

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901992075A1

Publication Date

20130428

Applicant

ROSATI FRATELLI S.R.L.

Title

VENTOLA A GEOMETRIA VARIABILE E METODO PER IL SUO CONTROLLO.

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Ventola a geometria variabile e metodo per il suo controllo"

di: Rosati Fratelli S.r.l., nazionalità italiana, Via Torino, 272 - 10040 Leinì (TO)

Inventori designati: Guido ROSATI, Mattia MERLIN

Depositata il: 28 ottobre 2011

TESTO DELLA DESCRIZIONE

Campo dell'invenzione

La presente invenzione si riferisce alle ventole di raffreddamento, particolarmente seppure non esclusivamente per il raffreddamento del liquido lubrificante di motori a combustione interna di veicoli industriali e simili.

Siffatte ventole comprendono tradizionalmente un mozzo rotante recante una corona di pale: allo scopo di regolare il flusso d'aria generato nell'uso dalla ventola, così da garantire condizioni ottimali di raffreddamento, è noto di modificare la configurazione geometrica delle pale.

Stato della tecnica anteriore

La domanda di brevetto europeo EP-2078865A2 a nome della stessa Richiedente descrive una ventola a geometria variabile in cui la configurazione delle pale viene variata con l'impiego di un materiale a memoria di forma. Più in particolare, ciascuna pala della ventola presenta una struttura elasticamente deformabile incorporante almeno una lamina di una lega metallica a memoria di forma atta ad essere riscaldata per modificare il profilo della pala e regolare quindi il flusso d'aria prodotto dalla ventola, anche mantenendone inalterata la velocità di rotazione. Il riscaldamento delle lamine di lega a memoria di forma viene realizzato per effetto Joule, ovvero tramite

l'alimentazione di corrente elettrica opportunamente controllata attraverso le lamine stesse.

Questa soluzione, per quanto del tutto soddisfacente ed efficace, in talune applicazioni potrebbe essere migliorata ulteriormente in termini di rapidità e prontezza di variazione della geometria, in particolare per ciò che riguarda il ripristino della configurazione di partenza delle pale, cioè quella precedente il riscaldamento delle lamine a memoria di forma.

Sintesi dell'invenzione

Secondo l'invenzione questo scopo viene conseguito tramite una ventola a geometria variabile del tipo definito nella parte pre-caratterizzante della rivendicazione 1, la cui caratteristica peculiare risiede nel fatto che i mezzi di controllo per applicare energia termica alle lamine di lega a memoria di forma delle pale, così da variarne la geometria, includono un circuito di circolazione di un fluido termico attraverso canalizzazioni interne di ciascuna pala.

Secondo l'invenzione il circuito di circolazione include una prima linea di mandata e ritorno di un liquido caldo, una seconda linea di mandata e ritorno di un liquido freddo, e rispettive elettrovalvole pilotate da un'unità elettronica di controllo in funzione della temperatura del liquido lubrificante del motore a cui la ventola è destinata ad essere operativamente associata.

L'unità elettronica di controllo può essere programmata in modo da pilotare le due elettrovalvole secondo logiche diverse in funzione delle necessità di impiego della ventola.

L'invenzione ha pure per oggetto un metodo per il controllo della geometria delle pale della ventola a

geometria variabile.

Breve descrizione dei disegni

L'invenzione verrà ora descritta dettagliatamente con riferimento ai disegni annessi, forniti a puro titolo di esempio non limitativo, nei quali:

- la figura 1 è una vista prospettica schematica di una ventola a geometria variabile secondo l'invenzione,
- la figura 2 mostra lo schema elettro-idraulico del sistema di controllo della ventola,
- la figura 3 mostra in maggiore scala un dettaglio della figura 1,
- le figure 4 e 5 sono due viste prospettiche che mostrano rispettivi componenti della figura 3,
- la figura 6 è una vista schematica in prospettiva frontale di una delle pale della ventola,
- la figura 7 è una vista in sezione ed in maggiore scala secondo la linea VII-VII della figura 6,
- la figura 8 è una vista prospettica sezionata ed in maggiore scala secondo linea VIII-VIII della figura 3,
- la figura 9 mostra una variante della figura 8, e
- le figure 10, 11 e 12 sono tre diagrammi di flusso che esemplificano rispettive diverse logiche operative del sistema di controllo della ventola secondo l'invenzione.

Descrizione dettagliata dell'invenzione

Riferendosi inizialmente alla figura 1, la ventola a geometria variabile secondo l'invenzione, utilizzabile ad esempio per il raffreddamento del liquido lubrificante del motore a combustione interna di un veicolo industriale, comprende in modo generalmente per sé noto un mozzo 1 predisposto per essere comandato in rotazione con modalità usuali e sulla cui periferia è calettata una corona di pale 2.

Ciascuna pala 2 è costituita da un corpo elasticamente deformabile incorporante una o più lamine di una lega a memoria di forma, generalmente secondo quanto descritto ed illustrato nella già citata domanda di brevetto europeo EP-2078865A2.

In dettaglio, ogni pala 2 è sagomata con profili specifici opportunamente studiati in vista di massimizzare l'efficienza fluidodinamica, e consiste in una matrice in lastra polimerica termoindurente o termoplastica, eventualmente rinforzata con fibre. La soluzione che sembra attualmente essere più promettente dal punto di vista industriale prevede l'impiego di un materiale termoplastico, ad esempio nylon, e tecniche di fabbricazione di stampaggio ad iniezione. Più in particolare, ciascuna pala 2 può essere realizzata nel modo schematicamente rappresentato nella figura 7, con due semigusci distinti 3, 4 formati con rispettivi canali 5, 6. I due semigusci 3, 4 sono quindi fra loro accoppiati permanentemente tramite incastri 7, 8 (e/o incollaggio oppure altri sistemi equivalenti), in modo tale per cui i due canali 5, 6 risultano fra loro affacciati così da definire un condotto o canalizzazione interna 9. Tale canalizzazione 9, il cui percorso può essere ad esempio quello schematizzato con linea a tratti nella figura 6, definisce un circuito di circolazione di un fluido termico di cui si dirà nel seguito.

Riferendosi ancora alla figura 7, la tenuta ermetica della canalizzazione 9 è garantita da guarnizioni 10, ad esempio di materiale siliconico, inserite entro corrispondenti recessi affacciati dei due semi gusci 3, 4.

All'interno della canalizzazione 9, lungo il suo intero percorso o più convenientemente solo in

corrispondenza di alcuni tratti (ad esempio in numero di tre nel modo rappresentato nella figura 6) sono disposte lamine 11 di una lega metallica a memoria di forma. Tipicamente le lamine 11 sono di una lega a base di NiTi, e sono serrate fra i semigusci 3, 4 lungo la mezzeria della canalizzazione 11. In questo modo le facce opposte di ciascuna lamina 11 rivolte rispettivamente verso il canale 5 e verso il canale 6, nel modo rappresentato nella figura 7, possono essere entrambe lambite dal fluido termico circolante lungo la canalizzazione 9.

La canalizzazione 9 di ciascuna pala 2 è collegata ad un raccordo tubolare 12, ad esempio avvitato sulla periferia del mozzo 1 ed in comunicazione con un collettore o distributore radiale, indicato schematicamente con 13 nella figura 2, disposto all'interno del mozzo 1 stesso.

Il distributore radiale 13 comunica con un condotto di ingresso 14 e con un condotto di uscita 15 disposti l'uno entro l'altro coassialmente al mozzo 1 e girevoli insieme con esso. Come è illustrato in dettaglio nelle figure 4, 5 e 8 il condotto di ingresso 14 ed il condotto di uscita 15 sono accoppiati in modo girevole a rispettivi raccordi tubolari stazionari 16, 17 disposti radialmente al mozzo e a loro volta comunicanti con un doppio circuito idraulico, schematizzato nella figura 2 ed indicato nel suo insieme con 18.

La tenuta ermetica fra ciascun condotto girevole 14, 15 ed il corrispondente raccordo stazionario 16, 17 è realizzata mediante rispettive flange anulari 19, 20 e 21, 22 in reciproco contatto strisciante, che può essere diretto (nel modo rappresentato nella figura 8) oppure può prevedere l'impiego di cuscinetti anulari a strisciamento 23, 24 interposti tra le flange 19, 20 e 21, 22 (nel modo

rappresentato nella figura 9).

Riferendosi ora alla figura 2, il doppio circuito idraulico 18 include una prima linea di mandata 25 ed una prima linea di ritorno 26 per la circolazione, tramite una pompa 27, di un liquido caldo proveniente da un serbatoio 28, ed una seconda linea di mandata 29 ed una seconda linea di ritorno 30 per la circolazione, tramite una pompa 31, di un liquido freddo proveniente da un serbatoio 35.

Il liquido caldo e il liquido freddo possono essere vantaggiosamente costituiti dallo stesso liquido o glicole refrigerante del motore a combustione al quale la ventola secondo l'invenzione è destinata ad essere operativamente associata. In particolare il liquido caldo del serbatoio 28 potrà consistere in una certa quantità del glicole refrigerante spillato prima del suo ingresso nel relativo radiatore di raffreddamento, mentre il liquido freddo del serbatoio 35 potrà essere lo stesso refrigerante in uscita dal radiatore. In alternativa il liquido freddo potrà provenire da un autonomo circuito distinto da quello del glicole di raffreddamento del motore, così come anche il liquido caldo potrà essere alimentato da un circuito autonomo.

Con 32 e 33 sono indicate due elettrovalvole a tre vie che controllano la comunicazione fra la prima linea di mandata 25 e la prima linea di ritorno 26 da una parte, e fra la seconda linea di mandata 29 e la seconda linea di ritorno 30 dall'altra, con i condotti di ingresso stazionario 16 e rotante 14 e con i condotti di uscita stazionario 17 e rotante 15 a loro volta collegati, nel modo chiarito in precedenza, con le canalizzazioni 9 delle pale 2 incorporanti le lamine 11 a memoria di forma.

Le elettrovalvole 32, 33 sono operativamente collegate

ad una centralina elettronica di controllo 34 che provvede al loro pilotaggio, in funzione della temperatura del liquido lubrificante del motore esposto al flusso generato dalla ventola, secondo diverse logiche selettivamente modificabili attraverso la sua programmazione. Per il rilevamento della temperatura del lubrificante del motore è previsto un trasduttore di tipo convenzionale, non illustrato nei disegni, connesso all'unità di controllo 34.

Tre esempi di possibili logiche di controllo saranno ora descritti con riferimento ai diagrammi di flusso delle figure 10, 11 e 12.

La logica di controllo esemplificata nella figura 10 è del tipo acceso/spento: l'attivazione delle lamine a memoria di forma 11 è connessa alla deformazione massima realizzabile per una data disposizione delle lamine stesse. Il parametro che determina la circolazione del glicole caldo/freddo è ovviamente la temperatura dell'olio lubrificante rilevata all'interno del motore. Se la temperatura rilevata supera un valore di soglia superiore (ad esempio 80°C), fissato in fase di collaudo, l'unità elettronica di controllo 34 aziona le elettrovalvole 32 e 33 in modo da aprire la comunicazione fra il circuito caldo (prima linea di mandata 25, prima linea di ritorno 26) e le canalizzazioni 9 delle pale 2, attraverso i condotti di ingresso 16, 14 ed i condotti d'uscita 15, 17. Il glicole, che si trova già alla temperatura necessaria per garantire la deformazione massima del profilo palare, circola così nelle canalizzazioni 9. Una volta abbassata la temperatura del lubrificante, ad un valore di soglia inferiore stabilito anch'esso in sede di collaudo (ad esempio 75°C), l'unità di controllo 34 interrompe l'invio del liquido caldo ed apre la comunicazione fra il circuito del liquido

freddo (seconda linea di mandata 29, seconda linea di ritorno 30) e le canalizzazioni 9, fino a riportare la geometria palare alla configurazione iniziale, per effetto del ritorno delle lamine a memoria di forma 11 nella posizione di partenza. Ciò si realizza in modo più rapido ed efficiente rispetto al caso di un raffreddamento naturale, ovvero non forzato, delle lamine 11.

La deformazione imposta sarà pari alla deformazione massima conseguibile, in relazione alle dimensioni della ventola e per una data distribuzione delle lamine a memoria di forma 11 all'interno di ciascuna pala 2. Fissati questi parametri operativi è possibile definire la temperatura del glicole caldo in grado di assicurare la deformazione massima attesa.

La seconda logica di controllo, operata secondo il diagramma di flusso della figura 11, è invece di tipo modulare: in sede di collaudo vengono determinate tutte le variabili che permettono di operare la deformazione del profilo palare sino al grado di deformazione richiesto. Per una data disposizione geometrica delle lamine a memoria di forma 11 la prima decisione riguarda il grado di deformazione atteso: questa scelta è strettamente connessa con la curva di prestazione della ventola e con la tipologia del motore a cui essa è associato. Una volta fissati questi tre parametri è possibile ricavare il punto di funzionamento del sistema e quindi la temperatura del glicole che deve essere raggiunta per garantire la deformazione attesa. Ne deriva ad esempio che in presenza di ventole di modeste dimensioni la temperatura del glicole e in grado di attivare le lamine memoria di forma 11 sarà più contenuta rispetto al caso di ventole con dimensioni maggiori.

Anche in questo caso l'attivazione delle lamine a memoria di forma 11 è comandata in funzione della temperatura rilevata del lubrificante del motore. Tuttavia, a differenza della logica precedente, si può decidere in sede di collaudo il grado di deformazione con il quale operare. La scelta di non sfruttare la deformazione massima delle lamine a memoria di forma 11, e quindi delle pale 2, si traduce in un risparmio energetico derivante da una minore temperatura del glicole in ingresso, ed in una maggiore vita a fatica della ventola che non viene utilizzata al massimo delle potenzialità.

Anche con la logica di controllo definita dal diagramma di flusso della figura 11 la temperatura di soglia superiore del lubrificante oltre la quale si verifica l'attivazione delle lamine a memoria di forma 11 è assunta pari a 80°C , e quella inferiore a 75°C .

La terza logica di controllo esemplificata dal diagramma di flusso della figura 12 è anch'essa di tipo modulare, come la precedente, ma le decisioni in collaudo riguardano, oltre al grado di deformazione atteso, anche il tempo t_1 necessario per completare la deformazione, e quindi la diminuzione della temperatura dell'olio. Le tempistiche di raffreddamento sono poi valutate in relazione ad un parametro di sicurezza Δt , anch'esso stabilito in fase di collaudo. Una volta individuate, come in precedenza, la curva di prestazione della ventola e la tipologia del motore a cui essa è associato è possibile definire il punto di funzionamento del sistema e quindi la temperatura T_G del glicole da raggiungere per garantire la deformazione attesa.

L'attivazione è sempre determinata dalla misura della temperatura dell'olio lubrificante del motore, ma entrano

in gioco le tempistiche fissate in fase di collaudo. Si consideri, per semplicità, un esempio numerico: si assuma t_1 pari a 120 secondi, Δt pari a 50 secondi. Quando la temperatura dell'olio rilevata è superiore agli 80°C assunti come valore limite superiore, viene attivata la circolazione del glicole caldo.

Trascorso un tempo inferiore a $t_1 - \Delta t$, si possono presentare due condizioni:

- se la temperatura dell'olio è scesa sotto il valore massimo, significa che la deformazione raggiunta ha già determinato l'effetto di diminuire la temperatura, ed è quindi possibile attivare il circuito del glicole freddo e quindi completare il ciclo di attivazione;

- se la temperatura dell'olio è ancora superiore al valore di soglia, posto che vi sono ancora 70 secondi utili per diminuire la temperatura, è sufficiente prolungare la circolazione del glicole a T_G .

Se invece è trascorso un tempo uguale o superiore a $t_1 - \Delta t$ e la temperatura del glicole è ancora al di sopra dei 75°C di soglia, un riscaldatore provvede a riscaldare ulteriormente il glicole al di sopra di T_G in modo tale da aumentare il livello di deformazione del profilo palare e consentire di rientrare nel valore di soglia entro il tempo prefissato.

In questo modo è possibile garantire una deformazione modulare del profilo palare rispettando le tempistiche impostate in fase di collaudo. È importante in tal caso sottolineare i vantaggi in termini di risparmio energetico, grazie al fatto che la temperatura del glicole viene portata sopra T_G solo quando necessario. Inoltre si consegue una maggiore vita di esercizio della ventola, che non viene utilizzata al massimo delle sue potenzialità.

Infine, questa terza logica di controllo può essere vista in relazione alle differenti condizioni ambientali con le quali si troverà ad operare la ventola in esercizio. Ad esempio, nel caso di lavoro a basse temperature invernali, le condizioni potrebbero essere tali da non richiedere il riscaldamento del glicole ad una temperatura $T > T_G$ limitando così la potenza assorbita.

Naturalmente, fermo restando il principio inventivo, i particolari di costruzione e le forme di realizzazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto descritto ed illustrato, senza per questo uscire dall'ambito dell'invenzione così come definita nelle rivendicazioni che seguono.

RIVENDICAZIONI

1. Ventola a geometria variabile, particolarmente per il raffreddamento del liquido lubrificante di un motore a combustione interna, comprendente un mozzo rotante (1) recante una corona di pale (2) aventi ciascuna una struttura elasticamente deformabile incorporante almeno una lamina di una lega a memoria di forma (11), e mezzi di controllo (9, 18, 34) per applicare energia termica a detta almeno una lamina (11) in modo da variare la geometria della pala (2), caratterizzata dal fatto che detti mezzi di controllo includono un circuito di circolazione (18) di un fluido termico attraverso canalizzazioni interne (9) di ciascuna pala (2).

2. Ventola secondo la rivendicazione 1, caratterizzata dal fatto che detto circuito di circolazione (18) include una prima linea di mandata (25) ed una prima linea di ritorno (26) di un liquido caldo, una seconda linea di mandata (29) e una seconda linea di ritorno (30) di un liquido freddo, mezzi elettrovalvolari (32, 33) per aprire e rispettivamente chiudere la comunicazione fra dette canalizzazioni (9) e dette prime linee (25, 26) o dette seconde linee (29, 30), ed un'unità elettronica di controllo (34) connessa operativamente a dette elettrovalvole (32, 33).

3. Ventola secondo la rivendicazione 2, caratterizzata dal fatto che detta unità elettronica di controllo (34) è configurata per pilotare l'apertura e la chiusura di detti mezzi elettrovalvolari (32, 33) in funzione della temperatura del liquido lubrificante del motore.

4. Ventola secondo la rivendicazione 3, caratterizzata dal fatto che detta unità elettronica di controllo (34) è configurata per operare secondo logiche selettivamente

modificabili.

5. Ventola secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che detta almeno una lamina a memoria di forma (11) è disposta lungo dette canalizzazioni interne (9) della pala (2).

6. Ventola secondo la rivendicazione 5, caratterizzata dal fatto che detta almeno una lamina a memoria di forma (11) è esposta in detta canalizzazione interna (9) su entrambe le sue facce.

7. Ventola secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che il mozzo (1) presenta un distributore radiale (13) comunicante con le canalizzazioni interne (9) delle pale (2) e collegato ad un condotto di ingresso (14) e ad un condotto di uscita (15) di detto fluido termico disposti coassialmente al mozzo (1).

8. Ventola secondo la rivendicazione 7, caratterizzata dal fatto che detti condotti di ingresso e di uscita includono rispettive sezioni girevoli (14, 15) rotanti con detto mozzo (1) e collegate a rispettive sezioni stazionarie (16, 17) tramite raccordi a tenuta strisciante (19, 20; 21, 22).

9. Ventola secondo la rivendicazione 8, caratterizzata dal fatto che detti raccordi a tenuta strisciante (19, 20; 21, 22) includono cuscinetti anulari a strisciamento (23; 24).

10. Ventola secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, caratterizzata dal fatto che ciascuna pala (2) è formata da una coppia di semigusci (3, 4) fra loro accoppiati a tenuta e presentanti rispettivi canali (5, 6) fra loro affacciati per formare dette canalizzazioni (9).

11. Ventola secondo una o più delle rivendicazioni

precedenti, caratterizzata dal fatto che detto fluido termico è costituito dal liquido di raffreddamento del motore a combustione interna.

12. Metodo per il controllo della geometria delle pale di una ventola a geometria variabile, particolarmente per il raffreddamento del liquido lubrificante di un motore a combustione interna, in cui dette pale (2) presentano una struttura elasticamente deformabile incorporante lamine di una lega a memoria di forma (11) alle quali viene applicata energia termica, caratterizzato dal fatto che l'applicazione dell'energia termica prevede la circolazione di un fluido termico attraverso canalizzazioni interne (9) di ciascuna pala (2) alle quali dette lamine (11) sono esposte.

13. Metodo secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che il fluido termico include un liquido caldo e un liquido freddo la cui circolazione attraverso dette canalizzazioni interne (9) è controllata in funzione della temperatura del liquido lubrificante del motore al quale la ventola è applicata.

14. Metodo secondo la rivendicazione 12, caratterizzato dal fatto che detto fluido termico è il liquido di raffreddamento del motore a combustione interna al quale la ventola è applicata.

CLAIMS

1. Variable geometry fan, particularly for cooling the lubricant liquid of an internal combustion engine, comprising a rotary hub (1) carrying a crown of blades (2) each having an elastically deformable structure embodying at least one shape memory alloy foil (11), and control means (9, 18, 34) for applying thermal energy to said at least one foil (11) so as to change the geometry of the blade (2), characterized in that said control means include a circulation circuit (18) of a thermal fluid through inner paths (9) of each blade (2).

2. Fan according to claim 1, characterized in that said circulation circuit (18) includes a first delivery line (25) and a first return line (26) of a warm fluid, a second delivery line (29) and a second return line (30) of a cold fluid, solenoid valve means (32, 33) to open and close respectively communication between said paths (9) and said first lines (25, 26) or said second lines (29, 30), and an electronic control unit (34) operatively connected to said solenoid valves (32, 33).

3. Fan according to claim 2, characterized in that said electronic control unit (34) is configured to pilot opening and closing of said solenoid valve means (32, 33) as a function of the temperature of the coolant liquid of the engine.

4. Fan according to claim 2, characterized in that said electronic control unit (34) is configured to operate according to selectively changeable logics.

5. Fan according to one or more of the preceding claims, characterized in that said at least one shape memory alloy

foil (11) is arranged along said inner paths (9) of the blade (2).

6. Fan according to claim 5, characterized in that said at least one shape memory alloy foil (11) is exposed to said inner path (9) on its both faces.

7. Fan according to one or more of the preceding claims, characterized in that the hub (1) is provided with a radial distributor (13) communicating with the inner paths (9) of the blades (2) and connected with an inlet duct (14) and with an outlet duct (15) of said thermal fluid arranged coaxially with the hub (1).

8. Fan according to claim 7, characterized in that said inlet and outlet ducts include respective rotatable sections (14, 15) rotating with said hub (1) and connected to respective stationary sections (16, 17) through sliding seal fittings (19, 20; 21, 22).

9. Fan according to claim 8, characterized in that said sliding seal fittings (19, 20; 21, 22) include annular plain bearings (23; 24).

10. Fan according to one or more of the preceding claims, characterized in that each blade (2) is formed by a pair of half-shells (3, 4) sealingly coupled to each other and having respective mutually facing channels (5, 6) forming said paths (9).

11. Fan according to one or more of the preceding claims, characterized in that said thermal fluid consists of the coolant liquid of the internal combustion engine.

12. Method for controlling the geometry of the blades of a variable geometry fan, namely for cooling the lubricant liquid of an internal combustion engine, wherein said blades (2) have an elastically deformable structure embodying shape memory alloy foils (11) to which thermal

energy is applied, characterized in that application of the thermal energy is performed by circulating a thermal fluid through inner paths (9) of each blade (2) to which said foils (11) are exposed.

13. Method according to claim 12, characterized in that the thermal fluid includes a warm liquid and a cold liquid whose circulation through said inner paths (9) is controlled as a function of the temperature of the lubricant liquid of the engine to which the fan is applied.

14. Method according to claim 12, characterized in that said thermal fluid is the coolant liquid of the engine to which the fan is applied.

FIG. 1

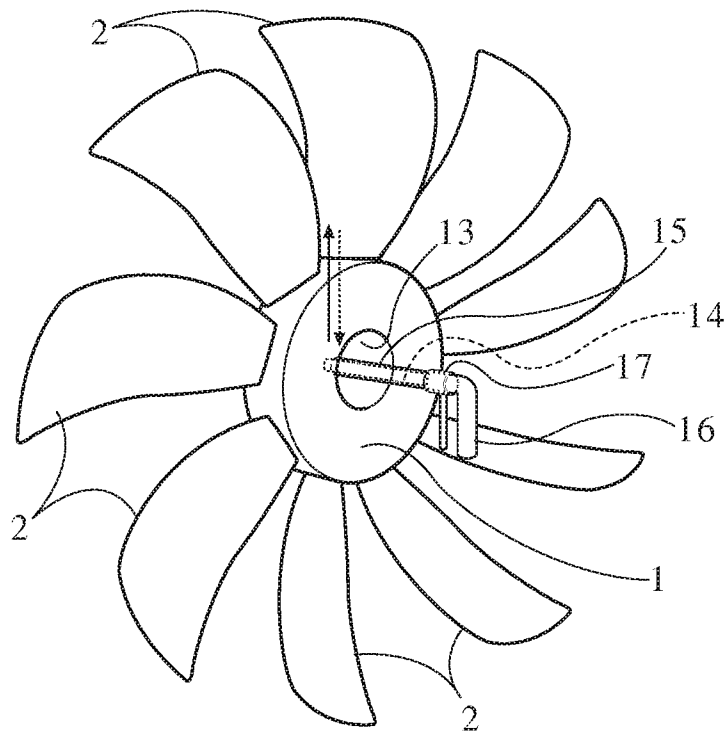
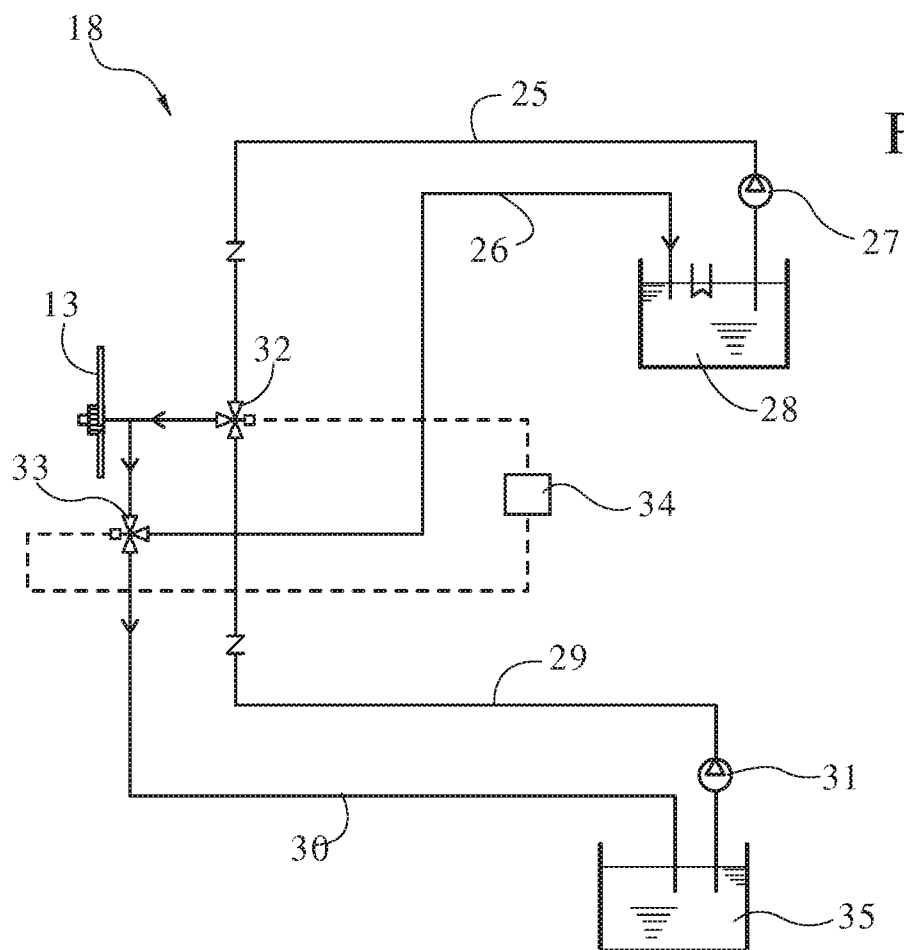
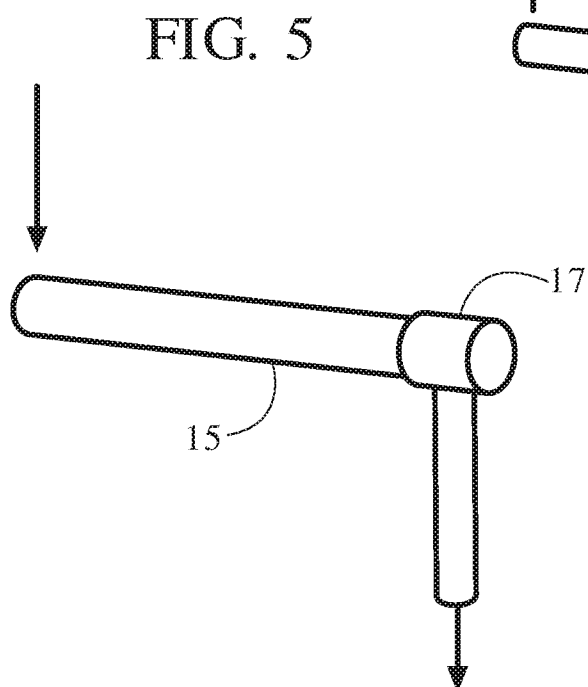
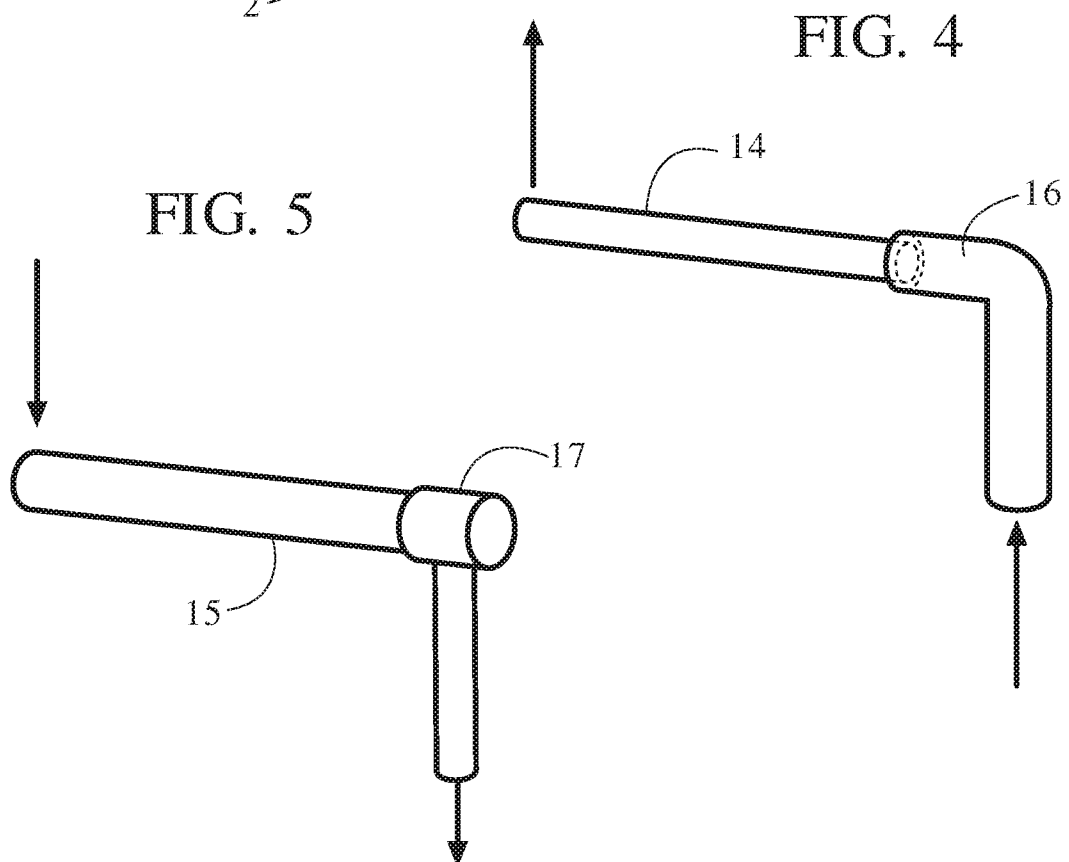
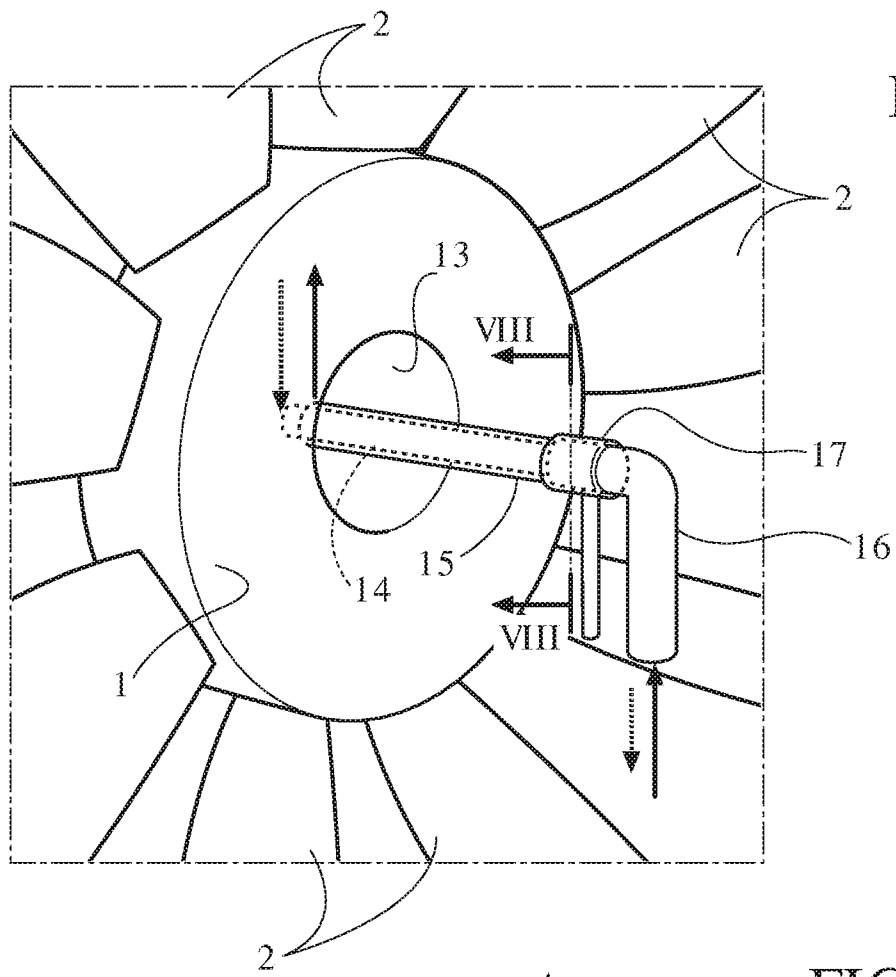


FIG. 2





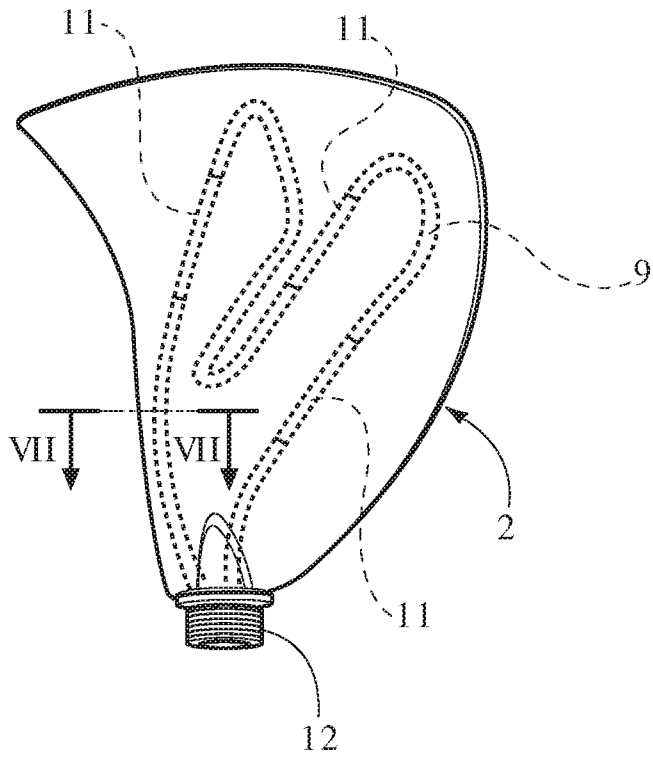


FIG. 6

FIG. 7

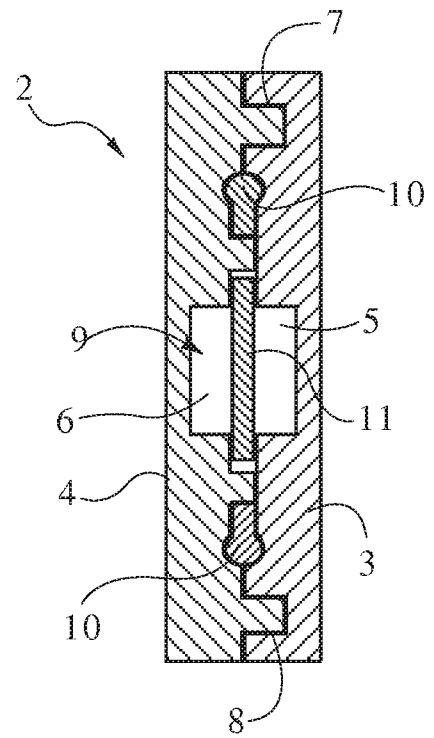
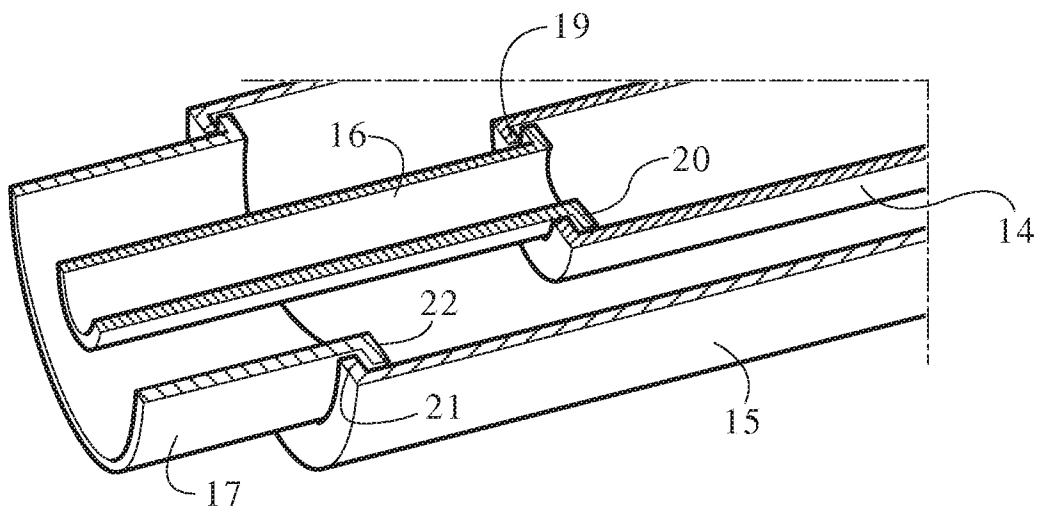


FIG. 8



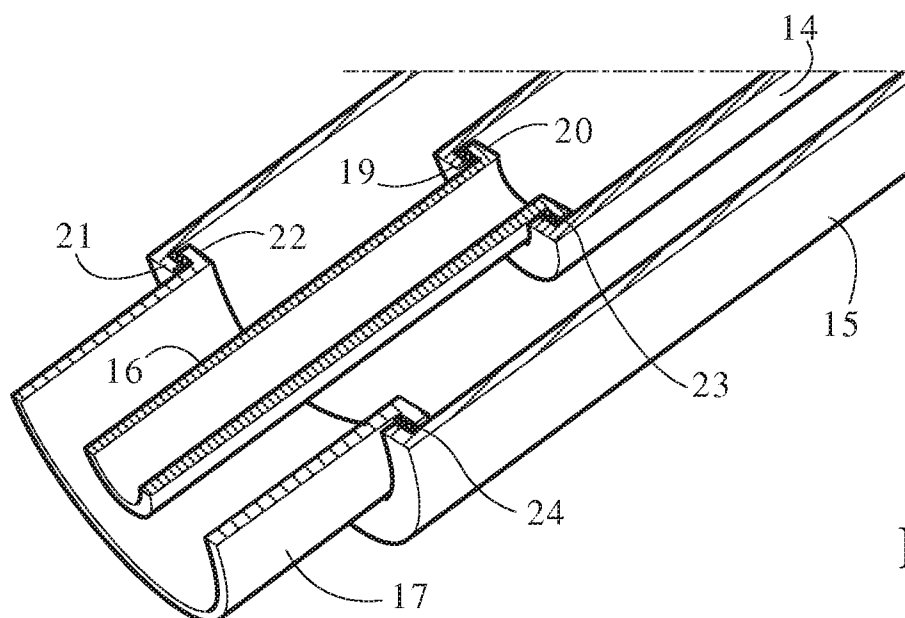


FIG. 9

FIG. 10

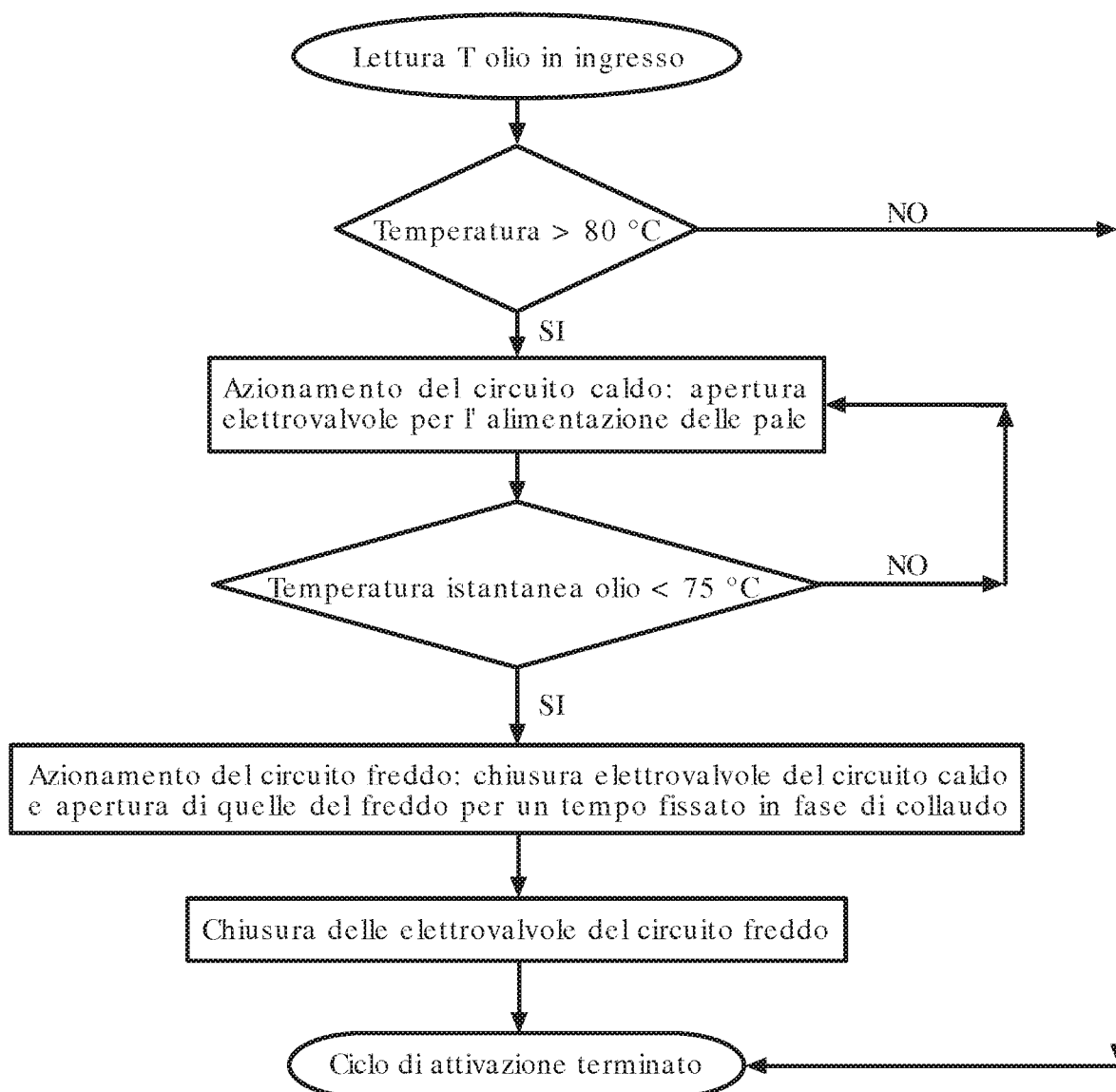


FIG. 11

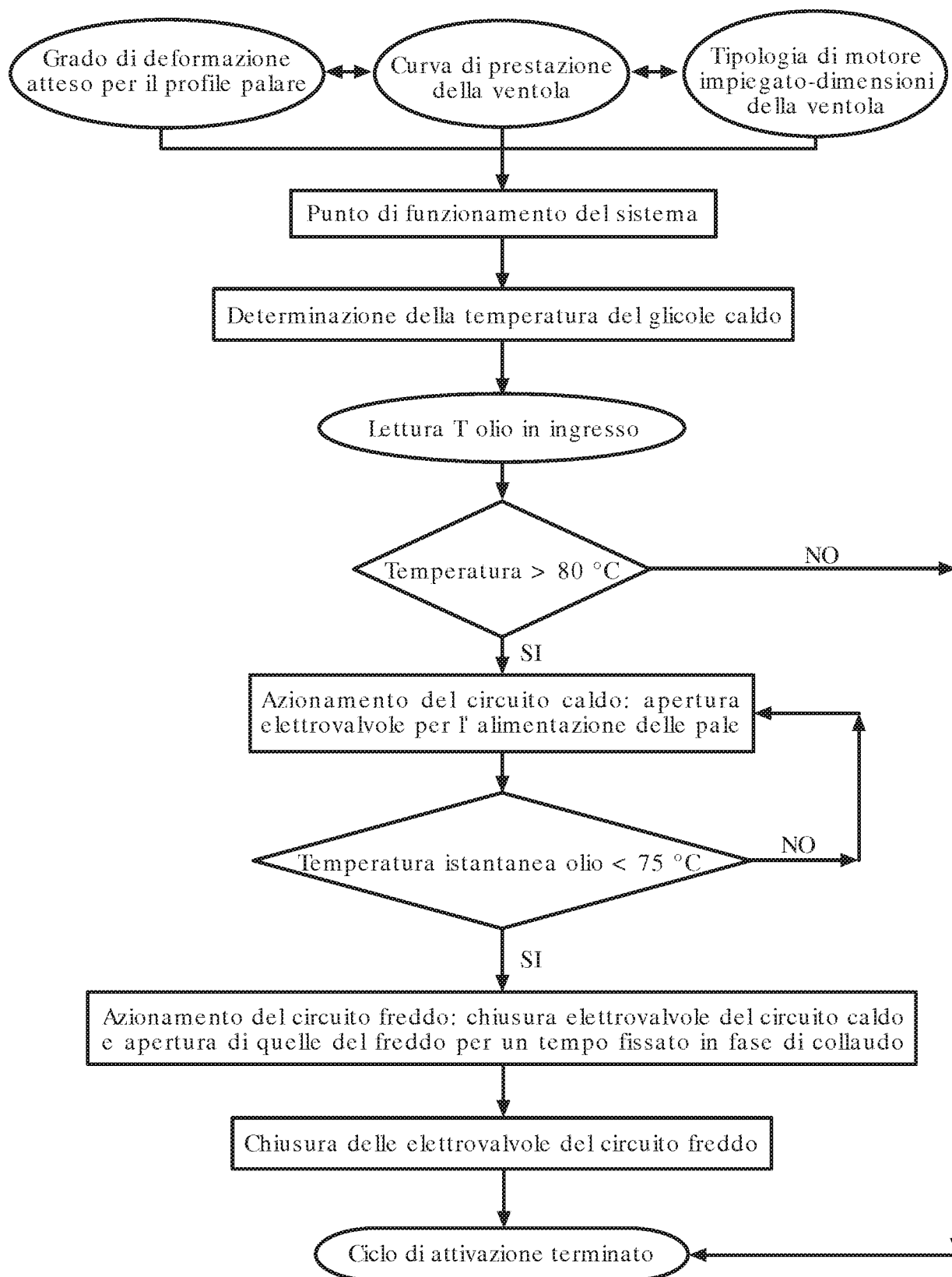


FIG. 12

