



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102010901900281
Data Deposito	20/12/2010
Data Pubblicazione	20/06/2012

Classifiche IPC

Titolo

IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA E METODO PER OPERARE DETTO IMPIANTO

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA E METODO
PER OPERARE DETTO IMPIANTO"

di ANSALDO ENERGIA S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede: VIA NICOLA LORENZI, 8

GENOVA (GE)

Inventori: PESCE Paolo, SILINGARDI Andrea

*** ***** ***

La presente invenzione è relativa ad impianto per la produzione di energia elettrica e ad un metodo per operare detto impianto.

Sono noti impianti per la produzione di energia elettrica comprendenti un compressore, provvisto di una presa d'aria, di uno stadio di ingresso e di uno stadio di uscita, e un dispositivo anticongelamento, configurato per prelevare aria dallo stadio di uscita del compressore e iniettarla in una zona di iniezione della presa d'aria del compressore.

Il dispositivo anticongelamento è destinato a riscaldare l'aria in ingresso al compressore per evitare che si generi condensa nei primi stadi di ingresso del compressore.

Il primo stadio di ingresso del compressore è,

infatti, provvisto di una pluralità di palette statoriche orientabili di ingresso, le quali deflettono il flusso di aria in ingresso espandendolo e quindi raffreddandolo.

Se la temperatura esterna all'impianto si aggira intorno agli 0°C , l'espansione subita dall'aria nello stadio di ingresso può provocare la condensazione dell'umidità contenuta nell'aria.

L'acqua condensata impatta ad alta velocità contro le pale del compressore disposte a valle dello stadio di ingresso ed erode la superficie palare. Ciò comporta un indebolimento strutturale delle pale ed un calo delle prestazioni complessive del compressore.

Normalmente, il dispositivo anticongelamento viene attivato quando la temperatura ambiente esterna all'impianto è compresa tra -5°C e $+5^{\circ}\text{C}$, in modo da evitare che si generi condensa nello stadio di ingresso.

Tuttavia, il prelievamento dell'aria dallo stadio di uscita del compressore, pur preservando l'integrità delle pale del compressore, diminuisce notevolmente le prestazioni dell'impianto. Il riscaldamento dell'aria nella presa d'aria avviene, infatti, a spese della potenza complessiva erogata dall'impianto. Più aria viene ricircolata meno potenza viene generata dall'impianto a parità di consumo combustibile.

È quindi un obiettivo della presente invenzione quello

di minimizzare l'intervento del dispositivo anticongelamento in modo da preservare l'integrità delle pale del compressore senza penalizzare eccessivamente il rendimento dell'impianto.

In accordo con tali scopi, la presente invenzione è relativa ad un impianto per la produzione di energia elettrica comprendente:

- un compressore comprendente una presa d'aria, uno stadio di ingresso, provvisto di una pluralità di palette statoriche orientabili di ingresso, ed uno stadio di uscita;

- un dispositivo anticongelamento comprendente:
 - un sistema di ricircolo, configurato per prelevare aria dallo stadio di uscita del compressore e iniettarla in una zona di iniezione della presa d'aria del compressore;
 - un'unità di controllo configurata per selettivamente attivare il sistema di ricircolo sulla base di almeno un primo parametro correlato alla posizione attuale delle palette statoriche orientabili di ingresso.

È un ulteriore scopo della presente invenzione quello di fornire un metodo per operare l'impianto di produzione di energia elettrica che garantisca l'integrità strutturale delle pale del compressore senza penalizzare eccessivamente

il rendimento dell'impianto.

In accordo con tali scopi la presente invenzione è relativa ad un metodo per operare un impianto per la produzione di energia comprendente un compressore provvisto di una presa d'aria, di uno stadio di ingresso, dotato di una pluralità di palette statoriche orientabili di ingresso, e di uno stadio di uscita;

il metodo comprendendo le fasi di:

- prelevare aria dallo stadio di uscita del compressore e iniettarla in una zona di iniezione della presa d'aria del compressore attraverso un sistema di ricircolo; e

- selettivamente attivare il sistema di ricircolo sulla base di almeno un primo parametro correlato alla posizione delle palette statoriche orientabili di ingresso.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi della presente invenzione appariranno chiari dalla descrizione che segue di un suo esempio non limitativo di attuazione, con riferimento alle figure dei disegni annessi, in cui:

- la figura 1 è una rappresentazione schematica dell'impianto per la produzione di energia elettrica secondo la presente invenzione;

- la figura 2 è uno schema a blocchi relativo ad un dettaglio dell'impianto di figura 1;

- la figura 3 è uno schema a blocchi relativo ad un

dettaglio dell'impianto di figura 1.

In figura 1 è indicato con il numero di riferimento 1 un impianto per la produzione di energia elettrica.

L'impianto 1 comprende una turbina a gas 2 estendentesi lungo un asse A, un compressore 3, una camera di combustione 4, un generatore 6, un gruppo di rilevamento 7 ed un dispositivo anticongelamento 8.

La turbina a gas 2 e il compressore 3 sono montati su uno stesso albero 10, il quale ruota attorno all'asse A ed è collegato al generatore 6, il quale trasforma la potenza meccanica fornita dalla turbina a gas 2 in potenza elettrica emessa.

Il compressore 3 è preferibilmente un compressore assiale multistadio.

In particolare, il compressore 3 si estende lungo l'asse A e comprende una presa d'aria 12, normalmente chiamata "air intake", uno stadio di ingresso 13 ed uno stadio di uscita 14 ed una pluralità di stadi intermedi 15 (non dettagliati in figura 1), compresi tra lo stadio di ingresso 13 e lo stadio di uscita 14 e provvisti di una pluralità di pale statoriche e di pale rotoriche (non illustrate per semplicità nelle figure allegate).

La presa d'aria 12 è provvista di un filtro 16 e di una zona di iniezione 17, disposta a monte del filtro 16.

Lo stadio di ingresso 13 comprende una pluralità di

palette statoriche orientabili di ingresso 18 (schematicamente illustrate in figura 1), dette comunemente IGV (Inlet Guide Vane), la cui inclinazione può essere modificata per regolare una portata d'aria aspirata dal compressore 3 stesso.

In particolare, le palette statoriche orientabili di ingresso 18 sono accoppiate alle estremità rispettivamente ad un anello interno e ad un anello esterno (non illustrati per semplicità nelle figure allegate), i quali sono centrati sull'asse A. Le palette statoriche orientabili di ingresso 16 sono preferibilmente ma non necessariamente disposte equidistanti l'una dall'altra.

L'inclinazione della pluralità di palette statoriche orientabili di ingresso 18 è regolata da un gruppo di regolazione (non illustrato nelle figure allegate), il quale è configurato per movimentare le palette statoriche orientabili di ingresso 18 in una pluralità di posizioni comprese tra una posizione di chiusura, in cui le palette statoriche orientabili di ingresso 18 sono orientate in modo tale che il flusso di aria entrante nel compressore 3 sia minimo, ed una posizione di apertura, in cui le palette statoriche orientabili di ingresso 18 sono orientate in modo tale che il flusso di aria entrante nel compressore 3 sia massimo.

Il gruppo di rilevamento 7 comprende una pluralità di

sensori dell'impianto 1 configurati per rilevare una serie di parametri relativi all'impianto 1.

In particolare, il gruppo di rilevamento 7 comprende:

un trasduttore di posizione (non illustrato per semplicità nelle figure allegato) configurato per rilevare la posizione IGV_{POS} delle palette statoriche orientabili di ingresso 18;

un sensore di temperatura (non illustrato per semplicità nelle figure allegato) configurato per rilevare la temperatura dell'aria esterna T_{OUT} a monte della presa d'aria;

un sensore di umidità relativa (non illustrato per semplicità nelle figure allegato) configurato per rilevare l'umidità relativa dell'aria esterna HR_{OUT} a monte della presa d'aria;

un sensore di pressione (non illustrato per semplicità nelle figure allegato) configurato per rilevare la pressione dell'aria esterna P_{OUT} a monte della presa d'aria;

un sensore di temperatura (non illustrato per semplicità nelle figure allegato) configurato per rilevare la temperatura dell'aria interna T_{IN} a valle della zona di iniezione 17 e a monte del filtro 16 della presa d'aria 12;

un sensore di umidità relativa (non illustrato per semplicità nelle figure allegato) configurato per rilevare l'umidità relativa dell'aria interna HR_{IN} a valle della zona

di iniezione 17 e a monte del filtro 16 della presa d'aria 12;

un sensore di pressione configurato per rilevare la pressione dell'aria interna P_{IN} a valle della zona di iniezione 17 e a monte del filtro 16 della presa d'aria 12.

Il dispositivo anticongelamento 8 comprende un sistema di ricircolo 20, il quale è configurato per prelevare aria dallo stadio di uscita 14 del compressore 3 e iniettarla nella zona di iniezione 17 della presa d'aria 12 del compressore 3, e una unità di controllo 21, la quale è configurata per selettivamente attivare il sistema di ricircolo 20 e per regolare la portata di aria Q_{AIR} da prelevare dallo stadio di uscita 14.

In maggior dettaglio, il sistema di ricircolo 20 comprende una linea di prelievo 23, la quale collega lo stadio di uscita 14 alla zona di iniezione 17 della presa d'aria 12, una prima valvola 24 ed una seconda valvola 25.

La prima valvola 24 e la seconda valvola 25 sono disposte in serie lungo la linea di prelievo 23.

In particolare, la prima valvola 24 è una valvola di tipo ON-OFF comandata dall'unità di controllo 21 attraverso un segnale di attivazione U_{ATT} , mentre la seconda valvola 25 è una valvola regolante comandata dall'unità di controllo 21 attraverso un segnale di regolazione U_{REG} .

Con riferimento alla figura 2, l'unità di controllo 21

comprende un modulo di attivazione 30 ed un modulo di calcolo portata 31.

Il modulo di attivazione 30 è configurato per selettivamente attivare il sistema di ricircolo 20 sulla base di almeno un primo parametro correlato alla posizione IGV_{POS} delle palette statoriche orientabili di ingresso 18, sulla base di un secondo parametro correlato alla temperatura dell'aria esterna T_{OUT} rilevata a monte della zona di iniezione 17 dell'aria della presa d'aria 12, sulla base di un terzo parametro correlato alla umidità relativa HR_{OUT} rilevata a monte della zona di iniezione 17 dell'aria della presa d'aria 12 e sulla base di un quarto parametro correlato alla pressione P_{OUT} dell'aria a monte della zona di iniezione 17 dell'aria della presa d'aria 12.

Con riferimento alla figura 3, il modulo di attivazione 30 comprende un primo modulo di calcolo 34, un secondo modulo di calcolo 35 ed un modulo di confronto 36. Il primo modulo di calcolo 34 è configurato per calcolare una temperatura attuale T_{ATT} e una pressione attuale P_{ATT} a valle dello stadio di ingresso 13 del compressore 3.

La temperatura attuale T_{ATT} e la pressione attuale P_{ATT} sono calcolate sulla base dei dati relativi alle condizioni dell'ambiente esterno (mediante la temperatura dell'aria esterna T_{OUT} , l'umidità relativa dell'aria esterna HR_{OUT} , e la pressione dell'aria esterna P_{OUT}) e sulla base della

posizione delle palette statoriche orientabili di ingresso 18 e sulla base delle caratteristiche del compressore 3 utilizzato (curve specifiche e/o dati sperimentali già inseriti nel modulo di calcolo 34).

Preferibilmente, la temperatura attuale T_{ATT} e la pressione attuale P_{ATT} sono calcolate mediante funzioni polinomiali del tipo:

$$T_{ATT} = \alpha (T_{OUT}, HR_{OUT}, P_{OUT}, IGV_{POS})$$

$$P_{ATT} = \beta (T_{OUT}, HR_{OUT}, P_{OUT}, IGV_{POS})$$

Il modulo di calcolo 35 è configurato per calcolare una temperatura di condensazione T_{COND} a valle dello stadio di ingresso 13 e una pressione di condensazione P_{COND} una temperatura attuale T_{ATT} a valle dello stadio di ingresso 13.

In pratica, il modulo di calcolo 35 è configurato per calcolare le condizioni di temperatura e pressioni critiche, alle quali si verifica la condensazione dell'acqua contenuta nell'aria in ingresso nel compressore 3.

La temperatura di condensazione T_{COND} e la pressione di condensazione P_{COND} sono calcolate sulla base dei dati relativi alle condizioni dell'ambiente esterno (temperatura dell'aria esterna T_{OUT} , l'umidità relativa dell'aria esterna HR_{OUT} , e la pressione dell'aria esterna P_{OUT}), sulla base della posizione delle palette statoriche orientabili di

ingresso 18 e sulla base di un diagramma psicometrico dell'aria (memorizzato nel modulo di calcolo 35).

Preferibilmente, la temperatura di condensazione T_{COND} e la pressione di condensazione P_{COND} sono calcolate mediante funzioni polinomiali del tipo:

$$T_{COND} = \gamma (T_{OUT}, HR_{OUT}, P_{OUT}, IGV_{POS})$$

$$P_{COND} = \delta (T_{OUT}, HR_{OUT}, P_{OUT}, IGV_{POS})$$

Il modulo di confronto 36 è configurato per confrontare la temperatura di condensazione T_{COND} con la temperatura attuale T_{ATT} e la pressione di condensazione con la pressione attuale e generare un segnale di attivazione U_{ATT} per attivare la prima valvola 24 se la temperatura attuale T_{ATT} rientra in un primo intervallo critico INT1 comprendente la temperatura di condensazione T_{COND} e se la pressione attuale P_{ATT} rientra in un secondo intervallo critico INT2 comprendente la pressione di condensazione P_{COND} .

Preferibilmente il primo intervallo critico INT1 è pari a $T_{COND} \pm 3^{\circ}C$, mentre il secondo intervallo critico INT2 è pari a $P_{COND} \pm 0,3$ bar.

Con riferimento alla figura 2, il modulo di calcolo portata 31 è configurato per calcolare un segnale di regolazione U_{REG} alla valvola 25 in modo tale che alla zona di iniezione 17 venga alimentata una portata di aria Q_{AIR} tale da aumentare la temperatura dell'aria in ingresso al

compressore 3 fino ad una temperatura di riferimento T_{SETPOINT} . Il valore della portata Q_{AIR} ed il conseguente segnale di regolazione è calcolato sulla base della posizione IGV_{POS} delle palette orientabili di ingresso 18 e sulla base delle condizioni dell'aria a valle della zona di iniezione 17. Le condizioni dell'aria a valle della zona di iniezione 17 sono determinate sulla base della temperatura dell'aria interna T_{IN} a valle della zona di iniezione 17, dell'umidità relativa dell'aria interna HR_{IN} a valle della zona di iniezione 17 e della pressione dell'aria interna P_{IN} a valle della zona di iniezione 17.

Risulta infine evidente che all'impianto e al metodo qui descritti possono essere apportate modifiche e varianti senza uscire dall'ambito delle rivendicazioni allegate.

RIVENDICAZIONI

1. Impianto (1) per la produzione di energia elettrica comprendente:

- un compressore (3) comprendente una presa d'aria (12), uno stadio di ingresso (13), provvisto di una pluralità di palette statoriche orientabili di ingresso (18), ed uno stadio di uscita (14);

- un dispositivo anticongelamento (8) comprendente:

 - un sistema di ricircolo (20), configurato per prelevare aria dallo stadio di uscita (14) del compressore (3) e iniettarla in una zona di iniezione (17) della presa d'aria (12) del compressore (3);

 - un'unità di controllo (21) configurata per selettivamente attivare il sistema di ricircolo (20) sulla base di almeno un primo parametro correlato alla posizione (IGV_{POS}) delle palette statoriche orientabili di ingresso (18).

2. Impianto secondo la rivendicazione 1, in cui l'unità di controllo (21) è configurata per selettivamente attivare il sistema di ricircolo (20) sulla base di un secondo parametro correlato alla temperatura dell'aria esterna (T_{OUT}) rilevata a monte della zona di iniezione (17) della presa d'aria (12).

3. Impianto secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui

l'unità di controllo (21) è configurata per selettivamente attivare il sistema di ricircolo (20) sulla base di un terzo parametro correlato alla umidità relativa esterna (HR_{OUT}) rilevata a monte della zona di iniezione (17) della presa d'aria (12).

4. Impianto secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui l'unità di controllo (21) è configurata per selettivamente attivare il sistema di ricircolo (20) sulla base di un quarto parametro correlato alla pressione dell'aria esterna (P_{OUT}) a monte della zona di iniezione (17) della presa d'aria (12).

5. Impianto secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui l'unità di controllo comprende un primo modulo di calcolo (34) configurato per calcolare una temperatura attuale (T_{ATT}) e una pressione attuale (P_{ATT}) a valle dello stadio di ingresso (13) del compressore (3).

6. Impianto secondo la rivendicazione 5, in cui l'unità di controllo (21) comprende un secondo modulo di calcolo (35) configurato per calcolare una temperatura di condensazione (T_{COND}) e una pressione di condensazione (P_{COND}) a valle dello stadio di ingresso (13) del compressore (3).

7. Impianto secondo la rivendicazione 6, in cui l'unità di controllo (21) comprende un modulo di confronto (36) configurato per confrontare la temperatura di

condensazione (T_{COND}) con la temperatura attuale (T_{ATT}) e la pressione di condensazione (P_{COND}) con la pressione attuale (P_{ATT}) e attivare il dispositivo di anticongelamento (8) se la temperatura attuale (T_{ATT}) rientra in un primo intervallo critico (INT1) comprendente la temperatura di condensazione (T_{COND}) e se la pressione attuale (P_{ATT}) rientra in un secondo intervallo critico (INT2) comprendente la pressione di condensazione (P_{COND}).

8. Impianto secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui l'unità di controllo (21) comprende un terzo modulo di calcolo (31) configurato per calcolare la portata di aria che deve prelevare il sistema di ricircolo (20) sulla base del primo parametro correlato alla posizione attuale (IGV_{POS}) delle palette statoriche orientabili di ingresso (18).

9. Impianto secondo la rivendicazione 8, in cui il terzo modulo di calcolo (31) è configurato per calcolare la portata di aria che deve prelevare il sistema di ricircolo (20) sulla base di un quinto parametro correlato alla temperatura dell'aria interna (T_{IN}) rilevata a valle della zona di iniezione (17) della presa d'aria (12), sulla base di un sesto parametro correlato all'umidità relativa dell'aria interna (HR_{IN}) rilevata a valle della zona di iniezione (17) della presa d'aria (12) e sulla base di un settimo parametro correlato alla pressione dell'aria

interna (P_{IN}) rilevata a valle della zona di iniezione (17) della presa d'aria (12).

10. Impianto secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni, in cui il sistema di ricircolo (20) comprende una linea di prelievo (23), la quale collega lo stadio di uscita (14) alla zona di iniezione (17) della presa d'aria (12), ed almeno una prima valvola (24) disposta lungo la linea di prelievo (23) e comandata dall'unità di controllo (21).

11. Impianto secondo la rivendicazione 10, in cui la prima valvola (24) è una valvola di tipo ON-OFF.

12. Impianto secondo la rivendicazione 10 o 11, in cui il sistema di ricircolo (20) comprende una seconda valvola (25) regolante comandata dall'unità di controllo (21).

13. Metodo per operare un impianto (1) per la produzione di energia comprendente un compressore (3) provvisto di una presa d'aria (12), di uno stadio di ingresso (13), dotato di una pluralità di palette statoriche orientabili di ingresso (18), e di uno stadio di uscita (14);

il metodo comprendendo le fasi di:

- prelevare aria dallo stadio di uscita (14) del compressore (3) e iniettarla in una zona di iniezione (17) della presa d'aria (12) del compressore (3)

attraverso un sistema di ricircolo (20); e

- selettivamente attivare il sistema di ricircolo (20) sulla base di almeno un primo parametro correlato alla posizione (IGV_{POS}) delle palette statoriche orientabili di ingresso (18).

14. Metodo secondo la rivendicazione 13, in cui la fase di selettivamente attivare il sistema di ricircolo (20) comprende selettivamente attivare il sistema di ricircolo (20) sulla base di un secondo parametro correlato alla temperatura dell'aria esterna (T_{OUT}) rilevata a monte della zona di iniezione (17) della presa d'aria (12).

15. Metodo secondo la rivendicazione 13 o 14, in cui la fase di selettivamente attivare il sistema di ricircolo (20) comprende selettivamente attivare il sistema di ricircolo (20) sulla base di un terzo parametro correlato alla umidità relativa dell'aria esterna (HR_{OUT}) rilevata a monte della zona di iniezione (17) della presa d'aria (12).

16. Metodo secondo una delle rivendicazioni da 13 a 15, in cui la fase di selettivamente attivare il sistema di ricircolo (20) comprende selettivamente attivare il sistema di ricircolo (20) sulla base di un quarto parametro correlato alla pressione dell'aria esterna (P_{OUT}) a monte della zona di iniezione (17) della presa d'aria (12).

17. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 13 a 16, comprendente la fase di calcolare una

temperatura attuale (T_{ATT}) e una pressione attuale (P_{ATT}) a valle dello stadio di ingresso (13) del compressore (3).

18. Metodo secondo la rivendicazione 17, comprendente la fase di calcolare una temperatura di condensazione (T_{COND}) e una pressione di condensazione (P_{COND}) a valle dello stadio di ingresso (13) del compressore (3).

19. Metodo secondo la rivendicazione (18), comprendente le fasi di:

- confrontare la temperatura di condensazione (T_{COND}) con la temperatura attuale (T_{ATT}) e la pressione di condensazione (P_{COND}) con la pressione attuale (P_{ATT}); e
- attivare il sistema di ricircolo (20) se la temperatura attuale (T_{ATT}) rientra in un primo intervallo critico (INT1) comprendente la temperatura di condensazione (T_{COND}) e se la pressione attuale (P_{ATT}) rientra in un secondo intervallo critico (INT2) comprendente la pressione di condensazione (P_{COND}).

20. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 13 a 19, comprendente la fase di calcolare la portata di aria che deve prelevare il sistema di ricircolo (20) sulla base del primo parametro correlato alla posizione (IGV_{POS}) delle palette statoriche orientabili di ingresso (18).

21. Metodo secondo la rivendicazione 20, in cui la fase di calcolare la portata di aria che deve prelevare il sistema di ricircolo (20) comprende calcolare la portata di

aria che deve prelevare il sistema di ricircolo (20) sulla base di un quinto parametro correlato alla temperatura dell'aria interna (T_{in}) rilevata a valle della zona di iniezione (17) della presa d'aria (12), sulla base di un sesto parametro correlato all'umidità relativa dell'aria interna (HR_{IN}) rilevata a valle della zona di iniezione (17) della presa d'aria (12) e sulla base di un settimo parametro correlato alla pressione dell'aria interna (P_{IN}) rilevata a valle della zona di iniezione (17) della presa d'aria (12).

p.i.:ANSALDO ENERGIA S.P.A.
Erika ANDREOTTI

FIG. 2

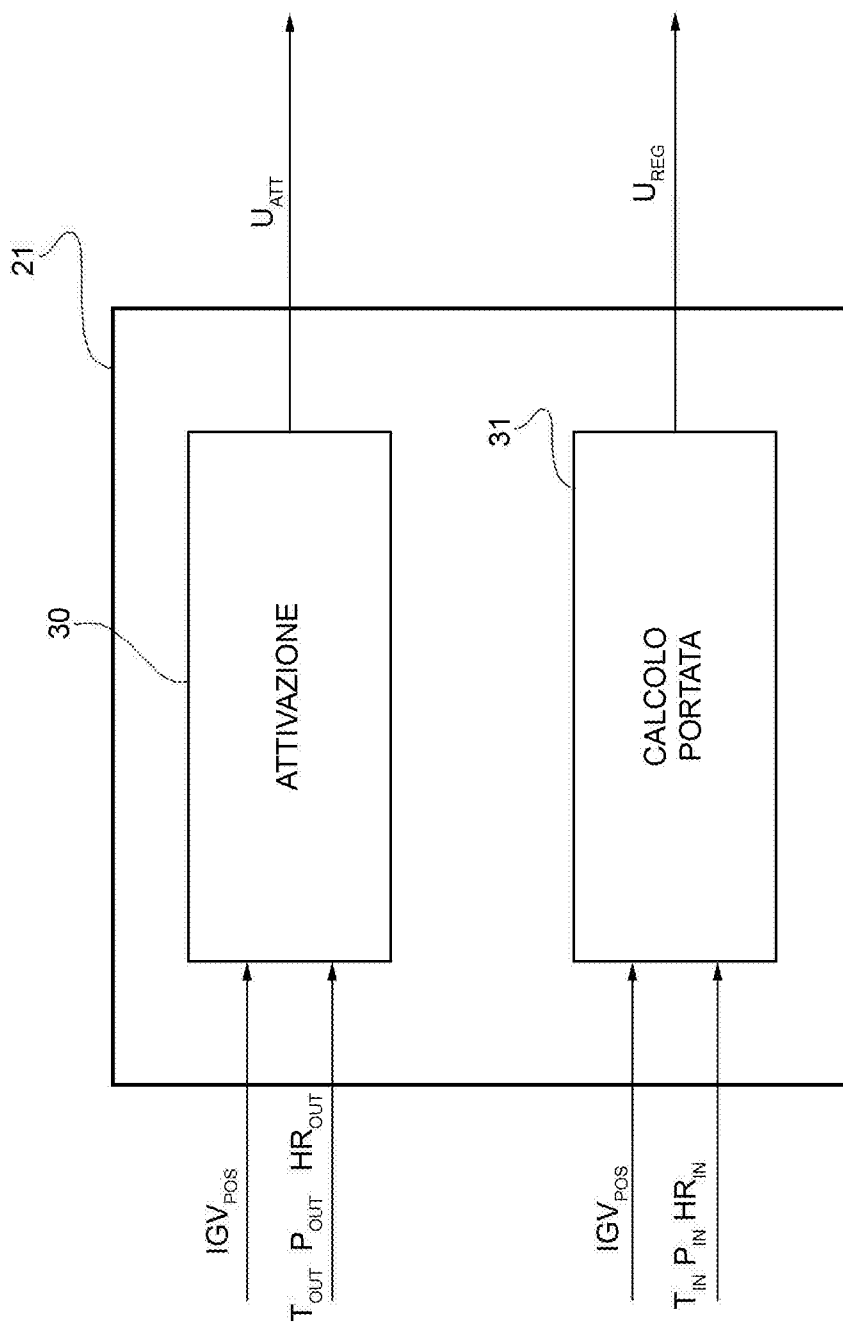


FIG. 3

