



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 35046 B1** (51) Cl. internationale : **F03G 6/06**
(43) Date de publication : **03.04.2014**

-
- (21) N° Dépôt : **36337**
(22) Date de Dépôt : **11.10.2013**
(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/ES2011/070252 13.04.2011**
(71) Demandeur(s) : **CENTRO TECNOLÓGICO AVANZADO DE ENERGÍAS RENOVABLES DE ANDALUCÍA (CTAER), LEONARDO DA VINCI 2 EDIFICIO IAT 3A PLANTA 41092 SEVILLA (ES)**
(72) Inventeur(s) : **RÚZ HERNÁNDEZ, Valeriano ; LILLO BRAVO, Isidoro ; SILVA PÉREZ, Manuel Antonio ; LOBO MÁRQUEZ, Gonzalo ; DÍAZ ANDRADES, Francisco ; DEL POZO POLIDORO, Enrique**
(74) Mandataire : **MOROCCO INTELLECTUAL PROPERTY SERVICES**

-
- (54) Titre : **SYSTEME DE CAPTAGE D'ENERGIE THERMOSOLAIRE A GEOMETRIE VARIABLE**
(57) Abrégé : SELON L'INVENTION, UN SYSTÈME (11) DE COLLECTE D'ÉNERGIE THERMOSOLAIRE À CONCENTRATION DU TYPE TOUR COMPREND UNE TOUR (13) PRÉSENTANT UNE PARTIE FIXE (81) ET UNE PARTIE MOBILE (82), LA PARTIE MOBILE EFFECTUANT UN MOUVEMENT DE TRANSLATION EN ASCENSION OU EN DESCENTE SUIVANT UN AXE DE LA TOUR (13) ET ÉTANT POURVUE D'UNE NACELLE (83) CAPABLE DE RÉALISER UN MOUVEMENT DE ROTATION AZIMUTALE, ET UN ENSEMBLE D'HÉLIOSTATS (12) CAPABLES DE SE DÉPLACER AUTOUR DE LA TOUR (13) DIRIGEANT LES RAYONS SOLAIRES VERS UN RÉCEPTEUR.

ABREGE

Selon l'invention, un système (11) de collecte d'énergie thermosolaire à concentration du type tour comprend une tour (13) présentant une partie fixe (81) et une partie mobile (82), la partie mobile effectuant un mouvement de translation en ascension ou en descente suivant un axe de la tour (13) et étant pourvue d'une nacelle (83) capable de réaliser un mouvement de rotation azimutale, et un ensemble d'héliostats (12) capables de se déplacer autour de la tour (13) dirigeant les rayons solaires vers un récepteur.

35046
01 AVR 2014**SYSTÈME DE CAPTAGE D'ÉNERGIE THERMOSOLAIRE À GÉOMÉTRIE VARIABLE****OBJET DE L'INVENTION**

La présente invention concerne un système de captage d'énergie
5 thermosolaire à concentration du type tour, où un ensemble de concentrateurs individuels (aussi appelés héliostats) dirigent le rayonnement solaire vers le récepteur.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE

En ce qui concerne la figure 1, en l'état de la technique on connaît un
10 système de captage d'énergie thermosolaire, à savoir, un système de tour centrale qui comprend une pluralité d'héliostats, qui est un dispositif réflecteur doté de deux degrés de liberté qui rendent possible son orientation dans n'importe quelle direction de l'espace, qui correctement dirigés de façon individuelle par un système de pointage basé sur des capteurs lumineux ou sur
15 des équations solaires, permettent de concentrer dans un récepteur, situé généralement à une certaine hauteur sur une tour prévue à cet effet, le rayonnement reçu du soleil par l'ensemble de tous les héliostats, on obtient ainsi une grande densité d'énergie dans ledit récepteur qui rend possible son utilisation pour la production d'électricité, au moyen d'un cycle de vapeur
20 classique, ou bien pour le développement de réactions fortement endothermiques.

En résumé, un récepteur fixe situé sur une tour reçoit le flux de rayonnement provenant d'une pluralité d'héliostats fixes eux aussi, bien que
25 dotés de deux degrés de liberté tournants, généralement disposés en montage azimutal, bien qu'en théorie les montages équatoriaux soient également possibles.

Pour ce qui est maintenant des figures 2 à 4, étant donné que l'angle formé par le rayon incident avec la normale est identique à celui que forme celui qui est réfléchi, l'actionnement des héliostats a pour but de faire en sorte que
30 l'axe optique de leurs miroirs vise à chaque instant dans la direction de la bissectrice de l'angle formé par le Soleil, l'héliostat et le récepteur élevé, ce qui requiert une précision considérable dans leur construction et leur contrôle.

Comme au cours d'une journée le Soleil parcourt un chemin apparent, dû en réalité au mouvement de rotation qui anime la Terre, lequel commence approximativement à l'Est et termine approximativement à l'Ouest, trouvant son point le plus élevé en traversant le méridien du lieu, les coordonnées de situation du Soleil étant variables en fonction de la latitude du lieu, de l'heure ou angle horaire et de la saison ou angle de déclinaison, il en résulte que le trajet de l'actionnement de chaque héliostat doit parcourir un chemin qui commence dans la direction de la bissectrice de l'angle formé par le Soleil au moment du lever, l'héliostat et le récepteur, termine dans la direction de la bissectrice de l'angle formé par le Soleil au moment du coucher, l'héliostat et le récepteur, en passant naturellement par la direction de la bissectrice de l'angle formé par le Soleil à son passage par le méridien, l'héliostat et le récepteur.

La figure 3 montre l'angle α formé par la normale au plan optique de l'héliostat avec le rayon incident provenant du Soleil, cela justifie que l'énergie mise à profit à chaque position soit équivalente au produit du flux d'énergie multiplié par la zone de l'héliostat et par le cosinus de α , en dehors des rendements de réflexion.

Un inconvénient du système décrit ci-dessus réside dans le fait que plus l'angle α est grand, plus son cosinus est petit, le captage d'énergie étant donc réduit pour des motifs purement géométriques, phénomène bien connu sous le nom d'« effet cosinus ».

L'amplitude de l'angle α , à certaines heures du jour et certains jours de l'année, provoque une perte de la capacité potentielle de captage d'énergie des centrales solaires à tour, et jusqu'à maintenant, cela a été considéré comme une limitation intrinsèque du système.

Dans la technologie des héliotropes en général et des collecteurs solaires photovoltaïques en particulier, il existe de nombreux exemples de dispositions à un et deux degrés de liberté, qui cherchent à minimiser l'effet cosinus par l'orientation la plus favorable et directe possible vers le Soleil. Toutefois, ces dispositifs, du fait de leur nature même, captent uniquement le flux correspondant à leur propre superficie, en faisant abstraction de l'effet de réflexion et de concentration énergétique associé aux champs d'héliostats.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DE L'INVENTION

La présente invention cherche à apporter une solution à un ou plusieurs des inconvénients susmentionnés au moyen d'un système de captage d'énergie thermosolaire à géométrie variable tel qu'il est revendiqué dans les
5 revendications.

Un objet du système thermosolaire à concentration est de fournir une géométrie variable à une tour du système thermosolaire où la tour est adaptée pour être déplacée selon un axe vertical de la tour et être tournée selon l'axe vertical (aussi appelé de rotation) de la tour, de façon à ce que le récepteur
10 situé à l'extrémité distale supérieure d'une tour, absorbe le rayonnement solaire incident redirigé vers ce dernier par un ensemble d'héliostats fixes et/ou mobiles.

En dotant la tour d'une nacelle tournante, on parvient à maximiser la mise à profit de l'énergie qu'elle capte, par exemple, en alignant l'axe du
15 récepteur avec l'axe de rotation de la nacelle, ce par quoi on évite totalement le risque que se produisent des défocalisations durant les mouvements du système composé d'héliostats et tour mobiles, et l'on obtient donc le captage d'énergie maximal possible.

Un autre objet du système thermosolaire à concentration est de fournir
20 des héliostats montés sur un châssis mobile qui transfère horizontalement l'héliostat pour éviter l'apparition d'ombres créées par d'autres héliostats ou par la tour elle-même, et permet de rechercher le meilleur angle d'orientation possible de celui-ci, il y a donc amélioration du captage d'énergie.

Les héliostats sont déplaçables à volonté en fonction de la position du
25 soleil à chaque moment de la journée, de façon qu'ils présentent toujours une orientation avantageuse, ils permettent d'accroître le rendement énergétique du système thermosolaire à concentration en améliorant donc le captage d'énergie.

Un autre objet du système à concentration est de maximiser le captage
30 d'énergie solaire en faisant varier aussi la géométrie de la tour en fonction de l'heure du jour et de la position des héliostats.

Un autre objet encore du système thermosolaire à concentration à

géométrie variable est de permettre de faire varier la hauteur du récepteur de la tour par rapport au sol, cela étant offert par un mouvement relatif entre un segment fixe et un segment mobile de la tour. Par conséquent, le centre du récepteur se déplace entre une hauteur maximale et minimale par rapport au sol, qui permet d'optimiser pour chaque jour et chaque heure la position relative héliostats-récepteur afin d'augmenter le captage d'énergie rayonnante.

BREF ÉNONCÉ DES FIGURES

Une explication plus détaillée de l'invention est donnée dans la description qui suit et qui se fonde sur les figures jointes :

10 la figure 1 montre sur un schéma un système de captage d'énergie thermosolaire à concentration du type tour conformément à l'état de la technique,

les figures 2 à 4 montrent la façon dont un héliostat réfléchit le rayonnement solaire vers la tour du système de captage d'énergie thermosolaire à concentration du type tour conformément à l'état de la technique,

la figure 5 montre sur un schéma un système de captage d'énergie thermosolaire à concentration du type tour à géométrie variable,

20 la figure 6 montre sur un schéma un détail d'un système de roulement d'un chariot sur lequel est installé un héliostat,

la figure 7 montre sur une vue en perspective de la tour du système de captage d'énergie thermosolaire à concentration à géométrie variable, et

la figure 8 montre sur une vue en perspective la tour avec son fût déplié et replié.

DESCRIPTION D'UN MODE DE RÉALISATION

25 Pour ce qui a trait maintenant à la figure 5, un système (11) de captage d'énergie thermosolaire à géométrie variable comprend une pluralité d'héliostats (12) déplaçables à volonté en fonction de la position du soleil à chaque moment du jour ; qui reçoivent de l'énergie solaire du soleil pour la réfléchir vers l'extrémité distale supérieure (51) d'une tour (13), qui héberge, à ladite extrémité distale supérieure (51), un récepteur pour recevoir le rayonnement réfléchi par les héliostats (12) et l'énergie solaire réfléchie reçue

est transformée en énergie thermique qui, à son tour, est transformée en énergie électrique ou chimique, par exemple, l'hydrogène.

L'héliostat (12) est situé sur un chariot ou plateforme mobile (53) motorisé qui comprend une unité de déplacement, à savoir, un dispositif de déplacement qui est déplaçable horizontalement sur le terrain du champ d'héliostats ; une unité de suivi, à savoir, un suiveur de la position du soleil qui permet de faire réaliser des rotations azimutales et zénithales à l'héliostat (12), et fournit des signaux de contrôle au dispositif de déplacement pour positionner l'héliostat (12), de façon que ce dernier réfléchisse le rayonnement solaire incident maximal vers le récepteur situé à l'extrémité (51) distale supérieure de la tour (11), indépendamment de la position du soleil durant toute une journée et toute l'année.

Le mouvement des héliostats (12) peut s'effectuer tant en suivant des chemins prédéterminés que de façon libre et autonome sur la surface du champ d'héliostats du système (11) thermosolaire. Le mouvement des héliostats (12) suivant un parcours prédéfini facilite aussi bien la fourniture d'énergie pour les mouvements de l'héliostat (12) que le contrôle de ce dernier.

L'héliostat (12) étant transférable d'une position à une autre beaucoup plus avantageuse du point de vue de l'effet cosinus, un angle α plus petit implique une plus grande surface normale au rayon incident et améliore donc le captage d'énergie et offre la possibilité d'éviter l'apparition d'ombres créées par d'autres héliostats (12) ou par la tour (13) elle-même du système (11) thermosolaire.

Le chariot (53) est doté d'un système de motorisation, soit autonome, soit centralisé, qui lui permet de transférer les héliostats d'une position à une autre.

Concernant maintenant la figure 6, le chariot (53) comprend un système de roulement du type roue solide ou pneumatique adaptées pour rouler sur le sol préparé ou non, des systèmes de roue et de rail, des systèmes de matelas d'air ou même des systèmes de plateforme flottante sur lame d'eau, les dispositifs pouvant être utilisés pour la traction tant électromécanique que mécanique par câble.

En ce qui concerne maintenant les figures 5 et 6, le chariot (53) est adapté pour se déplacer sur une voie (54) formée de deux rails disposés de façon parallèle et concentrique par rapport à la tour (12), d'autres dispositions des rails, distinctes de la disposition circulaire, étant également possibles ; sur
5 lesquels circulent une pluralité de chariots (53), dont chacun soutient un héliostat (12). Parallèlement aux rails (54) est installé un rail (61) d'alimentation et de contrôle adapté pour fournir de l'énergie électrique aux héliostats (12) et pour la communication d'ordres depuis un système central de contrôle des héliostats (12).

10 Le mouvement de transfert des différents héliostats (12) peut s'effectuer aussi bien de façon simultanée que de façon successive. Par conséquent, chaque héliostat (12) suit une trajectoire individuelle de transfert horizontal et d'orientation tout au long du jour et de l'année.

Les héliostats (12) peuvent passer à une position de défense ou
15 configuration correspondant à l'exposition de surface minimale au vent pour garantir leur stabilité et intégrité en cas de phénomènes météorologiques adverses tels qu'un vent fort.

Cependant, il peut arriver que du fait de l'apparition subite du phénomène météorologique il ne soit pas possible d'accomplir la manœuvre de
20 mise en position de défense de l'héliostat (12), voire qu'étant en position de défense ce soit nécessaire. Par conséquent, le chariot (53) comprend un absorbeur d'efforts du type jeu de roues, griffes, situées sous le chariot (54) d'appui à actionnement hydraulique ou électromécanique pour matérialiser l'ancrage d'urgence des héliostats (12) au chariot (54) d'appui qui les soutient,
25 capables ainsi d'absorber des efforts de traction verticale.

Le dispositif de suivi gouverne la rotation azimutale et la rotation zénithale de l'héliostat (12) et, également, le transfert horizontal du châssis (53) mobile sur le terrain.

Concernant maintenant les figures 7 et 8, la tour (13) comprend, depuis
30 les fondations de cette dernière, un segment (81) de fût fixe qui s'élève substantiellement à la verticale depuis les fondations, un segment (82) de fût mobile, à savoir un segment de fût assemblé de façon télescopique qui permet

au segment (82) de fût télescopique la réalisation d'un mouvement de transfert en élévation ascendante ou descendante selon un axe AA' vertical de la tour (13) et un segment (83) de rotation en forme de nacelle tournante, qui comprend une cavité (52) où est logé le récepteur de la tour (13).

5 Lorsque les héliostats (12) effectuent leur mouvement de transfert autour de la tour (13), les rayons réfléchis tournent en même temps qu'ils se dirigent vers le récepteur de la tour (13) et pour obtenir la mise à profit maximale de l'énergie captée l'orientation azimutale du récepteur s'effectue de façon simultanée ou successive au transfert des héliostats (12).

10 La nacelle tournante (83) permet au récepteur un mouvement de rotation selon un axe AA' vertical de la tour (13), de sorte que la nacelle tournante (83) parcourt un arc de circonférence dans les deux sens de rotation, c'est-à-dire, ouest-est et vice versa.

15 Le récepteur est situé dans la cavité (52) de l'extrémité distale de la tour (13) jointe mécaniquement à la nacelle tournante (83), de sorte que l'axe du récepteur est aligné avec l'axe de rotation de la nacelle (83), on évite ainsi totalement le risque que se produisent des défocalisations durant les mouvements du système, et l'on obtient donc le captage d'énergie maximal possible au centre du plan du récepteur.

20 Le segment (82) de fût télescopique est joint par sa partie supérieure ou distale à la partie inférieure ou proximale de la nacelle tournante (83) au moyen d'un dispositif de jonction mécanique tournant qui permet la réalisation d'un mouvement giratoire de la nacelle tournante (83) par rapport au segment (82) de fût télescopique.

25 Le dispositif de jonction mécanique tournant est du type roulement denté qui permet la rotation de la nacelle tournante (83) et, par conséquent, du récepteur proprement dit.

30 Le segment (82) de fût télescopique est joint par sa partie proximale ou inférieure à la partie supérieure du segment (81) de fût fixe au moyen d'un dispositif de jonction mécanique d'élévation et de descente qui permet la réalisation du mouvement de transfert vertical en élévation et descente selon l'axe vertical AA', au segment (82) de fût télescopique par rapport au segment

(81) de fût fixe.

Le dispositif élévateur est du type auto-grimpant, qui comprend un mécanisme télescopique et de guidage qui, à son tour, comporte une installation de cylindres et de prises mécaniques, de sorte qu'avec des
5 mouvements successifs d'extension et de compression de l'installation de cylindres, le segment (82) de fût télescopique réalise un mouvement d'ascension et de descente.

Le dispositif élévateur peut être du type pignon crémaillère, cylindre avec installation de poulies, etc.

10 La nacelle tournante (83) et le segment (82) de fût mobile comprennent des éléments de protection pour éviter des dommages provoqués par le rayonnement solaire concentré qui a une incidence sur des parties de la nacelle tournante (83) extérieures au récepteur de la tour (11).

REVENDICATIONS

1. **Un système de captage d'énergie thermosolaire** à concentration qui comprend une tour (13) et des héliostats (12) ; **caractérisé** en ce que la tour
5 (13) comprend un segment (81) fixe de fût et un segment (82) mobile de fût qui coopèrent mécaniquement pour faire varier la hauteur de la tour (13).
2. **Système** selon la revendication 1 ; **caractérisé** en ce que le système
10 (11) comprend aussi une pluralité d'héliostats (12) déplaçables horizontalement à volonté en fonction de la position du soleil à chaque moment du jour.
3. **Système** selon la revendication 1 ; **caractérisé** en ce que la tour (13)
comprend aussi un segment (83) tournant assemblé de façon tournante à
l'extrémité distale du segment (82) mobile de fût, et le segment (83) tournant
15 est tournant par rapport à l'axe AA' de la tour (13).
4. **Système** selon la revendication 3 ; **caractérisé** en ce que le segment
(83) tournant comprend un récepteur adapté pour être logé dans une cavité
(52) de l'extrémité distale de la tour (13).
20
5. **Système** selon la revendication 4 ; **caractérisé** en ce que le centre
géométrique du récepteur coïncide avec l'axe AA' de rotation azimutale de la
nacelle tournante (83).
- 25 6. **Système** selon la revendication 2 ; **caractérisé** en ce que l'héliostat (12)
est adapté pour être monté sur un chariot (53) mobile qui comprend une unité
de déplacement déplaçable horizontalement ; une unité tournante adaptée pour
faire tourner de façon azimutale et zénithale l'héliostat (12) ; une unité de
fourniture d'énergie électrique et une unité de suivi adaptée pour fournir des
30 signaux de contrôle à l'unité de déplacement et tournante pour que l'héliostat
(12) suive la position du soleil à tout moment en réfléchissant le rayonnement
solaire incident maximal vers le récepteur logé dans une cavité (52) de

l'extrémité distale de la tour (13).

7. **Système** selon la revendication 6 ; **caractérisé** en ce que l'unité de suivi est adaptée pour fournir de manière indépendante des signaux de contrôle à l'unité de déplacement et/ou tournante.
8. **Une tour** d'un système de captage d'énergie thermosolaire à concentration ; **caractérisé** en ce que la tour (13) comprend un segment (81) fixe de fût et un segment (82) mobile de fût qui coopèrent mécaniquement pour faire varier la hauteur de la tour (13).
9. **Tour** selon la revendication 8 ; **caractérisée** en ce que la tour (13) comprend aussi un segment (83) tournant assemblé mécaniquement à l'extrémité distale du segment (82) mobile de fût, où le segment (83) tournant est tournant par rapport à l'axe AA' de la tour (13).
10. **Tour** selon la revendication 9 ; **caractérisée** en ce que la tour (13) comprend un récepteur logé dans une cavité (52) de l'extrémité distale de la tour (13).
11. **Tour** selon la revendication 10 ; **caractérisée** en ce que le centre géométrique du plan de la fenêtre d'entrée dans le récepteur coïncide avec l'axe AA' de rotation azimutale de la nacelle tournante (83).
12. **Tour** selon la revendication 8 ; **caractérisée** en ce que le segment (83) tournant comprend une zone libre adaptée pour permettre le passage de conduites rigides et/ou flexibles.

5

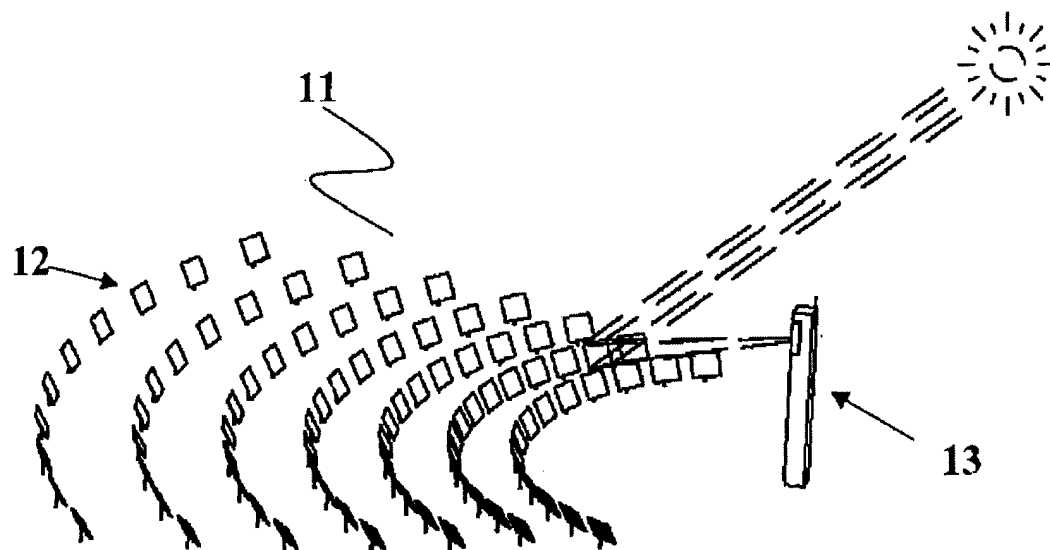


FIG. 1

10

15

20

25

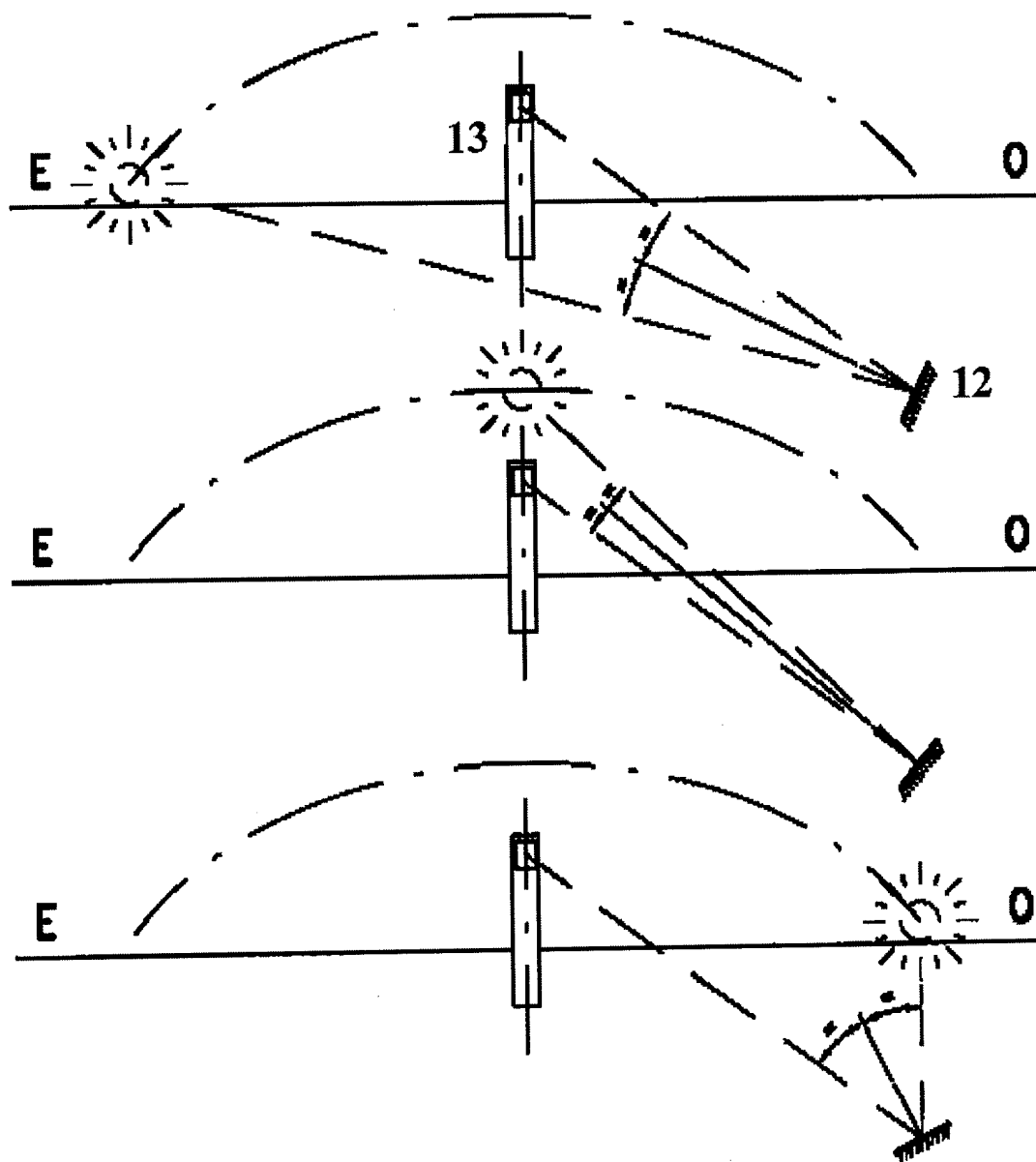


FIG. 2

5

10

5

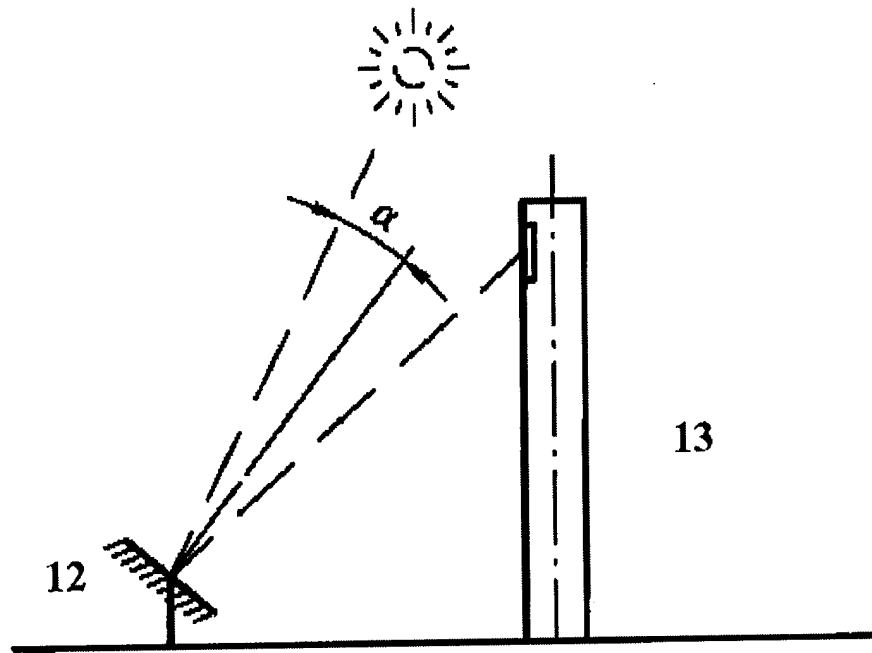


FIG. 3

10

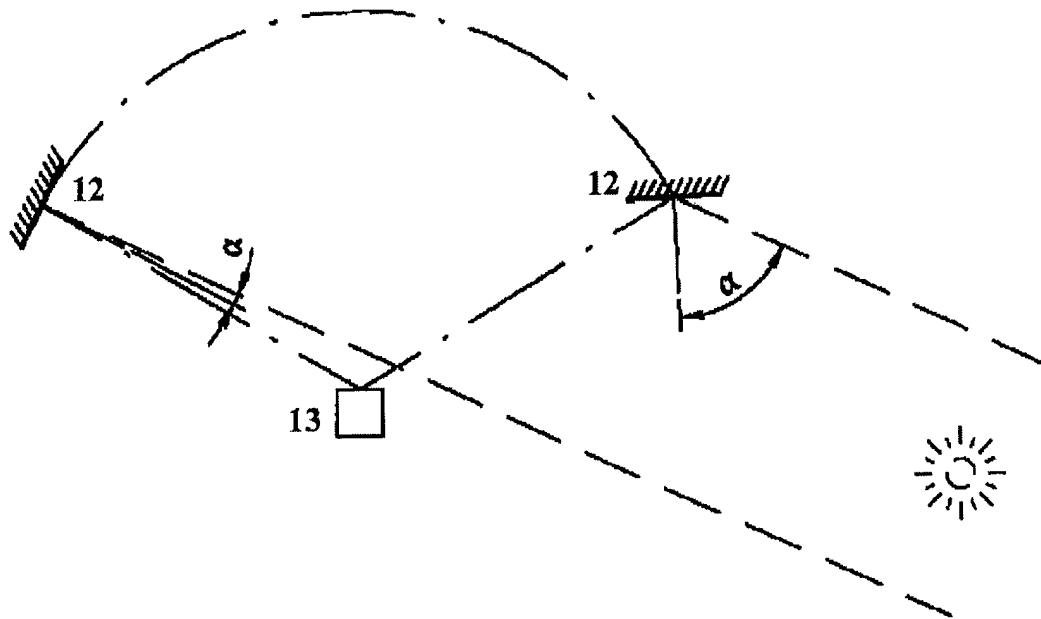


FIG. 4

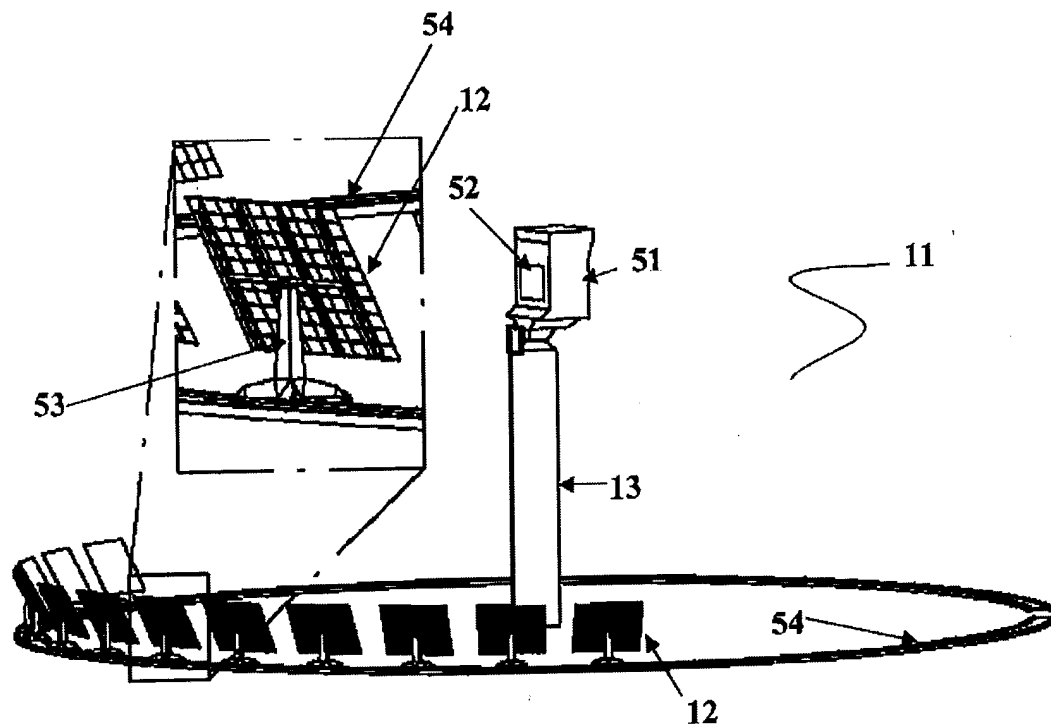


FIG.5

5

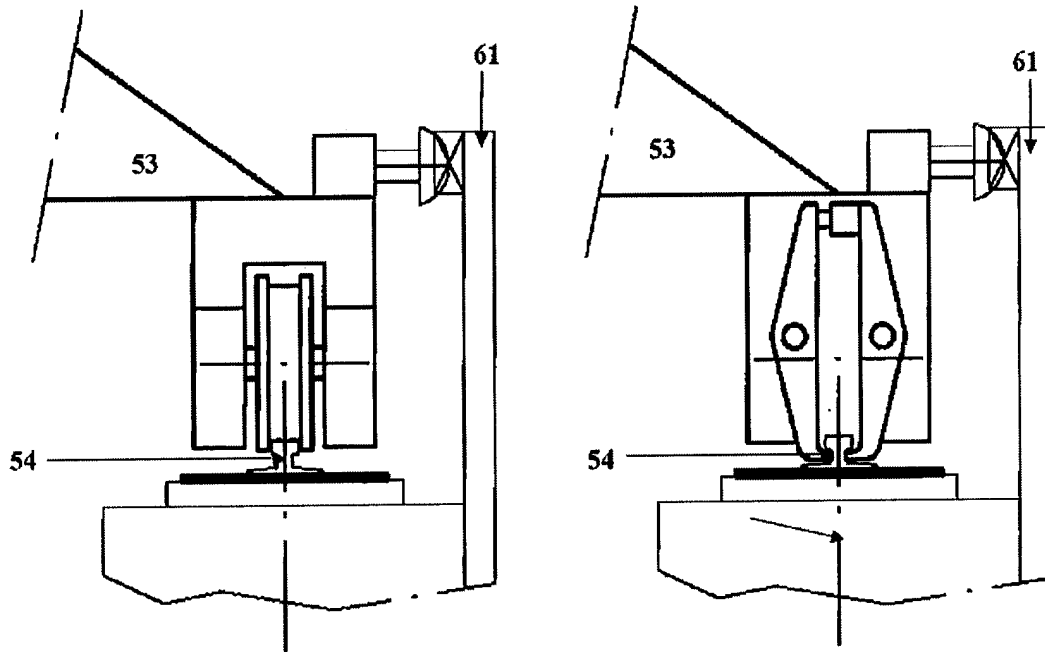


FIG. 6

10

15

20

25

30

5

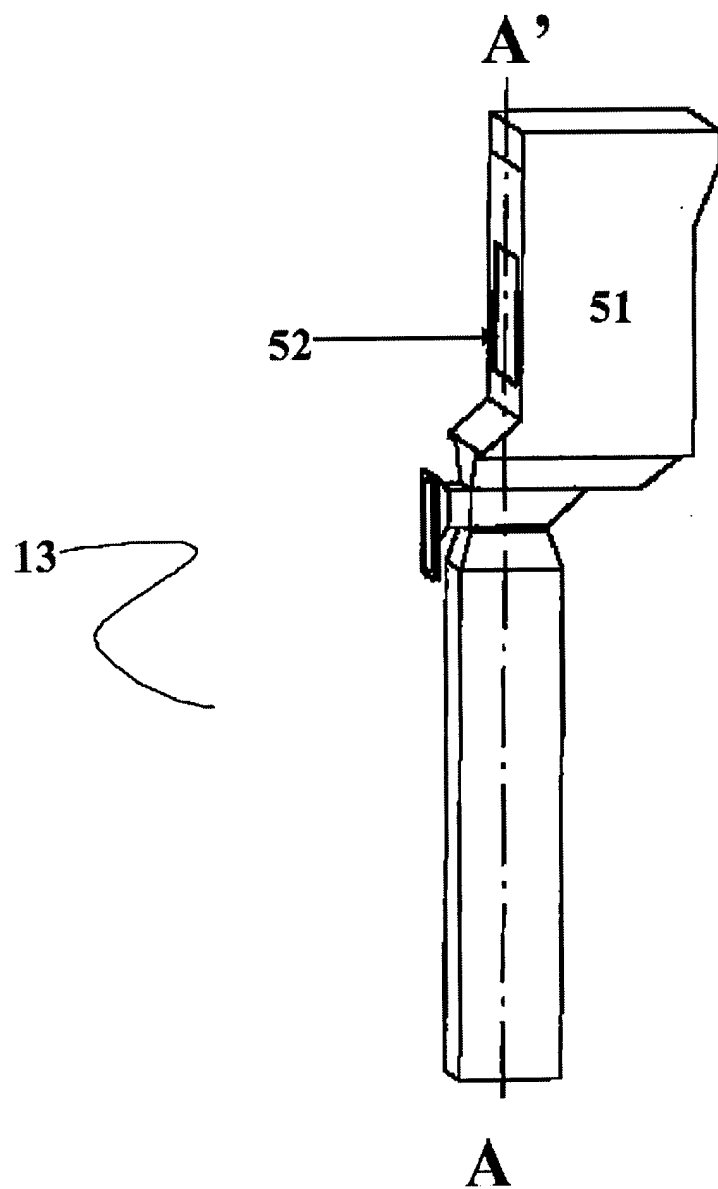


FIG. 7

10

5

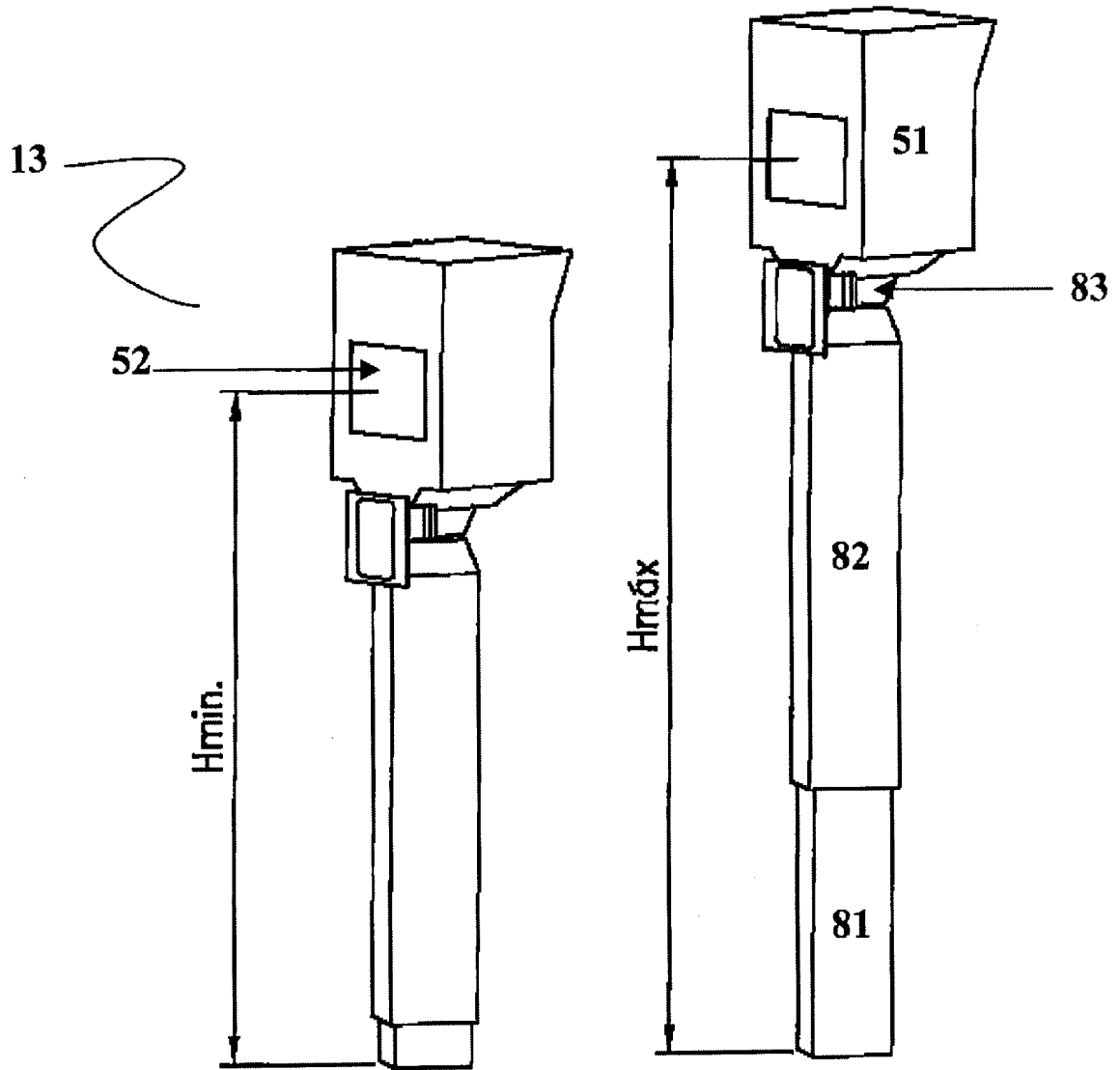


FIG. 8

10