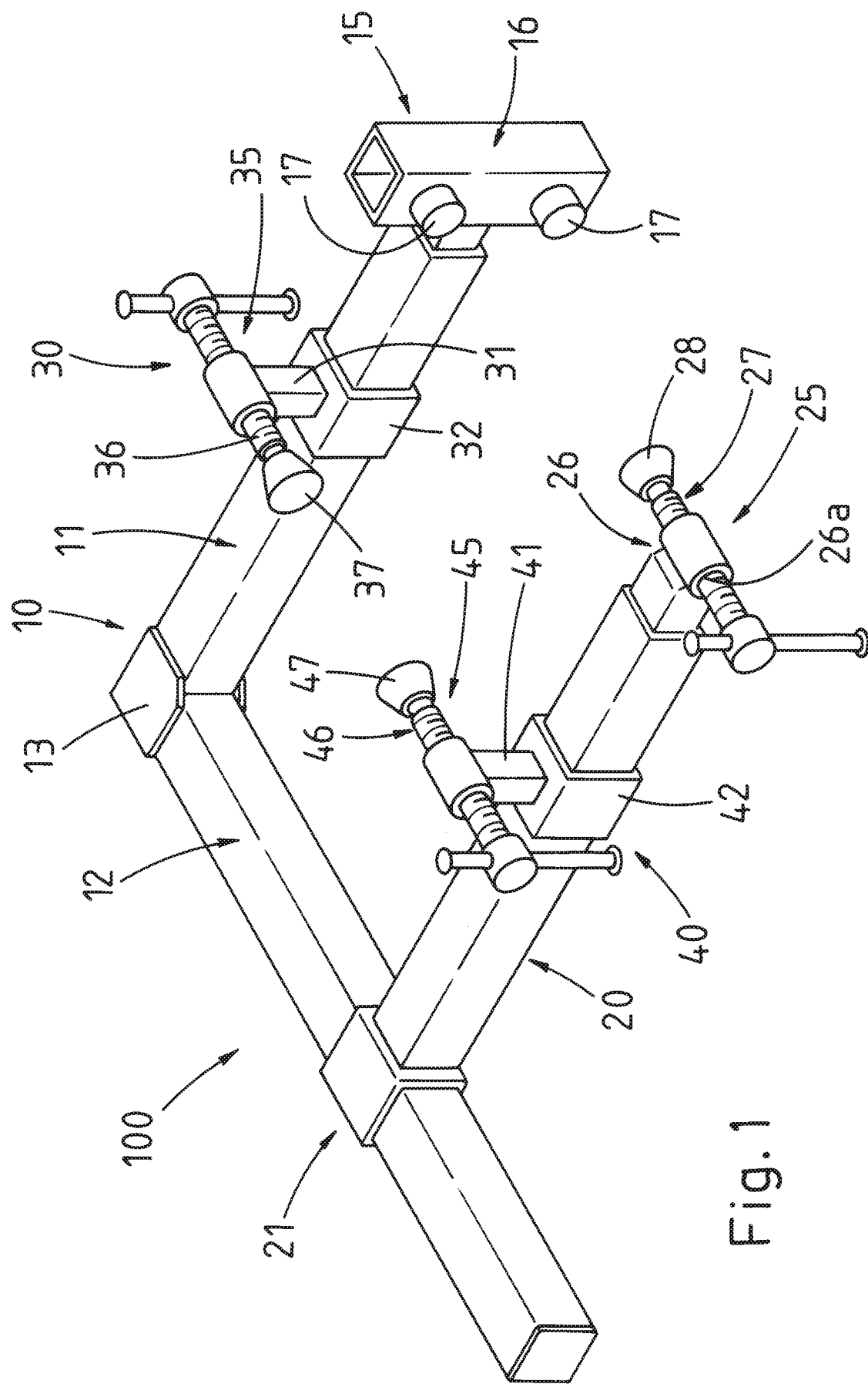


Fig. 1

Fig.2

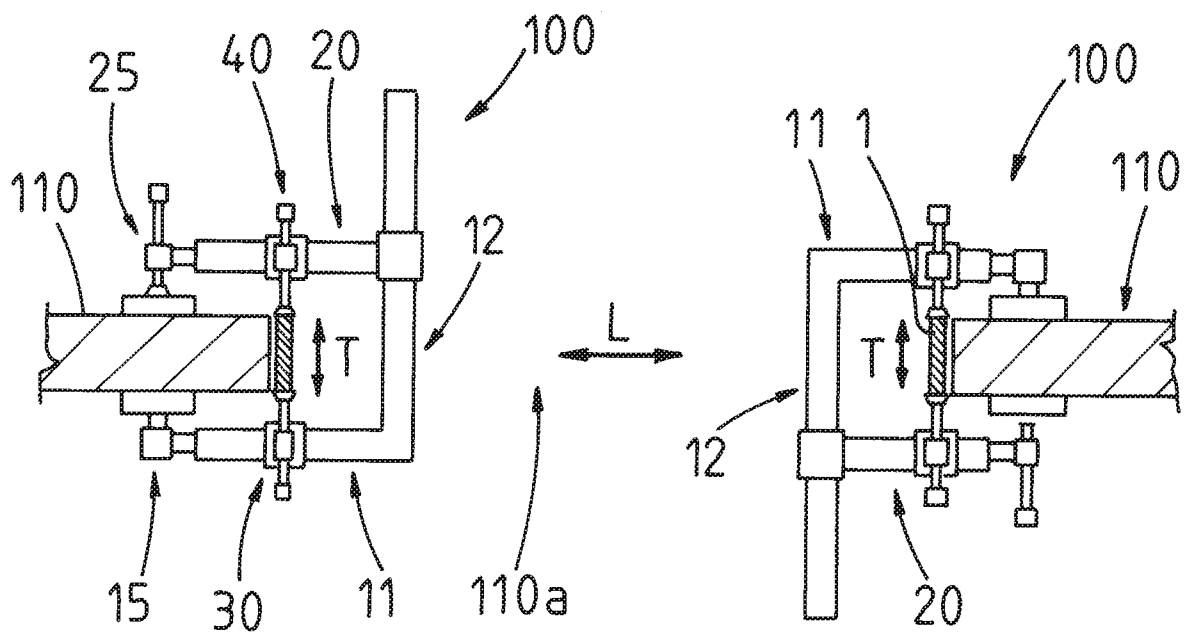
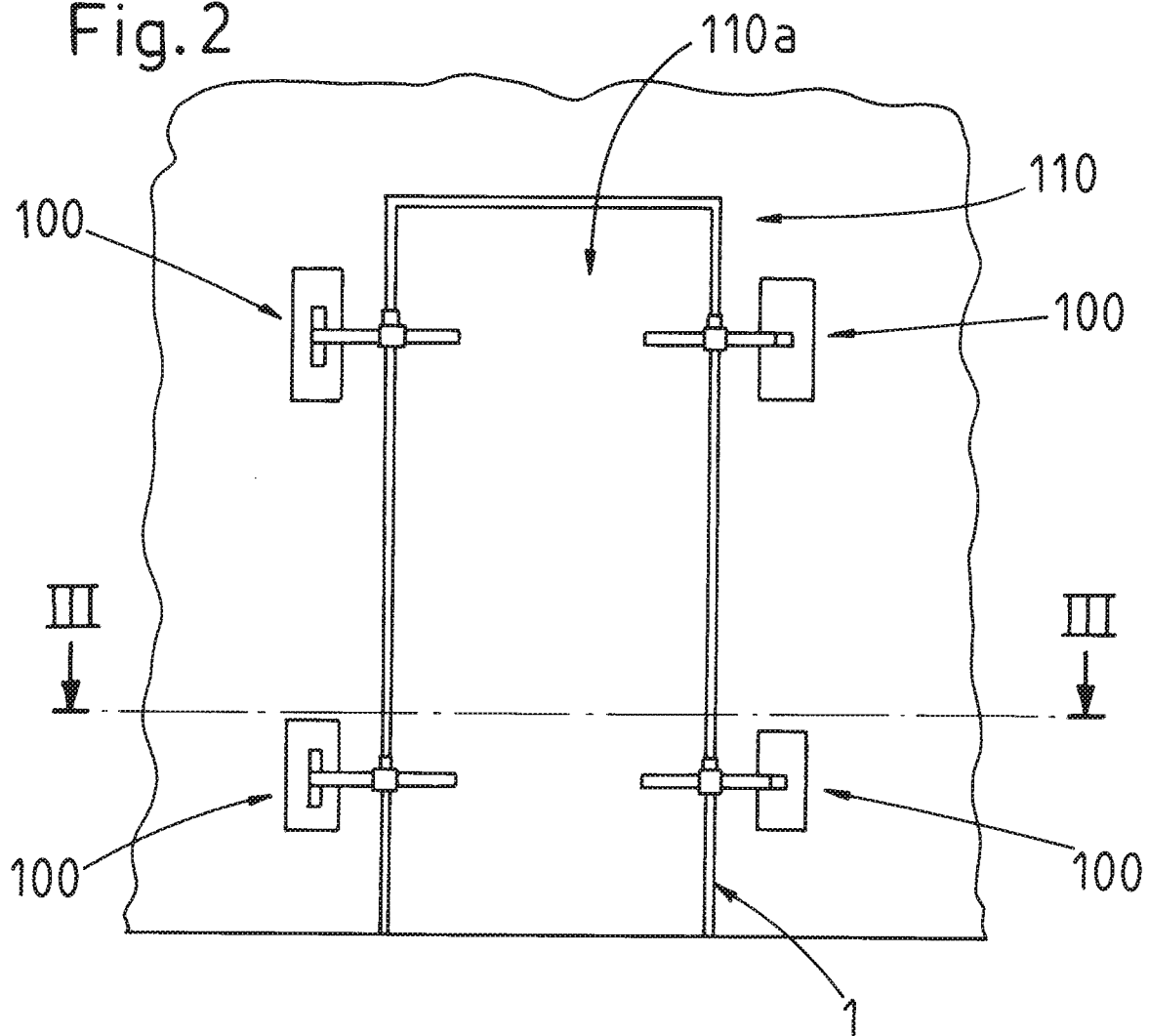


Fig.3

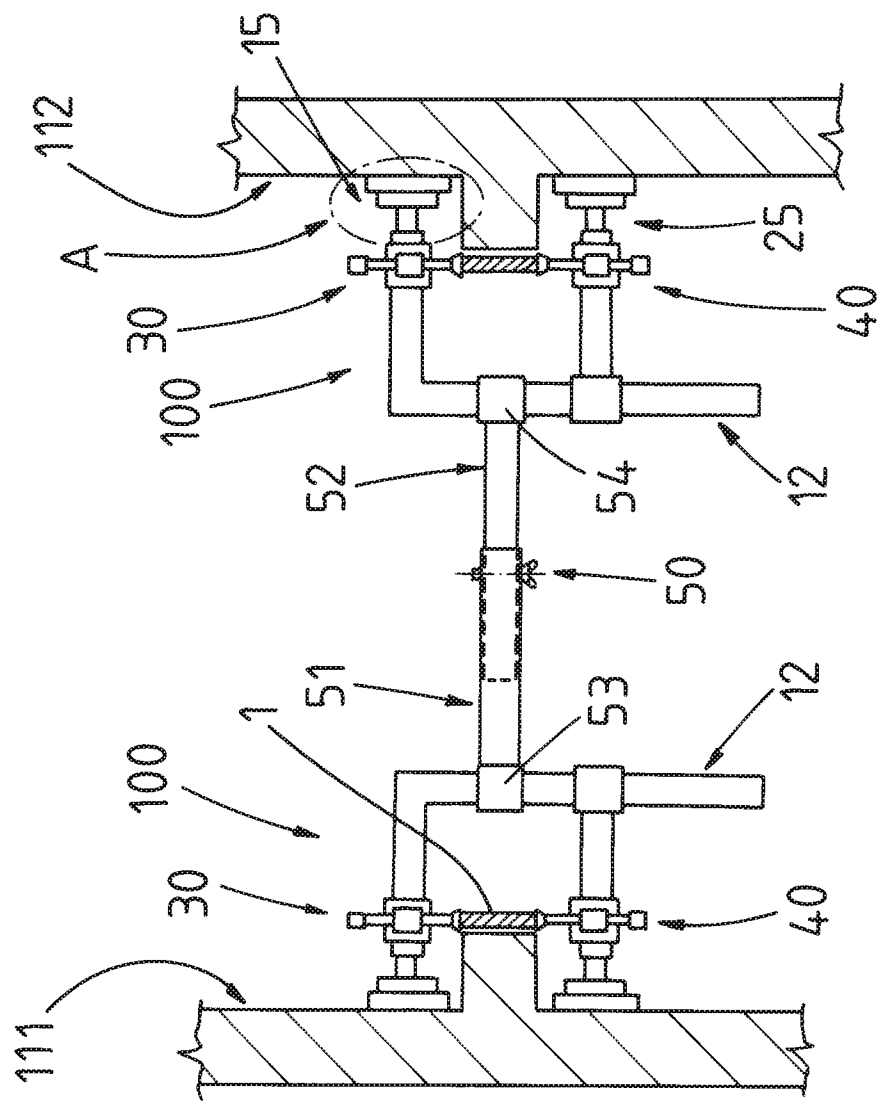


Fig. 4

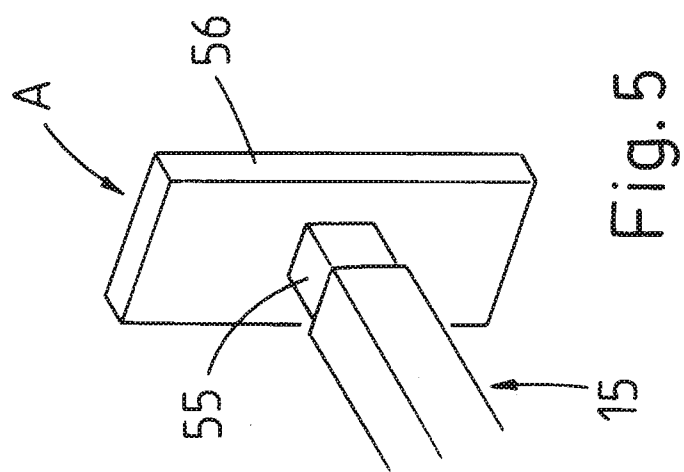


Fig. 5