ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية

المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية
---

(12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication :
MA 32194 B1

(43) Date de publication :
01.04.2011

(51) Cl. internationale :
F24J 2/38; F24J 2/54; G05B 13/00; G05D 3/10

(21) N° Dépôt :
33177

(22) Date de Dépôt :
13.09.2010

(30) Données de Priorité :
28.02.2008 DE 10 2008 011 547.9

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/EP2008/006491 07.08.2008

(71) Demandeur(s) :
FLAGSOL GMBH, AGRIPPINAWERFT 22 50678 KÖLN (DE)

(72) Inventeur(s) :
NAVA, Paul

(74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)

(54) Titre : **COMMANDE D'AJUSTEMENT DE CAPTEUR SOLAIRE A AUTO-APPRENTISSAGE**

(57) Abrégé : LA PRÉSENTE INVENTION CONCERNE DES PROCÉDÉS DE COMMANDE D'AJUSTEMENT D'UN CAPTEUR SOLAIRE (K1, K2, K3, K4) COMPRENANT RESPECTIVEMENT UN ÉLÉMENT ACCUMULATEUR THERMIQUE (10) PLACÉ DANS LA LIGNE FOCALE. LA TEMPÉRATURE ET/OU LA QUANTITÉ DE CHALEUR DU MILIEU CALOPORTEUR CIRCULANT À TRAVERS L'ÉLÉMENT ACCUMULATEUR THERMIQUE (10) EST MESURÉE DANS LA ZONE D'UN CAPTEUR SOLAIRE (K1, K2, K3, K4) DE FAÇON À POUVOIR ÊTRE ASSOCIÉE À CELUI-CI ET LES VALEURS DE TEMPÉRATURE DÉTERMINÉES (T1, T2, T3, T4; T'1, T'2, T'3; T' 4' T'5) ET/OU LES VALEURS DE QUANTITÉ DE CHALEUR DÉTERMINÉES SONT TRANSMISES À UNE UNITÉ DE COMMANDE QUI COMMANDE L'AJUSTEMENT DE CHAQUE CAPTEUR SOLAIRE (K1, K2, K3, K4) ET QUI AJUSTE LE CAPTEUR SOLAIRE RESPECTIF (K1, K2, K3, K4) SELON UN PARAMÈTRE D'AJUSTEMENT DÉTERMINÉ. LE PROCÉDÉ COMPREND LES ÉTAPES QUI CONSISTENT A) À DÉTERMINER LA QUANTITÉ DE CHALEUR COLLECTÉE DANS CHAQUE CAPTEUR SOLAIRE; B) À MODIFIER UN PARAMÈTRE D'AJUSTEMENT DE CHAQUE CAPTEUR SOLAIRE (K1, K2, K3, K4) D'UN

CERTAIN INCRÉMENT DANS LA DIRECTION DE DÉPLACEMENT DU SOLEIL OU D'UN CERTAIN DÉCRÉMENT DANS LA DIRECTION OPPOSÉE AU DÉPLACEMENT DU SOLEIL; C) À COMPARER LA QUANTITÉ DE CHALEUR COLLECTÉE À L'ÉTAPE A) À LA QUANTITÉ DE CHALEUR COLLECTÉE DANS CHAQUE CAPTEUR SOLAIRE UNE FOIS L'ÉTAPE B) RÉALISÉE, PUIS D) À ENREGISTRER LE PARAMÈTRE D'AJUSTEMENT MODIFIÉ DE L'INCRÉMENT OU DU DÉCRÉMENT EN TANT QUE NOUVELLE VALEUR THÉORIQUE POUR LA COMMANDE D'AJUSTEMENT DE CHAQUE CAPTEUR SOLAIRE DANS L'UNITÉ DE COMMANDE LORSQU'IL EST DÉTERMINÉ QUE LA QUANTITÉ DE CHALEUR DÉTERMINÉE À L'ÉTAPE C) EST SUPÉRIEURE À LA QUANTITÉ DE CHALEUR DÉTERMINÉE À L'ÉTAPE A).

(نظام تحكم في توجيه مجمِّع شمسي ذاتي التعلُّم)

الملخـــــــص

يتعلق الاختراع الحالي بطريقة للتحكم في توجيه مجمِّع شمسي ($_1$K، $_2$K، $_3$K، $_4$K)، به عنصر تجميع للحرارة (10) يوضع على الترتيب في الخط البؤري. يتم قياس درجة الحرارة و/ أو كمية حرارة الوسط الناقل للحرارة والمتدفق خلال عنصر تجميع الحرارة (10) في منطقة مجمِّع شمسي ($_1$K، $_2$K، $_3$K، $_4$K) بطريقة يمكن معها ربطهما به، ويتم توصيل قيم درجة الحرارة المحددة ($_1$T، $_2$T، $_3$T، $_4$T؛ $_1$T'، $_2$T'، $_3$T'؛ $_4$T'، $_5$T') و/ أو قيم كمية الحرارة إلى وحدة تحكم تتحكم في اتجاه كل مجمِّع شمسي ($_1$K، $_2$K، $_3$K، $_4$K) وتوجيه المجمِّع الشمسي المقابل ($_1$K، $_2$K، $_3$K، $_4$K) وفقاً لمتغير اتجاه محدد. تشتمل الطريقة وفقاً للاختراع على الخطوات التالية : (أ) يتم تحديد كمية الحرارة المجمعة في كل مجمِّع شمسي؛ (ب) يتم تعديل متغير اتجاه لكل مجمِّع شمسي ($_1$K، $_2$K، $_3$K، $_4$K) بواسطة زيادة باتجاه حركة الشمس أو انخفاض بعيداً عن حركة الشمس؛ (ج) تتم مقارنة كمية الحرارة المجمعة في الخطوة (أ) بكمية الحرارة المجمعة في كل مجمِّع شمسي بعد تنفيذ الخطوة (ب)، و(د) يتم تخزين متغير الاتجاه المعدل بالزيادة أو الانخفاض كقيمة اسمية جديدة للتحكم في اتجاه كل مجمِّع شمسي في وحدة التحكم، حين يُعرف أن كمية الحرارة المحددة في الخطوة (ج) أعلى من كمية الحرارة المحددة في الخطوة (أ).

(نظام تحكم في توجيه مجمِّع شمسي ذاتي التعلُّم)

الوصف الكامل

المجال التقني

يتعلق الاختراع الحالي بطريقة للتحكم في توجيه مجمِّع شمسي و/ أو مجموعة من المجمِّعات الشمسية التي يتم ترتيبها في صف، خصوصاً قنوات المجمِّعات التي على شكل قطع مكافئ، وتحتوي على عنصر مجمِّع للشمس يتم في كل حالة ترتيبه على الخط البؤري، حيث يتم قياس درجة الحرارة و/ أو كمية الحرارة المجمعة في الوسط الحامل للحرارة والمتدفقة من خلال العنصر المجمع للحرارة في منطقة كل مجمِّع شمسي بحيث يمكن ربطها به، ويتم توفير قيم درجات الحرارة المحددة و/ أو قيم كمية الحرارة إلى وحدة تحكم تتحكم في اتجاه المجمِّع الشمسي المناظر وتوجه المجمِّع الشمسي المناظر ضمن مجال متغير محدد، خصوصاً نطاق التوجيه و/ أو ترحيل الاتجاه، بالنسبة للشمس. يتعلق الاختراع أيضاً بطريقة كهذه، تتفاعل فيها مجموعة من المجمِّعات الشمسية التي يتم ترتيبها في صف.

الخلفية التقنية

تستخدم المحطات الشمسية الحرارية الطاقة التي يتم التقاطها من الشمس بواسطة وحدة امتصاص ويتم امتصاصها بواسطة وسط حامل للحرارة يتدفق في وحدة الامتصاص. لذا تستخدم الحرارة المنبعثة من الشمس كمصدر رئيسي للطاقة. في هذه الحالة، يقوم مفهوم محطات الطاقة الشمسية الحرارية بتركيز الإشعاع المباشر على استخدام عاكسات لتركيز الإشعاع المباشر من الشمس على وحدة امتصاص شمسية. تستخدم محطات الطاقة هذه أسطح عاكسات تركيز من أجل تركيز ضوء الشمس الساقط على وحدة الامتصاص. ويتم توجيه العاكسات ووحدة الامتصاص نحو الشمس. وفي هذه الحالة تتكون مصفوفة المجمِّعات في محطة

طاقة مزرعة شمسية في المعتاد من عدد هائل من قنوات المجمِّعات المتصلة على التوازي و/ أو على التوالي.

تتكون قنوات المجمِّعات التي تكون على شكل قطع مكافئ من مرايا منحنية تركز ضوء الشمس على أنبوب ماص يمتد على الخط البؤري. اعتماداً على النوع، يتراوح طول هذه المجمِّعات بين 20 و200 م. يتم تحويل أشعة الشمس المركزة إلى حرارة في الأنابيب الماصة، ويتم إرسالها إلى وسط حامل للحرارة. عموماً تكون القنوات التي على شكل قطع مكافئ موجهة نحو الشمس في المحور الوحيد، لأسباب تتعلق بالتكلفة. لذا يتم ترتيبها في اتجاه الشمال – الجنوب ويتم توجيهها نحو الشمس من الشرق إلى الغرب على مدار اليوم. يمكن التحكم في هذا التوجيه بالوقت، أو يمكن تنفيذه من خلال التحكم بواسطة مستشعر شمسي. تتكون هذه المجمِّعات المفردة، والتي يصل طولها إلى 200 م، من مجموعة من القطاعات التي يتم ترتيبها في سلاسل لأغراض التدفق. ويحتوي كل مجمِّع في كل حالة على محرك مرتبط به لتوجيهه، مقياس لدرجة الحرارة، جهاز لتحديد الوقت من اليوم، ومكشاف توجيه. ويتم توجيه المجمِّعات نحو الشمس على مدار اليوم. يتم هذا إما بواسطة مستشعر حساس للضوء، حيث يقدم معلومات حول موضع المجمِّع بالنسبة لموضع الشمس، أو من خلال عملية حسابية، يتم من خلالها حساب موضع الشمس ومستشعر موضع يحدد موضع المجمِّع. ويكون توجيه المجمِّع الشمسي على النحو الأمثل حين تبلغ كمية الحرارة الممتصة في مداها بواسطة الوسط الحامل للحرارة الحد الأقصى.

ومع ذلك، هناك مشاكل تتعلق بالتصميم المثالي لتوجيه ومحاذاة المجمِّعات الشمسية. وبسبب الحجم الفيزيائي والأحمال الميكانيكية المرتبطة به لضبط المجمِّعات، يصعب محاذاتها بشكل مثالي بالنسبة لبعضها البعض. ولا يمكن اكتشاف الصورة المثالية للمحاذاة هندسياً لأن لا تتم محاذاة كافة عناصر المرآة، بشكل عام، من عنصر شمسي مع الخط البؤري، ولا تتم محاذاة القطاعات

المختلفة من مجمِّع بشكل مثالي بالنسبة لبعضها البعض. علاوة على ذلك، يمكن أن تتم إزاحة محاذاة المستشعرات، الخاصة بكل من المستشعر الشمسي ومستشعر الموضع (الزاوي)، نسبياً بالنسبة للمجمِّع الشمسي المرتبط به. بالإضافة إلى ذلك، لا تكون المحاذاة المبدئية والأصلية هي المحاذاة المثالية في كل الحالات. أخيراً، ينبغي تحريك وزن كبير في القطاعات الفردية الطويلة نسبياً من مجمِّع حين يتم توجيهه على محور واحد حول المحور الطولي، ونتيجة لذلك يحدث التواء ومن ثم ثني قطاع حول محوره الطولي أثناء حركة التوجيه، وهو ما يؤدي إلى تغيير الموضع النسبي للمرايا الفردية بالنسبة للخط البؤري ووحدة الامتصاص التي به.

تؤدي هذه المشاكل والعيوب إلى ألا تكون الموصلات الشمسية الفردية الموصلة على شكل صف في عنصر جديلة أو دائرة في كل الحالات في وضع محاذاة مثالي نحو الشمس وأن تكون موجهة نحو الشمس على مدار اليوم. ولا يعكس تقييم إشارات المستشعر المكتشفة وحساب موضع التوجيه الموضع المثالي للمجمِّع الشمسي ككل. في التنفيذ العملي، يمكن أن يكون التحديد الهندسي للمجمِّع المثالي تقريبياً فقط.

في المقابل، يقوم الاختراع على أساس هدف توفير حل يتيح تحسين توجيه مجمِّع شمسي.

في حالة استخدام طريقة من النوع المذكور مبدئياً، يتم تحقيق هذا الهدف وفقاً للاختراع بطريقة تشتمل على الخطوات التالية :

(أ) تحديد كمية الحرارة المجمعة في المجمِّع الشمسي؛

(ب) تغيير متغير توجيه للمجمِّع الشمسي بزيادة في اتجاه حركة الشمس أو انخفاض في الاتجاه المضاد لحركة الشمس؛

(ج) مقارنة كمية الحرارة المجمعة في الخطوة (أ) بكمية الحرارة المجمعة في المجمِّع الشمسي بعد القيام بالخطوة (ب)

و

(د) إذا كانت كمية الحرارة المكتشفة في الخطوة (ج) أكثر من كمية الحرارة المحددة في الخطوة (أ)، يتم تخزين متغير التوجيه، والذي تم تعديله بالزيادة أو الخفض، كقيمة اسمية جديدة للتحكم في توجيه المجمِّع الشمسي في وحدة التحكم.

في حالة استخدام طريقة من النوع المذكور مبدئياً، والتي تتفاعل فيها أيضاً مجموعة من المجمِّعات الشمسية المرتبة على هيئة صف، يتم تحقيق هذا الهدف كذلك في تلك الطريقة التي تشتمل على الخطوات التالية :

(أ1) تحديد قيمة متغيرة متوسطة لفرق درجات حرارة أول، حيث يكون مرتبطاً بمجمِّع شمسي أول، للوسط الحامل للحرارة بين نقطتي قياس أولى وثانية لدرجات الحرارة؛

(أ2) تحديد قيمة متغيرة متوسطة لفرق درجات حرارة ثان، حيث يكون مرتبطاً بمجمِّع شمسي آخر، للوسط الحامل للحرارة بين نقطتي قياس لدرجات الحرارة، إحداهما على الأقل تختلف عن نقطة قياس درجة الحرارة الأولى و/ أو الثانية؛

(ب1) تغيير متغير التوجيه، بشكل خاص لنطاق التوجيه و/ أو ترحيل التوجيه، للمجمِّع الشمسي الأول بزيادة في اتجاه حركة الشمس أو بخفض في الاتجاه المضاد لحركة الشمس؛

(ج1) مقارنة القوم المتوسطة الموجِّهة، التي تنشأ بعد ذلك، لفرق درجات الحرارة الأول والثاني

و

(د1) إذا تمت زيادة القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجة الحرارة الأول بالنسبة للقيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجة الحرارة الثاني، يتم تخزين متغير التوجيه، خصوصاً نطاق توجيه و/ أو ترحيل التوجيه، والذي تم تعديله بالزيادة أو الخفض، كقيمة اسمية جديدة للتحكم في توجيه المجمِّع الشمسي الأول في وحدة التحكم.

ويتم بيان تحسينات وتطويرات الاختراع في عناصر الحماية غير المستقلة.

تتيح الطريقة الواردة في الاختراع الحالي للقيام بقياس طاقة نسبي للمجمِّع الشمسي أو المجمِّعات الشمسي الموصلة على شكل التوالي في مصفوفة مجمِّعات أو عنصر دائرة أثناء التشغيل وتحديد قيم تصحيح خاصة بشكل محددة بالمجمِّع، أي قيم تصحيح مرتبطة بكل مجمِّع فردي ربما لمجموعة من المجمِّعات الشمسية، للتحكيم في التوجيه، وبهذه الطريقة يتم توجيه كل مجمِّع شمسي فردياً، بشكل مثالي قدر الإمكان. يتم الوصول إلى الصورة المثالية من متغيرات التوجيه بتغيير متغيرات التوجيه، خصوصاً نطاق التوجيه و/ أو ترحيل التوجيه، لكل مجمِّع في ظروف التشغيل التي تكون ثابتة بخلاف ذلك، وبمقارنة التغيرات التي ينتج عنها بعد ذلك كمية الحرارة المجمعة في المجمِّع، خصوصاً بمقارنة التغيرات في قيمة متغيرة متوسطة لفرق درجة حرارة أو مجموعة من فروق درجات الحرارة بالنسبة لبعضها البعض. في هذه الحالة، إذا ارتفعت قيمة المقارنة للتغير في كمية الحرارة، يتم تخزين متغير التوجيه كقيمة اسمية جديدة للتحكم في توجيه وحدة التحكم. إذا نتج عن مقارنة التغيرات قيمة مقارنة أقل من القيمة المبدئية، حينئذ يتم تعديل متغير التوجيه بزيادة واحدة أو انخفاض واحد في الاتجاه المضاد بالنسبة للموضع المبدئي، أي يتم التعديل بواسطة زيادتين أو انخفاضين في الاتجاه المضاد بالنسبة للموضع المتغير بالفعل. إذا كانت القيمة التي يتم إجراؤها الآن مع القيمة المبدئية بالمثل تشير إلى عدم وجود تغير في كمية الحرارة أو القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجة حرارة، حينئذ تتم إعادة ضبط متغير التوجيه أو متغيرات التوجيه إلى القيم المبدئية المتوسطة. يتم تحديد سلسلة ومتوالية من خطوات

التحكم بهذه الطريقة، مما يؤدي إلى محاذاة المجمِّع الشمسي أو، في حالة مجموعة من المجمِّعات الشمسية الموصلة على التوالي، تتم محاذاة كل مجمِّع شمسي فردي، بشكل مثالي نحو الشمس، ويتم توجيهها مع الشمس على مدار اليوم. في حالة استخدام مجموعة من المجمِّعات الشمسية الموصلة على التوالي، يتم تحديد طريقة الوصول إلى الصورة المثلى هذه بواسطة مقارنة بين مجمِّع شمسي يبقى ثابت توجيهه بلا تغيير ومجمِّع شمسي يتغير ثابت توجيهه. حين يتم الجمع بين مجموعة من المجمِّعات الشمسية في سلسلة في صف لتكوين عنصر دائرة، يتم تكرار الوصول إلى الطريقة المثلى لكل مجمِّع شمسي فردي في عنصر الدائرة. يتم استخدام متغيرات التوجيه التي في الصورة المثالية بواسطة نظام تحكم المجمِّع، أي أنه يتم تخزينها هنا وتتم معالجتها بواسطة معالج دقيق و/ أو برنامجي منطقي متعدد القيم. يبدأ نظام التحكم في التوجيه دورة تحسين للوصول إلى الصورة المثلى على أساس تحكم زمني أو يتم التحكم فيه بواسطة المستشعر الشمسي. وبمرور الفترة الزمنية المحددة أو بإشارة المستشعر الشمسي إلى مزيد من حركة الشمس على مسارها اليومي، ويغير نظام التحكم في التوجيه متغير التوجيه المقابل، أي بوجه خاص نطاق التغير و/ أو ترحيل التغيير الخاص بمجمِّع شمسي موصَّل مقابل. وبشكل خاص، يتم تغيير ترحيل التوجيه والموضع المتوسط للمجمِّع الشمسي، وتستخدم وحدة التحكم التغير الذي يحدث في تدفق الحرارة، أو يستخدم كمية الحرارة، لتحديد استراتيجية التوجيه الحالية في ضوء الإجراء الموضح أعلاه، وهو ما يكون مثالياً حينئذ للمجمِّع الشمسي المقابل وظروف إشعاع التيار المقابلة. يؤدي هذا إلى نظام توجيه ذاتي التعلم. كذلك يتم بشكل مثالي توجيه المجمِّع الشمسي المقابل بالنسبة للشمس على مدار اليوم بتنفيذ دورة التحكم هذه بشكل متكرر عدداً من المرات على مدار اليوم.

ويتم شرح الاختراع بتفاصيل أكبر فيما يلي بالإشارة إلى نموذج مفضل وأحد الأشكال، وفيه :

يبين شكل 1 توضيحاً تخطيطياً لمجمِّع شمسي،

يبين شكل 2 توضيحاً تخطيطياً لتوجيه مجمِّع شمسي وفقاً لمسار الشمس من الشرق إلى الغرب،

شكل 3 يبين مخططاً توضيحياً لعنصر دائرة، ويتكون من أربع مجمِّعات شمسية، بأربع نقاط لقياس درجة الحرارة، و

يبين شكل 4 عنصر دائرة، حيث يتكون من أربع مجمِّعات شمسية، بأربع نقاط لقياس درجة الحرارة.

يتكون المجمِّع الشمسي، والذي يتم توضيحه 1 بشكل إجمالي في شكلي 1 و2، من قطاعين 2، 3 يشتمل كل منهما على ستة عناصر عاكسة 4، بكل منها ثمانية وعشرون مرآة. في الإجمالي، يحتوي المجمِّع 1 على اثني عشر عنصراً عاكساً 4. ويتم تحميل كل منها بشكل صلب على إطار 5 مقاوم للثني. ويتم تحميل كل قطاع 2، 3 على حامل. في هذه الحالة، تكون الحوامل الخارجية الحوامل الطرفية 6 أ، 6 ب، ويكون الحامل المركزي حامل توجيه 7. يحتوي حامل التوجيه 7 على وحدة توجيه تشتمل على وحدة هيدروليكية ويقوم بتوجيه المجمِّع 1 بالكامل على محور واحد حول المحور الطولي 8، دائراً على محور بحيث يتبع الشمس 9 على مدى النهار من الشرق إلى الغرب، على النحو المبين تخطيطياً في شكل 2. يتم تكوين عنصر امتصاص 10 وترتيبه كعنصر جامع للحرارة على الخط البؤري لكافة العناصر العاكسة 4، والتي تتم محاذاتها بنفس الطريقة قدر الإمكان. ويتدفق وسط حامل للحرارة من خلال عنصر الامتصاص أو العنصر المجمِّع للحرارة 10، ويتم توجيه عنصر الامتصاص أو العنصر المجمِّع للحرارة 10 نحو الشمس في اتجاه السهم 11 على مدار اليوم بحيث يحدث الإشعاع الشمسي طول الوقت قدر الإمكان بشكل مباشر على نحو مناظر لحدوث الإشعاع الشمسي 12 المبين تخطيطاً في شكل 2، ومن ثم يتم إرسال أكبر قدر ممكن من الحرارة إلى الوسط

الحامل للحرارة المتدفق في عنصر الامتصاص/ العنصر المجمِّع للحرارة 10، طوال الوقت على مدار اليوم، بالإشعاع المباشر من الشمس.

يتم التوجيه بمساعدة نظام تحكم في التوجيه. يستقبل نظام التحكم في التوجيه إشارات مدخلة من المستشعرات الشمسية، مستشعرات مواضع زوايا ومستشعرات لدرجات الحرارة، حيث يتم ربطها بكل مجمِّع شمسي فردي 1. ويتم ربط المستشعر الشمسي ومستشعر الموضع الزاوي بوحدة التوجيه، ويتم ترتيبها بشكل عام على حامل التوجيه 7. ويتم بالمثل وضع نقطة لقياس درجة الحرارة هناك لمجمِّع شمسي 1 معين. وكما يتضح من النموذج التمثيلي المبين في 4، فإنه يكون من الممكن، مع ذلك، توفير مستشعرات لقياس درجات الحرارة أمام وخلف كل مجمِّع شمسي 1، إذا تم توصيلها أو ترتيبها في شكل سلاسل في صف على هيئة عنصر دائرة.

على سبيل المثال، يتكون مستشعر شمسي تقليدي يتكون من خليتين فلطائيتين ضوئيتين يتم وضع كل منهما بطول الأخرى ويتم وضعهما على المجمِّع الشمسي 1 المقابل بحيث يلقي عنصر الامتصاص 10 بظلال على الخليتين الفلطائيتين الضوئيتين عند التعرض للإشعاع الشمسي. في هذه الحالة، يكون المستشعر الشمسي الآن في وضع محاذاة مثالي ويتم توجيهه مع مسار الشمس – بالإضافة إلى القطاعين 2، 3 والعناصر العاكسة 4- بحيث يتم توزيع الظل الملقى بشكل موحد على الخليتين الفلطائيتين الضوئيتين، أي يكون هناك الحد الأدنى من فرق الفلطية بين الخليتين الشمسيتين/ الفلطائيتين الضوئيتين في المجمِّع الشمسي. وبمجرد تقدم الشمس إلى الأمام وتغير فرق الفلطية ووصوله إلى قيمة معينة محددة، تحدث دورة توجيه بواسطة وحدة التحكم المرتبطة بالمجمِّع الشمسي 1 المقابل. تكتشف وحدة التحكم وتعالج الإشارات المستقبلة من مستشعر الموضع الزاوي، ومن خلال هذا يتم اكتشاف الموضع الزاوي للقطاعين 2، 3 ومن ثم المجمِّع الشمسي 1 المقابل بالنسبة للمحور الطولي الرأسي للحوامل 6أ، 6ب و7. في هذه الحالة، يكون الموضع الذي تتم فيه محاذاة سطح المرآة المقعرة بحيث

يواجه الشرق بشكل كامل هو الموضع صفر°، وتكون المحاذاة المضادة الكاملة إلى الغرب في الموضع 180°، وتكون محاذاة العناصر العاكسة 4 التي تكون أفقية بشكل تقريبي وتكون بينها في الموضع 90°.

يبين كل من شكلي 3 و4 عنصر دائرة 13، حيث يتكون من أربع مجمِّعات K_1، K_2، K_3 وK_4، من محطة الطاقة الحرارية الشمسية. على سبيل المثال، كوسط حامل للحرارة، يتدفق الزيت الحراري خلال عنصر الامتصاص/ العنصر المجمِّع للحرارة 10 لعنصر الدائرة 13 من موزع بارد 14 إلى مجمِّع ساخن 15. في محطة طاقة شمسية حرارية أو محطة طاقة شمسية – حرارية، يتم توصيل عدد من عناصر الدائرة 13 هذه على التوازي، ويتم توصيل كل منها بالموزع البارد 14 والمجمِّع الساخن 15. ويكون للمجمِّعات الشمسية لكل من عناصر الدائرة 13 هذه نفس معدل تدفق الكتلة دائماً.

في النماذج التمثيلية المبينة في شكلي 3 و4، يتم توضيح عنصر دائرة واحد 13 في كل حالة، يتكون من أربعة مجمِّعات شمسية K_1، K_2، K_3 وK_4. يتمثل الفرق الرئيسي في أنه، في حالة النموذج التمثيلي الموضح في شكل 3، يتم توفير مستشعرات درجة الحرارة T_1، T_2 ، T_3 وT_4، ويوضع كل منها في مركز كل مجمِّع K_1، K_2، K_3 و K_4 بين القطاعين 2 و3، وتكتشف درجة حرارة الوسط الحامل للحرارة، بينما، في حالة النموذج التمثيلي الموضح في شكل 4، توجد كل من نقاط قياس درجات الحرارة T'_1، T'_2، T'_3، T'_4 و T'_5 في المقابل أمام و/ أو خلف مجمِّع شمسي K_1، K_2، K_3 وK_4.

ولاستمرار حركة الشمس بشكل متصل على مدار اليوم، تختلف الإشارة المرسلة من المستشعر الشمسي إلى وحدة التحكم بشكل مستمر إذا لم يتحرك المجمِّع الشمسي. من الممكن نمذجة هذه الإشارة، ومن ثم الموضع النسبي للمجمِّع الشمسي المقابل بالنسبة للشمس، بواسطة عد

بالدرجات، فلطية إشارة أو فترة زمنية. بعد ذلك يأتي متغير التوجيه المستخدم لتوجيه المجمِّع الشمسي المقابل على أساس هذه القيم المختارة، أو على أساس مجموعة من هذه القيم المختارة. في هذه الحالة، لا يتم تنفيذ عملية توجيه حين تتغير الإشارة، لكن حين تتحرك الإشارة إلى داخل أو خارج "نافذة التوجيه". ولأغراض العملية ذاتية التعلم لتحقيق الصورة المثلى والموضحة في النص التالي، أو نظام التحكم في التوجيه ذاتي التعلم، يتم تعديل "نافذة التوجيه" هذه أو إزاحته في كل حالة بواسطة زيادة أو انخفاض، حيث، في النموذج التمثيلي، تعني خطوة واحدة أو الزيادة/ الانخفاض إزاحة بمقدار 0.5 درجة.

يتم تنفيذ متوالية تحقيق الصورة المثالية لدورة التحكم في التوجيه حين تكون المصفوفة الشمسية، أي عنصر الدائرة 13، في فاصل زمني حالته شبه ثابتة. يحدث هذا حين يكون كل من الإشعاع الشمسي وتدفق الكتلة في المجمِّع المقابل K_1، K_2، K_3 أو K_4 المراد توجيههما ثابتين بشكل كاف، ويتم التحقق من هذا بواسطة محطة لحالة الجو في محطة الطاقة الشمسية ونظام التحكم الفائق في المصفوفة الشمسية. في موقف كهذا، تشير كافة المستشعرات الشمسية المرتبطة بالمجمِّعات الشمسية المقابلة K_1، K_2، K_3 و K_4 إلى فرق فلطية في "نافذة التوجيه". يتم تسجيل درجات الحرارة وفروق درجات الحرارة T_2-T_1، T_3-T_2 وT_4-T_3 المقيسة بواسطة مستشعرات درجة الحرارة بشكل مستمر على قيمة متغيرة متوسطة.

حين يتم بدء دورة تحقيق الصورة المثلى من التوجيه، تتم إزاحة الموضع المتوسط من "إطار توجيه" المجمِّع الشمسي الأول K_1 في هذه الحالة بمقدار خطوة واحدة تبلغ 0.5 درجة، على سبيل المثال في اتجاه الغرب. وعلى هذا النحو تتم إزاحة المجمِّع الأول K_1 في هذه الحالة بمقدار زيادة واحدة تبلغ 0.5 درجة في اتجاه الغرب من المحاذاة السابقة، أي تتم محاذاته مزاحاً من بمقدار خطوة أخرى تبلغ 0.5 درجة باتجاه الغرب.

حين ترتفع القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجات الحرارة T_2-T_1، والتي يجري قياسها مرة أخرى، بالنسبة لقيمة متغيرة متوسطة واحدة و/ أو كلتيهما لفرقي درجات الحرارة T_3-T_2 وT_4-T_3، فإن هذا يعني أنه يتم تجميع كمية حرارة كبيرة بواسطة الوسط الحامل للحرارة في المجمِّع K_1، أي أنه يتم استخدام الإشعاع الشمسي بشكل أفضل. يتم تفسير هذا كموضع مثالي بواسطة وحدة التحكم، ويتم تخزين "نافذة التوجيه" التي تتم إزاحتها بمقدار 0.5 درجة إلى الغرب باعتبارها القيمة الاسمية الجديدة للمجمِّع الشمسي K_1.

وفي المقابل، إذا وجد من خلال هذا القياس أن القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجات الحرارة T_2-T_1 بالنسبة للقيم المتغيرة المتوسطة لفروق درجات الحرارة T_3-T_2 و/ أو T_4-T_3 قد انخفضت، تتم إزاحة نافذة التوجيه في الاتجاه المقابل، أي بمقدار انخفاضين، أي بمقدار خطوتين تبلغان 0.5، وبالتالي بمقدار درجة واحدة في الإجمالي إلى الشرق. يعني هذا أن نافذة التوجيه الآن في موضع تمت إزاحته بمقدار 0.5 درجة إلى الشرق مقارنة بالموضع الأصلي المبدئي. تتم مقارنة القيم المتغيرة المتوسطة T_2-T_1، T_3-T_2 وT_4-T_3 مرة أخرى. وإذا وجد الآن أن القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجة الحرارة T_2-T_1 قد ارتفعت مقارنة بالقيمة المتغيرة المتوسطة لفروق درجات الحرارة T_3-T_2 و/ أوT_4-T_3، يتم الآن تخزين موضع "نافذة التوجيه" هذا والذي تمت إزاحته إلى الشرق في جهاز التحكم في التوجيه باعتباره القيمة الاسمية الجديدة للمجمِّع الشمسي K_1.

وإذا وجد كذلك من خلال هذا القياس الثاني أنه ليس هناك زيادة في القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجة الحرارة T_2-T_1 بالنسبة للقيم المتغيرة المتوسطة لفروق درجات الحرارة T_3-T_2 و/ أو T_4-T_3 مرة أخرى، حينئذ لا يتم بعد ذلك توجيه "نافذة التوجيه"، أي أنه يتم الاحتفاظ بالقيمة الاسمية المخزنة أصلاً في جهاز التحكم في التوجيه بالنسبة لنظام التحكم في التوجيه.

تم تعديل نطاق توجيه المجمِّع الشمسي K_1 أو تحقيق الصورة المثالية منه في الإجراء المبين أعلاه. تم تعديل "نافذة التوجيه" بالكامل. ومع ذلك، في هذه الحالة، يظل ترحيل التوجيه أو عرض "نافذة التوجيه"، أي الزاوية التي تحركت الشمس بمقدارها، بلا تغيير حتى يتم تعديل المجمِّع الشمسي، بشكل مناظر للتغير في "عرض النافذة". تناظر هذه الزاوية أيضاً فاصلاً زمنياً أو متغير إشارة للمستشعر الشمسي مرة أخرى.

كذلك يتم تنفيذ عملية لتحقيق الصورة المثلى مناظرة للإجراء المبين أعلاه لهذا الغرض. ولتحقيق الصورة المثلى من ترحيل التوجيه، تتم زيادة نافذة التوجيه لترحيل التوجيه مرة أخرى، على سبيل المثال بمقدار 0.75 درجة، في حالة شبه ثابتة للمجمِّع الشمسي K_1 باعتباره المجمِّع الشمسي الأول. في حالة عدم وجود زيادة نسبية في القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجة الحرارة T_2-T_1 أثناء هذا الإجراء، مقارنة بالقيم المتغيرة المتوسطة لفروق درجات الحرارة T_3-T_2 و/ أو T_4-T_3 في القيمة المتغيرة المتوسطة التي يجري تحديدها بالنسبة لفرق درجة الحرارة T_2-T_1، يقل الترحيل حول الموضع المتوسط بمقدار 0.75 درجة كقيمة انخفاض. وفي حالة عدم وجود زيادة نسبية في القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجة الحرارة T_2-T_1 المرتبط بالمجمِّع الشمسي الأولK_1 حتى حينئذ، يتم الاحتفاظ بالقيمة الاسمية القديمة في وحدة التحكم، للتحكم في ترحيل التوجيه. ومع ذلك، في حالة وجود زيادة في فرق درجة الحرارة المرتبط بالمجمِّع الشمسي K_1 في أي من الخطوتين، يتم تخزين قيمة ترحيل التوجيه المرتبطة بهذا الفرق في درجات الحرارة باعتباره القيمة الاسمية الجديدة للمجمِّع الشمسي K_1 في وحدة التحكم في التوجيه.

بمجرد تنفيذ طريقة أو طرق تحقيق الصورة المثلى المبينة أعلاه للمجمِّع الشمسي K_1، يتم بعد ذلك تنفيذ دورات تحقيق الصورة المثلى من التحكم في التوجيه للمجمِّعات الشمسية الأخرى

K_2، K_3 وK_4، وأثناء هذه العملية يتم التعامل معها، لأغراض الاختراع الحالي، ويتم ربطها بالمجمِّع الشمسي الأول، في حد ذاته.

ويفضل اتباع الإجراء التالي، بشكل خاص، لتحقيق الصورة المثالية من عنصر الدائرة 13 وفقاً للنموذج التمثيلي الموضح في شكل 3:

حين يكون المجمِّع الشمسي K_1 هو المجمِّع الشمسي الأول، يمكن النظر إلى التغير النسبي في القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجة الحرارة T_2-T_1 في ضوء قيمة مقارنة فرق درجات الحرارة T_4-T_3.

وحين يكون المجمِّع الشمسي K_2 هو المجمِّع الشمسي الأول، يتم بالمثل النظر إلى التغير في القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجات الحرارة T_2-T_1 في ضوء المقارنة مع فرق درجات الحرارة T_4-T_3.

وحين يكون المجمِّع الشمسي K_3 هو المجمِّع الشمسي الأول، يتم النظر إلى التغير في القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجات الحرارة T_4-T_3 في ضوء المقارنة مع فرق درجات الحرارة T_2-T_1، وحين يكون المجمِّع الشمسي K_4 هو المجمِّع الشمسي الأول، يتم النظر إلى التغير في القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجات الحرارة T_4-T_3 في ضوء المقارنة مع فرق درجات الحرارةT_2-T_1.

ويمكن تحسين حساسية ودقة الطريقة بوضع مستشعرات درجة الحرارة أو مستشعرات قياس درجة الحرارة بشكل تبادلي بين مجمِّعين في كل حالة، وهو ما يؤدي بعد ذلك إلى وجود مستشعر درجات حرارة واحد لكل عنصر دائرة 13. يتم توضيح هذا في النموذج التمثيلي الموضح في شكل 4. في هذه الحالة، يحتوي عنصر الدائرة 13 على مستشعرات قياس درجة الحرارة ومواضع قياس درجة الحرارة T'_1، T'_2، T'_3، T'_4 وT'_5. في هذه الحالة، حين يكون المجمِّع الشمسي K_1 هو المجمِّع الشمسي الأول، يُنظر إلى التغير في القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق

درجات الحرارة T'_2-T'_1، حين يكون المجمِّع الشمسي K_2 هو المجمِّع الشمسي الأول، التغير في القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجات الحرارة T'_3-T'_2، حين يكون المجمِّع الشمسي K_3 هو المجمِّع الشمسي الأول، التغير في القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجات الحرارة T'_4-T'_3، وحين يكون المجمِّع الشمسي K_4 هو المجمِّع الشمسي الأول، التغير في القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجات الحرارة T'_5-T'_4، بالنسبة لواحد على الأقل من فروق درجات الحرارة المقابلة الأخرى، ويتم تقييمها في دورة تحقيق الصورة المثلى من التحكم في التوجيه.

يؤدي الاختراع إلى تحديد القيمة المتوسطة المثالية لتوجيه المجمِّع K_1 أو كافة المجمِّعات K_1 إلى K_4 بالنسبة للشمس في كل حالة، حتى حين يكون قد تمت إزاحة إجمالي القطاعات الاثنى عشر 2، 3 للمجمِّعات الشمسية الأربعة K_1 إلى K_4 أو ثنيها بالنسبة لبعضها البعض في حد ذاتها. ويتم استخدام طريقة التحكم في التوجيه بشكل ذاتي التعلم لتعويض الإعدادات المعدلة بشكل غير دقيق للمستشعرات المختلفة، خصوصاً للمستشعرات الشمسية بالنسبة للمجمِّع المقابل أو بالنسبة لكافة المجمِّعات. كذلك يتم استخدام القيمة المثالية المتوسطة لتوجيه المجمِّعات أو المجمِّع المقابل بالنسبة للشمس لأغراض التحكم حين يتم ثني القطاعات بالنسبة لبعضها البعض أو ثنيها في حد ذاتها أثناء عملية إعادة الضبط أو التوجيه. في الإجمالي، تؤدي الطريقة الواردة في الاختراع إلى تحسين كفاءة مجمِّع شمسي، وتم تحديد نسبة تحسين تبلغ 5 - 10% بالطريقة الواردة في النموذج التمثيلي.

ولتنفيذ التوجيه أو التحكم في التوجيه ذاتي التعلم، تكون وحدة التحكم مزودة بمعالج دقيق و/ أو وحدة منطقية متعددة القيم يتم فيها، من ناحية، تخزين قواعد تحقيق الصورة المثالية للطريقة والتي تكون، من ناحية أخرى، موصلة بحيث تتم معالجة إشارات المستشعرات المستقبلة بالشكل الملائم.

بشكل بديل، يتم أيضاً الاستمرار في خطوات التعديل بالزيادة أو الخفض لمتغير التوجيه المقابل ويتم تكرارها في اتجاه واحد في حالة زيادة كمية الحرارة أو فرق درجات الحرارة، حتى تنخفض كمية الحرارة أو فرق درجات الحرارة مرة أخرى، أي حتى يتم تجاوز الحد الأقصى. بعد ذلك يتم تخزين القيمة الأخيرة لمتغير التوجيه قبل الانخفاض مرة أخرى باعتبارها القيمة الاسمية الجديدة.

عناصر الحماية

1 1- طريقة للتحكم في توجيه مجمِّع شمسي (K_1، K_2، K_3، K_4) و/ أو مجموعة من المجمِّعات
2 الشمسية (K_1، K_2، K_3، K_4) الموضوعة في صف، خصوصاً قنوات المجمِّعات التي على شكل
3 قطع مكافئ، والتي تحتوي على عنصر مجمِّع للحرارة (10) يتم وضعه في كل حالة على
4 الخط البؤري، حيث يتم قياس درجة الحرارة و/ أو كمية الحرارة المجمعة في الوسط الحامل
5 للحرارة المتدفق خلال العنصر المجمِّع للحرارة (10) في منطقة كل مجمِّع شمسي (K_1، K_2،
6 K_3، K_4) بحيث يمكن ربطها به، ويتم إمداد قيم درجات الحرارة المحددة (T_1، T_2، T_3، T_4؛
7 T'_1، T'_2، T'_3، T'_4، T'_5) و/ أو قيم كمية الحرارة إلى وحدة تحكم تتحكم في توجيه المجمِّع
8 الشمسي المناظر (K_1، K_2، K_3، K_4) وتوجيه المجمِّع الشمسي المناظر (K_1، K_2، K_3، K_4)
9 ضمن مجال متغير توجيه محدد، خصوصاً نطاق توجيه و/ أو ترحيل توجيه، بالنسبة
10 للشمس، حيث تشتمل الطريقة على الخطوات التالية :
11 (أ) تحديد كمية الحرارة المجمعة في المجمِّع الشمسي المناظر (K_1، K_2، K_3، K_4)؛
12 (ب) تغيير متغير توجيه للمجمِّع الشمسي المناظر بزيادة في اتجاه حركة الشمس أو انخفاض
13 في الاتجاه المضاد لحركة الشمس؛
14 (ج) مقارنة كمية الحرارة المجمعة في الخطوة (أ) مع كمية الحرارة المجمعة في المجمِّع الشمسي
15 المناظر بعد تنفيذ الخطوة (ب) و
16 (د) إذا كانت كمية الحرارة المكتشفة في الخطوة (ج) أكبر من كمية الحرارة المحددة في
17 الخطوة (أ)، يتم تخزين متغير التوجيه، الذي تم تعديله بالزيادة أو الخفض، كقيمة اسمية
18 جديدة للتحكم في توجيه المجمِّع الشمسي المناظر في وحدة التحكم.

1 2- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 1، حيث يتم تعديل متغير التوجيه بمقدار انخفاضين أو
2 زيادتين إلى الموضع المقابل إذا وجد انخفاض في كمية الحرارة في المقارنة التي تتم في الخطوة
3 (ج).

3- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 1 أو 2، حيث تتم إعادة متغير التوجيه إلى قيمته الأصلية قبل تنفيذ الخطوة (ب) إذا وجد عدم تغير في كمية الحرارة في المقارنة التي تتم في الخطوة (ج).

4- الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، حيث يتم تحديد كمية الحرارة المجمعة في كل حالة بواسطة قيمة متغيرة متوسطة لفرق درجات حرارة الوسط الحامل للحرارة، ويعتبر فرق درجات الحرارة هذا مرتبطاً بالمجمِّع الشمسي المناظر (K_1، K_2، K_3، K_4).

5- الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، حيث يتم استخدام نطاق التوجيه و/ أو ترحيل التوجيه كمتغير توجيه.

6- طريقة للتحكم في توجيه مجمِّع شمسي (K_1، K_2، K_3، K_4) و/ أو مجموعة من المجمِّعات الشمسية (K_1، K_2، K_3، K_4) التي يتم وضعها في صف، خصوصاً قنوات المجمعات التي على شكل قطع مكافئ، والمحتوية على عنصر تجميع حرارة (10) يتم وضعه في كل حالة على الخط البؤري، حيث يتم قياس درجة الحرارة و/ أو كمية الحرارة المجمعة في الوسط الحامل للحرارة المتدفق خلال العنصر المجمع للحرارة (10) في منطقة كل مجمِّع شمسي (K_1، K_2، K_3، K_4) بحيث يمكن ربطها به، ويتم توفير قيم درجات الحرارة المحددة (T_1، T_2، T_3، T_4؛ T'_1، T'_2، T'_3، T'_4 ، T'_5) و/ أو قيم كمية الحرارة إلى وحدة تحكم تتحكم في توجيه المجمِّع الشمسي المناظر (K_1، K_2، K_3، K_4) وتوجه المجمِّع الشمسي المناظر (K_1، K_2، K_3، K_4) ضمن مجال متغير توجيه محدد، خصوصاً نطاق توجيه و/ أو ترحيل توجيه، بالنسبة للشمس، حيث تتفاعل مجموعة من المجمِّعات الشمسية (K_1، K_2، K_3، K_4) الموضوعة في صف، وحيث تشتمل الطريقة على الخطوات التالية :

أ1) تحديد قيمة متغيرة متوسطة لفرق درجات حرارة أول، مرتبط بمجمِّع شمسي أول، للوسط الحامل للحرارة بين نقطتين أولى وثانية لقياس درجة الحرارة؛

أ2) تحديد قيمة متغيرة متوسطة لفرق درجات حرارة ثان، مرتبط بمجمِّع شمسي آخر، للوسط الحامل للحرارة بين نقطتين لقياس درجة الحرارة، تختلف إحداهما على الأقل عن

نقطة قياس درجة الحرارة الأولى و/ أو الثانية؛

ب1) تغيير متغير التوجيه، خصوصاً لنطاق توجيه و/ أو ترحيل التوجيه، للمجمِّع الشمسي الأول بزيادة في اتجاه حركة الشمس أو انخفاض في الاتجاه المضاد لاتجاه حركة الشمس؛

ج1) مقارنة القيم الموجِّهة المتوسطة، التي تنشأ بعد ذلك، لفرقي درجات الحرارة الأول والثاني و

د1) في حالة زيادة القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجات الحرارة الأول بالنسبة للقيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجات الحرارة الثاني، يتم تخزين متغير التوجيه، خصوصاً نطاق التوجيه و/ أو ترحيل التوجيه، والذي تم تعديله بالزيادة أو الخفض، كقيمة اسمية جديدة للتحكم في توجيه المجمِّع الشمسي الأول في وحدة التحكم.

7- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 6، حيث يتم تعديل متغير التوجيه، خصوصاً نطاق التوجيه و/ أو ترحيل التوجيه، للمجمِّع الشمسي الأول إذا وجد أن هناك انخفاضاً في القيمة المتوسطة المتغيرة لفرق درجات الحرارة الأول بالنسبة للقيمة المتغيرة المتوسطة للمجمِّع الشمسي الثاني في المقارنة التي تتم في الخطوة ج1)، بواسطة انخفاضين أو زيادتين في الاتجاه المضاد.

8- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 6 أو 7، حيث تتم إعادة تعيين متغير التوجيه، خصوصاً نطاق التوجيه و/ أو ترحيل التوجيه، للمجمِّع الشمسي الأول مرة أخرى إلى قيمته الأصلية قبل تنفيذ الخطوة ب1) إذا وجد أن القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجات الحرارة الأول ظلت بلا تغيير بالنسبة للقيمة المتغيرة المتوسطة للمجمِّع الشمسي الثاني في المقارنة التي تتم في الخطوة ج1).

9- الطريقة وفقاً لعناصر الحماية أرقام 6-8، حيث يتم في حالة وجود أكثر من مجمِّعين شمسيين، توصيل كل مجمِّع شمسي بشكل متتابع مرة واحدة على الأقل كمجمع شمسي أول، وتتم مقارنة القيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجات الحرارة المقابل ذي الصلة بالقيمة المتغيرة المتوسطة لفرق درجات الحرارة المقابل ذي الصلة بمجمِّع شمسي آخر واحد على

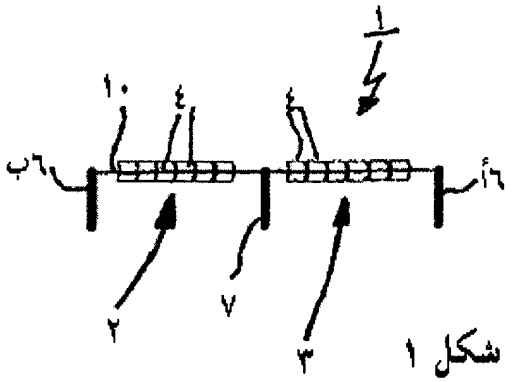
الأقل.

10- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 1 أو 6، حيث يتم تعديل متغير التوجيه المقابل بالزيادة أو الخفض مرة أخرى أو على نحو متكرر في نفس الاتجاه حتى يحدث انخفاض في كمية الحرارة أو فرق درجات الحرارة مرة أخرى، وحيث يتم تخزين القيمة الأخيرة المقابلة لمتغير التوجيه قبل الانخفاض مرة أخرى كقيمة اسمية جديدة للتحكم في توجيه المجمِّع الشمسي المناظر (K_1، K_2، K_3، K_4) إذا وجدت زيادة في كمية الحرارة في الخطوة ج)، أو وجدت زيادة في فرق درجات الحرارة الخطوة ج1).

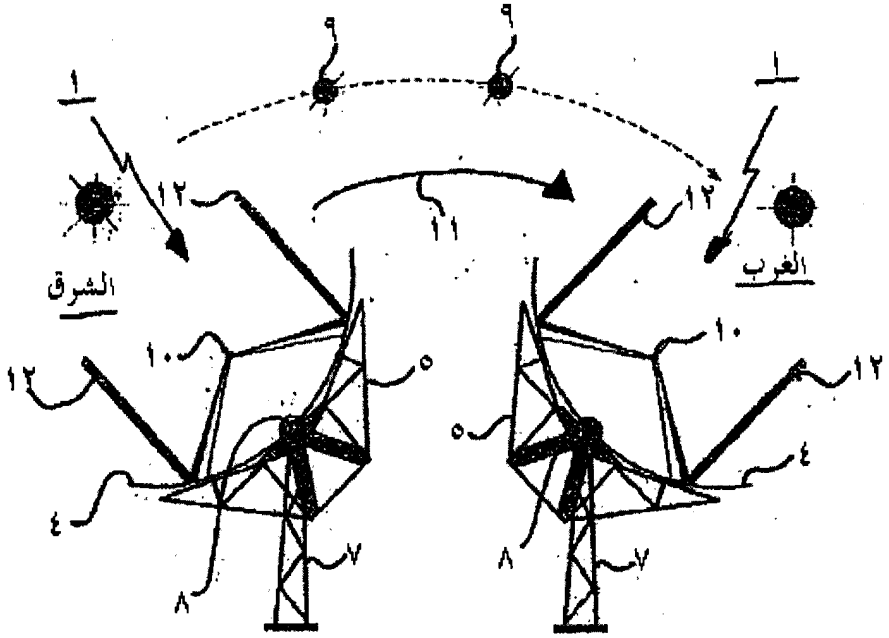
11- الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، حيث تتم خطوات الطريقة الفردية بواسطة وحدة التحكم - والتي تشتمل بشكل مفضل على معالج دقيق - و/ أو وحدة برنامج منطقي متعدد القيم مرتبطة به، بشكل مفضل في صورة آلية، لتكوين نظام تحكم في التوجيه ذاتي التعلم.

12- الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، حيث يتم تحديد موضع الدوران المحوري النسبي المقابل لكل مجمِّع شمسي حول محوره الطولي (8) نسبياً بواسطة مستشعر موضع زاوية.

13- الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، حيث يتم تحديد الموضع النسبي المناظر لكل مجمِّع شمسي بالنسبة للشمس بواسطة مستشعر شمسي.

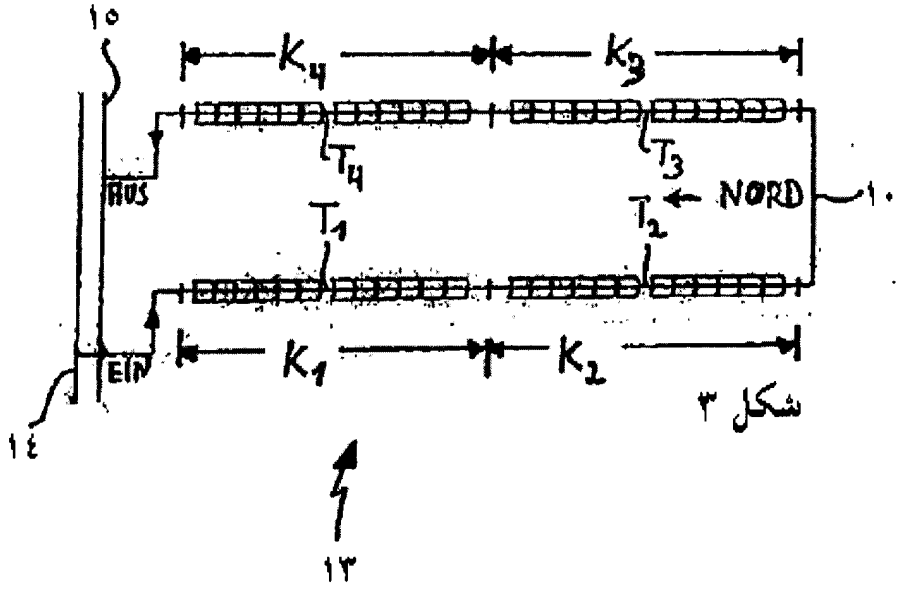


شكل ١

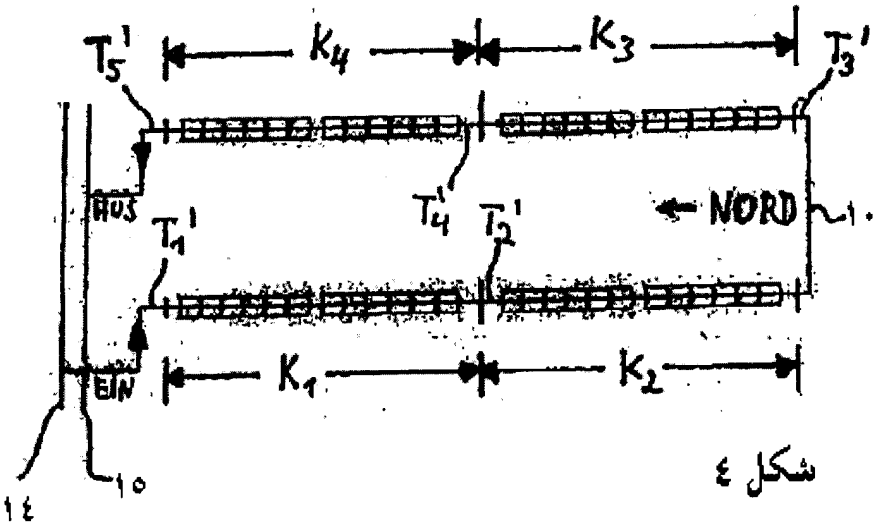


شكل ٢

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	2	رقم اللوحة	1
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب	سمر اللباد		



شكل ٣



شكل ٤

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	2	رقم اللوحة	2
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب	سمر اللباد		