



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

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102019000005218
Data Deposito	05/04/2019
Data Pubblicazione	05/10/2020

Classifiche IPC

Titolo

METODO DI CONTROLLO DI UN SISTEMA DI ILLUMINAZIONE

DESCRIZIONE

del brevetto per invenzione industriale dal titolo:

"METODO DI CONTROLLO DI UN SISTEMA DI ILLUMINAZIONE"

di ARTEMIDE S.P.A.

di nazionalità italiana

con sede: CORSO MONFORTE, 19

20122 MILANO (MI)

Inventori: DE BEVILACQUA Carlotta Francesca Isolina Maria,
GALLUCCI Andrea, FRANZOSI Roberto, PESSONI Laura

*** ***** ***

La presente invenzione è relativa a un metodo di controllo per controllare un sistema di illuminazione.

Sono noti sistemi di illuminazione provvisti di controllori che permettono di modificare in modo automatico le grandezze fotometriche della luce emessa (quali intensità, temperatura di colore, eccetera), anche in funzione di parametri ambientali, per esempio rilevati da sensori, o seguendo programmi preimpostati.

Tuttavia, le logiche di controllo, ovvero i programmi che controllano i sistemi di illuminazione, in accordo alla tecnica nota non sono pienamente soddisfacenti, presentando in particolare l'inconveniente che il controllo dell'illuminazione avviene in funzione di parametri prestabiliti che non tengono conto di condizioni locali e istantanee.

In generale, quindi, le variazioni delle condizioni di illuminazione comandate dai metodi di controllo della tecnica nota possono non corrispondere alle reali esigenze delle persone che si trovano a vivere e operare in quelle specifiche condizioni.

In particolare, è noto che durante il giorno si alternano un periodo diurno o dì (ore di luce, cioè di esposizione alla luce del sole) e un periodo notturno o notte (ore di buio).

La durata del dì e della notte varia sulla terra a seconda delle stagioni e della latitudine: solo all'equatore il dì e la notte durano entrambi 12 ore e ciò avviene per tutti i giorni dell'anno.

Alle altre latitudini, il dì e la notte hanno uguale durata solo due volte l'anno, agli equinozi (equinozio di primavera ed equinozio di autunno). Negli altri giorni dell'anno, la durata del dì e della notte cambia di giorno in giorno: la durata del dì aumenta tra il solstizio d'inverno (quando la durata del dì è minima) e il solstizio d'estate (durata del dì massima); e diminuisce tra il solstizio d'estate e il solstizio d'inverno.

Inoltre, la durata del dì e della notte è diversa a seconda della latitudine in cui ci si trova.

Man mano che ci si sposta verso il polo nord, la durata del dì aumenta tra l'equinozio di primavera e l'equinozio

d'autunno, raggiungendo il massimo al solstizio d'estate; e diminuisce tra l'equinozio d'autunno e l'equinozio di primavera, raggiungendo un minimo al solstizio d'inverno.

Spostandosi invece verso il polo sud, l'effetto è invertito, con le ore del dì che aumentano tra l'equinozio d'autunno e l'equinozio di primavera, raggiungendo il massimo al solstizio d'inverno, per poi tornare a diminuire.

I circoli polari (66° latitudine N e 66° latitudine S) sono le due latitudini alle quali, almeno una volta all'anno, si ha il sole a mezzanotte.

Per contro, nei mesi invernali tra settembre e marzo nell'emisfero boreale (emisfero nord) e nei mesi estivi tra marzo e settembre nell'emisfero australe (emisfero sud), si ha in quelle regioni almeno un giorno di buio assoluto (il sole non sorge).

La vita di chi vive a tali latitudini è fortemente influenzata da questi effetti.

D'altra parte, tutti gli essere umani vivono secondo ritmi circadiani che regolano aspetti psicologici e fisiologici.

In generale, i ritmi circadiani sono collegati al ciclo luce-buio e sono influenzati dalla luce, principalmente dalla luce naturale.

Tuttavia, al giorno d'oggi molte persone vivono e lavorano per gran parte delle proprie giornate in ambienti

con illuminazione artificiale. In generale, l'illuminazione artificiale non viene studiata e regolata per assecondare i ritmi circadiani.

D'altra parte, persone diverse seguono ritmi diversi, per cui persone diverse possono essere particolarmente attive in parti diverse della giornata, così come richiedere riposo in orari diversi da altre persone.

I metodi di controllo automatici di sistemi di illuminazione in accordo alla tecnica nota non permettono in generale di adattare le condizioni di illuminazione alle specifiche condizioni di tempo e luogo in cui ci si trova, nonché alle peculiarità delle singole persone.

È dunque uno scopo della presente invenzione quello di fornire un metodo di controllo di un sistema di illuminazione che permetta di risolvere gli inconvenienti della tecnica nota sopra evidenziati.

In particolare, è uno scopo dell'invenzione quello di fornire un metodo di controllo che permetta di variare in maniera automatica le condizioni di illuminazione, e specificamente la temperatura di colore (ed eventualmente altri parametri di illuminazione), tenendo conto di luogo e tempo specifici, e quindi del giorno dell'anno e della posizione geografica (precisamente, della latitudine), in cui opera.

La presente invenzione è dunque relativa ad un metodo

di controllo per controllare un sistema di illuminazione come definito nell'annessa rivendicazione 1.

Ulteriori caratteristiche preferite dell'invenzione sono definite nelle rivendicazioni dipendenti.

In accordo all'invenzione, la luce artificiale, generata da un sistema di illuminazione (che può comprendere uno o più apparecchi di illuminazione), viene controllata in modo da assecondare i ritmi delle attività quotidiane nelle condizioni naturali di tempo e luogo; in particolare, il metodo di controllo dell'invenzione controlla il sistema di illuminazione in modo da fornire una temperatura di colore corrispondente allo stato di luce e di buio di un determinato luogo in uno specifico momento. Opzionalmente, il metodo di controllo controlla anche altri parametri della luce emessa dal sistema di illuminazione, quali l'intensità.

Nell'arco di una giornata, l'illuminazione (luce emessa da un generico sistema di illuminazione comandato in accordo all'invenzione) viene variata seguendo un profilo di emissione giornaliero prestabilito: la temperatura di colore emessa dal sistema di illuminazione cambia progressivamente nel tempo, seguendo una funzione spline appositamente costruita, costituita da più porzioni di funzione spline corrispondenti a rispettivi intervalli di tempo.

In ciascun intervallo, la temperatura di colore ha un andamento monotono (crescente o decrescente).

In maggior dettaglio, la temperatura di colore cresce e diminuisce progressivamente tra una pluralità di nodi con un andamento che asseconda i ritmi circadiani naturali. Si alternano pertanto periodi in cui la temperatura di colore cresce progressivamente e periodi in cui la temperatura di colore diminuisce progressivamente.

Temperature di colore più alte (luce più fredda) favoriscono l'attività, mentre temperature di colore più basse (luce più calda) favoriscono il rilassamento.

In accordo all'invenzione, il profilo di emissione giornaliero (temperatura di colore al variare dell'orario) non è però sempre lo stesso, ma cambia di giorno in giorno (in base quindi alla data) e anche a seconda della posizione geografica, in particolare della latitudine.

In particolare, il metodo di controllo dell'invenzione controlla il sistema di illuminazione in modo da fornire una temperatura di colore corrispondente allo stato di luce e di buio di un determinato luogo in uno specifico giorno.

Il controllo dell'illuminazione avviene quindi in funzione non solo del momento della giornata (seguendo un profilo di emissione giornaliero) ma anche della posizione geografica e della data.

Il profilo di emissione giornaliero viene determinato impiegando una funzione spline specifica per un determinato giorno dell'anno e per una determinata latitudine.

Fissati una data e un luogo, il sistema di illuminazione sarà comandato in modo da emettere luce seguendo una funzione spline specifica per quella data e quel luogo (latitudine).

Al passare dei giorni, se l'utente e il sistema di illuminazione comandato restano nel medesimo luogo, l'illuminazione cambia solo in funzione della data, e il profilo di emissione giornaliero cambia progressivamente adattandosi alla diversa durata dei periodi diurno e notturno della giornata (ore di luce/buio). L'andamento generale (forma) della funzione spline rimane sostanzialmente lo stesso da un giorno all'altro.

Se invece l'utente si sposta, raggiungendo una località collocata a una latitudine differente, verrà acquisita una diversa latitudine e il sistema di illuminazione (che sarà, chiaramente, un sistema di illuminazione locale, reperito sul posto e quindi diverso dal sistema di illuminazione comandato in precedenza) sarà comandato con un profilo di emissione giornaliero modificato in funzione della nuova latitudine (a cui pure corrisponde, in generale, una diversa durata dei periodi di luce e buio).

Il metodo di controllo dell'invenzione opera pertanto in attuazione di logiche e programmi preimpostati che variano nel tempo la temperatura di colore, in modo diverso a seconda del luogo e del giorno dell'anno in cui ci si trova.

Il metodo di controllo in accordo all'invenzione include infatti una fase di geolocalizzazione, in cui si acquisisce la posizione del sistema di illuminazione comandato; e una fase di acquisizione della data corrente.

Sulla base dei dati acquisiti di posizione sul globo terrestre (in particolare, latitudine) e di data, il metodo di controllo dell'invenzione include una fase di selezione di un profilo di emissione giornaliero specifico per la posizione (latitudine) e la data acquisite.

Il sistema di illuminazione viene conseguentemente comandato tramite un profilo di emissione giornaliero che rappresenta un profilo di variazione della temperatura di colore (e opzionalmente di altri parametri di illuminazione, in particolare l'intensità) appositamente progettato per quel preciso luogo e per quella precisa data.

In accordo all'invenzione, le funzioni che determinano la variazione nel tempo della temperatura di colore (tenendo conto di luogo geografico e giorno dell'anno) sono funzioni spline.

Una funzione spline è una funzione di interpolazione di un insieme di punti predefiniti (nodi) ed è costituita da un insieme di polinomi raccordati tra loro, il cui scopo è appunto interpolare in un intervallo i nodi, in modo tale che la funzione sia continua almeno fino ad un dato ordine di derivate in ogni punto dell'intervallo.

Nello specifico, il metodo di controllo dell'invenzione impiega funzioni spline che possono essere definite come segue:

in un piano di riferimento cartesiano che riporta il tempo o orario in ascissa (asse orizzontale) e la temperatura di colore in ordinata (asse verticale), definite le coordinate di due nodi, ad esempio $N1(h1, T1)$ e $N2(h2, T2)$, la funzione spline tra i due nodi è data dalle equazioni parametriche:

$$x(u) = F1(u) * h1 + F2(u) * h2 + F3(u) * \cos x(N1) * K0 + F4(u) * \cos x(N2) * K1$$

$$y(u) = F1(u) * T1 + F2(u) * T2 + F3(u) * \cos y(N1) * K0 + F4(u) * \cos y(N2) * K1$$

dove:

$$F1(u) = 2 * u^3 - 3 * u^2 + 1$$

$$F2(u) = -2 * u^3 + 3 * u^2$$

$$F3(u) = u^3 - 2 * u^2 + u$$

$$F4(u) = u^3 - u^2$$

con $0 < u < 1$

$\cos x(N1), \cos y(N1)$ = inclinazione del vettore tangente in $N1$

$\cos x(N2), \cos y(N2)$ = inclinazione del vettore tangente in $N2$

$K0, K1$ = costanti di torsione che definiscono la forma più o meno arrotondata della funzione spline in corrispondenza dei nodi.

In particolare, la funzione spline viene costruita nel modo seguente:

- definire un piano di riferimento cartesiano che

riporta il tempo o orario in ascissa (asse orizzontale) e la temperatura di colore in ordinata (asse verticale);

- individuare n orari ($h_1, h_2, \dots h_n$), ad esempio $n = 5$, spaziati uno dall'altro, nell'arco della giornata e definenti rispettivi intervalli di tempo tra un orario e l'altro;

- assegnare a ciascun orario un valore di temperatura di colore, definendo così rispettivi n nodi nel piano di riferimento cartesiano che riporta il tempo o orario in ascissa (asse orizzontale) e la temperatura di colore in ordinata (asse verticale); ogni nodo è individuato da uno dei detti n orari e dal valore di temperatura di colore assegnato a quell'orario;

- interpolare i nodi tramite una funzione spline, assegnando a ciascun intervallo una porzione di funzione spline.

La forma generale della funzione spline è regolata dalla posizione dei nodi.

Per una certa data di riferimento, si stabilisce un primo gruppo di nodi con cui si costruisce la funzione spline corrispondente al profilo di emissione giornaliero per la data di riferimento.

I profili di emissione giornalieri degli altri giorni, per lo stesso luogo (a parità quindi di latitudine), si ottengono variando la posizione dei nodi lungo l'asse delle

ascisse, e precisamente applicando parametri correttivi a ciascun nodo, in particolare a ciascun valore di orario, e ottenendo così una nuova funzione spline per quel giorno.

Come già evidenziato, il metodo di controllo dell'invenzione non opera impiegando una sola funzione spline che controlla il sistema di illuminazione ogni giorno e in qualsiasi luogo, bensì impiega funzioni spline specifiche per ogni giorno dell'anno e per ogni latitudine.

La funzione spline, che rappresenta la variazione della temperatura di colore nell'arco della giornata, cambia quindi in funzione del giorno dell'anno e della posizione geografica (latitudine). In particolare la funzione spline si dilata secondo la latitudine e il giorno, secondo quindi le ore di luce (durata del dì) in modo programmato.

In maggior dettaglio, il metodo di controllo dell'invenzione include le fasi di:

- acquisire un dato rappresentativo della posizione geografica, in particolare della latitudine, in cui si trova il sistema di illuminazione da comandare;

- acquisire un dato rappresentativo della data corrente;

- assegnare a ciascun nodo coordinate (rappresentative dell'orario e della temperatura di colore) che dipendono dai dati acquisiti di posizione e di data, specifiche quindi di data e posizione acquisite;

- determinare una funzione spline specifica che realizza una interpolazione spline dei nodi;
- comandare il funzionamento del sistema di illuminazione per variare la temperatura di colore nel tempo seguendo la funzione spline specifica.

La funzione spline specifica della data e della posizione (latitudine) acquisite è ottenuta per esempio da una funzione spline di riferimento, applicando dei parametri correttivi ai nodi e in particolare a ciascun valore di orario, e ottenendo così una nuova funzione spline per quel giorno e quella latitudine.

Negli orari notturni la temperatura di colore resta costante al valore minimo (luce più calda, che favorisce il relax).

È anche possibile definire una pluralità di modelli-utente, che rappresentano rispettivi modelli di comportamento tipici.

I modelli-utente sono caratterizzati da nodi diversi. In particolare i modelli-utente hanno i nodi (uno o più nodi) collocati in posizione diversa sul piano di riferimento orario - temperatura di colore. Ogni modello-utente può differire dagli altri per l'orario assegnato a uno o più nodi (cioè per la posizione dei nodi lungo l'asse delle ascisse) e/o per la temperatura di colore associata a uno o più nodi (posizione dei nodi sull'asse delle ordinate).

La funzione spline viene calibrata in base allo specifico modello-utente selezionato.

Per esempio, possono essere definiti un modello-utente "standard", rappresentativo di una persona media; un modello-utente "gallo" per persone particolarmente attive al mattino; un modello-utente "gufo" per persone particolarmente attive alla sera; e così via.

Ad esempio, rispetto alla funzione spline per il modello-utente "standard", la funzione spline per il modello-utente "gallo" viene spostata verso sinistra sul grafico temperatura di colore - ore della giornata; mentre per il modello-utente "gufo" la funzione spline si sposta verso destra.

Le temperature di colore restano sempre comprese tra una temperatura di colore minima T_{min} (per esempio: $T_{min} = 2700K$) e una temperatura di colore massima T_{max} (per esempio: $T_{max} = 4500K$). Opzionalmente, è possibile modificare i valori preimpostati di T_{min} e T_{max} in modo che il metodo di controllo calcoli le funzioni spline di conseguenza.

È anche possibile assegnare all'utente la possibilità di intervenire direttamente sui nodi, modificando orari e/o temperature di colore corrispondenti.

Il metodo di controllo dell'invenzione è compatibile con qualsiasi sistema di illuminazione formato da uno o più apparecchi con sorgenti luminose in grado di variare la

temperatura di colore (lampade tunable white, RGB, RGBW, RWB, eccetera).

È anche possibile intervenire, oltre che sulla temperatura di colore, sull'intensità del singolo apparecchio e/o del sistema di illuminazione nel suo assieme.

È possibile comandare singoli apparecchi come anche gruppi di apparecchi.

Opportunamente, il metodo di controllo dell'invenzione viene implementato tramite un'applicazione installata su un dispositivo portatile, tipo uno smartphone.

In una variante, il metodo di controllo tiene anche conto delle condizioni meteorologiche locali, che influenzano qualità e quantità della luce esterna.

Il metodo di controllo prevede quindi le fasi ulteriori di:

acquisire (per esempio accedendo via internet a un servizio meteorologico) dati rappresentativi di una situazione meteorologica locale del luogo in cui ci si trova;

regolare i parametri del profilo di emissione in modo da compensare variazioni rispetto ai dati acquisiti relativi alle condizioni meteo.

Esempi di profili di emissione calcolati in accordo al metodo di controllo dell'invenzione sono riportati nelle figure annesse, in cui:

- la figura 1 è un grafico temperatura di colore -

tempo che rappresenta un primo profilo di emissione giornaliero per una generica data e una generica latitudine;

- la figura 2 è un grafico temperatura di colore - tempo che rappresenta un secondo profilo di emissione giornaliero per una generica data e una generica latitudine;

- la figura 3 è un grafico temperatura di colore - tempo che rappresenta un terzo profilo di emissione giornaliero per la data dell'equinozio di primavera a qualunque latitudine;

- la figura 4 è un grafico temperatura di colore - tempo che rappresenta un quarto profilo di emissione giornaliero per un modello-utente "gallo" per la data dell'equinozio di primavera alla latitudine 45 N;

- la figura 5 è un grafico temperatura di colore - tempo che rappresenta un quinto profilo di emissione giornaliero per un modello-utente "gufo" per la data del solstizio d'estate alla latitudine 45 N;

- la figura 6 è un grafico temperatura di colore - tempo che rappresenta un sesto profilo di emissione giornaliero per un modello-utente "standard" per la data del solstizio d'estate alla latitudine del circolo polare artico.

Il metodo di controllo dell'invenzione è applicabile a un generico sistema di illuminazione che può essere di vario genere e comprendere uno o più apparecchi di

illuminazione diversi.

In generale, il sistema di illuminazione controllato in accordo all'invenzione comprende almeno un apparecchio di illuminazione avente una o più sorgenti luminose (per esempio, sorgenti LED) capaci di emettere luce con temperatura di colore variabile tra una temperatura di colore minima T_{min} e una temperatura di colore massima T_{max} .

Resta infine inteso che al metodo di controllo di un sistema di illuminazione qui descritto ed illustrato possono essere apportate ulteriori modifiche e varianti che non escono dall'ambito delle annesse rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Metodo di controllo per controllare un sistema di illuminazione e regolare automaticamente la temperatura di colore del sistema di illuminazione, comprendente una fase di variare la temperatura di colore della luce emessa dal sistema di illuminazione nell'arco di una giornata seguendo un profilo di emissione giornaliero prestabilito; caratterizzato dal fatto che la temperatura di colore della luce emessa dal sistema di illuminazione è variata progressivamente nell'arco della giornata secondo un profilo di emissione giornaliero rappresentato da una funzione spline costituita da più porzioni di funzione spline corrispondenti a rispettivi intervalli di tempo prestabiliti.

2. Metodo di controllo secondo la rivendicazione 1, in cui in ciascun intervallo la temperatura di colore ha un andamento monotono crescente o decrescente.

3. Metodo di controllo secondo la rivendicazione 1 o 2, comprendente una fase di acquisire una posizione geografica e in particolare una latitudine del sistema di illuminazione comandato; una fase di acquisire una data corrente; una fase di cambiare il profilo di emissione giornaliero in base alla posizione e alla data acquisite.

4. Metodo di controllo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui il profilo di emissione

giornaliero viene determinato impiegando una funzione spline specifica per un determinato giorno dell'anno e per una determinata latitudine.

5. Metodo di controllo secondo una delle rivendicazioni precedenti, comprendente una fase di costruire la funzione spline mediante le fasi di:

- definire un piano di riferimento cartesiano che riporta il tempo in ascissa, cioè sull'asse orizzontale, e la temperatura di colore in ordinata, cioè sull'asse verticale;

- individuare n orari ($h_1, h_2, \dots, h_n$), spaziatosi uno dall'altro, nell'arco della giornata e definenti rispettivi intervalli di tempo tra gli orari;

- assegnare a ciascun orario un valore di temperatura di colore, definendo così rispettivi n nodi nel piano di riferimento tempo - temperatura di colore; ogni nodo essendo individuato da uno dei detti n orari e dal valore di temperatura di colore assegnato a quell'orario;

- interpolare i nodi tramite una funzione spline, assegnando a ciascun intervallo di tempo una porzione di funzione spline.

6. Metodo di controllo secondo una delle rivendicazioni precedenti, comprendente le fasi di: stabilire un primo gruppo di nodi per una data di riferimento, e costruire la funzione spline corrispondente

al profilo di emissione giornaliero per la data di riferimento; calcolare profili di emissione giornalieri degli altri giorni, a parità di latitudine, variando la posizione dei nodi lungo l'asse delle ascisse, e precisamente applicando parametri correttivi a ciascun nodo, in particolare a ciascun valore di orario, e ottenendo così una nuova funzione spline.

7. Metodo di controllo secondo una delle rivendicazioni precedenti, comprendente le fasi di:

- acquisire un dato rappresentativo della posizione geografica, in particolare della latitudine, del sistema di illuminazione da comandare;

- acquisire un dato rappresentativo della data corrente;

- assegnare a ciascun nodo coordinate, rappresentative dell'orario e della temperatura di colore, che dipendono dai dati acquisiti di posizione e di data, specifiche quindi di posizione e data acquisite;

- determinare una funzione spline specifica che realizza una interpolazione spline dei nodi;

- comandare il funzionamento del sistema di illuminazione per variare la temperatura di colore nel tempo seguendo la funzione spline specifica.

8. Metodo di controllo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui la funzione spline

specifica calcolata in base a posizione e data acquisite è ottenuta da una funzione spline di riferimento, applicando dei parametri correttivi ai nodi della funzione spline di riferimento e in particolare a ciascun valore di orario dei nodi.

9. Metodo di controllo secondo una delle rivendicazioni precedenti, comprendente una fase di definire una pluralità di modelli-utente, che rappresentano rispettivi modelli di comportamento tipici e sono caratterizzati da nodi collocati in rispettive posizioni sul piano di riferimento orario - temperatura di colore; i modelli-utente differendo gli uni dagli altri per l'orario assegnato a uno o più nodi, cioè per la posizione dei nodi lungo l'asse delle ascisse, e/o per la temperatura di colore associata a uno o più nodi, cioè per la posizione dei nodi sull'asse delle ordinate; la funzione spline essendo calibrata in base a un modello-utente selezionato.

10. Metodo di controllo secondo una delle rivendicazioni precedenti, in cui le temperature di colore restano sempre comprese tra una temperatura di colore minima (T_{min}) preimpostata, per esempio 2700K, e una temperatura di colore massima (T_{max}) preimpostata, per esempio 4500K.

11. Metodo di controllo secondo una delle rivendicazioni precedenti, comprendente una fase di modificare i valori della temperatura di colore minima

preimpostata e della temperatura di colore massima preimpostata in modo che le funzioni spline siano calcolate con valori selezionati della temperatura di colore minima e della temperatura di colore massima.

12. Metodo di controllo secondo una delle rivendicazioni precedenti, comprendente una fase di modificare la posizione di uno o più nodi sul piano di riferimento tempo - temperatura di colore, in modo che le funzioni spline siano calcolate con nodi selezionati da un utente.

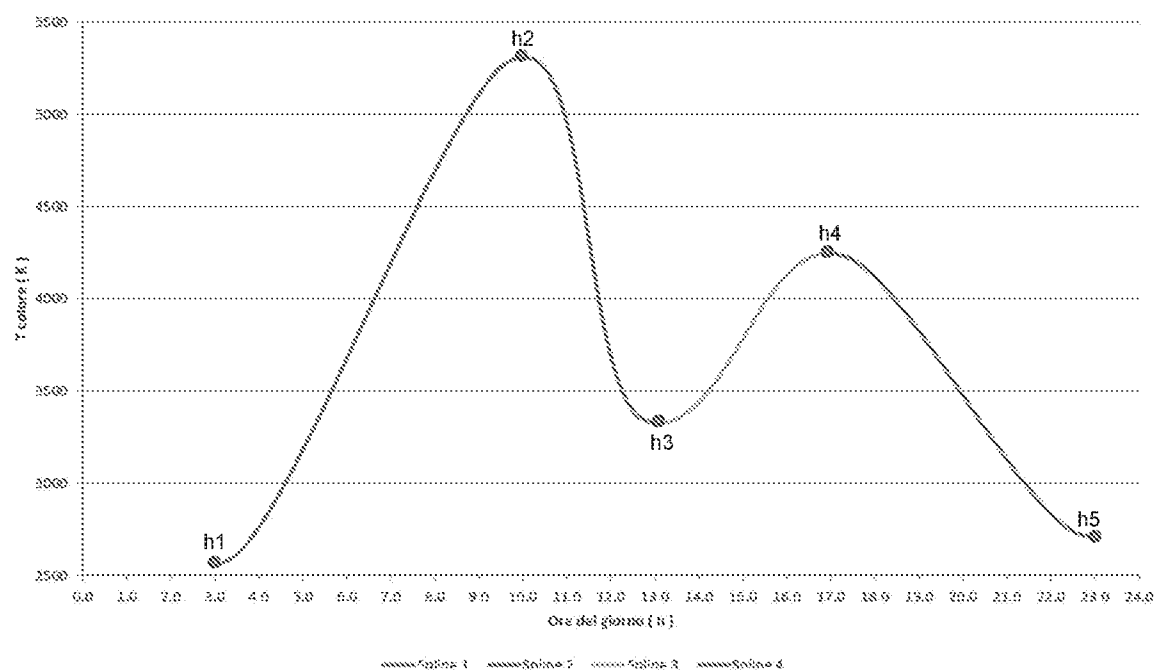


FIG. 1

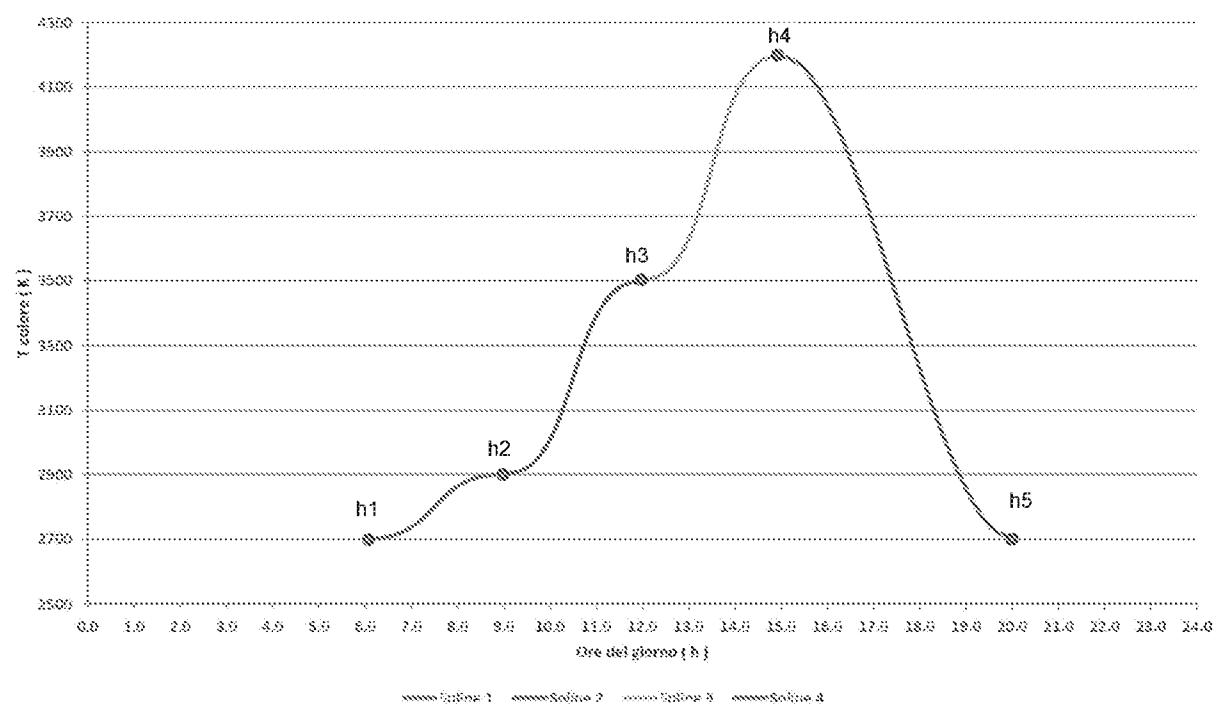


FIG. 2

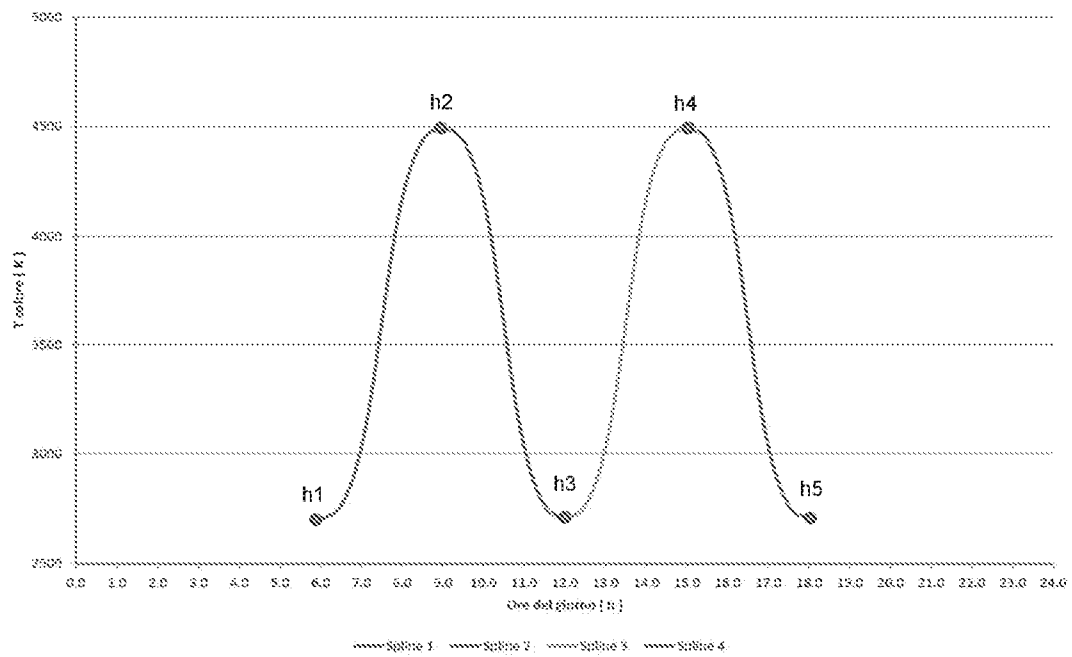


FIG. 3

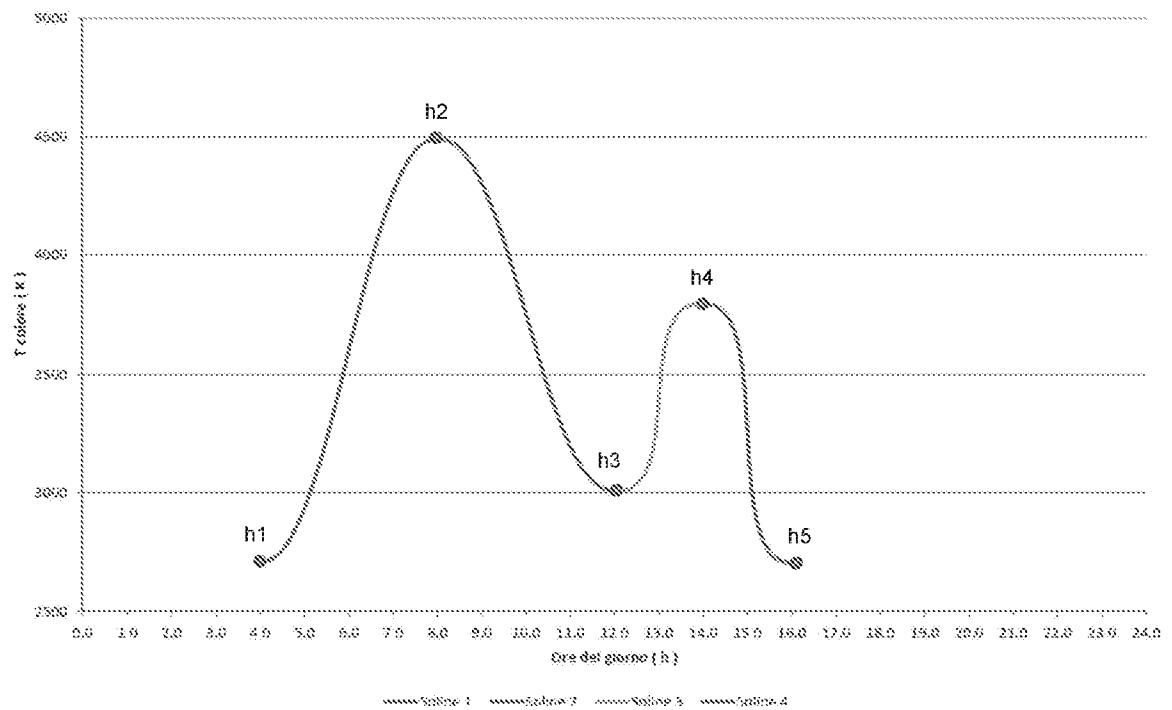


FIG. 4

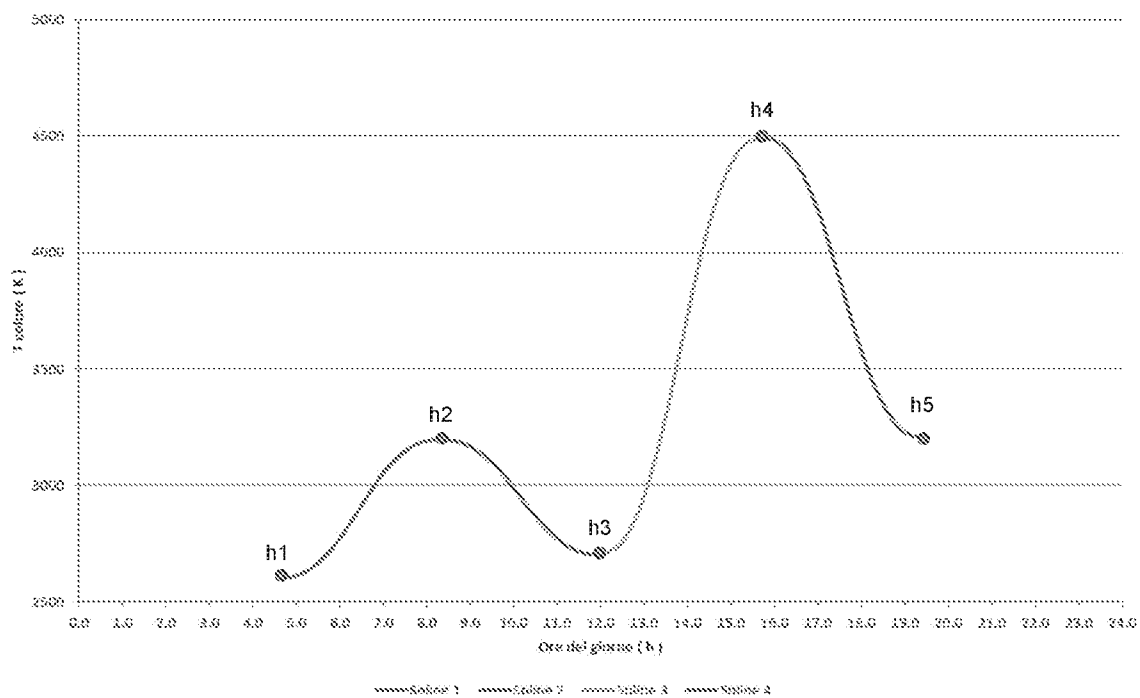


FIG. 5

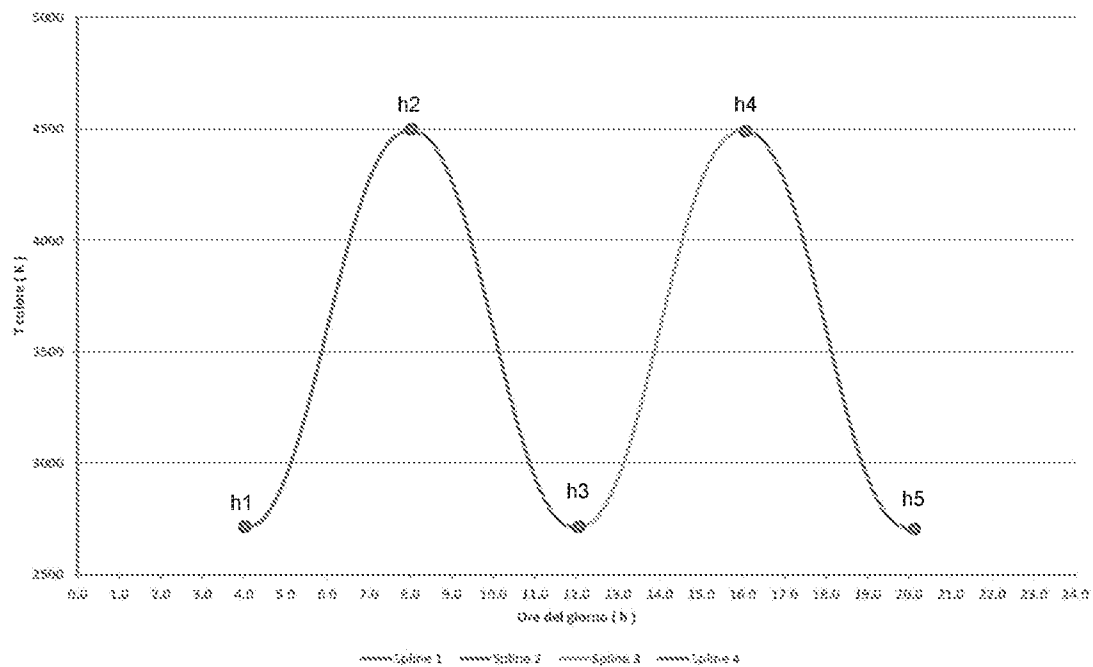


FIG. 6

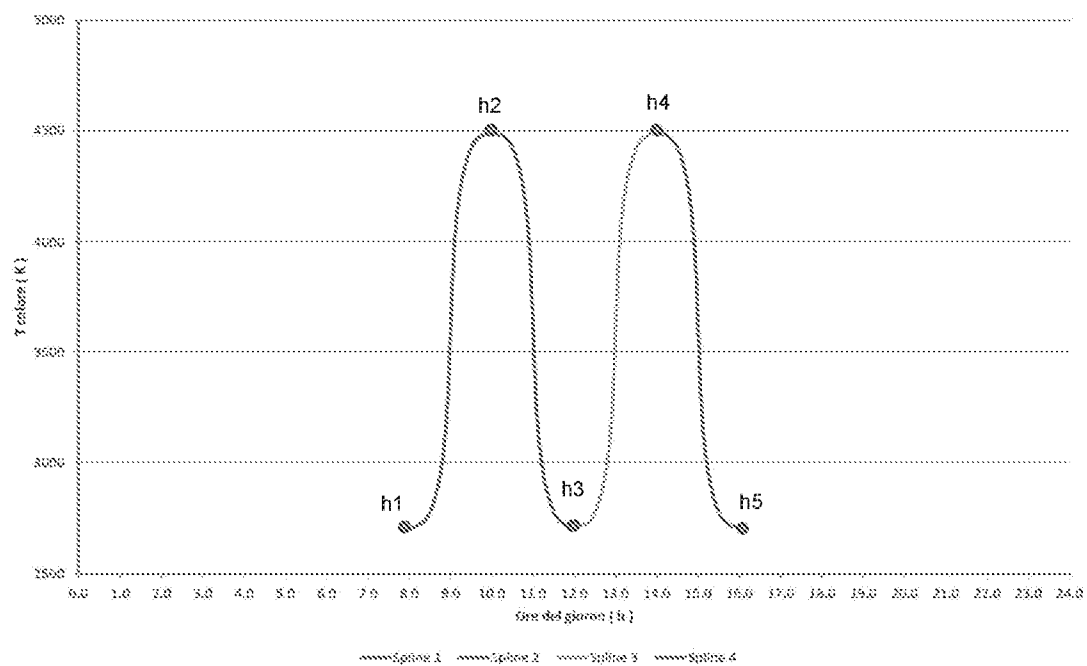


FIG. 7