POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Gruppo contabilizzatore per impianti termici di riscaldamento / raffrescamento

Original
Gruppo contabilizzatore per impianti termici di riscaldamento / raffrescamento / Bordet, J. R.; Conta, P.; Greco, Cosimo; Malan, Stefano; Scaramuccia, P.. - (2013).

Availability:
This version is available at: 11583/2381152 since:

Publisher:

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

28 April 2024

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"GRUPPO CONTABILIZZATORE PER IMPIANTI TERMICI DI RISCALDAMENTO / RAFFRESCAMENTO"

di 1) VNTECH S.C.A.R.L.

di nazionalità italiana

con sede: REGIONE AUTOPORTO 33/E

POLLEIN (AO)

2) POLITECNICO DI TORINO

di nazionalità italiana

con sede: CORSO DUCA DEGLI ABRUZZI 24

TORINO (TO)

Inventori: BORDET Jean Raphael, CONTA Paolo, GRECO Cosimo, MALAN Stefano, SCARAMUCCIA Paolo

* * *

La presente invenzione è relativa a un gruppo contabilizzatore per impianti termici, ad esempio per impianti di condizionamento termico per riscaldare e/o raffrescare.

La contabilizzazione termica è un servizio sempre più richiesto nei nuovi impianti provvisti di unità termiche centralizzate. E' inoltre vivo l'interesse di operatori che offrono servizi di adeguamento di impianti già installati. Requisito essenziale in tale settore è quello di realizzare sistemi e dispositivi aventi una compatibilità elevata e/o

totale con la configurazione degli impianti già installati. In questo modo è possibile evitare opere murarie.

Inoltre, specialmente in merito agli impianti termici domestici, è particolarmente apprezzata una elevata compattezza ed un ridotto numero di componenti in modo da impattare minimamente sull'aspetto esterno e favorire l'impiego di gruppi contabilizzatori anche in contesti sensibili al design d'interni.

Lo scopo della presente invenzione è di realizzare un gruppo contabilizzatore esente dagli inconvenienti sopra specificati.

Lo scopo della presente invenzione viene raggiunto tramite il gruppo contabilizzatore secondo la rivendicazione 1.

Per una migliore comprensione della presente invenzione viene ora descritta una forma di realizzazione preferita, a puro titolo di esempio non limitativo, con riferimento ai disegni allegati in cui:

- la figura 1 è uno schema a blocchi di un'elettrovalvola secondo la presente invenzione; e
- la figura 2 è una vista prospettica con porzioni asportate per chiarezza, di un componente dell'elettrovalvola secondo la presente invenzione.

Nello schema di figura 1, è illustrato con 1 nel suo insieme uno schema a blocchi di un gruppo elettrovalvola comprendente un condotto 2, un sensore di temperatura 3

preferibilmente disposto in prossimità di un ingresso 4 del condotto 2 per misurare la temperatura del flusso del condotto 2, un dispositivo a turbina 5 azionato dal flusso di fluido che percorre il condotto 2 e un attuatore di regolazione fluidica 6 per regolare il flusso nel condotto 2. In particolare, il dispositivo a turbina 5 è interposto fra il sensore di temperatura 3 e l'elemento di regolazione 6 e il dispositivo a turbina 5 è accoppiato a una dinamo per generare energia elettrica.

Inoltre, l'elettrovalvola è alimentata da una batteria ricaricabile 7 e viene controllata tramite una centralina di controllo 8. La batteria 7 è collegata alla dinamo per ricevere energia elettrica e all'attuatore di regolazione fluidica per regolare il flusso di fluido. La centralina 8 è invece collegata al sensore di temperatura 3 e viene alimentata dalla dinamo e/o dalla batteria 7.

Secondo una forma di realizzazione preferita della presente invenzione, la centralina 8 comprende un trasmettitore wireless 8a per scambiare dati in ingresso e uscita e viene programmata per elaborare il segnale proveniente dal dispositivo a turbina 5 in modo da misurare la portata di fluido. I dati vengono scambiati in modalità wireless con un dispositivo di controllo 9 che memorizza i dati rilevati di temperatura e/o portata e/o livello di carica della batteria 7 e invia comandi di controllo elaborati dalla

centralina 8 per comandare l'attuatore di regolazione fluidica 6.

Preferibilmente, il sensore 3, il dispositivo a turbina 5, la batteria 7 e la centralina 8 sono montate a bordo di un unico componente che definisce il condotto 2. Il gruppo elettrovalvola 1 comprende inoltre una coppia di connessioni preferibilmente filettate (non illustrate) per montare il condotto 2 in serie a un condotto di un impianto di riscaldamento e un dispositivo radiante, ad esempio un radiatore 31 (illustrato schematicamente in figura 1).

Il dispositivo a turbina 5 (figura 2) comprende un rotore 10 avente un asse A allineato con la direzione media del flusso nel condotto 2 e una porzione tubolare 11 coassiale all'asse A e alloggiante il rotore 10. Il dispositivo a turbina comprende inoltre una pluralità di poli magnetici 12 disposti circonferenzialmente intorno alla porzione tubolare 11 e un anello 13 di materiale ferromagnetico che collega fra loro i poli magnetici 12 e collega rigidamente questi ultimi alla porzione tubolare 11.

Secondo una forma di realizzazione preferita della presente invenzione, il rotore 10 è supportato all'interno della porzione tubolare 11 tramite un telaio 14 fisso definente un cuscinetto radente 15 e un distributore 16 definente un secondo cuscinetto radente 17.

Preferibilmente, il telaio 14 comprende una parete

cilindrica 18 contattante una superficie interna della porzione tubolare 11 e una pluralità di razze 19 radiali rispetto all'asse A e convergenti verso il cuscinetto radente 15.

Il distributore 16 comprende un anello periferico 20 contattante la superficie interna della porzione tubolare 11, una pluralità di razze 21 radiali rispetto all'asse A e convergenti verso il cuscinetto radente 18.

Il rotore 10 comprende una pluralità di palette 22 e una pluralità di magneti permanenti 23 girevoli intorno all'asse A e fissi rispetto alle palette 22.

Secondo la presente invenzione, il numero di poli magnetici 12 e quello di magneti permanenti 23 è un numero razionale. Preferibilmente, il rapporto è di 3/2. La centralina di controllo 8 è programmata per rilevare il segnale elettrico generato dai poli elettromagnetici 12 sia per generare energia elettrica e caricare la batteria 7 che per rilevare la portata del flusso nel condotto 2. Per ottenere una elevata sensibilità necessaria a misurare la portata il rapporto dovrebbe essere il maggiore possibile. Al contrario, per estrarre la maggior quantità possibile di energia elettrica il rapporto dovrebbe essere il più possibile prossimo a 1.

Il gruppo elettrovalvola 1 comprende inoltre opzionalmente un filtro elettromagnetico 25 disposto a monte della

turbina 10.

Preferibilmente, il dispositivo di controllo 9 viene programmato per generare dati utili alla contabilizzazione dell'energia termica, in particolare per il calcolo della potenza termica scambiata dall'elemento radiante 31 in modo che il gruppo elettrovalvola 1 svolga la funzione di un gruppo contabilizzatore. Il gruppo elettrovalvola 1 può inoltre essere impiegato per regolare il flusso in ingresso al dispositivo radiante 31 per mantenere un livello di potenza termica preimpostato. Il gruppo elettrovalvola 1 può essere così impiegato all'interno di una stanza, ad esempio per regolare il flusso di acqua calda in un radiatore per il riscaldamento di un ambiente domestico / industriale / professionale / scolastico o analoghi.

In particolare, il dispositivo di controllo 9 viene programmato in modo tale da stimare almeno la temperatura di uscita del fluido dal dispositivo radiante 31. Per ottenere tale risultato viene prevista una fase di taratura in cui i parametri di un modello matematico sono calcolati in seguito al confronto con i valori rilevati da appositi sensori di taratura che vengono smontati e non sono ulteriormente impiegati dopo il calcolo dei parametri del modello matematico.

In particolare, in relazione alla prima fase, la potenza termica impiegata per il riscaldamento è ottenibile dal

prodotto del calore specifico c_p per la densità r, per la portata in volume Q di fluido (acqua) riscaldante, che circola nel dispositivo radiante 31, per la differenza di temperatura del fluido stesso tra l'ingresso e l'uscita del dispositivo radiante 31. Con T_m e T_r si indicano rispettivamente le temperature di ingresso e di uscita e con DT la loro differenza: DT= T_m- T_r. Si ha quindi P= $c_p$xrx$Q$xDT= $c_p$xrx$Q$x(T_m- T_r).

Ulteriori grandezze fisiche di interesse sono la temperatura della stanza, indicata con T_a, e la temperatura esterna, indicata con T_e, qualora la stanza confini con l'ambiente esterno.

Di queste grandezze, T_m, Q ed eventualmente T_e costituiscono gli ingressi, mentre T_a e T_r costituiscono le uscite del sistema fisico di cui si vuole costruire il modello. Inoltre, la temperatura T_a viene sempre misurata, mentre secondo la presente invenzione la centralina di controllo 8 e/o il dispositivo di controllo 9 sono programmati per stimare la temperatura T_r.

Per semplicità, nel seguito non verrà considerata la temperatura T_e fra gli ingressi. Infatti questa temperatura ha poca influenza sul sistema considerato, presentando variazioni molto lente e limitate in ampiezza, almeno nel periodo invernale. E' stato verificato che tale scelta non impatta sul risultato finale: utilizzare due o tre ingressi

non implica alcuna differenza concettuale.

L'identificazione è stata condotta in primo luogo ipotizzando una rappresentazione in matrici di trasferimento del sistema fisico sommata a un offset, rappresentato da un gradino la cui ampiezza, indicata dalla variabile barrata, viene stimata tramite l'algoritmo di identificazione stesso (con e viene indicato il gradino unitario). Tale impostazione è particolarmente adatta ad algoritmi di stima parametrica facilmente implementabili in linguaggi di programmazione standard (ad es. C) e già utilizzati con ottimi risultati. La relazione ingresso-uscita è:

$$\begin{bmatrix} T_a \\ T_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{T}_a \\ \bar{T}_r \end{bmatrix} \cdot \mathrm{e} + \begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} \\ G_{21} & G_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_m \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{T}_a \\ \bar{T}_r \end{bmatrix} \cdot \mathrm{e} + \begin{bmatrix} \frac{N_{11}}{D} & \frac{N_{12}}{D} \\ \frac{N_{21}}{D} & \frac{N_{22}}{D} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_m \\ Q \end{bmatrix}$$

E' stato ipotizzato che le 4 funzioni di trasferimento abbiamo lo stesso denominatore polinomiale D, di grado n, poiché si intende avere la stessa dinamica del sistema per ciascuna coppia ingresso-uscita. Al contrario i numeratori polinomiali N_{ij} sono lasciati completamente liberi e di grado $m \leq n$.

Tramite il confronto fra i dati rilevati tramite sensori di taratura che rilevano il valore delle uscite del sistema, ossia T_a e T_r, i coefficienti delle funzioni di

trasferimento sono determinati tramite algoritmi di ottimizzazione noti che minimizzano una funzione quadratica dell'errore.

Il modello del sistema è il seguente:

$$x(k+1) = Ax(k) + B\begin{bmatrix} T_m(k) \\ Q(k) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} T_a(k) \\ T_r(k) \end{bmatrix} = Cx(k)$$

Le matrici A, B, C sono ricavate secondo algoritmi noti e non discussi ulteriormente nel seguito a partire dalle funzioni di trasferimento.

Quando la matrice delle funzioni di stato è definita, è possibile stimare in anello aperto la temperatura di uscita T_r del dispositivo radiante 31 e procedere con una stima della potenza termica utilizzata.

Preferibilmente, per aumentare l'affidabilità del calcolo stimato della potenza termica utilizzata, il dispositivo di controllo 9 è programmato per eseguire il controllo in retroazione dei valori stimati. In particolare, il modello matematico precedentemente descritto associa T_a e T_r mentre la correzione di T_r viene eseguita sulla base della misura diretta di T_a tramite un sensore dedicato 30 collegato in

trasmissione dati con il dispositivo di controllo 9. Il confronto fra la misura della temperatura della stanza e la stima della temperatura della stanza definisce un parametro che consente di correggere la stima della temperatura di uscita dal dispositivo radiante 31.

In particolare, la retroazione viene eseguita tramite uno stimatore dello stato avente la forma:

$$\hat{x}(k+1) = A\hat{x}(k) + Bu(k) + L\left[y(k) - C\hat{x}(k)\right]$$
$$\hat{y}(k) = C\hat{x}(k)$$

dove i guadagni L, moltiplicati per la differenza fra i valori misurati e stimati (seconda equazione) della variabile *y*, modulano la correzione richiesta per tener conto delle differenze fra modello e sistema fisico.

Nel nostro caso però, occorre stimare non uno stato ma un'uscita. Per questo motivo le equazioni sono modificate in modo da far emergere che una uscita viene misurata mentre l'altra è stimata. Le equazioni diventano quindi:

$$\hat{x}(k+1) = A\hat{x}(k) + B\begin{bmatrix} T_m(k) \\ Q(k) \end{bmatrix} + L\left[T_a(k) - C_a\,\hat{x}(k)\right]$$
$$\hat{T}_r(k) = C_r\,\hat{x}(k)$$

Il calcolo dei guadagni L viene eseguito preferibilmente imponendo la stabilità asintotica della matrice $A-LC_a$ e una opportuna velocità di convergenza a zero dell'errore di stima.

Si noti che le variabili T_m, Q e T_a costituiscono gli ingressi dello stimatore, mentre $\hat{T}_r$ costituisce l'uscita. Di conseguenza le equazioni si possono riscrivere in forma compatta come segue:

$$\hat{x}(k+1) = (A - LC_a)\hat{x}(k) + \begin{bmatrix} B & L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_m(k) \\ Q(k) \\ T_a(k) \end{bmatrix}$$

$$\hat{T}_r(k) = C_r \hat{x}(k)$$

I vantaggi che il gruppo contabilizzatore 1 secondo la presente invenzione consente di ottenere sono i seguenti.

La temperatura di uscita viene stimata in modo che solo la valvola di ingresso sia sostituita per ottenere la contabilizzazione. Nessun intervento è pertanto previsto per il raccordo di uscita. La valvola 1 è compatta e presenta un impatto visivo ridotto in modo da essere montabile anche in impianti domestici. In particolare, ogni strumento o sensore ad eccezione del sensore 30 è incorporabile nella valvola 1 e nessun componente deve essere montato a bordo del radiatore 31.

La misura della temperatura della stanza tramite il sensore 30 consente di rendere più precisa la stima. Il modello accoppia infatti temperatura della stanza e temperatura di uscita mentre la misura dell'errore fra la temperatura della stanza, stimata tramite il modello matematico, e la temperatura della stanza, misurata tramite il sensore 30, consente di calcolare il guadagno L che correggere la stima della temperatura di uscita T_r tramite il guadagno L. L'affidabilità della stima della temperatura di uscita T_r è pertanto migliorata così come la precisione della contabilizzazione. Il metodo di stima con retroazione precedentemente descritto è direttamente applicabile quando c'è un unico dispositivo radiante 31 per stanza.

Risulta infine chiaro che al gruppo contabilizzatore qui descritto e illustrato è possibile apportare modifiche o varianti senza per questo uscire dall'ambito di tutela come definito dalle rivendicazioni allegate.

Il dispositivo di controllo 9 può essere una centralina remota programmabile da un utente e in scambio di dati con uno o più gruppi valvola 1.

Il gruppo valvola 1 può non comprendere l'elemento di regolazione 6; il dispositivo a turbina 5 può essere esclusivamente un flussimetro. In questo modo il gruppo 1 svolge la funzione di rilievo delle grandezze necessarie per la stima della contabilizzazione dell'energia termica

scambiata dal termosifone 31.

Il dispositivo radiante può assorbire energia termica dalla stanza quando viene attraversato da un fluido avente una temperatura inferiore a quella rilevata dal sensore di temperatura 30. In questo caso il dispositivo radiante 31 svolge la funzione di raffrescamento.

Edoardo MOLA
(Iscrizione Albo nr. 1200/BM)

RIVENDICAZIONI

1. Gruppo contabilizzatore per stimare l'energia termica consumata da un dispositivo radiante (31) comprendente un misuratore di portata (5), un sensore di temperatura (3) per misurare la temperatura di ingresso al detto dispositivo radiante (31) e un dispositivo di controllo (9) collegato in trasmissione dati con i detti sensore di temperatura (3) e misuratore di portata (5), il detto dispositivo di controllo (9) essendo programmato per stimare una temperatura di uscita (T_r) dal detto dispositivo radiante (31) sulla base del segnale (T_m) rilevato dal detto sensore di temperatura (3) e di una portata (Q) rilevata tramite il detto misuratore di portata (5).

2. Gruppo contabilizzatore secondo la rivendicazione 1, comprendente un sensore (30) per misurare una grandezza funzionale (T_a) e un processore (9) programmato per stimare tramite un modello matematico la detta temperatura di uscita (T_r) e la detta grandezza funzionale (T_a) sulla base del detto segnale (T_m) e della detta portata (Q), e per modificare la stima della detta temperatura di uscita (T_r) sulla base della differenza fra il segnale del detto sensore (30) e la stima della detta grandezza funzionale (T_a) calcolata tramite il detto modello.

3. Gruppo contabilizzatore secondo la rivendicazione 2, in cui la detta grandezza funzionale (T_a) è la temperatura di una stanza dove viene montato il detto

elemento radiante.

4. Gruppo contabilizzatore secondo una delle rivendicazioni 2 o 3, caratterizzato dal fatto che il detto processore (9) viene programmato per modificare la stima della detta temperatura di uscita (T_r) secondo uno stimatore dello stato.

5. Gruppo contabilizzatore secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di comprendere dispositivo di ingresso (1) comprendente in un unico corpo il detto sensore di temperatura (3) e il detto sensore di portata (5), la detta valvola di ingresso (1) comprendendo inoltre un'antenna (8a) per trasmettere i dati rilevati dai detti sensore di temperatura (3) e sensore di portata (5) e determinare la stima della detta temperatura di uscita (T_r).

6. Gruppo contabilizzatore secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto di comprendere un dispositivo di controllo (9) programmato per calcolare la stima della detta temperatura di uscita (T_r) e collegato in modo wireless al detto dispositivo di ingresso (1).

7. Gruppo contabilizzatore secondo la rivendicazione 6, caratterizzato dal fatto che il detto dispositivo di ingresso (1) comprende una valvola (6) per regolare la portata di fluido in ingresso al detto dispositivo radiante (31).

p.i.: 1) VNTECH S.C.A.R.L.

2) POLITECNICO DI TORINO

Edoardo MOLA

Edoardo MOLA

(Iscrizione Albo nr. 1200/BM)

TITOLO: GRUPPO CONTABILIZZATORE PER IMPIANTI TERMICI DI RISCALDAMENTO / RAFFRESCAMENTO

RIASSUNTO

Un gruppo contabilizzatore per stimare l'energie termica consumata da un dispositivo radiante (31) comprende un misuratore di portata (5), un sensore di temperatura (3) per misurare la temperatura di ingresso al dispositivo radiante (31) e un dispositivo di controllo (9) collegato in trasmissione dati con il sensore di temperatura (3) e misuratore di portata (5), il dispositivo di controllo (9) essendo programmato per stimare una temperatura di uscita (T_r) dal dispositivo radiante (31) sulla base del segnale (T_m) rilevato dal sensore di temperatura (3) e da una portata (Q) rilevata tramite il misuratore di portata (5).

Figura principale: figura 1

Edoardo MOLA
(Iscrizione Albo nr. 1200/BM)