

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902042516A1

Publication Date

20131017

Applicant

INDESIT COMPANY S.P.A.

Title

CAPPA E METODO PER IL CONTROLLO DEL TRATTAMENTO DI UN
FLUSSO D'ARIA CHE FLUISCE ATTRAVERSO DETTA CAPPA

Descrizione dell'Invenzione Industriale dal titolo: **-ME291-I-
"CAPPA E METODO PER IL CONTROLLO DEL TRATTAMENTO DI UN
FLUSSO D'ARIA CHE FLUISCE ATTRAVERSO DETTA CAPPA"**

di Indesit Company S.p.A., di nazionalità italiana, con sede in Fabriano (AN), Viale Aristide Merloni 47, ed elettivamente domiciliata, ai fini del presente incarico, presso i Mandatari Ing. Roberto DINI (No. Iscr. Albo 270 BM), Ing. Marco CAMOLESE (Iscr. Albo No. 882BM), Ing. Corrado BORSANO (Iscr. Albo No. 446BM) Ing. Baroni Matteo (No. Iscr. Albo 1064 BM) e Dott. Giancarlo REPOSIO (Iscr. Albo No. 1168BM), c/o Metroconsult S.r.l., Via Sestriere, 100 - 10060 None (TO).

Inventori designati:

- 1) Beato Alessio, via Bellocchi 12, 60044 Fabriano (AN);
- 2) D'Antonio Danilo, viale Duca degli Abruzzi 115, 64046 Montorio al Vomano (TE).

Depositata il _____ No. _____

DESCRIZIONE

La presente invenzione si riferisce ad una cappa di aspirazione e ad un metodo per il controllo del trattamento di un flusso d'aria che attraversa detta cappa.

Come è noto, le cappe di aspirazione sono utilizzate sia in ambito industriale che in quello domestico, soprattutto nei locali adibiti alla preparazione del cibo (vedi cucine). Infatti, durante il processo di preparazione del cibo, diversi tipi di sostanze vengono liberate in aria sotto forma di fumi, sospensioni e simili. Queste sostanze hanno spesso un odore intenso e/o possono essere nocive per l'uomo e, quindi, devono essere aspirate via dai locali e trattate, mediante una cappa, il prima possibile.

Affinché il trattamento sia efficace, è importante conoscere la sostanza che si deve trattare, in quanto il

processo di cottura di cibi o quello di lavorazione industriale liberano diversi tipi e quantità di sostanze in aria. Ad esempio, un processo di cottura che comprende una frittura libererà in aria una quantità di aldeidi volatili maggiore rispetto a quello che avviene durante il processo di cottura di un bollito, il quale a sua volta libererà in aria una quantità maggiore di vapore acqueo rispetto alla frittura. Pertanto è necessario adeguare il processo di trattamento dell'aria in base al tipo di cibo che deve essere preparato.

Una variabile del processo di trattamento dell'aria che si ha a disposizione in una cappa di aspirazione è la portata d'aria.

Al fine di mantenere costante l'efficienza del processo di trattamento dell'aria effettuato dai filtri di una cappa, è importante mantenere costante la portata d'aria che fluisce attraverso di essa, indipendentemente dallo stato di intasamento dei filtri. Questo problema è già stato affrontato e risolto dal trovato descritto nella domanda di brevetto europeo EP 0 314 085 a nome FOOD AUTOMATION-SERVICE TECHNIQUES in cui, mediante l'impiego di un interruttore a vela (sail switch) che è capace di sentire la portata a valle dei filtri della cappa, si effettua una regolazione di portata del flusso d'aria.

Questa soluzione presenta, però, l'inconveniente che l'interruttore a vela potrebbe rompersi o bloccarsi a causa della sporcizia, rendendo così impossibile misurare la portata. Inoltre, la presenza di parti in movimento rende necessario effettuare cicli di manutenzione con una frequenza maggiore, aumentando così i costi di gestione di detta cappa.

La presente invenzione si propone di risolvere questi ed

altri problemi mettendo a disposizione una cappa come da rivendicazione 1 allegata.

Inoltre, la presente invenzione comprende un metodo per il controllo del processo di trattamento di un flusso d'aria che fluisce attraverso detta cappa.

L'idea alla base della presente invenzione è quella di compiere la determinazione e/o la stima di un insieme di variabili di funzionamento di una cappa, a seguito dell'attivazione di mezzi ventilatori associati ad essa così da creare, di fatto, un sensore virtuale capace di stimare la portata d'aria che fluisce attraverso la cappa, senza l'impiego di un sensore reale come quello descritto nell'arte nota.

Ulteriori caratteristiche vantaggiose della presente invenzione sono oggetto delle allegate rivendicazioni.

Queste caratteristiche ed i vantaggi della presente invenzione risulteranno maggiormente chiari dalla descrizione di un suo esempio di realizzazione mostrato nei disegni annessi, forniti a puro titolo esemplificativo e non limitativo, in cui:

fig. 1 illustra una vista schematica in prospettiva di una cappa secondo l'invenzione;

fig. 2 illustra un grafico che evidenzia la relazione tra corrente assorbita dai mezzi ventilatori associati alla cappa ad un certo numero di giri e la portata del flusso d'aria che passa attraverso di esso;

fig. 3 illustra uno schema a blocchi di un sistema per la stima della portata di un flusso d'aria che passa attraverso la cappa di fig. 1;

fig. 4 illustra uno schema a blocchi di un'unità di controllo comprendente il blocco di fig. 3 e capace di controllare un processo di trattamento di un flusso d'aria

che fluisce attraverso la cappa di fig. 1;

fig. 5 illustra un grafico sul quale sono rappresentate le curve di isorendimento della cappa di fig. 1 determinate in condizioni ideali;

fig. 6 illustra uno schema a blocchi di un sistema di misura del rendimento della cappa di fig. 1;

fig. 7 illustra una variante dello schema a blocchi del sistema di controllo di fig. 4, in cui è compreso anche il sistema di misura del rendimento di fig. 6.

Con riferimento a fig. 1, una cappa 1 comprende un canale 10 con una coppia di pareti laterali 11 contrapposte, una parete posteriore 12 ed una parete anteriore 13; da notare che detta parete anteriore 13 non è rappresentata nelle figure allegate, in modo tale da poter mostrare l'architettura e le componenti interne della cappa 1. Quest'ultima comprende inoltre:

- una sezione di ingresso 20 di un flusso d'aria 60, contenente fumi e/o sostanze provenienti da un processo, preferibilmente, di cottura di cibo o altro;
- una sezione d'uscita 50 per l'uscita del flusso d'aria 60;
- mezzi ventilatori 30 posizionato tra la sezione di ingresso 20 e la sezione d'uscita 50, dove detti mezzi ventilatori 30 possono preferibilmente comprendere un motoventilatore (ad esempio uno dei modelli prodotti dalla EVEREL);
- mezzi filtranti 40 per trattenere i fumi e/o gli odori, interposti tra la sezione di ingresso 20 e quella d'uscita 50, dove detti mezzi filtranti 40 possono essere di tipo noto in sé quali cartucce di materiale fibroso oppure strati di carboni attivi oppure a maglia metallica, ed eventuali loro combinazioni;

- un'unità di controllo 70 connessa a detti mezzi ventilatori 30 capace di controllare un processo di trattamento del flusso d'aria 60 su cui si ritornerà più oltre.

La cappa 1 secondo la presente invenzione può essere posizionata alternativamente di fronte, posteriormente o lateralmente rispetto ad un piano cottura (non mostrato nelle figure), in modo tale da raccogliere la maggiore quantità possibile di odori e di fumi da esso prodotti.

I mezzi ventilatori 30 comprende un motore elettrico 31 a velocità variabile, preferibilmente del tipo senza spazzole (brushless) trifase sincrono a magneti permanenti, associato ad una girante 32 che consente la circolazione del flusso d'aria 60.

Quando i mezzi ventilatori 30 sono in una condizione di funzionamento, la cappa 1 aspira l'aria 60 dalla sezione di ingresso 20, facendola poi uscire da quella di uscita 50.

Durante il funzionamento della cappa 1, i mezzi filtranti 40 tendono ad ostruirsi a causa delle particelle solide e delle goccioline di liquido presenti nel flusso d'aria 60, aumentando così le perdite di carico lungo il canale 10. Come già accennato in introduzione, per poter mantenere costante il valore della portata del flusso d'aria 60, è necessario stimare la portata mediante un appropriato sistema. Nella presente invenzione, questo sistema per la stima comprende mezzi per misurare almeno una grandezza elettrica associata al funzionamento dei mezzi ventilatori 30, come ad esempio la corrente, e mezzi per la misura o stima di almeno una grandezza meccanica di detti mezzi ventilatori 30, come ad esempio il numero di giri.

Infatti, conoscendo le caratteristiche dei mezzi ventilatori 30, come rilevate da misure di curve elettro-

meccaniche ottenute al banco di prova aero-tecnico, è possibile ottenere una stima, ad un dato istante, del valore della portata del flusso d'aria 60 misurando una corrente assorbita dal motore 31 dei mezzi ventilatori 30 e misurando o stimando allo stesso istante la velocità di rotazione.

Come conoscenza delle caratteristiche dei mezzi ventilatori 30, si intende conoscere un modello in grado di fornire, per ogni valore di velocità di rotazione e di corrente elettrica assorbita, il rispettivo valore di portata.

Questo modello dipende dagli specifici mezzi ventilatori 30 impiegati (motore 31 e girante 32) e può essere ottenuto sperimentalmente mediante l'impiego di ben note tecniche statistiche di regressione, partendo dai dati rilevati nel corso di una campagna di misure compiuta al banco di prova aero-tecnico esclusivamente sui mezzi ventilatori 30, ossia quando non è accoppiato con la cappa 1.

Più nello specifico la campagna di misure può essere organizzata nel seguente modo: si va a misurare la corrente e/o la potenza assorbita (variabile/i dipendente/i) dal motore 31 al variare della portata di un flusso d'aria di prova (variabile indipendente) che attraversa i mezzi ventilatori 30, mantenendo costante la velocità di rotazione (variabile di controllo) di detti mezzi ventilatori 30. Le misure di corrente e/o potenza devono essere preferibilmente ripetute per ogni velocità di rotazione alla quale i mezzi ventilatori 30 saranno fatti girare in condizione di funzionamento normale, ossia quando sarà accoppiato alla cappa 1.

Con riferimento a fig. 2, la dipendenza che lega la corrente assorbita dal motore 31 con la portata del flusso d'aria di prova che fluisce attraverso i mezzi ventilatori

30 è tipicamente lineare crescente (maggiore è la portata del flusso d'aria di prova, maggiore è la corrente assorbita dal motore 31), ossia legata dalla seguente relazione:

$$Portata_{rpm_x} = m_{rpm_x} CorrenteAssorbita + q_{rpm_x}$$

Dove i parametri m_{rpm_x} e q_{rpm_x} sono specifici per una particolare velocità di rotazione rpm_x dei mezzi ventilatori 30, e dove m_{rpm_x} è maggiore di zero.

Con riferimento a fig. 3, un modello di portata 71, realizzato mediante un programma per elaboratore o circuiteria elettronica, è in grado di fornire, come uscita, un valore di portata stimata prendendo come ingressi i valori di velocità di rotazione e di corrente assorbita dai mezzi ventilatori 30; tale modello portata 71 può essere definito da un insieme contenente x coppie di parametri m_{rpm_x} e q_{rpm_x} , dove x è il numero di velocità di rotazione al quale i mezzi ventilatori 30 possono funzionare.

Ovviamente è possibile, per il tecnico del ramo, creare modelli di portata più complessi di quello composto da una famiglia di relazioni lineari individuate dai parametri m_{rpm_x} e q_{rpm_x} , senza comunque allontanarsi dagli insegnamenti della presente invenzione. Ad esempio, se la velocità di rotazione del motore 31 è variabile in modo continuo, è possibile mediante interpolazione delle curve misurate, gestire un numero di velocità di rotazioni rpm_x pressoché infinito.

Con riferimento a fig. 4, è rappresentato il sistema di controllo 70, comprendente un anello di retroazione a sua volta comprendente il modello di portata 71, ed un controllore 72 atto a generare segnali di comando per l'inverter 73 tali da annullare l'errore di portata; il sistema di controllo 70 implementa un controllo in portata

di detto motore 31.

Un metodo per il controllo del processo di trattamento del flusso d'aria 60 secondo l'invenzione comprende i seguenti passi:

- a. stima del valore di portata del flusso d'aria 60, misurando grandezze elettromeccaniche associate al funzionamento del motore 31 dei mezzi ventilatori 30;
- b. generazione di segnali di comando per il motore 31, attraverso l'inverter 73, atti a mantenere costante il valore di portata del flusso d'aria 60;

dove le grandezze elettromeccaniche comprendono la velocità di rotazione del motore 31 e la corrente assorbita da detto motore 31. Inoltre, i passi (a) e (b) del metodo sopra definito possono essere ripetuti ciclicamente dall'unità di controllo 70.

Il modello di portata 71 permette, vantaggiosamente, di chiudere l'anello di retroazione fornendo il valore stimato di portata del flusso d'aria 60, senza dover impiegare sensori specifici di portata. Il valore di portata così stimato viene poi sottratto ad un valore di portata di riferimento (il set point) dando origine ad un valore di errore di portata che viene posto in ingresso al controllore 72.

Il controllore 72, in base a leggi di controllo definite in precedenza mediante tecniche ben note al tecnico del ramo, genera, come uscita, i segnali di comando per l'inverter. Questi ultimi sono applicati in ingresso all'inverter 73 che provvederà a pilotare nel modo corretto gli avvolgimenti compresi nel motore 31, affinché la portata stimata dei mezzi ventilatori 30 sia, nel più breve tempo possibile, uguale alla portata di riferimento impostata dall'utente o in modo automatico dal sistema di controllo

70. In questo modo si riesce ad effettuare un controllo di portata senza l'impiego di sensori di portata specifici, ma utilizzando delle grandezze meccaniche ed elettriche che sono facilmente misurabili e/o stimabili.

Inoltre, in ingresso al controllore 72 possono essere presenti i valori di velocità di rotazione e di corrente assorbita dai mezzi ventilatori 30, in modo che il controllore 72 possa supervisionare il funzionamento di detti mezzi ventilatori 30 ed effettuare il controllo del motore 31 secondo algoritmi di controllo ben noti e/o rilevare eventuali problemi, come blocchi, rotture o altro.

La misura della corrente assorbita dal motore 31 può essere vantaggiosamente eseguita attraverso delle tecniche ben note ad un tecnico del ramo, come ad esempio mediante l'uso di shunt inseriti nell'inverter 73 che pilota il motore 31, senza che vengano impiegate parti in movimento. Invece, per la misura della velocità di rotazione, si possono utilizzare sensori ad effetto Hall che sono solitamente già compresi nello statore di un motore trifase a magneti permanenti e sono in grado di generare un segnale quando i magneti permanenti presenti sul rotore del motore 31 passano davanti a detti sensori ad effetto Hall, permettendo così la misura della velocità di rotazione di detto rotore. In alternativa la misura della velocità di rotazione può essere effettuata mediante l'utilizzo di sensori quali encoder, resolver, tachimetrica. In ulteriore alternativa si può stimare tale velocità di rotazione mediante noti algoritmi di controllo sensorless che prevedono per esempio la misura della forza elettromotrice di ritorno (back-EMF), misurando le tensioni e/o le correnti indotte sugli avvolgimenti del motore 31.

Ovviamente è possibile, per il tecnico del ramo,

utilizzare tecniche alternative di misura della corrente assorbita e/o di misura della velocità di rotazione del motore 31 rispetto a quanto appena sopra descritto senza, comunque, allontanarsi dagli insegnamenti della presente invenzione.

Il funzionamento dell'unità di controllo 70 consente di mantenere costante la portata del flusso d'aria 60 che fluisce all'interno della cappa 1 indipendentemente dallo stato di intasamento dei mezzi filtranti 40, in quanto maggiore sarà l'intasamento di essi, maggiore sarà il valore di caduta di pressione a valle di detti mezzi filtranti 40; ciò, nell'ipotesi di mantenere costante la velocità di rotazione del motore 31, provocherà una diminuzione della portata che farà diminuire la corrente assorbita da parte del motore 31. Questa diminuzione di corrente assorbita farà abbassare il valore in uscita al modello di portata 71, facendo così aumentare il valore dell'errore di portata in ingresso al controllore 72 che provvederà a modificare i segnali di comando in ingresso all'inverter 73, in modo da aumentare la corrente assorbita dal motore 31 e di conseguenza la portata del flusso d'aria 60. Più in generale, si modificheranno i segnali di comando in ingresso all'inverter 73, in modo da agire in modo combinato su corrente assorbita e velocità di rotazione del motore 31 al fine di mantenere costante la portata del flusso d'aria 60. Il valore di portata di riferimento può essere impostato da un utilizzatore della cappa 1 mediante un'interfaccia (non illustrata nei disegni allegati), come ad esempio una tastiera, attraverso la quale si può impostare direttamente o indirettamente il valore di portata di riferimento. L'impostazione diretta della portata di riferimento può avvenire inserendo tramite detta interfaccia il valore

numerico della portata desiderata per il flusso d'aria 60. Alternativamente, l'utilizzatore può selezionare un tipo di cottura che vuole eseguire attraverso detta interfaccia, dove detta interfaccia è operativamente connessa con un'unità di supervisione.

L'unità di supervisione (non illustrata nei disegni allegati), la quale è compresa nella cappa 1 e operativamente connessa con l'unità di controllo 70, provvederà ad associare, in base ad una tabella di corrispondenza predeterminata e memorizzata in detta unità di supervisione, il corrispondente valore di portata di riferimento da impostare, fornendolo in ingresso all'unità di controllo 70.

Il tipo di cottura può essere scelto in un insieme di programmi di cottura prestabiliti, in modo da facilitarne la selezione.

L'insieme di programmi di cottura comprende un programma "BOLLITO" ed un programma "FRITTO", dove al programma "BOLLITO" l'unità di supervisione associa un valore di portata di riferimento maggiore rispetto a quello che associa al programma "FRITTO".

Riassumendo, un metodo per il controllo del trattamento del flusso d'aria 60 in base al tipo di cottura comprende i seguenti passi:

- a. selezione del tipo di cottura;
- b. associazione del valore di portata di riferimento in base alla selezione del tipo di cottura effettuato al passo (a);
- c. stima della portata del flusso d'aria 60;
- d. generazione dei segnali di comando per il motore 31 atti a cercare di mantenere la stima della portata del flusso d'aria 60, effettuata al passo (c), sostanzialmente

uguale al valore di portata di riferimento associato al passo (b).

Inoltre, l'interfaccia potrebbe anche essere usata per specificare il numero di metri cubi del locale in cui è installata la cappa 1, così che l'unità di supervisione possa calcolare il valore di portata di riferimento da porre in ingresso all'unità di controllo 70 tale da garantire un certo numero di ricambi d'aria in un'unità di tempo. Infatti, in certi locali, come le cucine, vi è la necessità di garantire un certo numero di ricambi d'aria orari e, a tale scopo, sono spesso installati degli estrattori dedicati al soddisfacimento di questo requisito. Con la cappa 1 secondo l'invenzione, tale requisito può essere soddisfatto utilizzando solamente detta cappa 1. Il numero di ricambi d'aria orari, potrà essere o predeterminato dal costruttore in base alle norme di buona tecnica o impostabile da utente mediante detta interfaccia.

Pertanto, un metodo per eseguire un numero di ricambi di aria, in un intervallo di tempo prefissato, in un locale in cui è installata la cappa 1 comprendente i seguenti passi:

- a. misurare la portata del flusso d'aria 60 che fluisce all'interno della cappa 1;
- b. generare, in base alla portata misurata al passo (a), dei segnali di comando per il motore 31 in modo che la portata del flusso d'aria 60 sia mantenuta costante.

Inoltre, entrambi i passi sopra menzionati sono preferibilmente ripetuti ciclicamente quando detta cappa 1 è in una condizione di funzionamento.

Un altro vantaggio dato dall'impiego dell'unità di controllo 70 consiste nella possibilità di riconoscere uno stato di installazione non soddisfacente della cappa 1, dovuto ad esempio all'adozione di un tubo di scarico di

diametro inferiore a quanto richiesto dalle norme di buona tecnica di installazione, all'eccessiva lunghezza del tubo di scarico o al suo non corretto posizionamento; una tale situazione ha infatti immediate ripercussioni sul valore della portata che assume un valore inferiore ad un valore nominale, il quale è predeterminato sulla base di test condotti dal costruttore in condizioni di prova nominali che rappresentino una corretta installazione della cappa.

Pertanto, un metodo per la rilevazione dello stato di installazione della cappa 1 comprende i seguenti passi:

- a. misurare il valore di portata nominale del flusso d'aria 60 quando la cappa 1 si trova in una condizione di installazione ideale;
- b. stimare il valore della portata del flusso d'aria 60 in condizioni prefissate di funzionamento del motore (31);
- c. determinare lo stato di installazione della cappa 1 comparando il valori di portata ottenuti ai passi (a) e (b).

I passi (b) e (c) del metodo sono attivati preferibilmente mediante l'interfaccia dall'utente o da un installatore.

Durante la misura delle portate ai passi (a) e (b), il motore 31 viene fatto girare preferibilmente ad un velocità costante, e ancora più preferibilmente alla sua velocità massima. In questo modo si evidenziano meglio eventuali differenze di portata del flusso d'aria 60 dovute all'installazione.

Lo stato di installazione è determinato in base ad un rapporto algebrico tra il valore della portata del flusso d'aria 60 determinato al passo (b) ed il valore della portata nominale determinato al passo (a) e può assumere uno dei seguenti valori:

- se il rapporto è superiore ad una prima soglia,

preferibilmente pari a 0,75, lo stato di installazione è considerato "OK" oppure ottimo;

- se il valore del rapporto è inferiore o uguale a detta prima soglia, lo stato di installazione è considerato "NOK" oppure non buono.

Inoltre è possibile prevedere l'impiego di una variante che prevede l'introduzione di una seconda soglia, inferiore alla prima e preferibilmente pari a 0,5, per permettere di quantificare l'insufficienza del livello di installazione. In questa variante, quando il rapporto è inferiore alla prima soglia, lo stato di installazione può assumere uno dei seguenti valori:

- se il rapporto è maggiore alla seconda soglia, lo stato di installazione è considerato "NOK-migliorabile", ossia accettabile nel caso in cui non siano richiesti livelli di portata prossimi a quelli massimi;
- se il rapporto è minore o uguale a detta seconda soglia, lo stato di installazione è considerato "NOK- ripetere-installazione", ossia bisogna ripetere l'installazione della cappa 1.

Un ulteriore vantaggio dato dall'impiego dell'unità di controllo 70 è offerto dalla possibilità di riconoscere una condizione ostruita dei mezzi filtranti 40, così da segnalare tale situazione mediante opportuni mezzi di segnalazione, come ad esempio una spia e/o un allarme acustico o altro, senza l'impiego di un sensore di pressione differenziale a monte e a valle di detti mezzi filtranti 40; questa situazione è rilevata con verifiche periodiche attraverso una procedura di autodiagnosi che viene preferibilmente eseguita all'accensione della cappa 1. Al termine dell'installazione, si effettua la prima accensione della cappa e si memorizza il valore di portata stimata in

corrispondenza di una prefissata velocità di rotazione, preferibilmente quella massima. In seguito, ad ogni successiva accensione, la procedura di autodiagnosi esegue la stima della portata alla suddetta prefissata velocità di rotazione. La variazione di portata rispetto al valore memorizzato alla prima accensione è indicativo del grado di ostruzione del filtro. Quando la portata stimata risulta minore di un valore minimo di soglia, viene segnalata la necessità di sostituire il filtro.

Riassumendo un metodo per la rilevazione della condizione ostruita dei mezzi filtranti 40 comprende i seguenti passi:

- a. stimare la portata del flusso d'aria 60 quando i mezzi filtranti 40 sono in una condizione non ostruita (ad esempio quando sono nuovi o appena ripuliti);
- b. determinare l'occorrenza della condizione ostruita in base ad una seconda stima del flusso d'aria 60 e alla stima effettuata al passo (a).

Più nello specifico, la determinazione dell'occorrenza della condizione ostruita avviene quando il rapporto tra la stima della portata del flusso d'aria 60 effettuata al punto (a) e la seconda stima effettuata al punto (b) è al di sopra di un valore soglia, preferibilmente pari a 2.

Un ulteriore vantaggio dato dall'impiego dell'unità di controllo 70 è offerto dalla possibilità di ridurre la rumorosità.

La Richiedente in base a test sperimentali ha osservato che il rumore generato dalla cappa, generalmente crescente al crescere della portata, tipicamente presenta un andamento non monotono in tutto il campo di funzionamento. A causa di fenomeni selettivi, quali ad esempio risonanze, può accadere che in corrispondenza di un intervallo di valori di portata vi siano uno o più punti di minimo relativo del rumore

generato, dove vantaggiosamente la cappa potrebbe lavorare riducendo il rumore generato senza una significativa variazione di portata. Il rumore generato può essere misurato mediante mezzi di misura acustici 90 compresi nella cappa 1 e comprendenti un microfono; tali mezzi di misura acustici 90 sono atti a generare un segnale corrispondente al rumore generato dalla cappa. Detti mezzi di misura 90 sono in comunicazione di segnale con un sistema di controllo del rumore (non illustrato nelle figure allegate) per fornire ad esso l'informazione corrispondente al rumore generato e dove detto sistema di controllo del rumore può essere compreso nell'unità di controllo 70. Pertanto, secondo l'invenzione, la procedura di minimizzazione del rumore effettua una variazione fine della portata in un intorno predeterminato del valore di portata di riferimento definito dal sistema di controllo 70, alla ricerca di un punto di lavoro di minima rumorosità. Detto intorno predeterminato è pari preferibilmente a $\pm 2\%$ del valore di portata di riferimento, ancor più preferibilmente pari a $\pm 1\%$ del valore di portata di riferimento.

In sostanza un metodo per la riduzione del rumore emesso dalla cappa 1 comprendente i seguenti passi:

- a. misura di un livello di rumore attraverso i mezzi di misura acustici 90;
- b. stima di una portata del flusso d'aria 60;
- c. generazione di segnali di comando per il motore 31 atti a cercare di mantenere la stima della portata del flusso d'aria 60, effettuata al passo (b), sostanzialmente uguale ad un valore di portata di riferimento ed il livello di rumore misurato al passo (a) al di sotto di una soglia.

Ulteriori benefici derivanti dall'impiego di questo

trovato riguardano l'efficienza energetica della cappa 1. Infatti, misurando non solo la corrente assorbita ma anche la potenza (o la tensione) assorbita dal motore 31, si può misurare (indirettamente) il valore del rendimento della cappa 1. Così facendo, è possibile cercare di far lavorare i mezzi ventilatori 30 in modo che il suo rendimento sia il più alto possibile.

A tale proposito, in figura 5 è possibile notare una famiglia di curve caratteristiche (tratto continuo) dei mezzi ventilatori 30, ciascuna rappresentante la relazione portata-prevalenza ad un certo regime di rotazione di detti mezzi ventilatori 30. Queste curve sono facilmente determinabili sperimentalmente, ma sono solitamente fornite dal costruttore dei mezzi ventilatori 30 come dati di targa del pezzo.

Facendo una campagna di misure come già sopra descritto e calcolando i valori di rendimento, come il rapporto tra i valori della portata del flusso d'aria 60 che passa attraverso i mezzi ventilatori 30 ed i rispettivi valori di potenza assorbita dal motore 31 di detti mezzi ventilatori 30 (e normalizzando nell'intervallo $[0,1]$), è possibile determinare sperimentalmente curve di isorendimento (tratto discontinuo), che intersecano le curve caratteristiche nei punti di lavoro dei mezzi ventilatori 30, permettendo così di conoscere, in detti punti, il valore di rendimento dei mezzi ventilatori 30.

Le curve di isorendimento sono curve chiuse disposte concentricamente ad una curva di isorendimento massimo η_{max} , che associa ad ogni valore di portata del flusso d'aria 60 il rispettivo valore di prevalenza ottimale generato dai mezzi ventilatori 30.

Sono ovviamente possibili numerose varianti all'esempio

fin qui descritto.

Una prima variante capace di beneficiare della misura del rendimento è illustrata nelle figure 6 e 7; per brevità nella descrizione che segue saranno evidenziate solamente le parti che differenziano questa e le successive varianti rispetto alla forma esecutiva principale sopra descritta; per il medesimo motivo si utilizzeranno, ove possibile, i medesimi riferimenti numerici con uno o più apici per indicare elementi strutturalmente e/o funzionalmente equivalenti.

Questa variante comprende un circuito di controllo 70' simile al circuito di controllo 70 del precedente esempio, ma comprendente anche un controllore 72' con due ingressi (invece che uno) ed un modello di rendimento 74.

Il modello di rendimento 74 può anch'esso essere realizzato mediante un programma per elaboratore e/o circuiteria elettronica, ed è in grado di fornire come uscita un valore di rendimento, avendo come ingresso un insieme di variabili comprendente le seguenti variabili:

- valore della portata del flusso d'aria 60 determinato mediante il modello di portata 71;
- valore della potenza assorbita dal motore 31 dei mezzi ventilatori 30.

Il modo più semplice per creare il modello di rendimento 74 è di utilizzare un programma per elaboratore e/o circuiteria elettronica capace di calcolare il rapporto tra il valore della portata del flusso d'aria 60 ed il valore della potenza assorbita dal motore 31, moltiplicando poi il risultato per un fattore di normalizzazione, così da normalizzare il valore di rendimento in uscita dal modello 74 ad un valore compreso tra 0 e 1. Il fattore di normalizzazione è calcolato dividendo il valore di potenza

assorbita dai mezzi ventilatori 30 quando opera in condizioni di rendimento massimo per il valore della portata ottenuta da detti mezzi ventilatori 30.

Ovviamente risulta possibile, per il tecnico del ramo, realizzare il modello di rendimento 74 in maniera più complessa, ossia utilizzando modelli di regressione più sofisticati capaci di utilizzare un numero di variabili in ingresso maggiore, come ad esempio la temperatura del flusso d'aria 60, la pressione o altro.

Il metodo per il controllo del processo di trattamento del flusso d'aria 60 secondo questa variante dell'invenzione comprende i seguenti passi:

- a. misura del valore di portata del flusso d'aria 60 e determinazione di un valore di rendimento della cappa 1 misurando grandezze elettromeccaniche associate al funzionamento del motore 31;
- b. selezione del valore di velocità di rotazione da far mantenere al motore 31 dei mezzi ventilatori 30 in base al valore di portata e rendimento misurato al punto (a);
dove le grandezze elettromeccaniche comprendono la velocità di rotazione del motore 31, la corrente e la potenza assorbita da detto motore 31.

Il valore di rendimento ottenuto in uscita del modello di rendimento 74 consente, all'interno del circuito di controllo 70', di calcolare un valore di scostamento rendimento facendo una semplice differenza tra un valore unitario ed il valore di rendimento. Questo valore di scostamento rendimento è posto in ingresso al controllore 72' che, utilizzando le opportune leggi di controllo, seleziona i segnali di comando per l'inverter tali da fare sì che sia il valore dell'errore di portata che il valore di scostamento rendimento siano vantaggiosamente i più bassi

possibili.

Utilizzando l'unità di controllo 70', come per l'unità di controllo 70 utilizzata nel precedente esempio, è possibile mantenere costante la portata del flusso d'aria 60 che fluisce all'interno della cappa 1 indipendentemente dalle condizioni di densità dell'aria minimizzando i consumi e massimizzando il rendimento.

Sono ovviamente possibili ulteriori varianti all'esempio fin qui descritto che rientrano, comunque, nell'ambito delle seguenti rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Cappa (1) per il trattamento di un flusso d'aria (60) comprendente una sezione di ingresso (20) ed una sezione d'uscita (50) per permettere rispettivamente l'ingresso e l'uscita di detto flusso d'aria (60), mezzi ventilatori (30) e mezzi filtranti (40) disposti tra detta sezione di ingresso (20) e detta sezione di uscita (50), un'unità di controllo (70) operativamente connessa a detti mezzi ventilatori (30) per controllare almeno un suo parametro di funzionamento,

caratterizzata dal fatto che

l'unità di controllo (70) effettua una stima della portata del flusso d'aria (60) a seguito dell'attivazione di un motore elettrico (31) associato a detti mezzi ventilatori (30), in seguito alla rilevazione di detto almeno un parametro di funzionamento di detto motore (31).

2. Cappa (1) secondo la rivendicazione 1, in cui il parametro di funzionamento comprende una corrente assorbita e/o una velocità di rotazione di detto motore (31).

3. Cappa (1) secondo la rivendicazione 2, in cui l'unità di controllo (70) comprende un modello di portata (71) che, prendendo in ingresso valori della corrente assorbita e della velocità di rotazione di detto motore (31), è in grado di produrre in uscita un valore della portata del flusso d'aria (60).

4. Cappa (1) secondo una qualunque delle rivendicazioni da 1 a 3, in cui il motore elettrico a velocità variabile (31) è di tipo senza spazzole trifase sincrono a magneti permanenti.

5. Cappa (1) secondo la rivendicazione 4, in cui il motore (31) è collegato ad un inverter (73) che ne pilota il funzionamento.

6. Cappa (1) secondo una qualunque delle rivendicazioni da 2 a 5, in cui la corrente assorbita da detto motore (31) è misurata per mezzo di almeno uno shunt accoppiato ad una fase di alimentazione del motore (31).

7. Cappa (1) secondo una qualunque delle rivendicazioni da 2 a 6, in cui velocità di rotazione di detto motore (31) è misurata per mezzo di sensori ad effetto Hall compresi nel motore (31).

8. Cappa (1) secondo una qualunque delle rivendicazioni precedenti, comprendente un'interfaccia attraverso la quale è possibile impostare un valore di portata di riferimento.

9. Metodo per il controllo del trattamento di un flusso d'aria (60) che fluisce attraverso una cappa (1) secondo una delle rivendicazioni da 1 a 8, comprendente i passi di:

- a. stima di una portata del flusso d'aria (60),
- b. generazione, in base alla portata stimata al passo (a), di segnali di comando per mezzi ventilatori (30) atti a mantenere costante il valore di portata del flusso d'aria (60),

caratterizzato dal fatto che

la stima di portata del flusso d'aria (60) è effettuata rilevando almeno una grandezza elettromeccanica associata al funzionamento dei mezzi ventilatori (30).

10. Metodo secondo la rivendicazione 9, in cui i passi (a) e (b) sono ripetuti ciclicamente.

11. Metodo secondo le rivendicazioni 9 o 10, in cui la grandezza elettromeccanica comprende una velocità di rotazione e/o una corrente assorbita dai mezzi ventilatori (30).

12. Metodo secondo una qualunque delle rivendicazioni da 9 a 11, in cui la generazione dei segnali di comando per i mezzi ventilatori (30) è effettuata in base anche ad un

valore di portata di riferimento.

13. Metodo secondo la rivendicazione 12, in cui il valore di portata di riferimento è impostato mediante un'interfaccia compresa in detta cappa (1).

14. Metodo secondo la rivendicazione 13, in cui l'interfaccia consente di impostare direttamente il valore di portata di riferimento.

15. Metodo secondo la rivendicazione 13, in cui l'interfaccia consente di impostare indirettamente il valore di portata di riferimento, associando ad un tipo di cottura uno specifico valore di portata di riferimento.

CLAIMS

1. A hood (1) for treating an air flow (60), comprising an inlet section (20) and an outlet section (50) respectively allowing the entry and exit of said air flow (60), fan means (30) and filter means (40) arranged between said inlet section (20) and said outlet section (50), a control unit (70) operationally connected to said fan means (30) for controlling at least one operating parameter thereof,

characterized in that

the control unit (70) estimates the flow rate of the air flow (60) following the activation of an electric motor (31) associated with said fan means (30), after the detection of said at least one operating parameter of said motor (31).

2. A hood (1) according to claim 1, wherein the operating parameter comprises a current drawn by and/or a revolution speed of said motor (31).

3. A hood (1) according to claim 2, wherein the control unit (70) comprises a flow rate model (71) which, based on input values of the current drawn by and the revolution speed of said motor (31), can output a value of the flow rate of the air flow (60).

4. A hood (1) according to any one of claims 1 to 3, wherein the variable-speed electric motor (31) is of the permanent-magnet synchronous three-phase brushless type.

5. A hood (1) according to claim 4, wherein the motor (31) is connected to and driven by an inverter (73).

6. A hood (1) according to any one of claims 2 to 5, wherein the current drawn by said motor (31) is measured by means of at least one shunt coupled to a supply phase of the motor (31).

7. A hood (1) according to any one of claims 2 to 6, wherein the revolution speed of said motor (31) is measured

by means of Hall-effect sensors comprised in the motor (31).

8. A hood (1) according to any one of the preceding claims, comprising an interface through which it is possible to set a reference flow rate value.

9. A method for controlling the treatment of an air flow (60) flowing through a hood (1) according to one of claims 1 to 8, comprising the steps of:

- a. estimating a flow rate of the air flow (60),
- b. generating, on the basis of the flow rate estimated at step (a), control signals for fan means (30) adapted to keep constant the value of the flow rate of the air flow (60),

characterized in that

the estimate of the flow rate of the air flow (60) is made by detecting at least one electromechanical quantity associated with the operation of the fan means (30).

10. A method according to claim 9, wherein steps (a) and (b) are repeated cyclically.

11. A method according to claim 9 or 10, wherein the electromechanical quantity comprises a revolution speed of and/or a current drawn by the fan means (30).

12. A method according to any one of claims 9 to 11, wherein the generation of the control signals for the fan means (30) occurs also on the basis of a reference flow rate value.

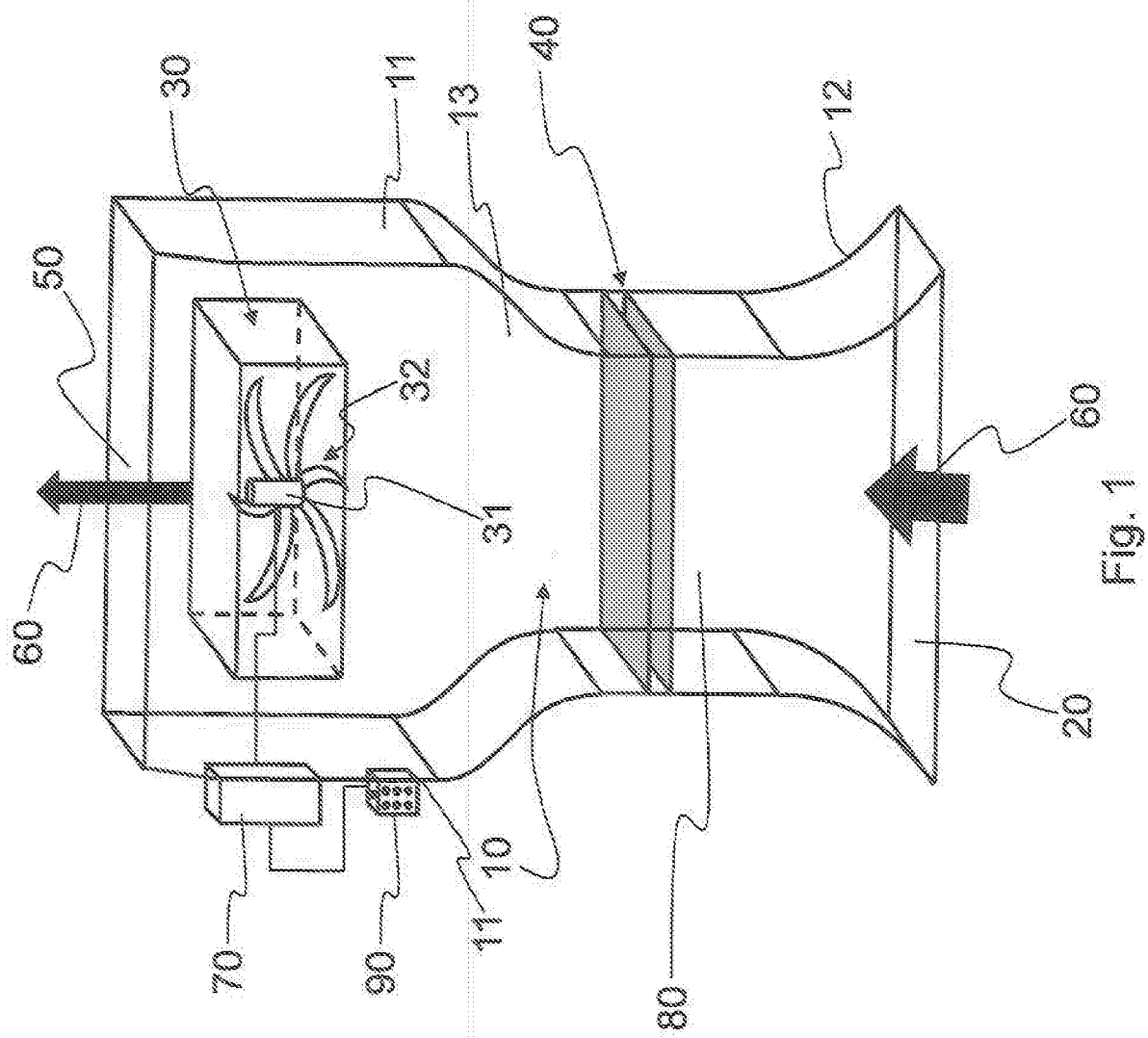
13. A method according to claim 12, wherein the reference flow rate value is set through an interface comprised in said hood (1).

14. A method according to claim 13, wherein the interface allows the reference flow rate value to be set directly.

15. A method according to claim 13, wherein the interface

ME291-I

allows the reference flow rate value to be set indirectly by associating a specific reference flow rate value with a cooking type.



Relazione tra Portata, Corrente Assorbita e Velocità di Rotazione Reale

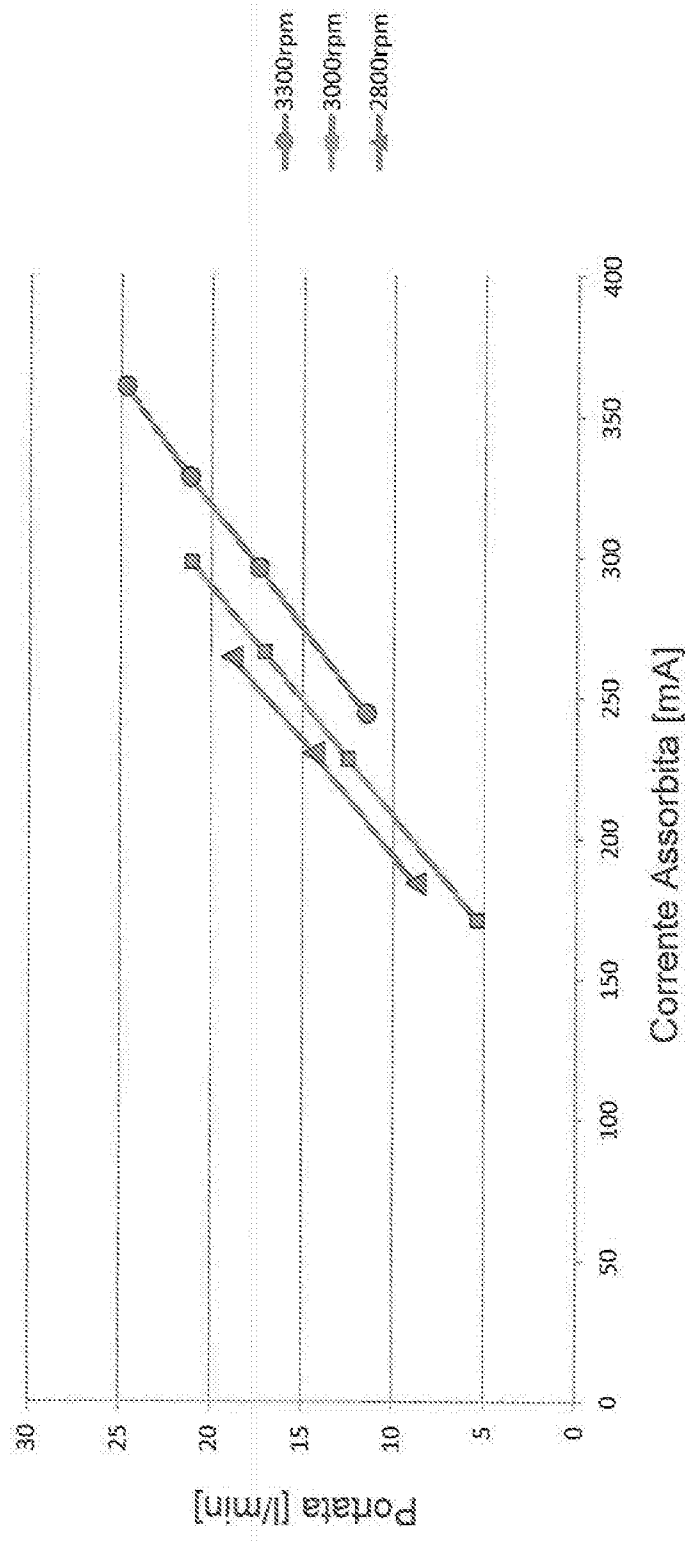


Fig. 2

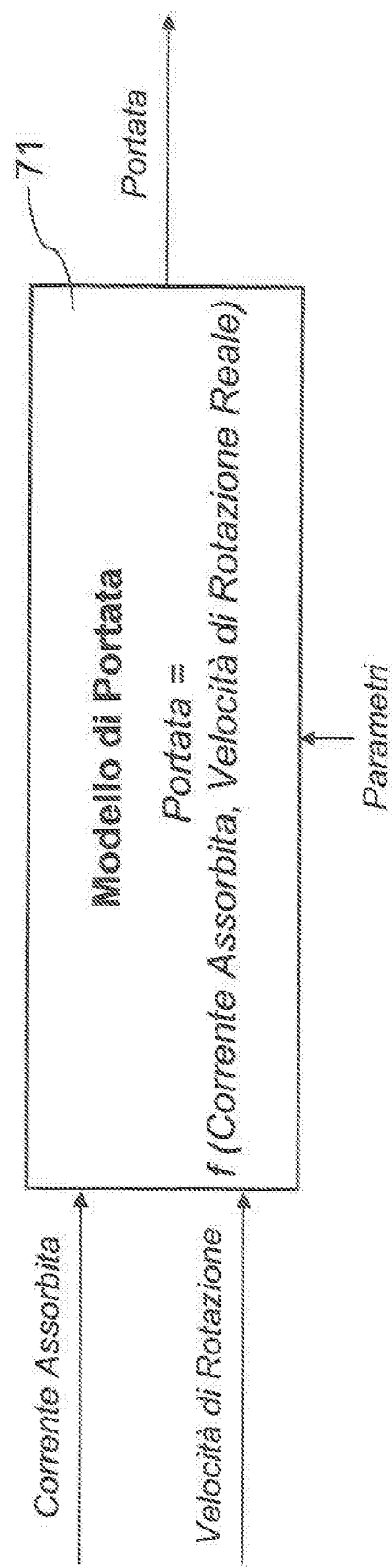


Fig. 3

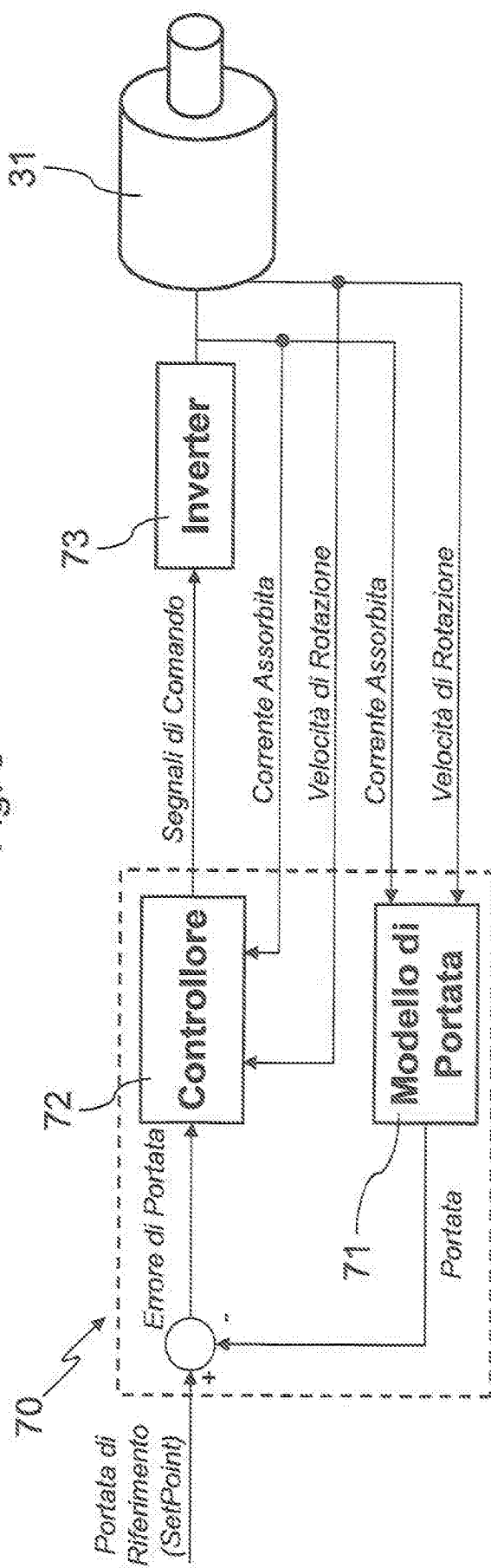


Fig. 4

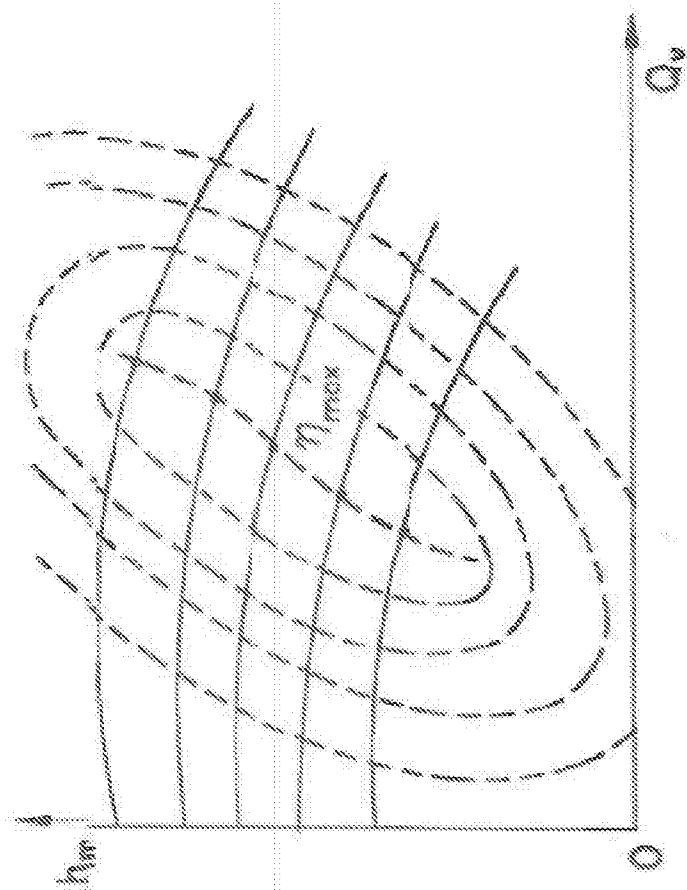


Fig. 5



Fig. 6

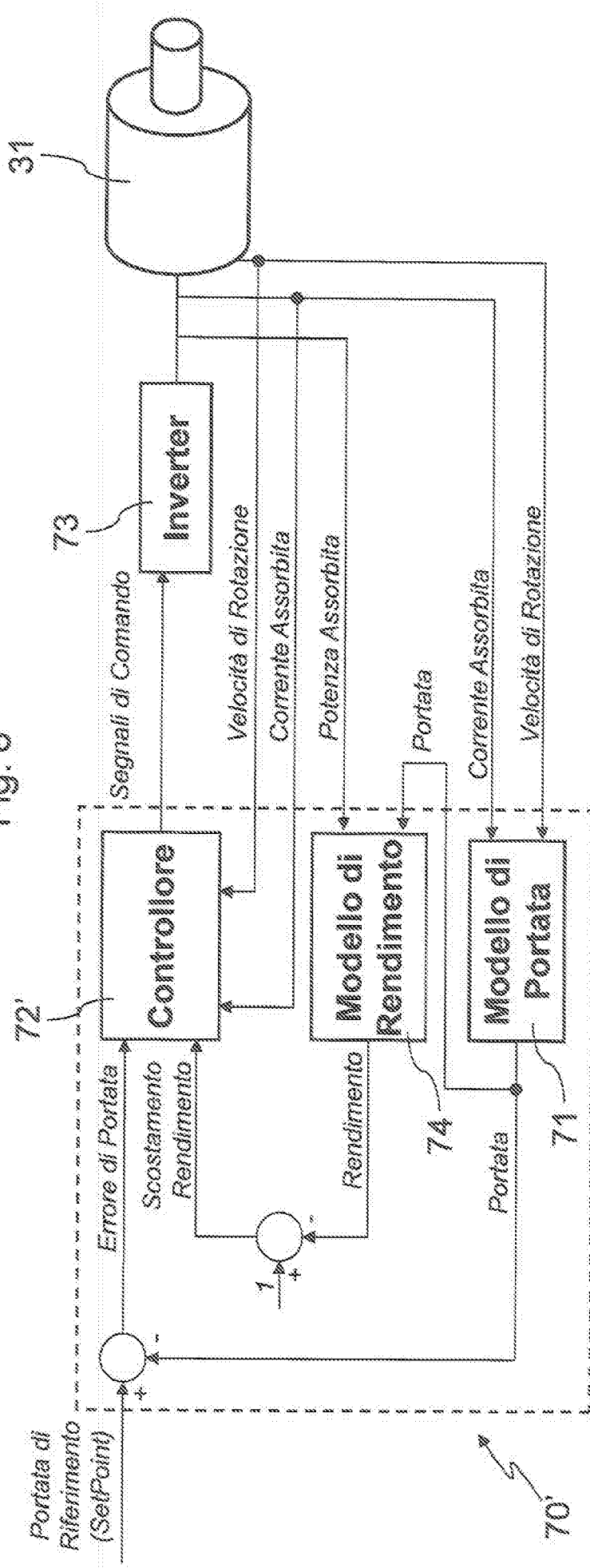


Fig. 7