

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000023498
Data Deposito	10/09/2021
Data Pubblicazione	10/03/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	05	B	6	42

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	05	B	6	14

Titolo

APPARATO PER RISCALDARE A INDUZIONE CORPI METALLICI CON RAFFREDDAMENTO
PERFEZIONATO

Descrizione dell'invenzione industriale dal titolo "APPARATO PER RISCALDARE A INDUZIONE CORPI METALLICI CON RAFFREDDAMENTO PERFEZIONATO" a nome Albatros Trade S.r.l., con sede a Carrara.

5

DESCRIZIONE

Ambito dell'invenzione

[0001] La presente invenzione si riferisce a un apparato per riscaldare corpi metallici per induzione, cioè sottoponendo tali corpi metallici a un campo
10 elettromagnetico variabile, e inducendo quindi in essi delle correnti che ne provocano il riscaldamento. L'invenzione riguarda in particolare un procedimento perfezionato per raffreddare un siffatto apparato.

Descrizione della tecnica anteriore

15 **[0002]** Sono noti apparati per riscaldare temporaneamente, mediante correnti indotte, corpi metallici come meccanici da lavorare ad alta temperatura.

[0003] Come mostrato in figura 1, un apparato 100 di questo tipo comprende basilarmente un dispositivo impugnabile da un
20 operatore o manipolo 1, un'unità di generazione elettrica 2 e un circuito idraulico di raffreddamento 3 a liquido.

[0004] Più in dettaglio, come mostra la figura 2, il dispositivo impugnabile da un operatore 1 comprende una porzione d'impugnatura cava 10, un supporto allungato 21 che
25 si estende dalla porzione d'impugnatura cava 10 e almeno una spira induttrice cava 32 disposta in corrispondenza di un'estremità del supporto allungato 21 opposta alla porzione d'impugnatura cava 10. La spira induttrice cava 32, di forma dipendente dal corpo metallico da riscaldare, fa parte di un
30 circuito elettrico induttore 30 che riceve un'alimentazione elettrica da un trasformatore di corrente 50 normalmente alloggiato nella porzione d'impugnatura cava 10.

[0005] L'unità di generazione elettrica 2 è disposta per prelevare tensione da una rete elettrica 9 e per alimentare una corrente alternata al trasformatore di corrente 50 attraverso conduttori 49 e, insieme al trasformatore di corrente 50, è configurata per alimentare una corrente alternata di lavoro al circuito elettrico induttore 30.

[0006] Il circuito idraulico 3 ha una capacità C tale da contenere una quantità predeterminata di un liquido di raffreddamento 4, normalmente acqua trattata per l'uso ad alta temperatura. Inoltre, il circuito 3 comprende una porzione raffreddante 7 per contenere l'aumento di temperatura del manipolo 1, e una porzione raffreddata 6 per contenere l'aumento di temperatura del liquido di raffreddamento 4 per effetto del calore assorbito dal manipolo 1.

[0007] La porzione raffreddante 7 comprende a sua volta una via di passaggio di raffreddamento 70 definita all'interno del manipolo 1, in particolare all'interno della spira induttrice cava 32 e della porzione d'impugnatura cava 10, per asportare almeno in parte il calore generato dalla corrente che circola nel circuito elettrico induttore 30 e negli avvolgimenti del trasformatore 50. Per quest'ultimo, nella porzione di impugnatura 10 possono essere previsti elementi di scambio termico 72 e 73, o semplicemente porzioni di scambio termico 72, 73 della via di passaggio 70 configurate per scambiare calore con le parti interne della porzione di impugnatura 10. La via di passaggio di raffreddamento 70 permette inoltre di asportare il calore che la spira induttrice 32 riceve dal corpo riscaldato per induzione. Normalmente, la porzione raffreddante 7 del circuito idraulico 3 comprende anche un elemento di scambio termico 71 previsto nell'unità di generazione elettrica 2, solitamente nella forma di un radiatore, per raffreddare, in

particolare, il ponte a IGBT in essa contenuto. Gli elementi o porzioni di scambio termico 71, 72 e 73 sono di norma disposti in serie tra loro.

[0008] La porzione raffreddata 6 comprende uno scambiatore di calore 61 per raffreddare il liquido di raffreddamento 4, asportandone una potenza termica Q . Normalmente si tratta di uno scambiatore ad aria in cui un radiatore 61' ha una superficie di scambio termico chiusa entro cui circola il liquido di raffreddamento 4 e in cui un dispositivo di convogliamento dell'aria come un ventilatore 61" è disposto per convogliare aria esternamente su tale superficie di scambio termico. Una valvola di ritegno 63 corredata vantaggiosamente il circuito idraulico 3.

[0009] La porzione raffreddata 6 comprende inoltre un serbatoio 60 avente una capacità C , in modo da contenere una quantità predeterminata di liquido di raffreddamento 4, e una pompa 65 per far circolare il liquido di raffreddamento 4 attraverso il circuito di raffreddamento 3.

[0010] Apparati di questo tipo sono descritti, per esempio, in US3495063, US3022368, WO2017186963.

[0011] La capacità C del serbatoio 60 e la potenza termica Q asportabile dallo scambiatore di calore 61 vengono scelte tenendo presente, da un lato, la necessità di mantenere la temperatura del dispositivo portatile 1 e dell'elettronica dell'unità di generazione elettrica 2 entro limiti accettabili e, da un altro lato, la necessità di contenere le dimensioni delle apparecchiature del circuito di raffreddamento 3, sopra descritte. Quanto sopra conduce a una soluzione di compromesso come indicato schematicamente nel diagramma di figura 3, in cui una temperatura caratteristica di funzionamento T dell'apparato, per esempio la temperatura T del liquido di raffreddamento come disponibile, è riportata in funzione del tempo t , in cui è mostrata la temperatura

ambiente T_a , ovvero la temperatura del liquido di raffreddamento all'inizio di una lavorazione, e in cui sono definite una temperatura T_{max} , raggiunta la quale, durante una fase di funzionamento 3 dell'apparato, l'unità di generazione elettrica 2 interrompe automaticamente l'erogazione della potenza, e una temperatura T_r , raggiunta la quale, durante una fase di raffreddamento 4 del liquido di raffreddamento 4, l'unità di generazione elettrica 2 abilita nuovamente l'erogazione della potenza.

10 **[0012]** In considerazione dei vincoli di ingombro e di operabilità/sicurezza sopra riassunti, la capacità C e la potenza termica Q vengono scelte in modo da rendere possibili fasi di funzionamento 91 di durata t_{ON} sufficiente per compiere le operazioni di riscaldamento più frequenti per questi apparati, per esempio il riscaldamento di bulloni
15 necessario per il loro svitamento.

[0013] Vi sono tuttavia operazioni, come il riscaldamento integrale di lembi di lamiere da unire tra loro, per esempio, mediante brasatura, che richiedono tempi più lunghi, e che
20 non possono essere concluse con una sola fase di riscaldamento di durata limitata a t_{ON} , essendo da prevedere fasi di inattività intermedie 92 di durata almeno uguale a t_{OFF} per consentire il raffreddamento del liquido di raffreddamento 4 dalla temperatura T_{max} alla temperatura T_r . Questo fatto
25 limita sensibilmente il campo di applicazione e comunque la produttività di questi apparati di riscaldamento a induzione.

[0014] Occorre altresì tenere conto che la situazione mostrata in figura 3 è puramente schematica, infatti Il periodo di funzionamento t_{ON} dell'apparato 100 non è
30 prevedibile con precisione, così come non lo è il tempo t_{OFF} di rientro nei parametri termici di funzionamento sicuro, essendo largamente dipendente dalle condizioni ambientali, in particolare dalla temperatura ambiente T_a e da quella del

liquido di raffreddamento disponibile, e dal ciclo di lavoro stesso.

Sintesi dell'invenzione

5 **[0015]** È quindi scopo della presente invenzione fornire un apparato di riscaldamento a induzione di corpi metallici, e un metodo di raffreddamento di detto apparato, che permettano di eseguire un riscaldamento continuativo dei corpi metallici per un tempo significativamente superiore rispetto a quanto consentito dagli apparati di tecnica anteriore.

10 **[0016]** È anche scopo dell'invenzione fornire un siffatto apparato che permetta di prolungare la durata di riscaldamento continuo dei corpi metallici senza aumentare significativamente le dimensioni dell'apparato rispetto agli esemplari di tecnica anteriore.

15 **[0017]** Gli scopi sopra indicati sono raggiunti da un apparato riscaldatore a induzione e da un metodo per raffreddare detto apparato riscaldatore come definiti, rispettivamente, nelle rivendicazioni 1 e 10. Forme realizzative e varianti vantaggiose dell'apparato e del
20 metodo sono definite nelle rivendicazioni rispettivamente dipendenti.

[0018] Secondo un aspetto dell'invenzione, un apparato per riscaldare a induzione un corpo metallico comprende:

- un dispositivo impugnabile da un operatore, a sua volta
25 comprendente:
 - una porzione d'impugnatura cava;
 - un supporto allungato che si estende dalla porzione d'impugnatura cava;
 - un circuito elettrico induttore comprendente almeno
30 una spira induttrice cava disposta in corrispondenza di una porzione di estremità del supporto allungato;

- un trasformatore di corrente disposto all'interno della porzione d'impugnatura e connesso elettricamente con il circuito elettrico induttore;
 - un'unità di generazione elettrica connessa elettricamente al trasformatore di corrente, e configurata per alimentare una corrente alternata al circuito elettrico induttore attraverso il trasformatore di corrente;
 - un circuito idraulico di un liquido di raffreddamento comprendente:
 - una porzione raffreddante, definita internamente al manipolo, per raffreddare la porzione d'impugnatura cava e alla almeno una spira induttrice cava;
 - una porzione raffreddata avente una capacità tale da contenere una predeterminata quantità di liquido di raffreddamento;
- le cui caratteristiche principali sono che:
- la porzione raffreddata del circuito idraulico comprende una pluralità di rami paralleli l'uno all'altro, cioè di sezioni di raffreddamento disposte in parallelo l'una all'altra, comprendenti rispettivi serbatoi,
 - la capacità della porzione raffreddata è suddivisa in parti sostanzialmente uguali tra i serbatoi,
 - i rami paralleli comprendono rispettivi sensori di temperatura configurati per rilevare e notificare rispettivi valori di temperatura del liquido di raffreddamento contenuto nei serbatoi, e
 - la porzione raffreddata del circuito idraulico comprende inoltre un gruppo valvolare di commutazione configurato per porre selettivamente in comunicazione idraulica ciascuno dei rami paralleli della porzione raffreddata con la porzione raffreddante del circuito idraulico.

[0019] Secondo un altro aspetto dell'invenzione, un metodo per il raffreddamento di un apparato per eseguire un procedimento di riscaldamento a induzione di un corpo metallico, detto procedimento comprendendo fasi di:

- 5 - predisposizione di un apparato come da descrizione precedente;

detto procedimento di riscaldamento comprendendo inoltre fasi di:

- 10 - definizione di una temperatura massima del liquido di raffreddamento;
- posizionamento del corpo metallico e dell'almeno una spira induttrice cava in prossimità l'uno all'altra;
- connessione idraulica di un solo ramo dei rami paralleli della porzione raffreddata con la porzione raffreddante del circuito di raffreddamento, il ramo connesso essendo
- 15 un ramo attivo della porzione raffreddata;
- attivazione di un convogliamento del liquido di raffreddamento in circuito chiuso tra il ramo attivo e la porzione raffreddante del circuito di raffreddamento;
- 20 - attivazione di un'alimentazione elettrica del circuito elettrico induttore, in cui una quantità di calore generata da correnti elettriche circolanti in avvolgimenti del trasformatore e nella spira induttrice,
- 25 e una quantità di calore trasmessa dal corpo metallico riscaldato alla spira induttrice viene almeno in parte asportata dal liquido di raffreddamento circolante nella porzione raffreddante del circuito di raffreddamento;
- in modo da realizzare una fase di riscaldamento di detto
- 30 corpo metallico,
- in detto metodo per il raffreddamento, durante detta fase di riscaldamento di detto corpo metallico, a intervalli di tempo predeterminati, essendo previste fasi di:

- lettura di un valore di temperatura del liquido di raffreddamento contenuto nel ramo attivo;
- confronto del valore di temperatura letto del liquido di raffreddamento con la temperatura massima;
- 5 se il valore di temperatura letto del liquido di raffreddamento è uguale o superiore alla temperatura massima,
- commutazione del ramo attivo su un diverso ramo tra i rami paralleli della porzione raffreddata del circuito,
- 10 in cui è inoltre prevista una fase di
- verifica di presenza di una condizione di fine-riscaldamento;
- in presenza della condizione di fine-riscaldamento,
- interruzione della fase di alimentazione elettrica;
- 15 - allontanamento tra il corpo metallico e l'almeno una spira induttrice cava.

[0020] In tal modo, è possibile alimentare selettivamente la porzione raffreddante del circuito idraulico con il liquido di raffreddamento proveniente dal serbatoio di un
20 altro ramo quando la temperatura del liquido di raffreddamento alimentato da un ramo correntemente in comunicazione idraulica con la porzione raffreddante supera una temperatura massima predeterminata, dopo un certo tempo di funzionamento.

25 **[0021]** Ciò permette di prolungare il tempo di funzionamento continuo rispetto a quanto consentito dagli apparati di tecnica anteriore, in cui il circuito di raffreddamento dispone di una sola capacità o serbatoio di liquido di raffreddamento collegato idraulicamente in modo permanente
30 con la porzione raffreddante del circuito stesso. Gli inventori si sono infatti resi conto che in tal modo la disponibilità di liquido a una temperatura abbastanza bassa per raffreddare efficacemente il manipolo, ed eventualmente

l'elettronica di potenza, è garantita per un tempo continuo notevolmente più lungo rispetto al caso in cui tutto il liquido di raffreddamento disponibile venga fatto circolare in modo permanente nella porzione raffreddante del circuito, anche senza aumentare proporzionalmente la quantità di liquido complessivamente contenuta nel circuito idraulico.

[0022] Grazie all'invenzione, è possibile eseguire in modo continuo lavorazioni prolungate come il riscaldamento di porzioni estese di pezzi metallici, per esempio lembi di lamiere da unire tra loro mediante brasatura, o il riscaldamento in sequenza di numerose unioni filettate come bulloni da svitare per scomporre determinati complessi di pezzi metallici. Più in generale, disporre di un numero di unità di raffreddamento superiore a uno, nei limiti degli ingombri che ne derivano, permette di adeguare l'apparecchiatura alle esigenze di vari cicli produttivi, senza dover adottare soluzioni economicamente onerose e/o ambientalmente rischiose come allestire più apparati di riscaldamento a induzione di tecnica anteriore o introdurre macchine frigorifere per refrigerare il fluido di raffreddamento.

[0023] Un altro vantaggio dell'apparato e del metodo secondo l'invenzione è che, se si verifica un guasto in uno dei rami di raffreddamento paralleli, l'apparato può comunque continuare a operare, sia pure con prestazioni ridotte, in attesa del ripristino del ramo ove ha avuto luogo il guasto.

[0024] In una forma realizzativa vantaggiosa, l'apparato comprende inoltre un'unità di controllo configurata per eseguire il metodo in modo automatico, in particolare, tale unità di controllo è configurata per:

- acquisire un segnale di temperatura dai sensori di temperatura predisposti nei serbatoi o comunque nei rami della porzione raffreddata del circuito idraulico e,

- quando il segnale di temperatura indica che la temperatura del liquido di raffreddamento alimentato da un ramo attivo dei rami paralleli, cioè da un ramo correntemente in comunicazione idraulica con la porzione raffreddante, supera la temperatura massima, azionare il gruppo valvolare di commutazione, in modo da porre in comunicazione idraulica un diverso ramo con la porzione raffreddante del circuito idraulico.

[0025] In tal modo è possibile garantire il prolungamento del tempo di funzionamento continuo senza che l'operatore debba sorvegliare direttamente la temperatura del liquido di raffreddamento e procedere manualmente allo scambio tra il ramo attivo un altro ramo ponendo quest'ultimo in comunicazione idraulica con la porzione raffreddante del circuito idraulico al posto del primo.

[0026] In varie forme realizzative, la porzione raffreddata del circuito idraulico comprende un numero di rami paralleli superiore a due, e il metodo prevede una fase di scelta del ramo, diverso da quello correntemente attivo, da commutare in ramo attivo, cioè da porre in comunicazione con la porzione raffreddante del circuito idraulico quando la temperatura del liquido di raffreddamento proveniente dal ramo correntemente attivo eguaglia o supera la temperatura massima. In tal caso, l'unità di controllo è configurata per operare tale scelta, per esempio, eleggendo come nuovo ramo attivo il ramo che contiene il liquido di raffreddamento alla temperatura più bassa tra i rami paralleli non attivi. Ciò permette di aumentare l'incremento di capacità refrigerante reso possibile dalla suddivisione della quantità di liquido di raffreddamento in più porzioni e dal loro utilizzo in alternanza l'una all'altra.

[0027] Vantaggiosamente, i rami paralleli della porzione raffreddata del circuito idraulico comprendono, oltre ai

rispettivi serbatoi, rispettivi scambiatori di calore per raffreddare il liquido di raffreddamento. Preferibilmente, ciascuno dei serbatoi e ciascuno degli scambiatori di calore sono disposti per mantenere sotto raffreddamento il liquido di raffreddamento mentre il rispettivo ramo non è attivo, cioè mentre esso non è in comunicazione idraulica con la porzione raffreddante del circuito idraulico.

5
[0028] In questo modo, si aumenta la velocità di raffreddamento del liquido contenuto nei serbatoi dei singoli rami, mentre questi non sono attivi. È così possibile disporre in un tempo più breve di liquido di raffreddamento a una temperatura abbastanza bassa da poter raffreddare in modo efficace le varie parti del manipolo, ed eventualmente anche dell'elettronica di potenza dell'apparato. Ciò permette di
10
15 prolungare ulteriormente la durata del raffreddamento continuo e/o di limitare il numero di rami paralleli della porzione raffreddata del circuito idraulico, a parità di durata massima del raffreddamento continuo.

[0029] Vantaggiosamente, i rami paralleli della porzione raffreddata del circuito idraulico comprendono, oltre ai
20 rispettivi serbatoi, rispettive pompe per alimentare la porzione raffreddante del circuito idraulico con il liquido di raffreddamento.

[0030] In questo caso è possibile prevedere in ciascun ramo
25 una tubazione di riciclo tra il gruppo valvolare di commutazione e l'ingresso nel rispettivo serbatoio, e disporre lungo la tubazione di riciclo il rispettivo scambiatore di calore. Secondo una forma realizzativa vantaggiosa per costi e per semplicità di installazione e
30 manutenzione, lo scambiatore di calore può essere uno scambiatore di calore ad aria forzata, in cui un dispositivo di come un ventilatore è disposto per convogliare aria sulla superficie esterna di un elemento di scambio termico come un

radiatore, all'interno del quale è fatto passare il liquido di raffreddamento.

[0031] In una forma realizzativa vantaggiosa, l'unità di controllo è inoltre configurata per azionare il gruppo valvolare di commutazione, quando il segnale di temperatura indica che la temperatura del liquido di raffreddamento alimentato dal ramo attivo supera la temperatura massima, in modo tale da porre in comunicazione idraulica la pompa del ramo precedentemente attivo con la tubazione di riciclo anziché con la porzione raffreddante del circuito, facendo riciclare sul rispettivo serbatoio e mantenendo sotto raffreddamento il liquido di ciascun ramo anche mentre questo non è attivo, cioè anche quando esso è escluso dalla comunicazione idraulica con la porzione raffreddante del circuito idraulico.

[0032] In alternativa, gli scambiatori di calore possono essere realizzati integralmente ai serbatoi stessi, comprendendo per esempio elementi di scambio termico immersi nel liquido di raffreddamento contenuto nel serbatoio o solidali alla parete del serbatoio, come serpentine di raffreddamento disposte per essere attraversate per esempio da acqua fredda come acqua di pozzo, ove disponibile, non utilizzabile direttamente nel circuito idraulico dell'apparato.

[0033] La porzione raffreddante del circuito idraulico può inoltre comprendere un elemento di scambio termico dell'unità di generazione elettrica, in particolare, per mantenere la temperatura di un ponte a IGBT della unità di generazione elettrica al di sotto di un valore massimo di temperatura predeterminato.

Breve descrizione dei disegni

- [0034]** Ulteriori caratteristiche e/o vantaggi della presente invenzione risulteranno più chiaramente con la descrizione che segue di varianti e forme realizzative, fatta a titolo esemplificativo e non limitativo, con riferimento ai disegni annessi, in cui:
- la figura 1 è uno schema a blocchi di un apparato per riscaldare a induzione un corpo metallico, secondo la tecnica anteriore;
 - 10 - la figura 2 è un diagramma a blocchi dell'apparato di figura 1, in cui viene mostrata più in dettaglio la struttura del dispositivo induttore portatile e del circuito di raffreddamento;
 - la figura 3 è un diagramma che mostra schematicamente l'andamento di una temperatura caratteristica di un
15 apparato come nelle figure 1 e 2, evidenziando fasi di erogazione di potenza e riscaldamento alternate a fasi di raffreddamento del liquido di raffreddamento;
 - La figura 4 è uno schema a blocchi di un apparato per
20 riscaldare a induzione un corpo metallico, secondo l'invenzione;
 - la figura 5 è un diagramma a blocchi dell'apparato di figura 4, in cui viene mostrata più in dettaglio la struttura del dispositivo induttore portatile e del
25 circuito di raffreddamento secondo una forma realizzativa dell'invenzione;
 - la figura 6 è un diagramma a blocchi di un apparato per riscaldare a induzione corpi metallici secondo un'altra forma realizzativa dell'invenzione, in cui la
30 commutazione tra rami attivi e inattivi della porzione raffreddata del circuito idraulico è eseguita in modo automatico;
 - la figura 7 è un diagramma a blocchi di un apparato per riscaldare a induzione corpi metallici secondo un'altra

- forma realizzativa dell'invenzione, in cui ciascun circuito di raffreddamento comprende un proprio scambiatore di calore e una propria pompa;
- la figura 8 è un diagramma a blocchi di un apparato per riscaldare a induzione corpi metallici secondo un'ulteriore forma realizzativa dell'invenzione, in cui ciascun circuito di raffreddamento è configurato per eseguire una fase di raffreddamento del liquido di raffreddamento nel rispettivo serbatoio anche quando tale circuito non alimenta il percorso di raffreddamento dell'apparato;
 - la figura 9 è un diagramma che mostra schematicamente l'andamento della temperatura del liquido di raffreddamento contenuto nei serbatoi dei rispettivi circuiti di raffreddamento dell'apparato di figura 7;
 - la figura 10 mostra uno schema di flusso di un metodo secondo l'invenzione.

Descrizione di alcune forme realizzative preferite

[0035] Con riferimento alle figure 4 e 5, viene descritto un apparato 101 per riscaldare a induzione corpi metallici, secondo una forma realizzativa dell'invenzione. L'apparato 101 comprende un dispositivo portatile o manipolo 1, un'unità di generazione elettrica 2 e un circuito idraulico 3 che ha una porzione raffreddante 7 per raffreddare il manipolo 1 con un liquido di raffreddamento 4, tipicamente acqua preferibilmente trattata per scambio termico.

[0036] Il manipolo 1, l'unità di generazione elettrica 2 e la porzione raffreddante 7 del circuito idraulico 3 hanno le stesse caratteristiche delle parti corrispondenti del dispositivo 100 di tecnica anteriore già descritto con riferimento alla figura 2, pertanto si evita di ripeterne la descrizione.

[0037] Come mostra la linea tratteggiata in figura 4, la porzione raffreddante 7 del circuito idraulico 3 può comprendere, oltre alla via di passaggio di raffreddamento 70 all'interno del manipolo 1, un elemento di scambio termico 71 disposto per asportare calore da determinati componenti dell'unità di generazione elettrica 2 che sono soggetti a surriscaldamento, in misura non compatibile con la loro funzionalità o integrità. È questo il caso, in particolare di un ponte a IGBT che può essere presente nell'unità di generazione elettrica 2.

[0038] Secondo l'invenzione, il circuito idraulico 3 ha una porzione raffreddata 6 che comprende una pluralità di n rami paralleli $6_1, 6_2, \dots, 6_n$, ovvero sezioni di raffreddamento disposte in parallelo tra loro, rispetto alla porzione raffreddante 7. I rami paralleli $6_1, 6_2, \dots, 6_n$ comprendono rispettivi serbatoi $60_1, 60_2, \dots, 60_n$ aventi sostanzialmente la medesima capacità, per cui la capacità complessiva della porzione raffreddata 6 del circuito idraulico 3 è suddivisa in parti sostanzialmente uguali tra i rami paralleli $6_1, 6_2, \dots, 6_n$.

[0039] I rami paralleli $6_1, 6_2, \dots, 6_n$ comprendono inoltre rispettivi sensori di temperatura $66_1, 66_2, \dots, 66_n$, preferibilmente montati sui serbatoi $60_1, 60_2, \dots, 60_n$, per rilevare e notificare rispettivi valori di temperatura $T_1, T_2, \dots, T_n$ del liquido di raffreddamento 4 contenuto nei serbatoi $60_1, 60_2, \dots, 60_n$. I sensori di temperatura $66_1, 66_2, \dots, 66_n$ sono vantaggiosamente associati a semplici indicatori di temperatura locali, non mostrati, visibili a un operatore che adopera il manipolo 1.

[0040] Sempre secondo l'invenzione, la porzione raffreddata 6 del circuito idraulico 3 comprende un gruppo valvolare di commutazione 8 configurato per porre selettivamente in comunicazione idraulica ciascuno dei rami

- paralleli $6_1, 6_2, \dots 6_n$ della porzione raffreddata 6 con la porzione raffreddante 7 del circuito idraulico 3. Più in dettaglio, nella forma realizzativa mostrata, il gruppo valvolare di commutazione 8 comprende una prima pluralità di valvole di intercettazione $68_1, 68_2, \dots 68_n$ in ingresso ai rispettivi serbatoi $60_1, 60_2, \dots 60_n$ e una seconda pluralità di valvole di intercettazione $69_1, 69_2, \dots 69_n$ in uscita dai rispettivi serbatoi $60_1, 60_2, \dots 60_n$. . Una valvola di ritegno 63 correda vantaggiosamente il circuito idraulico 3.
- 10 **[0041]** In tal modo, attraverso la pompa 65, già descritta con riferimento alla figura 2, è possibile porre in comunicazione idraulica uno qualsiasi dei rami paralleli 6_i , $i=1, 2 \dots n$ con la porzione raffreddante 7 del circuito idraulico 3, mantenendo esclusi gli altri rami 6_j , $j \neq i$,
15 dalla comunicazione idraulica con la porzione raffreddante 7. Pertanto, è possibile alimentare selettivamente la porzione raffreddante 7 con il liquido di raffreddamento 4 contenuto in uno solo dei serbatoi 60_i di un rispettivo ramo 6_i $i=1, 2 \dots n$.
- 20 **[0042]** In particolare, quando la temperatura T_i del liquido di raffreddamento 4 di un ramo 6_i correntemente attivo, cioè collegato idraulicamente con la porzione raffreddante 7 del circuito idraulico 3, eguaglia o supera una predeterminata temperatura massima T_{max} per effetto del
25 calore asportato dal manipolo 1, i sensori e gli indicatori di temperatura permettono a un operatore di commutare le valvole $68_1, 68_2, \dots 68_n$ e $69_1, 69_2, \dots 69_n$ del gruppo valvolare di commutazione 8 di intercettare il serbatoio 60_i /il ramo 6_i , cioè di escluderlo dalla comunicazione idraulica con la
30 porzione raffreddante 7, e di porre in comunicazione idraulica con la porzione raffreddante 7 un diverso serbatoio 60_j / un diverso ramo 6_j , $j \neq i$, in modo da alimentare la porzione raffreddante 7 con il liquido di

raffreddamento 4 di tale serbatoio 60_j che ha una temperatura T_j inferiore a T_i, e quindi inferiore alla temperatura massima T_{max}, in quanto non sottoposto, fino al momento della commutazione, al riscaldamento per effetto
5 del calore generato nel manipolo 1.

[0043] L'andamento della temperatura T del liquido di raffreddamento 4 che alimenta la porzione raffreddante 7 del circuito idraulico 3 è mostrato in figura 9. In tale figura, ciascuna curva mostra la temperatura T_i, T_j del
10 liquido di raffreddamento 4 di un dato serbatoio 60_i, 60_j, con tratto spesso quando tale liquido alimenta la sezione raffreddante 7 del circuito idraulico, e con tratto sottile quando tale liquido non alimenta la sezione raffreddante 7 del circuito idraulico. Gli istanti t₁, t₂...t₅ sono istanti
15 di commutazione in corrispondenza dei quali viene cambiato il ramo 6₁, 6₂, ... 6_n della porzione raffreddata 6 in comunicazione con la porzione raffreddante 7 del circuito idraulico 3. In particolare, il passaggio dall'alimentazione del liquido di raffreddamento
20 proveniente dal ramo 6_i al liquido di raffreddamento proveniente dal ramo 6_j è mostrato con riferimento all'istante di commutazione t₃.

[0044] Con riferimento nuovamente alla figura 5, la porzione raffreddata 6 del circuito idraulico 3 comprende
25 almeno uno scambiatore di calore 61 per asportare calore almeno dalla porzione di liquido di raffreddamento 4 che viene alimentata alla porzione raffreddante 7 del circuito idraulico 3. Lo scambiatore di calore 61 è rappresentato in figura 5 come uno scambiatore ad aria, comprendente un
30 radiatore 61' all'interno del quale viene fatto passare il liquido di raffreddamento 4, e un ventilatore o apparecchio equivalente 61" disposto per convogliare aria sulla superficie esterna del radiatore 61'. Tuttavia, è possibile

utilizzare anche scambiatori di tipo diverso, come scambiatori a tubi concentrici o a piastre, serviti da una corrente liquida fredda, per esempio acqua di pozzo.

[0045] Come mostrato in figura 6, un apparato 103, secondo un'altra forma realizzativa dell'invenzione, comprende un'unità di controllo 80 configurata per acquisire segnali di temperatura provenienti da trasmettitori di temperatura, non mostrati, associati ai sensori di temperatura $66_1, 66_2, \dots, 66_n$. Inoltre, quando il segnale di temperatura proveniente da un sensore 66_i del ramo attivo 6_i indica che la temperatura T_i del liquido di raffreddamento 4 è uguale o superiore alla temperatura massima T_{max} , l'unità di controllo 80 è configurata per aprire/chiudere opportune valvole del gruppo di commutazione 8 in modo da porre in comunicazione idraulica un diverso ramo 6_j , $j \neq i$, con la porzione raffreddante 7, e di escludere il ramo correntemente attivo 6_i da tale comunicazione idraulica.

[0046] L'apparato 103 permette di attuare in modo automatico l'avvicendamento dei rami $6_1, 6_2, 6_3, \dots, 6_n$, nella comunicazione idraulica con la porzione raffreddante 7 del circuito idraulico 3, cioè di attuare il metodo secondo l'invenzione, descritto più oltre. La caratteristica di questa forma realizzativa può essere estesa in modo ovvio alle altre forme realizzative descritte nel seguito ed esemplificate per esempio attraverso gli apparati 104 e 105 delle figure 7 e 8.

[0047] In varie forme realizzative, la porzione raffreddata del circuito idraulico comprende un numero di rami paralleli $6_1, 6_2, \dots, 6_n$ superiore a due, e il metodo prevede una fase di scelta del ramo 6_j , diverso dal ramo correntemente attivo 6_i , da commutare in ramo attivo, cioè da porre in comunicazione con la porzione raffreddante 7 del circuito idraulico 3 quando la temperatura T_i del

liquido di raffreddamento proveniente dal ramo correntemente attivo 6_i eguaglia o supera la temperatura massima T_{max} . In tal caso, l'unità di controllo è configurata per operare tale scelta, per esempio, eleggendo come nuovo
5 ramo attivo il ramo 6_j che contiene il liquido di raffreddamento alla temperatura più bassa tra i rami paralleli non attivi. Ciò permette di aumentare l'incremento di capacità refrigerante reso possibile dalla suddivisione della quantità di liquido di raffreddamento in più porzioni
10 e dal loro utilizzo in alternanza l'una all'altra.

[0048] In forme realizzative non rappresentate, i rami paralleli $6_1, 6_2, \dots 6_n$ comprendono, oltre ai serbatoi $60_1, 60_2, \dots 60_n$, rispettivi scambiatori di calore $61_1, 61_2, \dots 61_n$ per raffreddare il liquido di raffreddamento 4, e/o
15 rispettive pompe $65_1, 65_2, \dots 65_n$ per alimentare il liquido di raffreddamento 4 alla porzione raffreddante 7 del circuito idraulico 3. In particolare, in figura 7 è mostrato un apparato 104 in accordo con una forma realizzativa dell'invenzione, in cui i rami paralleli $6_1, 6_2, \dots 6_n$
20 comprendono sia gli scambiatori di calore $61_1, 61_2, \dots 61_n$ che le pompe $65_1, 65_2, \dots 65_n$.

[0049] In questi casi, le valvole di intercettazione $68_1, 68_2, \dots 68_n$ in ingresso ai rami $6_1, 6_2, \dots 6_n$ sono disposte a monte dei rispettivi scambiatori $61_1, 61_2, \dots 61_n$, e/o le valvole
25 di intercettazione $69_1, 69_2, \dots 69_n$ in uscita dai rami $6_1, 6_2, \dots 6_n$ sono disposte sulle tubazioni di mandata delle rispettive pompe $65_1, 65_2, \dots 65_n$.

[0050] La figura 8 si riferisce a un apparato 105, secondo un'ulteriore forma realizzativa dell'invenzione, in cui i
30 rami paralleli $6_1, 6_2$ della porzione raffreddata del circuito idraulico 3 comprendono rispettive tubazioni di riciclo tra il gruppo valvolare di commutazione 8, in questo caso tra rispettive valvole di intercettazione $67_1, 67_2$ disposte in

mandata alle pompe 65₁, 65₂ e gli ingressi dei rispettivi serbatoi 6₁, 6₂. Lungo le tubazioni di riciclo sono montati gli scambiatori di calore 61₁, 61₂, in particolare gli scambiatori di calore sono scambiatori di calore ad aria
5 forzata come già discusso.

[0051] In particolare, un'unità di controllo come l'unità di controllo 80 dell'apparato 103 di figura 6 può essere prevista anche nell'apparato 105 di figura 8, configurata inoltre, quando il segnale di temperatura 81_i indica che la
10 temperatura T_i del liquido di raffreddamento 4 alimentato dal ramo correntemente attivo 6_i eguaglia o supera la temperatura massima T_{max}, per azionare il gruppo valvolare di commutazione 8, in particolare per chiudere le valvole 68_i, 69_i e per aprire la valvola 67_i, in modo da porre in
15 comunicazione idraulica la rispettiva pompa 65_i del ramo precedentemente attivo con la tubazione di riciclo e quindi mantenere sotto raffreddamento forzato il liquido di raffreddamento 4 nello scambiatore di calore 61_i.

[0052] L'apparato 105 di figura 8 permette di mantenere
20 sotto raffreddamento il liquido di raffreddamento 4 dei rami paralleli 6₁, 6₂, ... 6_n anche quando questi non sono non attivi, cioè anche quando non sono collegati idraulicamente e non alimentano la porzione raffreddante 7 del circuito idraulico 3, in particolare in modo automatico, assistito dall'unità
25 di controllo 80 sopra descritta.

[0053] Tale obiettivo si può tuttavia raggiungere anche con un apparato, non mostrato, in cui gli scambiatori di calore 61₁, 61₂, ... 61_n sono realizzati integralmente ai serbatoi 60₁, 60₂, ... 60_n, nella forma di elementi di scambio
30 termico disposti all'interno o solidali alla parete dei serbatoi 60₁, 60₂, ... 60_n, quali serpentine di raffreddamento configurate per collegarsi a un circuito di acqua fredda

come acqua di pozzo, ove disponibile, non utilizzabile direttamente nel circuito idraulico 3 dell'apparato.

[0054] Nell'apparato 105 di figura 8, la porzione raffreddata 6 del circuito idraulico 3 comprende due soli
5 rami $6_1, 6_2$ per semplicità e chiarezza di rappresentazione. Tuttavia, tale forma realizzativa può essere estesa in modo ovvio al caso di un numero qualsiasi n di rami paralleli $6_1, 6_2, \dots 6_n$, come nelle forme realizzative precedentemente descritte con riferimento alle figure 4-7.

10 **[0055]** Con riferimento infine alla figura 10, viene descritto nel seguito un metodo per raffreddare un apparato riscaldatore a induzione.

[0056] Tale metodo prevede fasi preliminari di predisposizione 200 di un apparato di riscaldamento a
15 induzione come descritto con riferimento alle figure 5-8, di definizione 210 di una temperatura massima $T_{\max}$ del liquido di raffreddamento 4, di posizionamento 221 dell'almeno una spira induttrice cava 32 in prossimità del corpo metallico da riscaldare, non mostrato nelle figure, o viceversa, e di
20 connessione idraulica 222 di un solo ramo 6_i tra i rami paralleli $6_1, 6_2, \dots 6_n$ della porzione raffreddata 6 con la porzione raffreddante 7 del circuito di raffreddamento 3.

[0057] Una volta eseguite tali fasi preliminari 200, 210, 221, 222, è prevista una fase di attivazione 230 del
25 convogliamento del liquido di raffreddamento 4 nel circuito idraulico chiuso 3, più precisamente tra il ramo attivo 6_i e la porzione raffreddante 7 del circuito di raffreddamento 3, nonché una fase di attivazione 240 dell'alimentazione elettrica al circuito elettrico induttore 30, che dà inizio
30 a una fase 250 di riscaldamento del corpo metallico.

[0058] Durante tale fase di riscaldamento 250, una quantità di calore generata da correnti elettriche circolanti negli avvolgimenti del trasformatore 50, nella

spira induttrice 32 e negli altri conduttori del manipolo 1 viene almeno in parte asportata dal liquido di raffreddamento 4 circolante nella porzione raffreddante 7 del circuito di raffreddamento 3, assieme a una quantità di calore trasmessa dal corpo metallico riscaldato alla spira induttrice 32.

[0059] Sempre durante la fase di riscaldamento 250, a intervalli di tempo predefiniti, vengono eseguite ciclicamente fasi di lettura 251 della temperatura T_i del liquido di raffreddamento 4 contenuto nel ramo attivo 6_i , e di successivo confronto 252 del valore di temperatura T_i letto del liquido di raffreddamento 4 con la temperatura massima T_{max} definita nella fase preliminare 210. In base a tale confronto 252, se il valore di temperatura T_i letto del liquido di raffreddamento 4 risulta uguale o superiore alla temperatura massima T_{max} , il ciclo delle fasi di lettura 251 e confronto 252 viene interrotto, e viene eseguita una fase di commutazione 260 dal ramo correntemente attivo 6_i a un diverso ramo 6_j scelto tra i rami paralleli della porzione raffreddata 6 del circuito 3.

[0060] Sempre durante la fase di riscaldamento 250, a intervalli di tempo predefiniti, viene eseguita ciclicamente una fase di verifica 270 della presenza di una condizione di fine-riscaldamento, quale un segnale di fine riscaldamento generato da un interruttore di fine-riscaldamento 41 (figura 5), azionato dall'operatore che adopera il manipolo 1. Se viene rilevata una tale condizione di fine-riscaldamento, il relativo ciclo di verifica si interrompe e viene eseguita una fase di interruzione 280 dell'alimentazione elettrica ed eventualmente, preferibilmente dopo un tempo di ritardo predeterminato, una fase 290 di interruzione del convogliamento del liquido di raffreddamento 4 nel circuito

idraulico 3. Segue una fase di allontanamento tra detto corpo metallico e detta almeno una spira induttrice cava (32).

5 **[0061]** Come anticipato descrivendo le figure 5 e 6, le fasi di lettura 251, confronto 252 ed eventualmente commutazione 260 possono essere eseguite manualmente dall'operatore che adopera il manipolo 1, o da un'unità di controllo 80 in base a un segnale di temperatura proveniente da un sensore di temperatura 66_i e mediante un segnale di comando-commutazione che apre o chiude opportune valvole
10 del gruppo valvolare di commutazione 8.

15 **[0062]** La descrizione di cui sopra di alcune forme realizzative specifiche è in grado di mostrare l'invenzione dal punto di vista concettuale in modo che altri, utilizzando la tecnica nota, potranno modificare e/o
20 adattare in varie applicazioni tale forma realizzativa specifica senza ulteriori ricerche e senza allontanarsi dal concetto inventivo, e, quindi, si intende che tali adattamenti e modifiche saranno considerabili come equivalenti della forma realizzativa specifica. I mezzi e i materiali per realizzare le varie funzioni descritte potranno essere di varia natura senza per questo uscire dall'ambito dell'invenzione. Si intende che le espressioni o la terminologia utilizzate hanno scopo puramente descrittivo e, per questo, non limitativo.

RIVENDICAZIONI

1. Un apparato per riscaldare a induzione un corpo metallico, detto apparato comprendendo:
- un dispositivo impugnabile (1) da un operatore, comprendente:
 - una porzione d'impugnatura cava (10);
 - un supporto allungato (21) che si estende da detta porzione d'impugnatura cava (10);
 - un circuito elettrico induttore (30) comprendente almeno una spira induttrice cava (32) disposta in corrispondenza di una porzione di estremità di detto supporto allungato (21);
 - un trasformatore di corrente (50) disposto all'interno di detta porzione d'impugnatura cava (10) e connesso elettricamente con detto circuito elettrico induttore (30);
 - un'unità di generazione elettrica (2) connessa elettricamente a detto trasformatore di corrente (50), e configurata per alimentare una corrente alternata a detto circuito elettrico induttore (30) attraverso detto trasformatore di corrente (50);
 - un circuito idraulico (3) di un liquido di raffreddamento (4) comprendente:
 - una porzione raffreddante (7), definita internamente a detto manipolo (1), per raffreddare detta porzione d'impugnatura cava (10) e a detta almeno una spira induttrice cava (32);
 - una porzione raffreddata (6) avente una capacità (C) tale da contenere una predeterminata quantità di detto liquido di raffreddamento (4);

caratterizzato dal fatto che detta porzione raffreddata (6) di detto circuito idraulico (3) comprende una pluralità di rami paralleli ($6_1, 6_2, \dots 6_n$) l'uno all'altro, comprendenti rispettivi
5 serbatoi ($60_1, 60_2, \dots 60_n$),
che detta capacità (C) è suddivisa in parti sostanzialmente uguali tra detti serbatoi ($60_1, 60_2, \dots 60_n$),
che detti rami paralleli ($6_1, 6_2, \dots 6_n$) comprendono
10 rispettivi sensori di temperatura ($66_1, 66_2, \dots 66_n$) configurati per rilevare e notificare rispettivi valori di temperatura ($T_1, T_2, \dots T_n$) di detto liquido di raffreddamento (4) contenuto in detti serbatoi ($60_1, 60_2, \dots 60_n$),
15 **e che** detta porzione raffreddata (6) di detto circuito idraulico (3) comprende un gruppo valvolare di commutazione (8) configurato per porre selettivamente in comunicazione idraulica ciascuno di detti rami paralleli ($6_1, 6_2, \dots 6_n$) di detta porzione
20 raffreddata (6) con detta porzione raffreddante (7) di detto circuito idraulico (3),
in modo da poter alimentare selettivamente detta porzione raffreddante (7) di detto circuito idraulico (3) con detto liquido di raffreddamento
25 (4) proveniente da un diverso serbatoio (60_j) di detti serbatoi quando la temperatura (T_i) di detto liquido di raffreddamento (4) alimentato da un ramo ($61_i, i \neq j$) di detti rami paralleli correntemente in comunicazione idraulica con detta porzione
30 raffreddante (7) supera una temperatura massima (T_{max}) predeterminata.

2. L'apparato secondo la rivendicazione 1, comprendente inoltre un'unità di controllo (80) configurata per:

- acquisire un segnale di temperatura da detti sensori di temperatura ($66_1, 66_2, \dots, 66_n$), e
 - quando detto segnale di temperatura indica che detta temperatura (T_i) di detto liquido di raffreddamento (4) alimentato da un ramo attivo (61_i) di detti rami paralleli, correntemente in comunicazione idraulica con detta porzione raffreddante (7), supera detta temperatura massima (T_{max}), azionare detto gruppo valvolare di commutazione (8) in modo da porre in comunicazione idraulica un diverso ramo ($61_j, j \neq i$) di detti rami paralleli con detta porzione raffreddante (7) di detto circuito idraulico (3).
3. L'apparato secondo la rivendicazione 1, in cui detti rami paralleli ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) comprendono, oltre a detti rispettivi serbatoi ($60_1, 60_2, \dots, 60_n$), rispettivi scambiatori di calore ($61_1, 61_2, \dots, 61_n$) per raffreddare detto liquido di raffreddamento (4).
4. L'apparato secondo la rivendicazione 3, in cui ciascuno di detti serbatoi ($60_1, 60_2, \dots, 60_n$) e ciascuno di detti scambiatori di calore ($61_1, 61_2, \dots, 61_n$) di ciascun ramo di detti rami paralleli ($60_1, 60_2, \dots, 60_n$) sono disposti per mantenere sotto raffreddamento detto liquido di raffreddamento (4) mentre detto ciascun ramo non è in comunicazione idraulica con detta porzione raffreddante (7) di detto circuito idraulico (3).
5. L'apparato secondo la rivendicazione 1, in cui detti rami paralleli ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$) comprendono, oltre a detti rispettivi serbatoi ($60_1, 60_2, \dots, 60_n$), rispettive pompe ($65_1, 65_2, \dots, 65_n$) per alimentare detta porzione raffreddante (7) di detto circuito idraulico (3) con detto liquido di raffreddamento (4).

6. L'apparato secondo le rivendicazioni dalla 3 alla 5, in cui
- detti rami paralleli ($6_1, 6_2, \dots 6_n$) comprendono rispettive tubazioni di riciclo tra detto gruppo valvolare di commutazione (8) e ingressi di rispettivi detti serbatoi;
 - detti scambiatori di calore ($61_1, 61_2, \dots 61_n$) sono disposti lungo rispettive dette tubazioni di riciclo, in particolare detti scambiatori di calore ($61_1, 61_2, \dots 61_n$) sono scambiatori di calore ad aria forzata.
7. L'apparato secondo le rivendicazioni precedenti, in cui detta unità di controllo (80) è inoltre configurata, quando detto segnale di temperatura (81_i) indica che detta temperatura (T_i) di detto liquido di raffreddamento (4) alimentato da detto ramo attivo (61_i) di detti rami paralleli supera detta temperatura massima (T_{max}), per azionare detto gruppo valvolare di commutazione (8) in modo da porre in comunicazione idraulica una rispettiva di dette pompe ($65_1, 65_2, \dots 65_n$) di detto ramo attivo (6_i) con detta tubazione di riciclo, in modo da mantenere sotto raffreddamento detto liquido di raffreddamento (4) di ciascuno di detti rami mentre ciascuno di detti rami paralleli ($6_1, 6_2, \dots 6_n$) non è in comunicazione idraulica con detta porzione raffreddante (7) di detto circuito idraulico (3).
8. L'apparato secondo la rivendicazione 1, in cui detta porzione raffreddante (7) di detto circuito idraulico (3) comprende inoltre un elemento di scambio termico (71) di detta unità di generazione elettrica (2), in particolare, per mantenere la temperatura di un ponte a IGBT di detta unità di generazione elettrica (2) al di sotto di un valore di temperatura predeterminato.

9. Un metodo per il raffreddamento di un apparato per eseguire un procedimento di riscaldamento a induzione di un corpo metallico, detto procedimento comprendendo una fase (200) di predisposizione di un apparato
5 comprendente:

- un dispositivo impugnabile (1) da un operatore, comprendente:

- una porzione d'impugnatura cava (10);

10 - un supporto allungato (21) che si estende da detta porzione d'impugnatura cava (10);

- un circuito elettrico induttore (30) comprendente almeno una spira induttrice cava (32) disposta in corrispondenza di una porzione di estremità di detto supporto allungato (21);

15 - un trasformatore di corrente (50) disposto all'interno di detta porzione d'impugnatura cava (10) e connesso elettricamente con detto circuito elettrico induttore (30);

20 - un'unità di generazione elettrica (2) connessa elettricamente a detto trasformatore di corrente (50), e configurata per alimentare una corrente alternata a detto circuito elettrico induttore (30) attraverso detto trasformatore di corrente (50);

25 - un circuito idraulico (3) di un liquido di raffreddamento (4) comprendente:

- una porzione raffreddante (7), definita internamente a detto manipolo (1), per raffreddare detta porzione d'impugnatura cava (10) e a detta almeno una spira induttrice cava (32);

30 - una porzione raffreddata (6) avente una capacità (C) tale da contenere una predeterminata quantità di detto liquido di raffreddamento (4);

in cui detta porzione raffreddata (6) di detto circuito idraulico (3) comprende una pluralità di rami paralleli ($6_1, 6_2, \dots 6_n$) l'uno all'altro, comprendenti rispettivi serbatoi ($60_1, 60_2, \dots 60_n$),
5 in cui detta capacità (C) è suddivisa in parti sostanzialmente uguali tra detti serbatoi ($60_1, 60_2, \dots 60_n$),

detto procedimento di riscaldamento comprendendo inoltre fasi di:

- 10 - definizione (210) di una temperatura massima ($T_{\max}$) di detto liquido di raffreddamento (4);
- posizionamento (221) di detto corpo metallico e di detta almeno una spira induttrice cava (32) in prossimità tra di loro;
- 15 - connessione idraulica (222) di un solo ramo (6_i) di detta porzione raffreddata (6) con detta porzione raffreddante (7) di detto circuito di raffreddamento (3), detto ramo connesso essendo un ramo attivo di detta porzione raffreddata (6);
- 20 - attivazione (230) di un convogliamento di detto liquido di raffreddamento in circuito chiuso tra detto ramo attivo (6_i) e detta porzione raffreddante (7) di detto circuito di raffreddamento (3);
- attivazione (240) di un'alimentazione elettrica di
25 detto circuito elettrico induttore (30), in cui una quantità di calore generata da correnti elettriche circolanti in avvolgimenti di detto trasformatore (50) e in detta spira induttrice (32), e una quantità di calore trasmessa da detto corpo metallico
30 riscaldato a detta spira induttrice (32) viene almeno in parte asportata da detto liquido di raffreddamento (1) circolante in detta porzione raffreddante (7) di detto circuito di raffreddamento (3);

in modo da realizzare una fase di riscaldamento (250) di detto corpo metallico,

in detto metodo per il raffreddamento, durante detta fase di riscaldamento di detto corpo metallico, a intervalli di tempo predeterminati, essendo previste fasi di:

- lettura (251) di un valore di temperatura (T_i) di detto liquido di raffreddamento (4) contenuto in detto ramo attivo (6_i);
- confronto (252) di detto valore di temperatura (T_i) letto di detto liquido di raffreddamento (4) con detta temperatura massima (T_{max});
- se detto valore di temperatura (T_i) letto di detto liquido di raffreddamento (4) è uguale o superiore a detta temperatura massima (T_{max}),
- commutazione (260) di detto ramo attivo (6_i) su un diverso ramo (6_j) tra detti rami paralleli di detta porzione raffreddata (6) di detto circuito (3)

in cui è inoltre prevista una fase di

- verifica (270) di presenza di una condizione di fine-riscaldamento;
in presenza di detta condizione di fine-riscaldamento,
- interruzione (280) di detta fase di alimentazione elettrica (240);
- allontanamento tra detto corpo metallico e detta almeno una spira induttrice cava (32).

Fig. 1
tecnica anteriore

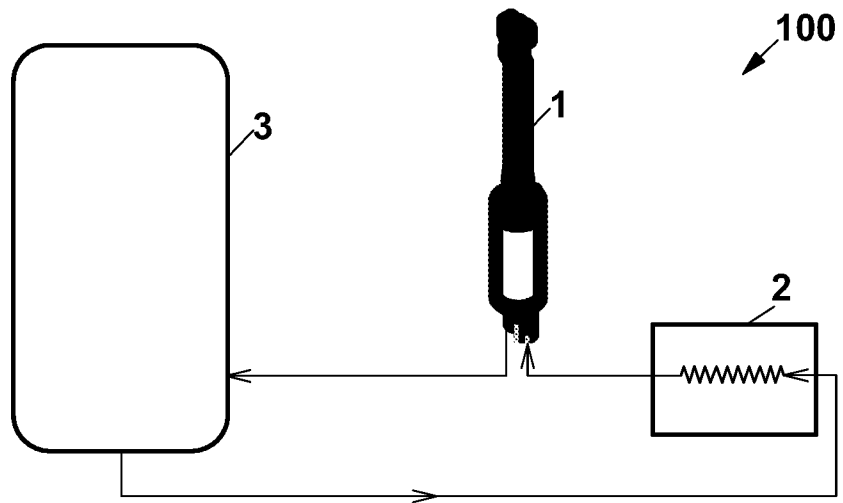


Fig. 2
tecnica anteriore

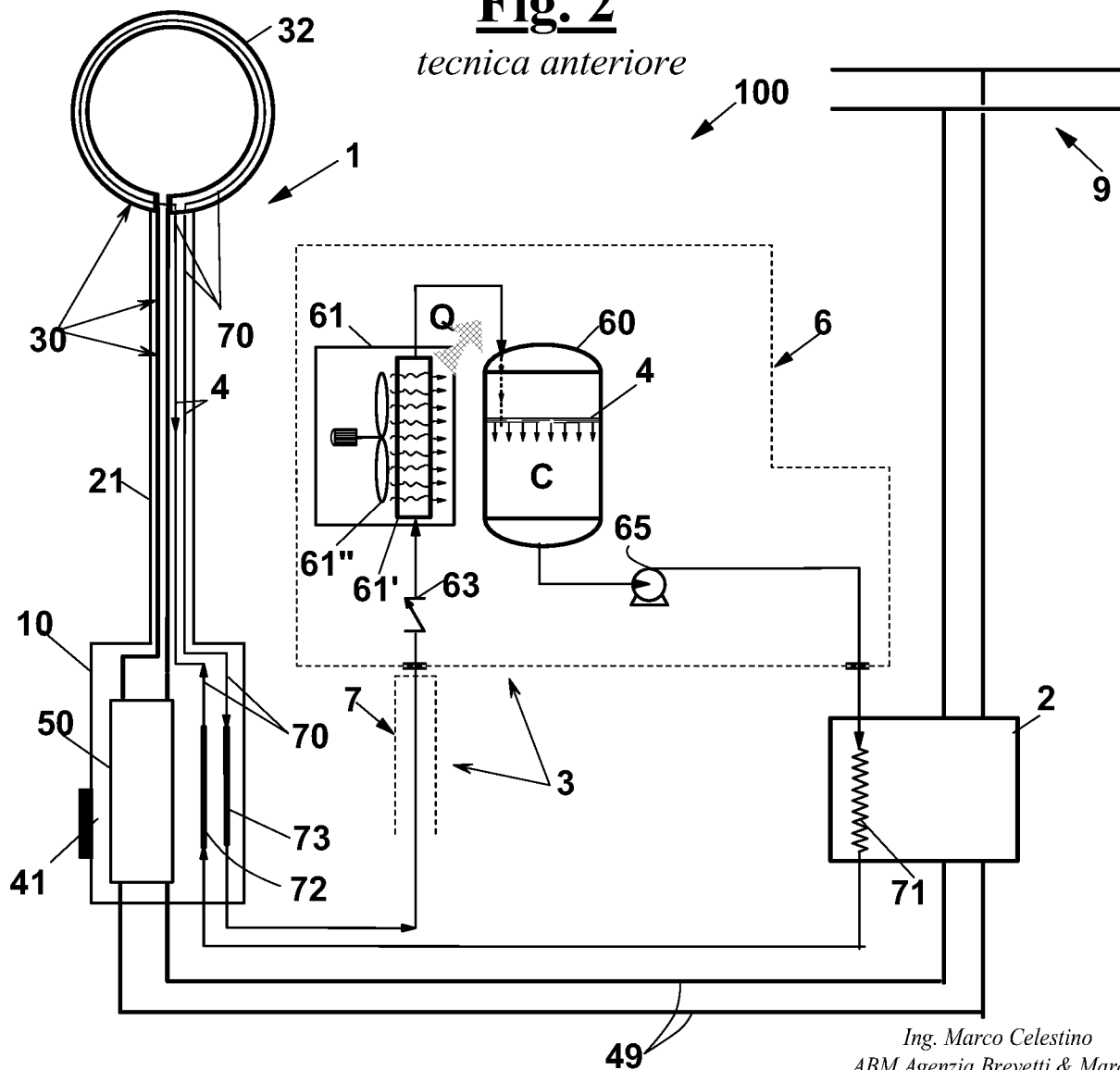
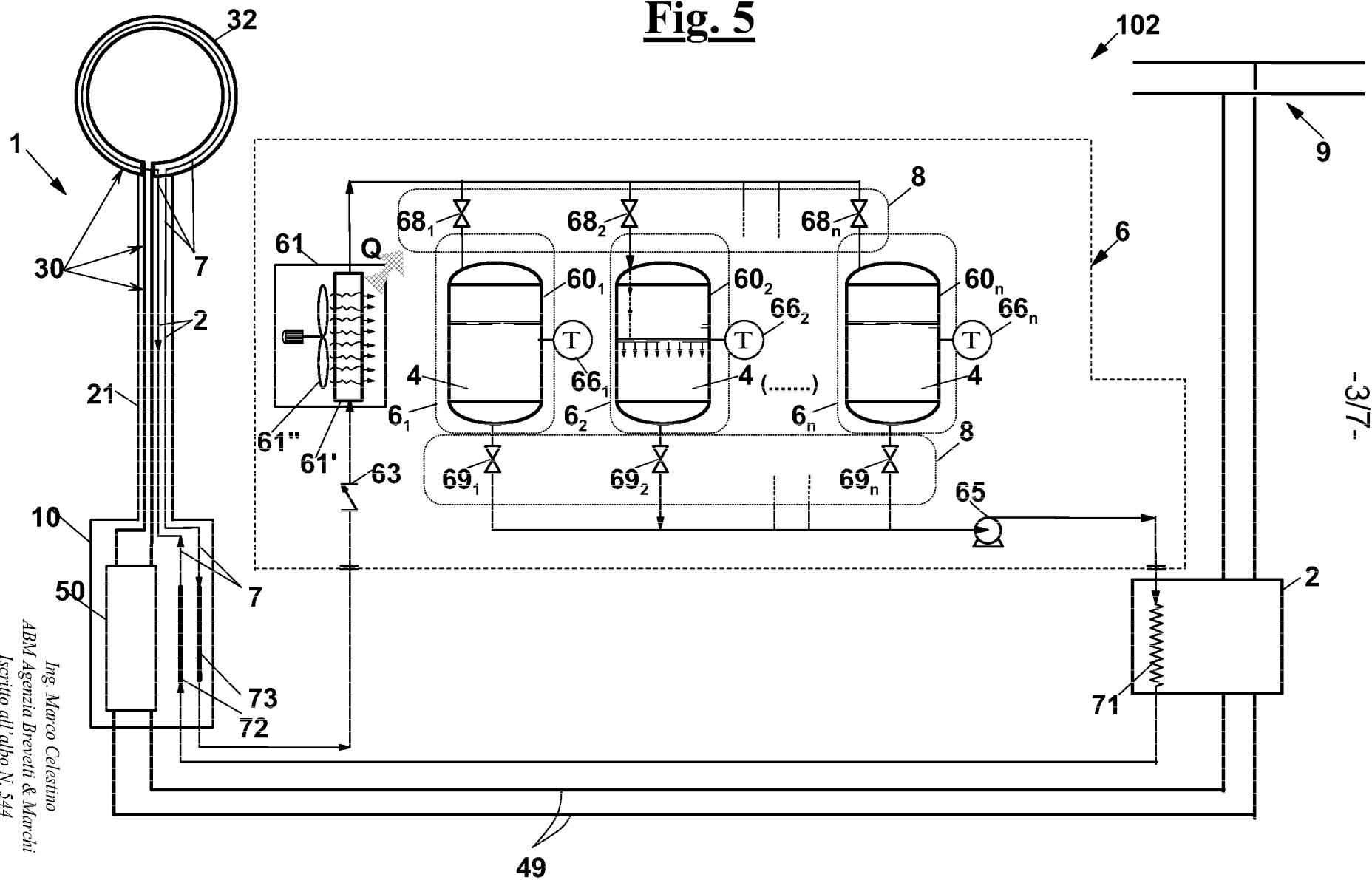
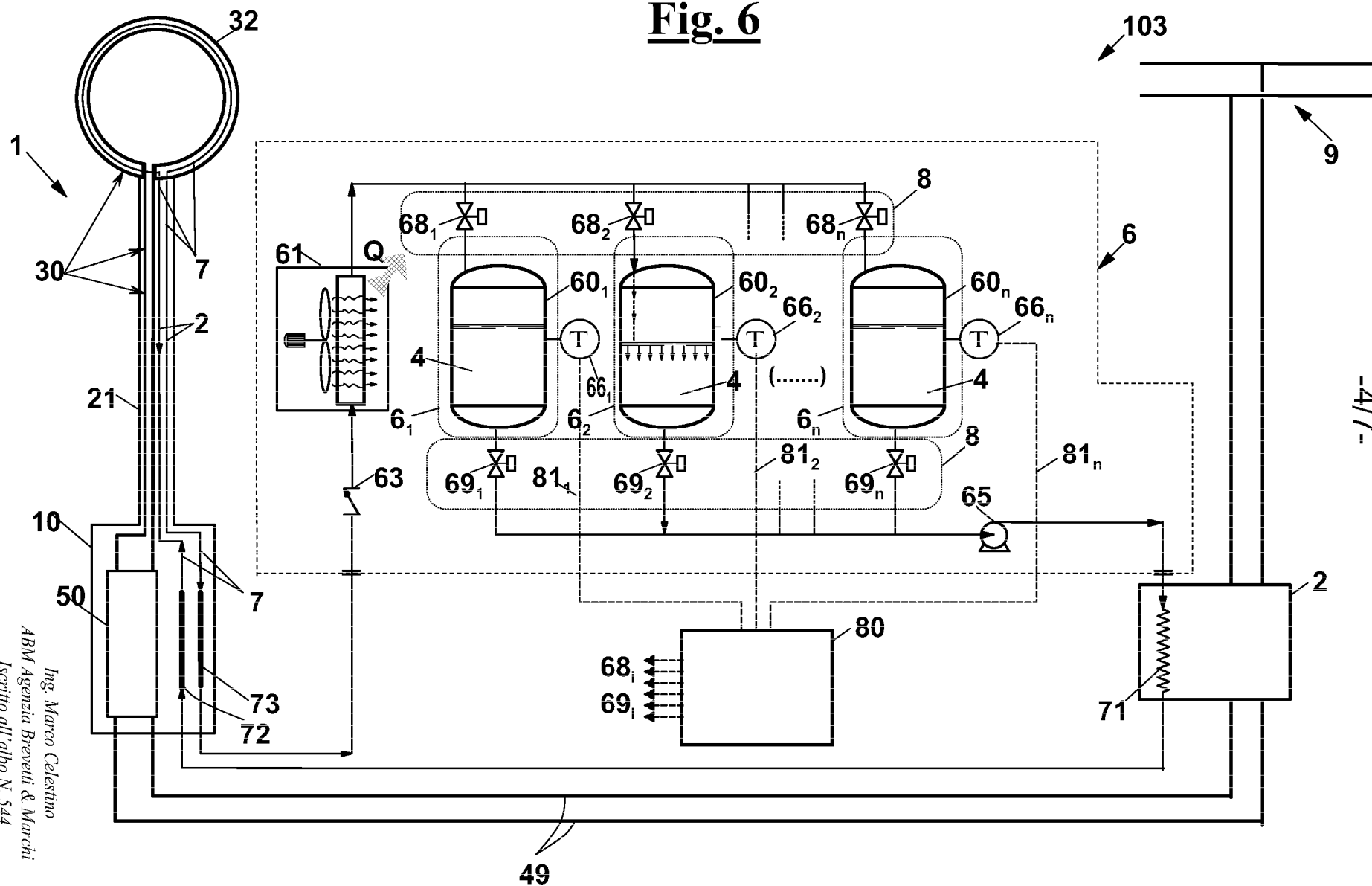


Fig. 5



-3/7-

Fig. 6



-4/7-

Fig. 7

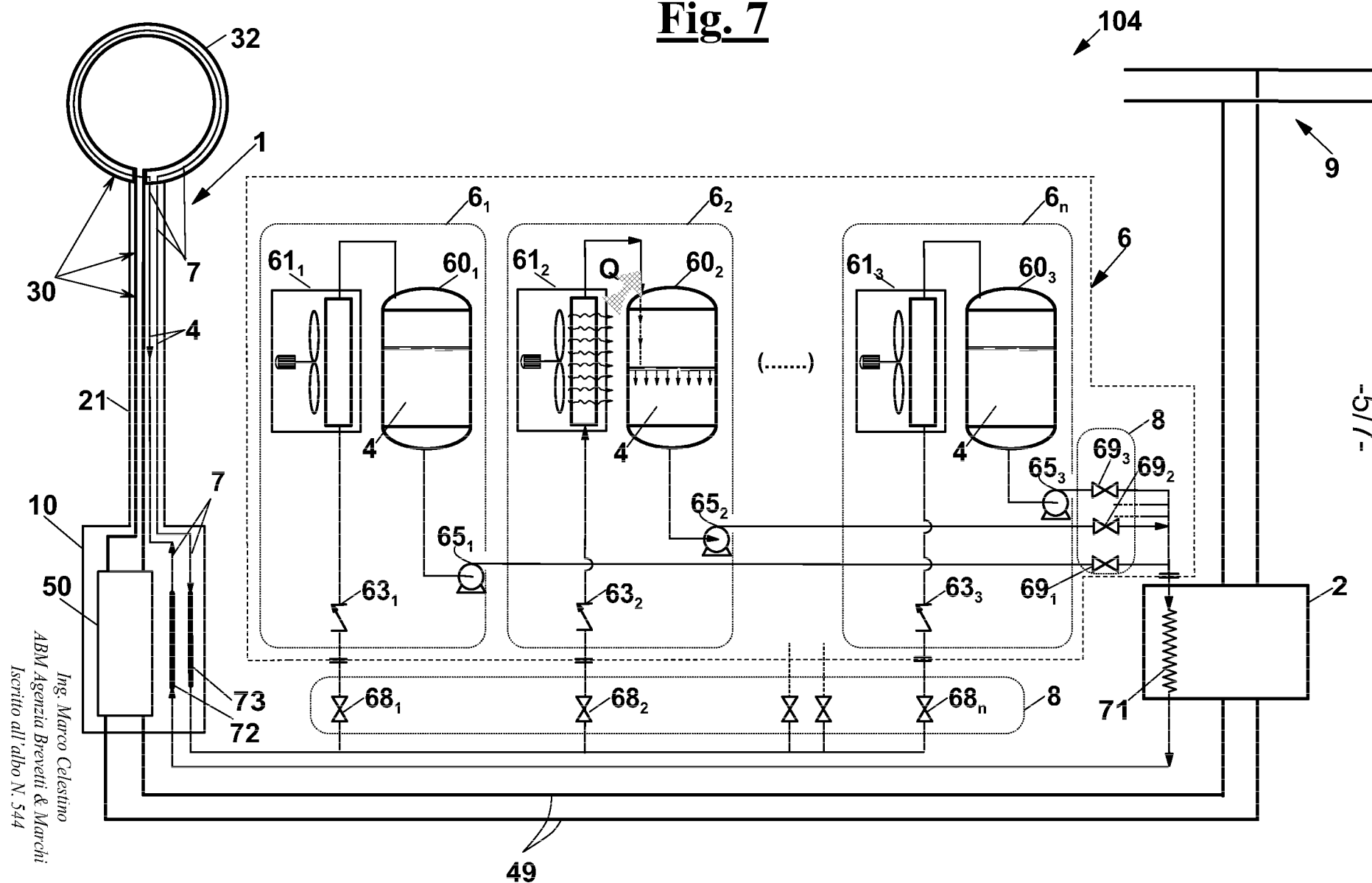


Fig. 8

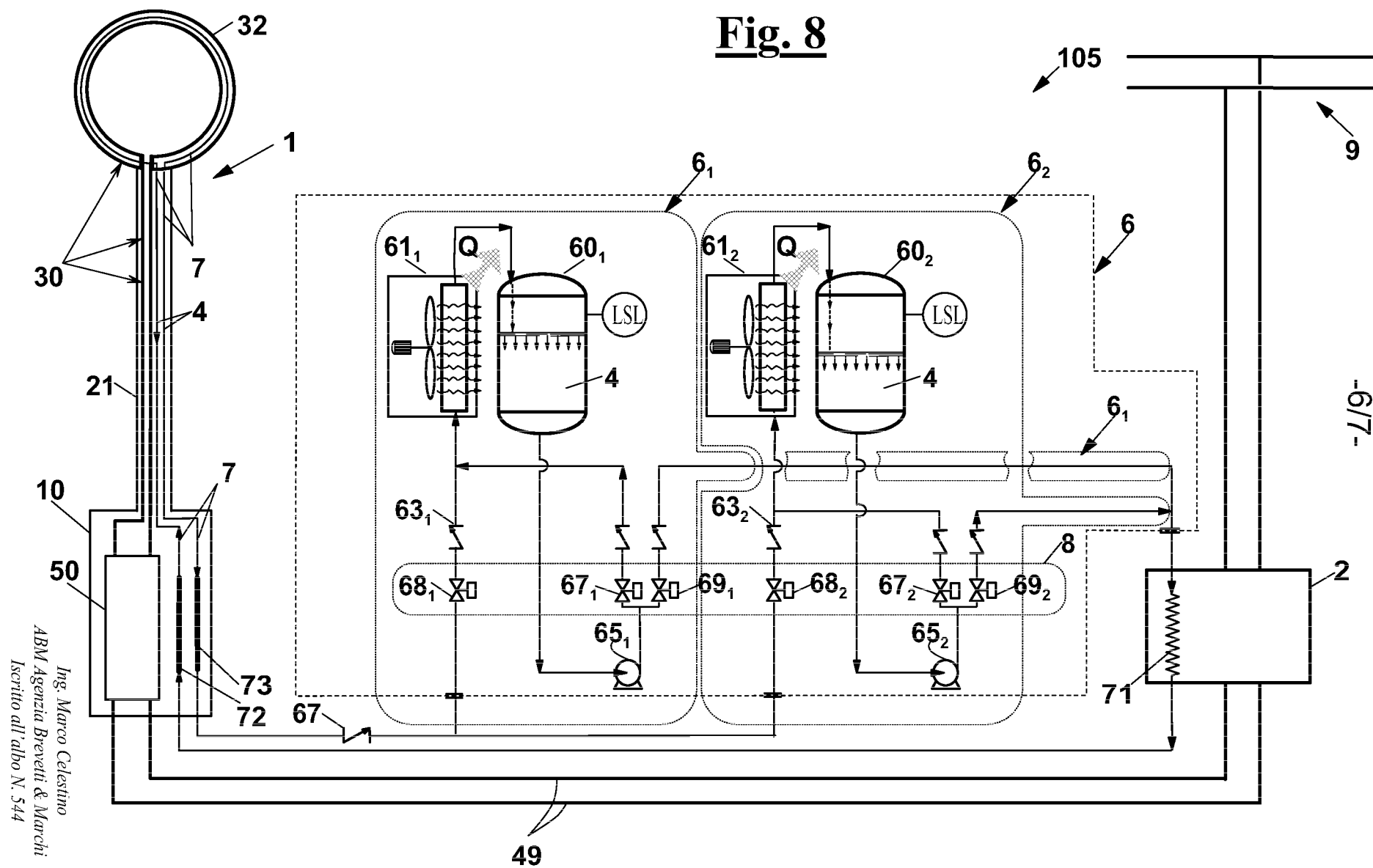


Fig. 9

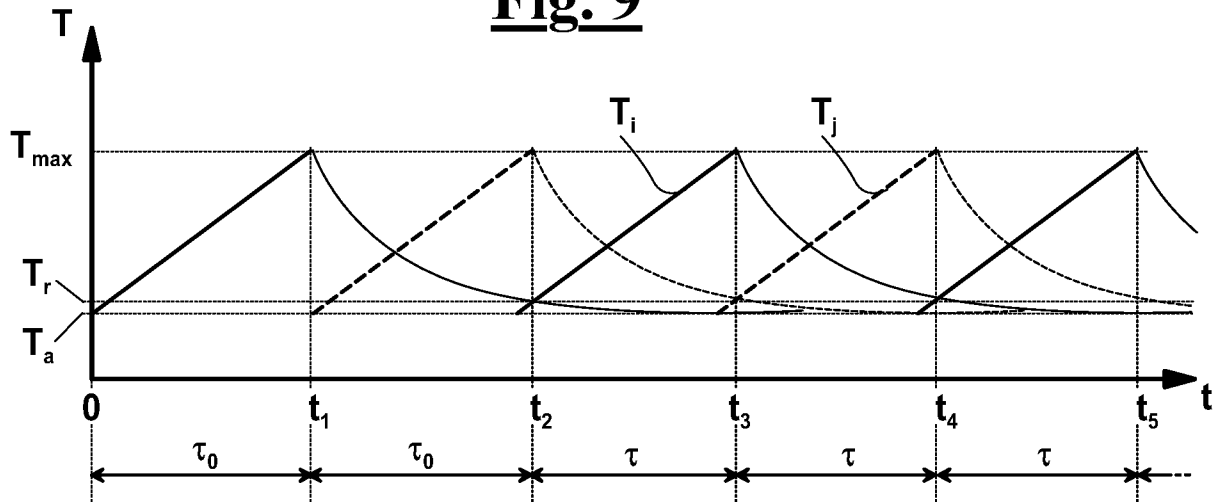


Fig. 10

