



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO  
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

<b>DOMANDA NUMERO</b>	<b>101982900000543</b>
<b>Data Deposito</b>	<b>17/11/1982</b>
<b>Data Pubblicazione</b>	<b>17/05/1984</b>

<b>Priorità</b>	PF 1592
<b>Nazione Priorità</b>	AU
<b>Data Deposito Priorità</b>	17-NOV-81
<b>Priorità</b>	PF 3294
<b>Nazione Priorità</b>	AU
<b>Data Deposito Priorità</b>	24-MAR-82

**Titolo**

Collettore solare

# **DOCUMENTAZIONE RILEGATA**

## DESCRIZIONE

La presente invenzione riguarda i collettori solari e, in particolare, un collettore solare a focalizzazione.

I collettori a focalizzazione possono essere ampiamente suddivisi in tre sistemi e cioè:

- (a) Collettori a canale o trogoli
- (b) Collettori a piatti
- (c) Combinazioni a eliostati/torri di potenza.

I primi due sistemi possono essere ulteriormente suddivisi come segue:

Collettori a canali o trogoli

- (a) A spindinamento su un asse
- (b) A spindinamento su due assi

Collettori a piatti

- (a) Parabolici
- (b) Sferici

Il problema principale con i collettori a canale o trogoli, è la temperatura massima relativamente bassa ottenibile, poichè è prodotto un fuoco lineare invece che un fuoco puntiforme. Ciò vale per entrambi i tipi, benchè il secondo tipo, da questo punto di vista, sia migliore del primo. Le basse temperature provocano problemi di trasferimento di calore, e danno luogo a bassa efficienza ter-

modinamica e, nel tentativo di superare questi problemi impiegando pedimento su due assi, sorgono altre complicazioni, e cioè quella dell'estrazione di calore ad alte temperature dal fuoco di un sistema che \ è in oscillazione quando il sole viene pedinato. Il mezzo di trasferimento di calore caldo ed esotico tende a trafiggere presso le guarnizioni in tubi sussinti movimento relativo (i fluidi di trasferimento di calore "esotici" sono necessari poichè la pressione del vapore, anche alle temperature di funzionamento relativamente basse, tipicamente 570°F, è di 1200 p.s.i. ( $84 \text{ Kg/cm}^2$  circa) il che è sufficiente a determinare eruzioni). Ciò si aggiunge al problema di pedinamento effettivo, in cui la velocità di oscillazione sui due assi non può essere preimpostata, poichè essa varia per ciascun asse durante il giorno, essendo massima per l'asse di elevazione o altezza e minima per l'asse azimutale all'alba, e viceversa al pomeriggio, e quindi nuovamente nella prima situazione al tramonto. In aggiunta, la relazione variabile fra le due oscillazioni assiali cambia entro periodi di 24 ore successive, durante i 12 mesi. Il metodo di pedimento consueto è quello di regolare l'altezza e l'azimuth a intervalli frequenti durante il giorno, ciò essendo attuato automaticamente

tramite ingresso da sensori. Tuttavia ciò ha come conseguenza un movimento a "strattoni" o irregolare, e per buona parte del tempo, una percentuale apprezzabile della radiazione incidente riflessa manca il bersaglio.

I collettori a "piatti" parabolici producono un fuoco puntiforme determinante elevate temperature, ma essi risentono degli altri inconvenienti dei collettori a canali a due assi, e cioè quello di un fuoco oscillante, quello di linee del fluido di trasferimento di calore esotico suscettibili di perdite (problema questo esacerbato dalle più elevate temperature) e i problemi di pedinamento (che sono esacerbati dalle dimensioni unitarie generalmente maggiori e dalla maggior precisione richiesta). In aggiunta è costoso fabbricare e supportare un grande collettore a piatto parabolico, in cui ciascun pannello del collettore è diverso da ogni altro, non sulla sua particolare "zona di latitudine".

I collettori sferici costituiscono per molti punti di vista un perfezionamento. Ad esempio essi possono essere fabbricati in grande numero o tipo, a partire da pochi tipi di pannelli, e i requisiti di pedinamento sono semplici. Un collettore sferico ha una infinità di assi ottici, in contrapposizione

ad un paraboloid che ne ha uno solo, per cui, anche se esso è, in un certo qual senso, completamente immobile, esso è sempre perfettamente allineato con il sole. Un collettore "a piatto" immobile, naturalmente riceverà solo una frazione della possibile energia totale incidente durante il giorno, per cui, in pratica, questo tipo di collettore viene inclinato e fatto ruotare attorno ad un asse verticale attraverso il centro di curvatura, in maniera tale che esso abbia ad essere rivolto nella direzione generale del sole in ogni momento durante il giorno.

Il compromesso per ottenere questi vantaggi è la perdita del fuoco puntiforme-ossia i raggi incidenti "non parassiali" (cioè quelli paralleli all'asse ottico ma ad una certa distanza da esso) sono riflessi su punti sull'asse progressivamente sempre più lontani dal fuoco parassiale, man mano che essi divengono sempre più "non parassiali". In sezione i raggi riflessi formano una curva "caustica". Il risultato è che, per raccogliere la radiazione riflessa, un tubo per fluido di trasferimento di calore deve sempre essere in ogni istante posizionato in coincidenza con l'asse ottico del momento. In altre parole, il sistema ri-torna ad un fuoco lineare a bassa temperatura con un bersaglio oscillante. In

questo caso, l'oscillazione del bersaglio, o del sole, è indipendente dal riflettore ed è relativamente semplice - esso ruota cioè attorno ad un asse Nord-Sud attraverso il centro di curvatura inclinato con un angolo di latitudine del sito con la stessa velocità con la quale la terra ruota rispetto al sole, che è sostanzialmente costante a  $15^\circ$  all'ora. Esso oscilla pure su un secondo asse attraverso il centro di curvatura ad angoli retti rispetto al primo asse per mantenere l'angolo fra il primo asse e il tubo essenzialmente uguale all'inclinazione del sole, quando essa varia con le stagioni. Ciò è noto come "montaggio equatoriale" e fornisce il pedinamento più semplice possibile.

Il sistema a eliotrasto/torre di potenza è correntemente quello più favorito in impianti per la produzione di energia solare di grandi dimensioni. Esso è costituito da una grande torre centrale con un "bersaglio immobile" previsto in cima. La torre è circondata, al livello di terra, da un gran numero di superfici riflettenti piane le quali riflettono la luce del sole sul bersaglio. Questo sistema presenta molti vantaggi intrinseci, ma il problema di pedinamento è aggravato dal numero di riflettori individuali impiegati, poiché ciascun ri-

flettore deve pedinare in altezza e azimuth, e il suo orientamento, in un qualsiasi dato momento, è diverso da quello di tutti gli altri riflettori. Almeno con collettori a canale o trogoli a due assi e collettori parabolici, tutte le unità hanno il medesimo orientamento in corrispondenza del medesimo momento, e una unità può agire come una unità di pedinamento principale, seguita da tutte le altre, impiegando il servomeccanismo principale.

Ovviamente è richiesto un sistema includente i vantaggi dei vari sistemi esistenti, ma non avente i loro problemi.

Gli attributi desiderabili possono essere così riassunti:

- (a) Fuoco puntiforme
- (b) Bersaglio immobile (consentente generazione diretta del vapore senza l'impiego di un fluido di trasferimento di calore esotico intermedio e di un generatore di vapore)
- (c) Facilità di costruzione
- (d) Pedinamento semplice.

Si è trovato che ciò potrebbe essere ottenuto introducendo una superficie riflettente secondaria in un sistema a collettore tipo piatto sferico, fornente al piatto sferico un fuoco puntiforme in corri-

spondenza del centro di curvatura.

In una sua forma, l'invenzione riguarda un collettore solare comprendente una semisfera avente una superficie riflettente interna; un concentratore cónico caustico disposto in corrispondenza del fuoco della semisfera e avente un secondo fuoco concentrato per la radiazione riflessa sulla sua superficie da detta semisfera, uno scambiatore di calore posizionato nel secondo fuoco, detto concentratore cónico caustico essendo montato per ruotare attorno ad un asse sostanzialmente Nord-Sud passante attraverso detto secondo fuoco ed essendo azionato mediante un azionamento in maniera tale che, col movimento del sole, la radiazione solare incidente è diretta costantemente in corrispondenza di detto secondo fuoco.

Secondo una caratteristica preferita dell'invenzione, il secondo fuoco è disposto nel centro di curvatura della semisfera.

Secondo una caratteristica preferita dell'invenzione, la semisfera è inclinata secondo un angolo rispetto alla orizzontale che è sostanzialmente uguale all'angolo della latitudine della posizione del collettore solare.

Secondo una peculiarità preferita dell'invenzione,

l'asse Nord-Sud è inclinato con un angolo rispetto all'orizzontale, che è sostanzialmente uguale alla latitudine della posizione del collettore solare.

Secondo una caratteristica preferita dell'invenzione, detta semisfera è girevole attorno a detto asse Nord-Sud.

Secondo un'ulteriore caratteristica preferita dell'invenzione, la semisfera è inclinata con un angolo rispetto all'orizzontale sostanzialmente uguale all'angolo di latitudine della posizione del collettore solare, e la porzione inferiore della semisfera è fissa mentre la porzione superiore può ruotare sulla porzione inferiore, un secondo azionamento essendo associato con la porzione superiore per spostare detta porzione superiore in maniera tale che detta semisfera sia diretta sostanzialmente costantemente verso il sole durante il suo movimento.

Secondo un'ulteriore caratteristica preferita dell'invenzione, detto concentratore conico caustico è girevole attorno ad un asse Est-Ovest ed è in grado di essere azionato tramite un terzo azionamento per mantenere il concentratore conico caustico in corrispondenza di detto primo fuoco quando il sole varia la sua inclinazione.

Secondo un'ulteriore caratteristica preferita

dell'invenzione, il concentratore conico caustico è associato con un sensore disposto adiacente al percorso della luce fra il concentratore conico caustico e il secondo fuoco, per determinare attivazione degli azionamenti per detto concentratore conico caustico su detto percorso di luce intersecante detto sensore.

Secondo una caratteristica preferita della invenzione, il collettore è sferico e l'altra semisfera di esso è sostanzialmente trasparente.

Secondo una caratteristica preferita della caratteristica precedente, il concentratore conico caustico è associato con un concentratore rifrangente e/o riflettente montato sull'altro lato del secondo fuoco in relazione di opposizione rispetto al concentratore conico caustico, e montato per spostarsi in relazione opposta con il concentratore conico caustico, e avente come suo fuoco il secondo fuoco.

Secondo una caratteristica preferita dell'invenzione, il collettore è sferico ed è formato da una membrana flessibile gonfiata per mantenere la sua forma.

Secondo una caratteristica preferita della invenzione, il collettore è sferico ed è formato da due semisfere di una materia plastica rigida in-

tercollegata tramite un'intelaiatura circolare rigida supportata da detto elemento assiale diametrale.

L'invenzione sarà compresa più completamente alla luce della descrizione che segue di varie forme di realizzazione specifiche. La descrizione sarà fornita con riferimento ai disegni acclusi nei quali:

La figura 1 è una vista in alzato in sezione schematica della prima forma di realizzazione;

La figura 2 illustra una traccia di raggi di radiazione solare incidente sul collettore di figura 1; e

La figura 3 è un alzato parzialmente in sezione illustrante la costruzione del guscio della seconda forma di realizzazione;

La figura 4 è un alzato in sezione schematico della terza forma di realizzazione;

La figura 5 è una traccia di raggio applicabile alla terza forma di realizzazione;

La figura 6 è un alzato parzialmente in sezione della terza forma di realizzazione, illustrante la configurazione della caldaia;

La figura 7 è una vista in pianta parziale della terza forma di realizzazione illustrante il su trave montaggio/reticolare di essa; e

La figura 8 è una disposizione schematica di mezzi di collezione o raccolta di energia, utilizzanti un gruppo di collettori secondo la terza forma di realizzazione.

La forma di realizzazione della figura 1, comprende un collettore solare comprendente un guscio sferico o involucro 11, formato da una membrana flessibile gonfiata. Il guscio o involucro comprende una semisfera 11a avente una faccia riflettente interna, l'altra semisfera 11b essendo sostanzialmente trasparente. Il guscio o involucro è supportato su un albero diametrale 12 avente un orientamento sostanzialmente Nord-Sud e si estende fra le giunzioni delle semisfere, ed è inclinato con un angolo rispetto all'orizzontale sostanzialmente uguale alla latitudine della posizione del collettore. Ciascuna estremità dell'albero 12 è supportata girevolmente in cuscinetti adatti 13 ed è azionata tramite un motore di azionamento per/sì che la sfera abbia a ruotare attorno all'asse centrale dell'albero. L'azionamento per detto motore è controllato in maniera tale che la semisfera riflettente è diretta costantemente verso il sole. Alla fine di ciascun giorno, la sfera è costretta a ruotare ad una posizione in corrispondenza della quale la semisfera riflettente 11a

sarà diretta verso il sole, nel momento in cui nel giorno successivo esso nascerà. L'azionamento per il motore può essere controllato o comandato mediante un sensore adatto per mantenere la semisfera riflettente in posizione oppure, alternativamente, può essere calibrato a seconda del movimento previsto del sole.

L'albero diametrale 12 supporta una intelaiatura diametrale 15 sostanzialmente perpendicolare all'albero 12 e girevole attorno al centro di curvatura della sfera attorno ad un asse Nord-Sud (asse principale) ed un asse perpendicolare ad esso (asse di oscillazione) per garantire che l'intelaiatura diametrale abbia a rimanere in allineamento col sole quando esso si muove attraverso il cielo, e varia rispettivamente il suo angolo di inclinazione. Una estremità dell'intelaiatura diametrale 15 adiacente alla semisfera riflettente 11a supporta un concentratore conico caustico riflettente 16 il quale è disposto in corrispondenza del fuoco della semisfera riflettente. La curvatura del cono caustico è tale che la radiazione solare incidente su di esso dalla semisfera riflettente viene riflessa in un fuoco sostanzialmente puntiforme in corrispondenza del centro di curvatura della semisfera. Il movimento girevole dell'intelaiatura diametrale 15 sull'albero diametra-

le 12 è controllato tramite mezzi idraulici, che sono a loro volta controllati mediante un sensore adatto per mantenere la radiazione riflessa dal cono caustico 16 incidente sul centro di curvatura della semisfera.

Uno scambiatore di calore sferico 20 è disposto in corrispondenza del punto focale, e fluido di scambio termico è introdotto nello scambiatore di calore e estratto da esso tramite linee del fluido disposte entro l'albero 12. Il fluido riscaldato dallo scambiatore di calore passa a mezzi 17 per estrarre il calore dal fluido, che è quindi rinviato allo scambiatore di calore tramite un condotto di ritorno 18.

L'altra estremità dell'intelaiatura diametrale lontana dal concentratore conico caustico supporta una lente 23 che dirige la radiazione solare incidente su di essa sullo scambiatore di calore 20. L'altra estremità supporta pure un gruppo anulare di riflettori parabolici concentrici 19, che schermano il cono caustico dalla luce solare incidente e riflettono la radiazione incidente sullo scambiatore di calore 20.

La faccia inferiore del concentratore conico caustico è formata in corrispondenza della sua periferia con una superficie riflettente convessa anulare 21 la

quale riflette la radiazione riflessa dalla semisfera su un piccolo cono riflettente 22 disposto centralmente al di sotto del concentratore conico caustico 16. Il vertice del concentratore conico caustico è tagliato via per consentire alla radiazione riflessa dal piccolo cono riflettente 22 di incidere sullo scambiatore di calore 20.

Il percorso della radiazione solare incidente sul collettore di questa forma di realizzazione, può essere più completamente compreso facendo riferimento alla figura 2.

Come è mostrato in figura 1, quando si trova in posizione, il collettore è associato con una struttura di supporto 27 la quale supporta l'estremità superiore dell'albero e adatta l'apparecchiatura appropriata per l'estrazione del calore dal fluido di scambio termico e per controllare il movimento del collettore. In aggiunta, il concentratore è associato con un deflettore 28 del vento che circonda la porzione inferiore del collettore per proteggerlo da deformazioni e danneggiamenti dovuti al vento.

La costruzione del guscio o involucro sferico può essere realizzata costruendo un gruppo di pannelli di forma opportuna, formati da una membrana flessibile desiderabile, e intercollegandoli tramite

una qualsiasi tecnica idonea.

La seconda forma di realizzazione differisce dalla prima forma di realizzazione solo in relazione alla natura e al procedimento di costruzione del guscio o involucro sferico. Il guscio o involucro della seconda forma di realizzazione comprende un elemento di intelaiatura circolare 30 che è fissato all'albero diametrale 31. L'elemento di intelaiatura circolare 30 supporta una coppia di semisfere formate da una materia plastica rigida. L'intelaiatura circolare 30 è formata da un profilato a C circolare 32, ciascuna flangia 33 supportando una coppia di membrane 34 e 35 le quali si estendono attraverso l'intelaiatura circolare 30 e sono montate in modo serrato in corrispondenza della loro periferia sulla flangia rispettiva 33 dell'intelaiatura tramite elementi angolari circolari 36. Un distanziatore circolare 37 è posizionato fra ciascuna membrana. Nel formare ciascuna semisfera, dopo che ciascuna membrana è stata fissata all'intelaiatura circolare 30, una certa quantità di resina acrilica e di catalizzatore viene miscelata e iniettata nello spazio fra ciascuna coppia di membrane per riempire tale spazio. Durante la fase di riempimento, all'aria spenta dalla resina entrante è consentito di fuori-

scire. Dopo aver completato la fase di riempimento, aria compressa viene introdotta nello spazio definito dall'intelaiatura circolare 30 e dalle membrane, per gonfiare ciascun gruppo di membrane per indurle ad assumere una forma semisferica. Pressione viene mantenuta nella struttura finchè la resina intrappolata fra ciascuna coppia di membrane non si è indurita. Dopo il completamento della fase di formatura, una semisfera, o entrambe, può/possono essere rimosse per consentire l'installazione del meccanismo interno del collettore. Se desiderato, la superficie riflettente della semisfera riflettente può essere formata impiegando un materiale riflettente in qualità della membrana interna 34<sup>op</sup> pure prevedendo un rivestimento riflettente adatto sulla superficie interna dopo il processo di formatura.

Il concentratore della terza forma di realizzazione delle figure da 4 a 9 è costituito da un riflettore semisferico 111, con la sua faccia diametrale aperta inclinata rispetto all'orizzontale con un angolo uguale alla latitudine del posto. Il riflettore viene posizionato nel terreno in modo leggermente più profondo del suo bordo inferiore, e la parte del riflettore al di sopra del livello del terreno (il guscio 11A) è separata dalla parte nel terreno (la par-

te a tazza 111B) e può ruotare attorno ad un asse verticale attraverso il centro della semisfera.

Una caldaia sferica 120 è disposta in corrispondenza del centro della semisfera 111, con un tubo di ingresso dell'acqua isolato conducente in essa e un tubo di uscita del vapor di acqua isolato adiacente conducente via da essa. I tubi sono inclinati al di sopra dell'orizzontale con un angolo uguale alla latitudine del sito, e sono allineati Nord-Sud, e passano fuori dalla semisfera leggermente al di sotto del livello del suolo. La linea di contatto fra i tubi è co-incidente con l'asse diametrale Nord-Sud (l'asse principale) attraverso la faccia della semisfera 111. In corrispondenza del livello del terreno, i tubi sono fissati tramite un collare di calcestruzzo che circonda la semisfera e sono supportati al di sopra di tale semisfera tramite colonne e puntelli adatti 140.

La caldaia 120 è circondata da una struttura diametrale 115, che può ruotare attorno all'asse principale e oscillare pure su un asse coincidente con l'asse diametrale Est-Ovest della semisfera (l'asse di oscillazione). Un cono di correzione caustico riflettente 116 è posizionato in corrispondenza di un'estremità della menzionata struttura re-

ticolare 115 adiacentemente alla faccia riflettente della semisfera 111, e ad una combinazione di paraboloidi/iperboloidi 119 (un collettore contrappeso) in corrispondenza dell'altra estremità. La curvatura del cono di correzione caustico 116 è tale che la radiazione solare riflessa dalla semisfera inciderà sul cono 116 e sarà riflessa alla caldaia centrale 120. Il cono è schermato dalla radiazione diretta dal sole mediante il riflettore paraboloidale anulare 119A il quale riflette la radiazione su un riflettore iperboloide centrale 119B il quale riflette a sua volta la radiazione attraverso il centro del paraboloidale anulare 119A ad una caldaia centrale 120.

La caldaia 120 è circondata da un mantello termico sferico 141 il quale ruota con la struttura 115. La radiazione dal cono e dal collettore contrappeso passa attraverso fessure 142 ricoperte con silice fusa nel mantello alla caldaia 120. Lo spazio fra la caldaia 120 ed il mantello 141 viene "evacuato", e l'interno della porzione opaca del mantello 141 viene argentato.

Nel funzionamento, l'asse della struttura 115 supportante il cono 116 ed il sistema collettore contrappeso 119 è mantenuto allineato con il centro del sole durante il giorno. Ciò è effettuato facendo ruo-

tare la struttura 115 attorno all'asse principale con una velocità uguale alla velocità di rotazione della terra rispetto al sole e mantenendo l'angolo fra l'asse principale e l'asse del cono contrappeso essenzialmente uguale all'inclinazione del sole, facendo periodicamente oscillare detta struttura 115 sull'asse di oscillazione. Questi movimenti sono attuati in modo automatico tramite motori e solenoidi sensibili a segnali da un sensore che rileva qualsiasi disallineamento. Durante il giorno, il guscio 111A è spostato trasversalmente periodicamente su rulli attorno al bordo orizzontale della struttura a tazza o calotta 111B in modo tale che esso risulta essenzialmente rivolto verso il sole, in ogni istante. In questo modo la maggior parte della radiazione incidente sul collettore viene concentrata in corrispondenza della caldaia centrale 120 che rimane sempre immobile.

Acqua viene pompata nella caldaia 120 tramite una pompa di circolazione 143 fissata ad un accumulatore di vapore centrale 150 (vedere la figura 8) e vapore dalla caldaia si scarica nello accumulatore 150 del vapor d'acqua. Un primo gruppo di concentratori A sono serviti dall'accumulatore di vapore 150. Vapore dall'accumulatore viene aspirato e fatto pas-

sare con pressione costante attraverso un secondo gruppo di concentratori B dove esso viene sovrascaldato prima dell'utilizzazione in un sub-sistema a turbina/alternatore 144. Dopo espansione parziale nella turbina, una certa parte di vapore può essere aspirata e nuovamente riscaldata in un terzo gruppo di concentratori C. I tre gruppi di concentratori costituiscono un campo collettore che agisce come una sorgente supplementare di calore per una centrale per la produzione di energia elettrica a turbina a vapore, alimentata con combustibile fossile.

Come è rappresentato nella figura 6, la caldaia 120 è posizionata in corrispondenza del centro della semisfera ed è costituita da un involucro o guscio sferico esterno 151 e da un guscio sferico interno concentrico 152 con uno spazio o intercapedine fra i due gusci. Un tubo 153 di ingresso dell'acqua rettilineo passa attraverso il guscio esterno 151 e scarica nel guscio interno 152. Vapore si scarica dal guscio interno 152 nello spazio fra i gusci interno ed esterno in corrispondenza di un punto opposto all'ingresso dell'acqua, attraverso un corto tubo interno 154, ed è costretto, tramite nervature fra i gusci interno ed esterno, a propagarsi in un percorso spiralato sino ad un punto adiacente al tubo

153 di ingresso dell'acqua dove esso entra in un tubo  
156 di uscita del vapore, condotto nel guscio esterno.  
Il tubo 156 di uscita del vapore si trova in contatto  
con il tubo 153 di ingresso dell'acqua ed è parallelo  
ad esso. Entrambi i tubi sono isolati, e l'isolante  
è incamiciato tramite una camicia 157 la quale è fis-  
sata in corrispondenza della sua estremità inferiore  
in un collare di calcestruzzo 158 circondante la se-  
misfera con una inclinazione rispetto all'orizzontale  
uguale alla latitudine del sito, e ha un orientamento  
lungo l'asse Nord-Sud. I tubi per il vapor di acqua  
e l'acqua completamente isolati passano attraverso  
il collare 158 ad un punto all'esterno del gruppo  
circondante la calotta o tazza 111b dove essi sono  
collegati nell'impianto di tubi dell'installazione,  
conducente all'accumulatore di vapore centrale (ve-  
dere la figura 8). L'asse della camicia 157 coinci-  
de con un diametro del piano definito dalla faccia  
aperta della semisfera 111, e la camicia 157 è suppor-  
tata da gambe 140 e puntoni estendentisi all'indietro  
al bordo della struttura a tazza o calotta su entrambi  
i lati (ciò non essendo rappresentato).

Come si è detto precedentemente, al fine di ga-  
rantire che la radiazione solare riflessa dalle su-  
perfici sferiche della calotta e del guscio abbia a

incidere sul ricettore di energia centrale, è necessario frapporre una superficie riflettente secondaria, o cono di correzione caustico 116. Il percorso risultante dei raggi è illustrato in figura 5. Il cono di correzione 116 raccoglie tutta la radiazione riflessa da una zona anulare della semisfera fra lo angolo centrale di  $45,3^\circ$  e un angolo centrale 127 che rappresenta le dimensioni preferite del cono. Riflessione da una zona anulare apprezzabile della semisfera 111 concentrica con il cono 116 incide sulla porzione posteriore del cono 116 e, per utilizzare questa radiazione, una superficie riflettente sferica anulare 121 la ridirige su un piccolo cono assiale a lati piani 122 e da questo al ricettore centrale di energia come è mostrato nella figura 5.

La radiazione solare incidente direttamente sulla faccia del cono 116 sarebbe normalmente dissipata, ma ciò è impedito frapponendo una disposizione 119 di tipo telescopico davanti alla caldaia 120, comprendente un riflettore a paraboloida 119A che riflette la radiazione primaria (cioè la radiazione diretta dal sole) sul riflettore iperboloidico 119B e da questo alla caldaia 120. Una lente convessa 123a ed una lente concava 123b utilizzano la radiazione che in caso contrario sarebbe bloccata dall'iperboloida.

Come è stato descritto precedentemente, il cono di correzione caustico 116 e la disposizione 119 (con lenti associate) sono montati su estremità opposte della struttura 115, che può essere fatta oscillare sull'asse di oscillazione corrispondentemente ad un diametro della caldaia 120 e ad angoli retti rispetto all'asse della camicia 157. La struttura 115 può pure ruotare attorno all'asse principale corrispondente all'asse della camicia 157. I movimenti precedenti sono ottenuti prevedendo in primo luogo un cerchietto 170 che circonda il ricettore di energia ed è supportato da manicotti diametralmente contrapposti 171 e 172. Il manicotto inferiore 171 può ruotare su cuscinetti attorno alla camicia 157, e l'altro manicotto 172 può ruotare attorno ad un perno isolato 173 sporgente dal ricettore in corrispondenza dell'altra estremità. Una coppia di perni 174 diametralmente contrapposti sporgono dall'elemento a cerchietto 170 perpendicolarmente alla camicia 157, e la struttura 115 oscilla su cuscinetti 175 su questi perni. Questo è un tipo di montaggio equatoriale, e fornisce un mezzo semplice per mantenere l'asse del sistema del cono/disposizione 119 allineato in ogni momento col sole.

Un'unità di azionamento singola (non rappresentata)

sul collare di calcestruzzo 158 in corrispondenza del bordo della calotta, realizza sia i movimenti di rotazione che quelli di oscillazione, e comprende un piccolo motore elettrico dotato di un freno di tipo dinamometrico a correnti parassite il quale aziona l'ingranaggio planetario di un treno di ingranaggi epicicloidale, praticamente senza carico, ed un motore identico, similmente previsto e attrezzato, che aziona la corona del treno. In dipendenza dalle velocità relative dei due motori (che sono variate dal grado di frenatura sino a pieno carico), l'albero di supporto del treno può essere fatto ruotare con una bassa velocità appropriata o in avanti o allo indietro. L'albero di supporto aziona, tramite una scatola ingranaggi a vite a doppia riduzione, e un gruppo di ingranaggi conici, un albero di azionamento 180 estendentesi in cuscinetti montati sulla camicia 157. Un pignone 182 sull'estremità dello albero di azionamento 180 aziona una ruota a dentatura interna a 180°, indicata da 181, fissata al manicotto 171, determinando così la rotazione della struttura 115 attorno all'asse principale. La rotazione attorno all'asse principale può essere continua durante il giorno, con una velocità media di 15° all'ora, ma la rotazione attorno all'asse di oscilla-

zione (che compensa l'inclinazione variabile del sole durante l'anno) deve verificarsi solo intermittentemente e cioè con una regolazione ogni quindici minuti che è in grado di limitare il disallineamento dello asse del cono ad un massimo di 15 secondi di arco, il che produce uno scostamento non rilevabile dalla circolarità dell'immagine del sole in corrispondenza del ricettore di energia. La rotazione attorno allo asse di oscillazione, è attuata tramite un meccanismo fra una ruota elicoidale a quadrante 183 ed un ingranaggio elicoidale 184 sul cuscinetto 175, e un semi-ingranaggio cilindrico sulla camicia 157. Il meccanismo, che è supportato da staffe sull'elemento 170, è costituito da un pignone 150 muoventesi su una corona dentata 186 e da un gruppo di ingranaggi conici 187 riceventi l'azionamento ad angoli retti in una scatola ingranaggi a inversione 188 attivata da solenoide, con un altro gruppo di ingranaggi conici 189, dopo la scatola a inversione, che riceve nuovamente l'azionamento per  $90^\circ$  rispetto all'ingranaggio planetario di un treno di ingranaggi epicicloidale 190 con un rapporto basilare di -1. La corona dentata del treno di ingranaggi epicicloidale 190 normalmente è folle sull'albero di supporto, ma, quando è richiesta regolazione, essa può essere bloccata tramite un

innesto a dente azionato da solenoide. Ciò fa sì che il portaingranaggio satellite abbia a ruotare, azionando la vite 184 ingranante con la ruota a vite 183, facendo così oscillare la struttura reticolare 115 attorno all'asse di oscillazione. Quando la struttura 115 è stata completamente equilibrata (il peso del braccio del cono caustico è minore del peso del supporto cassegrainiano), allora per eseguire i movimenti è richiesta una piccolissima potenza.

Come è stato descritto precedentemente, la caldaia 120 è schermata per minimizzare le perdite di calore, e il mantello o schermo 141 è costituito da un guscio metallico sferico circondante la caldaia 120 e supportante i manicotti 171 e 172. La superficie del mantello coincide con il cerchio di minima confusione nell'inviluppo di raggi riflessi dal cono di correzione caustico 116 ed è argentata sulla sua superficie interna, a parte due fessure allungate diametralmente contrapposte 142 e 142 che immettono radiazione dal cono di correzione caustico 116 e dal collettore 119. Le fessure 142 sono coperte da finestre di silice fusa, rivestite con una pellicola dielettrica multistrato per minimizzare le perdite di riflessione. Il bordo esterno del manicotto 171 è dotato di una guarnizione tipo a premistoppa 195

contro la camicia 157 per fornire una sigillatura a tenuta di aria.

Il funzionamento del sistema o impianto descritto è il seguente:

All'alba di qualsiasi giorno dell'anno, l'asse della struttura reticolare 115 supportante il cono di correzione e il sistema cassegrainiano è allineato con un punto sull'orizzonte ove è prevista la nascita del sole (il cono si trova ad Ovest rispetto al ricevitore di energia centrale). Al sorgere del sole, viene avviata la rotazione della travatura o struttura reticolare 115 con una velocità uguale alla velocità di rotazione della terra rispetto al sole nel momento particolare dell'anno. Nell'emisfero meridionale la rotazione è in senso orario, guardando verso Sud. Poichè l'asse di rotazione è inclinato al di sopra dell'orizzontale con un angolo uguale alla latitudine del sito, la rotazione mantiene l'asse del cono allineato col centro del sole, durante il suo spostamento nel cielo, a patto che l'angolo tra l'asse del cono e l'asse di rotazione sia alterato ogni 15 minuti, o periodo di questo ordine, durante il giorno, per fa sì che esso abbia ad essere mantenuto essenzialmente uguale all'inclinazione del sole in corrispondenza di un qualsiasi momento. Correzioni relativa-

mente alla velocità di rotazione e all'angolo dello asse sono eseguite automaticamente durante il giorno in risposta a segnali da un sensore sul braccio di supporto del cono caustico. Il sensore è costituito da una pluralità di giunzioni di termocoppia disposte con configurazione anulare attorno all'inviluppo dei raggi riflessi, in corrispondenza di un certo punto fra il cono e lo schermo termico. Quando l'asse del cono è allineato correttamente, l'inviluppo dei raggi è circolare nella sua sezione trasversale, in corrispondenza di un punto qualsiasi, e passa attraverso l'anello di termocoppie senza attivarne nessuna. Se si verifica un disallineamento, allora l'inviluppo viene deformato, e alcune delle giunzioni di termocoppia saranno riscaldate, determinando flusso di correnti nei circuiti influenzati. Tali correnti sono alimentate ad un microprocessore il quale rileva da quale segmento dell'anello esse hanno avuto origine, e quale è l'azione correttiva richiesta per ripristinare la circolarità. Esso quindi trasmette i segnali appropriati ai circuiti controllanti la corrente ai motori, ai freni a correnti parassite e ai solenoidi. Non appena la circolarità è stata ripristinata, i segnali dai sensori cessano e cessa corrispondentemente l'azione correttiva, lasciando conti-

nuare la rotazione con velocità costante, finchè non saranno richieste dall'anello dei sensori ulteriori correzioni.

Quando un gruppo di collettori a piatto stanno lavorando assieme, solo uno deve essere dotato di sensori, del microprocessore e dei circuiti di controllo, e tale collettore si comporta come "collettore principale" e il cablaggio di controllo o comando è strutturato in maniera tale che tutti gli altri collettori del gruppo si comportano esattamente come si comporta il collettore principale.

Mentre l'asse del cono sta pedinando il sole in un modo alquanto preciso, il guscio riflettente viene pure spostato indipendentemente attorno al suo asse, in maniera tale che, in corrispondenza di un qualsiasi momento del giorno, esso risulta rivolto nella direzione generale del sole. Il risultato è che, praticamente in modo continuo durante il giorno, l'asse del sistema a cono/struttura cassegrainiana, è rivolto in corrispondenza del centro del sole, e la maggior parte del sistema del cono/struttura cassegrainiana, è supportata dalla superficie riflettente semisferica effettiva completa, che rappresenta una zona sottendente un angolo di  $127^\circ$  in corrispondenza del centro della semisfera. Perciò, per la maggior par-

te del giorno, tutta la radiazione diretta dal sole su un'area circolare di  $\pi (R \sin 63,5)^2$  unità perpendicolare ai raggi del sole e centrata sul centro della semisfera viene concentrata, a meno della riflessione e altre perdite, sul ricettore di energia immobile centrale. ( $R$  = raggio della semisfera). Questa radiazione è assorbita dal ricettore di energia e convertita in calore che viene trasferito attraverso una linea del vapor d'acqua isolata sotto forma di vapor d'acqua essenzialmente saturo a 600 p.s.i. ( $4,2 \text{ Kg/cm}^2$  circa) ad un accumulatore di vapore centrale. Una pompa per la circolazione nella caldaia alimenta acqua dall'accumulatore attraverso un impianto principale ai ricettori di energia in un campo di concentratori. Vapor saturo è aspirato dall'accumulatore e fatto passare a pressione costante attraverso altri concentratori ove esso viene sovrascaldato a  $850^\circ\text{F}$ . In queste condizioni, il vapore è adatto per l'utilizzazione nel circuito della turbina di una centrale per la produzione di energia termica, avente una capacità sino a 30 megawatt. Un grande complesso di collettori, con immagazzinamento di calore estensivo sarebbe richiesto per alimentare tale quantità di energia, da solo, ma un centinaio di collettori a piatti del diametro di 20 metri, in un

gruppo da 350 metri x 350 metri sarebbero in grado di fornire 42.900 tonnellate di vapore all'anno a 600 p.s.i. e 850°F così da integrare l'uscita di vapore dalle caldaie alimentate con combustibile fossile della centrale per la produzione di energia. Nel caso le caldaie siano alimentate con olio combustibile, questa rappresenta una soluzione economica attrattiva. Un'altra applicazione è nella fornitura di calore di processo di alta qualità. Ulteriori applicazioni potrebbero essere nella conversione diretta di calore in elettricità tramite convertitori termoionici. Questi dispositivi non sono stati ancora oggi perfezionati, ma essi presentano buona potenzialità di ottenere rendimenti del 40% a temperature comprese tra 1000 e 1500°C, il che è una situazione non molto inferiore a quella delle migliori centrali termiche alimentate con combustibile fossile. Essi sarebbero meglio adatti per funzionare in associazione con collettori solari a concentrazione. Sarà ora descritto il criterio per la configurazione del correttore concico caustico e saranno descritte altre caratteristiche ottiche dell'invenzione.

#### Cono di correzione caustico

La curva generatrice del cono di correzione caustico 116, in forma parametrica, risulta la se-

guente:

$$X = \frac{R}{2 \cos \theta} \left[ 1 + \frac{\sin 2(B - \theta)}{\sin 2(2\theta - B)} \cdot \cos 2\theta \right]$$

$$Y = R \sin \theta \cdot \frac{\sin 2(B - \theta)}{\sin 2(2\theta - B)}$$

in cui

R = raggio della sfera

$\Theta$  = angolo sotteso in corrispondenza del centro della sfera da un arco della sfera nel piano del sistema di coordinate misurato dall'asse X ad un punto in corrispondenza del quale un raggio parallelo all'asse X (raggio incidente) interseca la sfera

$B = \tan^{-1}$  pendenza della curva generatrice nel punto  $(X, Y)$  corrispondente al punto ove il raggio riflesso risultante dal precedente raggio incidente interseca la curva generatrice

$$= \theta + e^{\phi(\theta)}$$

$$\phi(\theta) = a \log \theta - b (\log \theta)^2 - (c \log \theta + d) \underbrace{- \sqrt{f (\log \theta)^2 + g \log \theta + h}}_{- \ell \log \theta + m} - k \log \underbrace{- \sqrt{f (\log \theta)^2 + g \log \theta + h}}_{- \ell \log \theta + m} - p$$

$$a = 2,97376 \quad k = 0,246541$$

$$b = 0,255737 \quad l = 3,65602$$

$$c = 0,205587 \quad m = 1,60789$$

$$d = 0,0904155 \quad n = 2,70408$$

$$f = 1,82801 \quad p = 1,22642$$

$$g = 1,60789$$

$$h = 1,97494$$

Teta,  $\theta$ , è espresso in radianti e i logaritmi sono in base e .

I limiti della curva generatrice sono :

X = 0,830384, Y = 0,3851 e X = 0,585203, Y = 0,0296916, basati su una semisfera di raggio unitario.

La figura 9 illustra una semisezione longitudinale di due inviluppi di raggio, come riflessi dal cono di correzione caustico. L'origine dei raggi è la periferia del disco del sole, quando esso ha un semidiametro massimo di 16,3 minuti di arco. L'inviluppo ripido è formato da raggi riflessi dalla circonferenza massima del cono, mentre l'inviluppo piano è formato da raggi riflessi dalla circonferenza minima. Si può notare che il diametro dell'immagine del sole, come formata su un piano attraverso l'origine ad angoli retti rispetto all'asse del cono è 0,086 (per una semisfera di raggio unitario) o 86 cm per una semisfera del diametro di 20 metri. Inoltre, il

cerchio di minima confusione si verifica per un punto sull'asse X a 80 cm dal centro di una semisfera del diametro di 20 metri. La circonferenza del cerchio di minima confusione è coincidente con la superficie di una sfera del diametro di 1,76 metri (per una semisfera del diametro di 20 metri) e ciò fissa il diametro dello schermo termico. Il substrato del cono è formato da un espanso di poliuretano autosupportantesi rigido dello spessore di 10 mm. La densità dell'espanso è di 185 Kg per metro cubo, ciò fornendo un peso totale del substrato di 98,4 Kg. Un substrato di questo peso può essere stampato in una sola operazione.

La superficie riflettente argentata è depositata sotto vuoto sulla faccia del cono, ed è protetta tramite una pellicola acrilica trasparente polimerizzata sul posto.

#### Specchio sferico convesso anulare

L'equazione della curva generatrice della superficie riflettente sferica convessa anulare 121 supportante il cono di correzione caustico è

$$(X + 1,33238)^2 + (Y - 0,926749)^2 = 4,97094.$$

I limiti sono:

$$X = 0,830384, Y = 0,3851 \text{ e}$$

$$X = 0,793318, Y = 0,254182$$

Questa è formata come una parte integrale del co-

no di correzione caustico in una sola operazione di stampaggio o formatura.

#### Cono assiale

L'equazione della curva generatrice del cono assiale 122 che ridirige la radiazione riflessa dallo specchio sferico anulare 121 sul ricettore d-i energia centrale 120 è:

$$Y = 1,7882X - 0,980432$$

I limiti sono:

$$X = 0,869114, Y = 0,0440965 \text{ e}$$

$$X = 0,835488, Y = 0,004458$$

Il substrato è di vetro dello spessore di 6 mm argentato sulla superficie interna. La pellicola di argento è protetta da un rivestimento di vernice poliuretanica alifatica.

#### Paraboloide

La curva generatrice del paraboloide 119A è:

$$y^2 = -0,570392 (x + 0,2)$$

I limiti sono:

$$x = -0,46, \quad y = 0,3851 \text{ e}$$

$$x = -0,2086026, \quad y = 0,07005$$

Il paraboloide è formato del medesimo materiale e nello stesso modo del cono.

#### Iperboloide

La curva generatrice dell'iperboloide 119B è:

$$y^2 = 0,327036 [ (x + 0,1713)^2 - 0,022112 ]$$

I limiti sono:

$$x = -0,363956, \quad y = 0,07005 \text{ e}$$

$$x = -0,321265, \quad y = 0,0111511$$

Esso è costruito del medesimo materiale del cono assiale 122 (cioè vetro argentato sulla sua superficie interna).

#### Lente convessa

La curva generatrice della superficie sferica della lente convessa 123A è

$$(x + 0,481613)^2 + y^2 = 0,0526$$

I limiti sono:

$$x = -0,7, \quad y = 0,07005 \text{ e}$$

$$x = -0,710959, \quad y = 0$$

La lente ha uno spessore di 6,96 cm in corrispondenza del suo bordo (per una semisfera del diametro di 20 metri) e il piano posteriore è configurato a gradino verso l'interno in una serie di zone concentriche per ridurre il peso. La lente è stampata a partire da metilmacrilato con un indice di rifrazione di 1,49 fornendo una lunghezza focale per raggi parassiali di 4,6805 metri per una semisfera del diametro di 20 metri.

#### Lente concava

La lente concava 123B è fatta di vetro avente

indice di rifrazione 1,46 e per una semisfera del diametro di 20 metri ha uno spessore di 3,29 cm in corrispondenza del bordo ed uno spessore di 2,0 cm in corrispondenza della porzione intermedia. La superficie anteriore è piana, e la curva generatrice per la superficie posteriore è:

$$(x + 0,2731)^2 + y^2 = 0,002131.$$

I limiti sono:

$$x = -0,317971, \quad y = 0,0108 \text{ e}$$

$$x = -0,319265, \quad y = 0$$

La lunghezza focale per una semisfera del diametro di 20 metri è 1,0036 metri.

Si deve tener presente che l'ambito protettivo dell'invenzione non è limitato alla particolare forma di realizzazione che è stata descritta precedentemente.

#### RIVENDICAZIONI

1. Collettore solare comprendente una semisfera avente una superficie riflettente interna; un concentratore conico caustico posizionato nel fuoco della semisfera e avente un secondo fuoco concentrato per la radiazione riflessa sulla sua superficie da detta semisfera, uno scambiatore di calore disposto nel secondo fuoco, detto concentratore conico caustico essendo montato per ruotare attorno ad un

asse sostanzialmente Nord-Sud passante attraverso detto secondo fuoco ed essendo azionato tramite un azionamento in maniera tale che, col movimento del sole, la radiazione solare incidente è diretta costantemente in corrispondenza di detto secondo fuoco.

2. Collettore solare secondo la rivendicazione 1, in cui il secondo fuoco è disposto nel centro di curvatura della semisfera.

3. Collettore solare secondo la rivendicazione 1 oppure la rivendicazione 2, in cui la semisfera è inclinata con un angolo rispetto all'orizzontale sostanzialmente uguale all'angolo di latitudine della località del collettore solare.

4. Collettore solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui l'asse Nord-Sud è inclinato con un angolo rispetto all'orizzontale che è sostanzialmente uguale alla latitudine della località del collettore solare.

5. Collettore solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta semisfera è atta a ruotare attorno a detto asse Nord-Sud.

6. Collettore solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui la semisfera è inclinata con un angolo rispetto all'orizzontale sostanzialmente uguale all'angolo di latitudine della

località del collettore solare e in cui la porzione inferiore della semisfera è fissa mentre la porzione superiore può ruotare sulla porzione inferiore, un secondo azionamento essendo associato con la porzione superiore per spostare detta porzione superiore in modo tale che detta semisfera sia diretta sostanzialmente costantemente verso il sole durante il suo movimento.

7. Collettore solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detto concentratore conico caustico è girevole attorno ad un asse Est-Ovest ed è in grado di essere azionato tramite un terzo azionamento per mantenere il concentratore conico caustico in corrispondenza di detto primo fuoco quando il sole varia la sua inclinazione.

8. Collettore solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il concentratore conico caustico è associato con un sensore disposto adiacente al percorso della luce fra il concentratore conico caustico e il secondo fuoco per determinare attivazione degli azionamenti per detto concentratore conico caustico su detto percorso di luce intersecante detto sensore.

9. Collettore solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il collettore è

sferico e l'altra semisfera di esso è sostanzialmente trasparente.

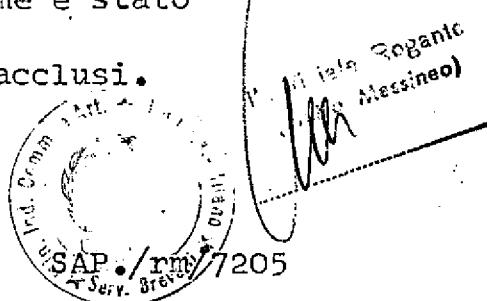
10. Collettore solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il concentratore conico caustico è associato con un concentratore a rifrazione e/o riflessione montato sull'altro lato del secondo fuoco in relazione di opposizione rispetto al concentratore conico caustico e montato per muoversi in relazione opposta con il concentratore conico caustico e avente come suo fuoco il secondo fuoco.

11. Collettore solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il collettore è sferico ed è formato da una membrana flessibile gonfiata per mantenere la sua forma.

12. Collettore solare secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il collettore è sferico ed è formato da due semisfere di una materia plastica rigida intercollegate tramite un'intelaiatura circolare rigida supportata da detto elemento assiale diametrale.

13. Collettore solare sostanzialmente come è stato descritto facendo riferimento ai disegni acclusi.

P. Ing. Bartolino & Zanardo Milano S.p.A.



(stemma)

A U S T R A L I A  
\*\*\*\*\*Ufficio Brevetti  
Canberra

IO, RONALD MAXWELL MAY,

ASSISTENTE PER IL COMMISSARIO PER I BREVETTI,

certifico che la copia allegata è una copia fedele  
della descrizione provvisoria e disegni, come deposi-  
tati il 17 Novembre 1981

in relazione con la Domanda N° PF 1592

per un brevetto della GARRETT MICHAEL SAINSBURY  
depositato il 17 Novembre 1981.Certifico inoltre che i documenti allegati  
sono finora aperti a pubblico esame.

A TESTIMONIANZA DI CIO'

questo 23°

giorno di Novembre 19.82.

(SIGILLO) (firma illeggibile)

FACENTE FUNZIONE DI ASSISTENTE PER  
IL COMMISSARIO PER I BREVETTI.

ORIGINALE

MODULO NO. 9

COMMONWEALTH DI AUSTRALIA

Legge sui Brevetti 1952

DESCRIZIONE PROVVISORIA PER LA INVENZIONE CON  
TITOLO:

"SFERA CONCENTRANTE RADIAZIONE SOLARE GONFIABILE INCORPORANTE UN CONO DI CORREZIONE CAUSTICO E COLLETTORE CONTRAPPESO"

---

La presente invenzione viene descritta nella dichiarazione che segue:

- La presente invenzione riguarda la concentrazione di radiazione solare sulla superficie della terra per produrre temperature elevate che conducono alla conversione efficiente di energia termica in energia elettrica.

Metodi correnti per concentrare radiazione solare in temperature elevate implicano superfici riflettenti rigide che pedinano il corso giornaliero del sole, dirigendo la radiazione ad un fuoco in cui l'energia viene trasferita ad un mezzo fluido che a sua volta cede la sua energia in un motore termico che produce energia meccanica. L'efficienza massima teore-

tica della conversione da energia termica in energia meccanica, l'efficienza di Carnot, viene data mediante l'espressione:

$$\frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

dove  $T_1$  è la temperatura assoluta del fluido operativo prima della dilatazione. Maggiore è la temperatura che si può ottenere, maggiore la efficienza di conversione.

Le superfici riflettenti rigide impiegate possono assumere molte forme, ad esempio:

molte superfici piane, ciascuna con il suo azionamento di pedinamento ed il suo comando, radiazione riflettente ad un punto di raccolta su una torre centrale.

OPPURE

piatti parabolici che pedinano il sole nell'azimuth e nell'orientamento, il collettore centrale essendo al punto focale del paraboloide

OPPURE

Canali parabolici che pedinano, ma mettono a fuoco la radiazione sul collettore simile a tubo con temperature conseguenti inferiori.

OPPURE

piatti sferici che pedinano e come canali parabolici mettono a fuoco su un collettore simile a tubo.

Tutte queste disposizioni comportano lo svantaggio del costo e della complessità di costruzione delle superfici riflettenti rigide e struttura di supporto e/oppure metodi costosi di pedinamento del sole giornalmente nell'orientamento e nell'azimuth.

Gli scopi della presente invenzione consistono nel fornire una superficie riflettente a basso costo che è autosupportante e nel ridurre ad un minimo la complessità di pedinamento del sole, compatibilmente con la produzione di elevate temperature che sono causa di conversione efficiente di energia termica in energia meccanica su una vasta scala.

L'invenzione consiste in una sfera gonfiabile in materiale plastico chiaro montata su un albero cavo supportato alle estremità da cuscinetti di spinta e inclinato ad un angolo eguale alla latitudine del sito.

Circa la metà della sfera è alluminizzata sulla sua superficie interna per fornire una superficie altamente riflettente; Un braccio ad articolazione viene situato al centro dell'albero ed una estremità del braccio porta un cono di correzione caustico con un riflettore sferico anulare di supporto associato

con un cono riflettente minore, il cui asse coincide con l'asse del cone principale. L'altra estremità del braccio porta una lente piano-convessa circondata da un sistema di superfici riflettenti paraboloidi anulari. L'albero rotante circonda un tubo di fluido per trasferimento di calore isolato immobile con una guarnizione a premistoppa che fornisce una guarnizione a tenuta d'aria tra l'albero ed il tubo a ciascuna estremità. Un ricettore di energia sferico viene fissato nel tubo al centro della sfera.

Nel funzionamento, la sfera viene fatta ruotare alla stessa velocità della rotazione della terra rispetto al sole. Contemporaneamente, il braccio centrale viene fatto oscillare per andare al passo con la velocità di cambiamento nella inclinazione del sole. Il risultato è che l'asse del sistema cono/lente è sempre rivolto direttamente al sole e coincide sempre con un diametro della superficie sferica riflettente formata dalla sfera in plastica allumizzata. Tutta la radiazione (meno perdite di riflesso ed assorbimento) che cade in una zona della sfera che sottende un angolo di  $127^\circ$  al centro (la zona ottimale) finisce concentrata in due punti sul ricettore di energia centrale. Il fluido di trasferimento di calore che è mercurio, viene riscaldato nel ricettore ed

il vapore si scarica dalla estremità di sommità del tubo in un super riscaltore e da qui viene diretto in uno scambiatore di calore dove si produce vapore. Il mercurio condensato ritorna al fondo del tubo e il vapore passa attraverso il super riscaldatore ad una turbina centrale collegata ad un alternatore per produrre elettricità.

Con il sole direttamente sopra, in un giorno senza nubi, trenta sfere con raggio di 10 metri produrranno circa 13.000 libbre all'ora di vapore surriscaldato a 400 libbre/pollice quadrato e 700°F. L'uscita elettrica netta sarebbe di circa 1 Megawatt.

Dovrebbe essere fornito un serbatoio presso la caldaia alimentata da combustibile fossile per assicurare continuità di alimentazione per tutta la notte e durante condizioni perturbate. Infine ciascuna sfera è fornita di un sistema deflettente per ridurre disturbi da parte del vento.

Ora segue una descrizione dettagliata con riferimento ai disegni allegati in cui:

Figura 1 è una sezione verticale attraverso una sfera illustrante schematicamente i componenti principali;

Figura 2 mostra i persorsi dei raggi associati con le superfici riflettenti e rinfrangenti.

Una sfera gonfiabile di materiale plastico trasparente 1 è montata su un albero strutturato rotante cavo 2 coincidente con un diametro della sfera e l'albero, a sua volta, è montato su cuscinetti di spinta 22. L'albero è inclinato ad un angolo sopra l'orizzontale eguale alla latitudine del sito ed orientato in direzione nord-sud. La estremità a nord dell'albero è la estremità bassa nella semisfera e la estremità elevata nella semisfera nord.

La superficie interna della sfera è formata di alluminio per fornire una superficie altamente riflettente su una zona che sottende un angolo di 173° 55 minuti al centro della sfera. La sfera è gonfiata con una miscela di aria ed elio attraverso entrata 3 per fornire una forza ascensionale neutra nell'atmosfera terrestre. Ciò aiuta a mantenere la sua vera forma sferica.

L'albero rotoante può portare la sfera attorno di 180° mediante un motore elettrico ed ingranaggi riduttivi. 4.

Radiazione solare è riflessa dalla superficie di alluminio sulla faccia di un cono di correzione caustica 5 che è composto nel 99,99% di alluminio puro (come lo sono tutte le superficie riflettenti) elettrolucidato per fornire una elevata riflessione.

La radiazione è riflessa dal cono al centro della sfera. Una certa quantità di energia riflessa dalla sfera inciderebbe normalmente sulla parte posteriore del cono. Però, questa energia viene intercettata da una superficie riflettente sferica convessa anulare 6 il cui bordo esterno coincide con il bordo esterno del cono di correzione caustico e ha la stessa pendenza del cono al bordo. Questa superficie sferica riflette radiazione ad un cono con lati piani più piccolo 7, dietro il cono di correzione caustico. L'asse del piccolo cono coincide con l'asse del cono più grande e riflette la radiazione al centro della sfera attraverso il foro formato tagliando la sommità del cono di correzione caustico. Non è necessaria la punta poichè nessuna radiazione viene diretta ad essa dalla sfera, essendo bloccata dal cono stesso. I coni e la superficie anulare sono raffreddati da acqua pompata attraverso camera dietro le superfici riflettenti.

La disposizione del cono è montata su una struttura 8 che a sua volta è fissata ad un tamburo cilindrico cavo 9. Questo tamburo è libero di articolarsi su cuscinetti a sfera attorno ad un secondo tamburo cilindrico 10 che viene fissato all'albero rotante 2, l'asse del secondo tamburo essendo a angoli retti all'asse dell'albero e passante attraverso il centro

della sfera. Il tamburo esterno ha un foro circolare nella sua parete 11 che sottente un angolo di 52° al centro della sfera per permettere alla radiazione dal cono di passare attraverso il centro della sfera.

Dietro il tamburo esterno , il tamburo interno ha un foro allungato 12 nella sua parete . La larghezza di questa fessura misurata parallela all'asse del cilindro è uguale al diametro del foro nel tamburo esterno e le sue estremità hanno un raggio di curvatura eguale alla larghezza.

Le estremità dell'asse lungo della fessura sottende un angolo di 100° al centro della sfera. Il centro del foro coincide con l'asse lungo della fessura e nel corso di dodici mesi, attraverso la porzione centrale della sua lunghezza, le estremità della traslazione laterale sotterrano un angolo di 46°, 55 minuti al centro della sfera.

Anche il tamburo interno ha due fori circolari nella parete 13, i loro centri essendo ad estremità opposte in un diametro coincidente con l'asse dell'albero. Un tubo di fluido per trasferimento di calore isolato 14 passa attraverso questi fori supportati su cuscinetti a sfera attorno alla circonferenza del foro. Fessure 15 sovrapponentesi a questi fori sono previste nella parete del tamburo esterno

per permettere al tubo di fluido per trasferimento di calore di passare liberamente attraverso, quando il tamburo esterno oscilla sul tamburo inerno.

Un pistone idraulico 16 fornito di fluido sotto pressione da una pompa all'esterno della sfera viene montato sulla intefaiatura che supporta il tamburo interno e fa oscillare il tamburo esterbo (portante i coni) attorno ad un asse ad angoli retti all'albero 2. Questa oscillazione, in congiunzione con la rotazione dell'albero, mantiene l'asse del sistema del cono direttamente verso il sole durante le ore del giorno.

Una seconda struttura 17 è fissata al tamburo esterno diametralmente opposta alla prima struttura. Alla estremità di questa seconda struttura è posta una lente piano-convessa 18 con il suo centro coincidente con l'asse del cono. La faccia piana della lente è di fronte alla radiazione entrante ed è configurata a gradini per ridudde il peso. Attorno alla lente vi è un sistema di superfici riflettenti paraboliche anulari concentriche. Queste, assieme con la lente, intercettano radialmente che altrimenti cadrebbe sulla struttura di articolazione centrale e direttamente sul cono, e dirigono questa radiazione, altrimenti dissipata, al centro della sfera. Raggi dal bordo interno della superficie parabolica più esterna sotten-

dono un angolo di 50° al centro della sfera e di un foro circolare ed una fessura è prevista nella parete dei tamburi esterni ed interni , rispettivamente, identici alla disposizione sull'altro lato, per permettere alla radiazione di passare senza essere ostruita al centro della sfera.

La linea di fluido per trasferimento di calore isolata corre attraverso il centro dell'albero rotante con premistoppa 29 fornendo una tenuta tra l'albero e la linea a ciascuna estremità. La linea è completamente immobile ed è completamente isolata dal centro dove si dilata in un ricettore sferico 20 con un raggio di 0,015 unità, prendendo il raggio della sfera gonfiabile come unità.

Il ricettore viene schermato con un coperchio sferico con una superficie riflettente interna. Il coperchio è fissato al tamburo esterno da elementi di supporto che passano attraverso le fessure nel tamburo interno.

Due fori circolari sono previsti nel coperchio con il centro dei fori coincidente con l'asse cono/lente e i bordi del foro sottendenti lo stesso angolo al centro come i fori nella parete del tamburo esterno. Due fessure nella copertura permettono di oscillare liberamente all'unisono con il tamburo esterno.

senza ostruire la linea di fluido per trasferimento di calore.. Il coperchio è raffreddato ad acqua e l'acqua viene usata pre-riscaldare la alimentazione al generatore di vapore come è il caso con il sistema di coni. Alla sua estremità superiore, la linea di fluido per trasferimento di calore si scarica in un surriscaldatore 21 e il fluido (vapore di mercurio) passa quindi ad un scambiatore di calore 22 dove riscalda acqua per produrre vapore che va tramite il surriscaldatore ad un gruppo alternatore/turbina/centrale. Il mercurio condensato, avendo ceduto il suo calore, ritorna alla estremità di fondo della linea per riscaldamento di nuovo.

Un serbatoio di mercurio 23, la cui altezza può essere variata, è collegato tramite un tubo verticale 24 al fondo della linea di ritorno del mercurio 25.

Durante il funzionamento, l'altezza della colonna di mercurio viene regolata in modo da equilibrare la pressione del vapore di mercurio nella linea di trasferimento di calore. Questa pressione viene mantenuta ad un livello che mantiene la interfaccia liquido/vapore leggermente al di sopra della uscita del ricettore centrale. Quando il sole è direttamente perpendicolare in una giornata senza nubi, il mercurio

raggiungerà una temperatura di circa 1004°F con una pressione di vapore corrispondente di 294 libbre/pollice quadrato. Questa pressione sarà equilibrata da una colonna di mercurio circa 15 metri sopra la interfaccia liquido/vapore secondo la temperatura della colonna. Piccole quantità di titanio e di magnesio sono aggiunte al mercurio per impedire di attaccare l'acciaio nel sistema di trasferimento di calore.

Vapore saturo a 400 libbre/pollice quadrato e 444,7°F è prodotto nello scambiatore di calore e questo è surriscaldato a 700°F nel surriscaldatore. Supponendo una sfera con raggio di 10 metri e permettendo che l'acqua di raffreddamento del mantello del cono e del ricettore pre-riscaldi l'acqua di alimentazione della caldaia, l'uscita del vapore acqueo sarà di circa 434 libbre/ora e 400 libbre/pollice quadrato e 700°F. Questo corrisponde ad una uscita di potenza teoretica su un ciclo Rankine di 57 kw. Permettendo perdite di turbina e a alternatore, e consumo da parte di elementi ausiliari, l'uscita di potenza netta sarebbe di circa 33,3 kw. 30 sfere che alimentano una turbina centrale produrranno uscita di motenza massima di Megawatt. Una caldaia alimentata con combustibile fossile di sostegno sarebbe necessaria per dare continuità di alimentazione

per tutta la notte e durante condizioni perturbate.

Il requisito finale è quello di una disposizione per deviare vento 26 per ogni sfera. Ciò assume la forma di uno schermo simile ai deflettori di vento posti sulle cabine di motori primi con ritozchi per ragliare la resistenza del vento, sempre. In una batteria di sfere, gli schermi per le sfere interne dovrebbero avere i loro bordi anteriori rivolti verso l'altro per raccogliere il ritorno d'aria dagli schermi esterni.

Dettagli strutturali addizionali sono sottolineati sotto:

La sfera gonfiabile dovrebbe essere costituita in plastica con proprietà adatte. Queste proprietà sono: Buona trasmissione di radiazione nella gamma di spettro solare.

Buona resistenza al tempo luce solare.

Termoindurimento (non rammollita da calore ).

Buona elasticità senza tirabilità eccessiva.

Resistenza elevata all'acqua.

Il polietilene tereftalato termoindurente sembra avere le proprietà richieste. Esso viene prodotto in commercio come pellicola e può essere alluminata ad una finitura simile a specchio. Si rivendica il fatto che questo materiale trasmette più del 90% di luce incidente nella regione visibile dello spettro. Anche,

che abbia una resistenza eccezionale alle condizioni atmosferiche e alla luce del sole che è confermata dal fatto che una delle sue applicazioni è quella di sostituzione del vetro in serre.

Non viene scolorito dalla luce solare ma un po' di perdita di resistenza che probabilmente non è seria, poiché la sua resistenza alla trazione è abbastanza elevata essendo nella gamma da 17.000 a 25.000 libbre/pollice quadrato. La elasticità e la stirabilità sembrano anche essere favorevoli. Assorbimento di umidità è dello 0,3% dopo immersione in acqua a 25°C per una settimana.

La fabbricazione implica il congiungere di testa bordo a bordo un numero di pannelli sferici triangolari preformati da plastica. Nel determinare il numero e le dimensioni dei pannelli, l'unità base di suddivisione della sfera è l'icosaedro, uno dei cinque solidi platonici. Questo solido ha 20 facce a triangoli equilateri, 30 bordi e 12 vertici.

Se un icosaedro viene racchiuso in una sfera, in modo che i suoi assi di simmetria passino attraverso il centro della sfera; la sporgenza centrale fa in modo che i bordi generino una rete di archi di grandi cerchi sulla sfera decomponendo la superficie in 20 triangoli sferici equilateri sulla sfera decomponendo

la superficie in 20 triangoli sferici equilateri.

I lati di questi triangoli sono  $63^\circ 26'$  (l'angolo sotteso dell'arco di cerchio grande formante il lato al centro della sfera) e gli angoli di apice sono di  $72^\circ$ . Se è necessario un numero maggiore di unità più piccole, allora i piani di simmetria dell'icosaedro decomporrà la superficie della sfera in una rete di triangoli sferici (triangoli di Möbius), sei per ogni faccia equilatera originale, cioè un totale di 120.

Qualsiasi grado di suddivisione dei lati dei triangoli equilateri originali può essere ottenuto oscillando archi di cerchi grandi attorno ad assi attraverso i vertici dall'icosaedro originale che non sono vertici del triangolo, i cui lati debbono essere divisi. Però gli archi non formano più cerchi grandi continui. Ad esempio, la suddivisione successiva produce 360 triangoli retti sferici più piccoli, compatibili con un icosaedro tronco. Questo ha un pentagono regolare su ciascuno dei 12 vertici dell'icosaedro originale ed un esagono regolare su ciascuna delle venti facce. Dieci triangoli retti sferici formano ciascun pentagono e dodici formano ciascun esagono. I triangoli che formano i pentagoni hanno lati che misurano  $20^\circ 05'$ ,  $11^\circ 38'$  e  $16^\circ 29'$ , e quelli che formano gli esagoni hanno lati che misurano  $23^\circ 46'$ ;

11° 38' e 20° RE'. La configurazione di pentagoni ed esagoni corrisponde alla configurazione familiare di alcuni palloni per il gioco del calcio. In pratica, i pannelli dovrebbero essere stampati come triangoli isosceli con dimensioni compatibili con due triangoli retti, schiena a schiena, formando una base di 23° 16' se il suddetto grado di suddivisione viene impiegato. I pannelli sono formati su uno stampo con un raggio leggermente inferiore a quello della sfera da fabbricare, tagliati in modo accurato per essere dimensionati e uniti bordo a bordo con un adesivo chimico termoindurente che ha le stesse caratteristiche specialmente per quanto riguarda la resistenza, elasticità, e stirabilità del poliestere che forma i pannelli. Esso deve anche essere resistente agli elementi.

La curva generatrice del cono di correzione caustico in forma parametrica prendendo il centro della sfera come origine di un sistema di coordinate rettangolare ed X come ascissa ed Y come ordinata è

$$X = \frac{R}{2 \cos \Theta} \left[ 1 + \frac{\sin 2(B-\Theta)}{\sin 2(2\Theta-B)} \cdot \cos 2\Theta \right]$$

$$Y = R \sin \Theta \cdot \frac{\sin 2(B-\Theta)}{\sin 2(2\Theta-B)}$$

in cui

$R$  = raggio della sfera

$\theta$  = angolo sotteso in corrispondenza del cen-

tro della sfera da un arco della sfera

nel piano del sistema di coordinate misu-

rato dall'asse  $X$  ad un punto in corrispon-

denza del quale un raggio parallelo all'as-

se  $X$  (raggio incidente) interseca la sfera

$B = \tan^{-1}$  pendenza della curva generatrice nel

punto  $(x, y)$  corrispondente al punto ove

il raggio riflesso risultante dal preceden-

te raggio incidente interseca la curva ge-

neratrice

$$= \theta + e\phi(\theta)$$

$$\phi(\theta) = a \log \theta - b (\log \theta)^2 - (c \log \theta + d) \frac{f (\log \theta)^2 + g \log \theta + h}{l \log \theta + m} - k \log \frac{f (\log \theta)^2 + g \log \theta + h}{l \log \theta + m} - p$$

$$a = 2,97376 \quad k = 0,246541$$

$$b = 0,255737 \quad l = 3,65602$$

$$c = 0,205587 \quad m = 1,60789$$

$$d = 0,0904155 \quad n = 2,70408$$

$$f = 1,82801 \quad p = 1,22642$$

$$g = 1,60789$$

$$h = 1,97494$$

Teta,  $\theta$ , è espresso in radianti e i logaritmi sono in base e.

I limiti della curva generatrice sono :

$$X = 0,830384, Y = 0,3851 \text{ e } X = 0,585203, Y = 0,0296916,$$

basati sul raggio della sfera gonfiabile essendo una unità come sotto basati tutti i successivi limiti quotati.

L'equazione della curva generatrice della superficie riflettente sferica convessa anulare supponendo che il supporto sia un cerchio, è  
tante il cono di correzione caustico è

$$(x + 1,33238)^2 + (y - 0,926749)^2 = 4,97094.$$

I limiti sono:

$$X = 0,830384, Y = 0,3851 \text{ e }$$

$$X = 0,793318, Y = 0,254182$$

L'equazione della curva generatrice del cono a lati piani piccolo è:

$$Y = 1,7882X - 0,980432$$

I limiti sono:

$$X = 0,869114, Y = 0,0440965 \text{ e}$$

$$X = 0,835488, Y = 0,004458$$

La lente concavo-convessa che forma la sezione centrale del collettore contrappeso all'altra estremità del braccio rotante ha una lunghezza focale di 0,98, in base a raggio unitario della sfera gonfiabile.

La lente è di vetro "crown" (plastica di metil-metacrilato servirebbe ugualmente con un indice di rifrazione di 1,52. Questo fissa il raggio della superficie convessa a 0,5096, e il fattore di forma è -1. Ciò non è il fattore ottimale per quanto riguarda la riduzione di aberrazione sferica, ma il raggio del ricettore di energia centrale è tale che il fatto, che la radiazione rifratta attraverso le zone esterne della lente non si concentri al centro della sfera, non è conseguenziale. Se la lente fosse girata in altro modo (con la superficie convessa rivolta verso la radiazione in arrivo) l'aberrazione sferica sarebbe inferiore, ma se si pensasse ancora desiderabile configurare a gradini la faccia piana per ridurre il peso, i gradini dovrebbero essere tagliati in modo da non interferire con il percorso dei raggi rifratti in vicinanza delle alzate dei gardini.

Lo spessore della lente al bordo è di 0,005 unità e le alzate tra i gradini sono profonde di 0,005 unità. Le equazioni delle curve generatrici formanti la superficie della lente sono:

Cordo della lente :  $Y=0,140935$ , tra  $X=-0,969813$  e  $-0,964813$

Cordo della lente :  $Y^2 = -X^2 - 2.90908X - 1.856$

limiti ;  $X=-0,964813$ ,  $Y=0,140935$  e

$X=-0,964813$ ,  $Y=-0,140935$ .

(nota: centro a  $X=-1,45454$ ,  $Y=0$ )

Gradini ed alzate : (dal bordo verso il centro)

Primo gradino ,  $X=-0,969813$ , tra .  $Y= 0,12159$  &  $Y= 0,140935$

prima alzata ,  $Y= 0,12159$  "  $X=-0,969813$  "  $X=-0,964813$

Secondo gradino ,  $X=-0,964813$  "  $Y= 0,0993064$  "  $Y= 0,12159$

" alzata ,  $Y= 0,0993064$  "  $X=-0,964813$  "  $X=-0,959813$

Terzo gradino ,  $X=-0,959813$  "  $Y= 0,0699245$  "  $Y= 0,0993064$

" alzata ,  $Y= 0,0699245$  "  $X=-0,959813$  "  $X=-0,954813$

Fondo ,  $X=-0,954813$  "  $Y= 0$  "  $Y= 0,0699245$

L'equazione generale della curva generatrice per i paraboloidi anulari è

$$X^2 + Y^2 = (d + X)^2$$

dove d è la distanza dal fuoco (al centro della sfera) verso la direttrice.

Numerando le superfici da 1 a 10 dall'esterno verso l'interno, il valore appropriato di d per ciascuna curva generatrice è dato nella tabella sotto. Vengono anche elencati i valori limitatori per ciascuna curva,

sotto le intestazioni "bordo anteriore" (il bordo che prima intercetta la radiazione in entrata) e "bordo posteriore".

No.	d	Bordo anteriore		Bordo posteriore	
		X	Y	X	Y
1	0,0788353	-0,901165	0,3851	-0,762595	0,355603
2	0,0667936	-0,913207	0,355603	-0,763518	0,326278
3	0,0559101	-0,92409	0,326278	-0,764408	0,297661
4	0,046299	-0,933701	0,297661	-0,765239	0,270191
5	0,0379825	-0,942018	0,270191	-0,765991	0,244195
6	0,0309119	-0,949088	0,244195	-0,766657	0,219894
7	0,0249838	-0,955012	0,219894	-0,767237	0,197406
8	0,0200883	-0,959912	0,197406	-0,767734	0,176773
9	0,0160752	-0,963925	0,176773	-0,768153	0,157971
10	0,012816	-0,967184	0,157971	-0,768505	0,140935

Il substrato della superficie riflettente si suppone abbia spessore trascurabile in confronto con lo spazio tra i paraboloidi. L'effetto dello spessore del substrato è quello di cambiare leggermente i limiti del bordo posteriore, rendendo la X più negativa e aumentando la Y.

Il numero reale di paraboloidi impiegati entro il raggio fisso di 0,3851 è facoltativo, ma dovrebbe essere tale da dare il costo totale più basso del sistema paraboloide/lente, compatibilmente con le considerazioni pratiche, come piegamento della lente ed

aberrazione sferica.

Rotazione dell'albero centrale che porta la sfera gonfiabile viene effettuata da un azionamento con motore a corrente continua attraverso un trempo di ingranaggi a vite.

Il motore è del tipo avvolto con cortociruito con controllo di velocità mediante resistenza in serie con l'indotto che da un controllo di velocità preciso a carico costante su una piccola gamma di velocità col disotto della velocità completa.

Durante le ore di buio, tutto il meccanismo è stazionario, con l'asse del sistema cono/lente allineato con il punto sull'orizzonte dove il sole sorgerà il giorno successivo. Appena il centro del sole è allineato o sarebbe allineato con l'asse del cono/lente, l'albero inizia a ruotare. La rotazione è in senso orario guardando a sud con il cono che si muove da overst ad est durante il giorno. La velocità di rotazione viene controllata dalla velocità del motore che viene controllato dalla regolazione di un reostato in serie con l'indotto del motore ed un freno magnetico per una buona messa a punto.

Considerando la sfera come un orologio con 24 ore, la regolazione del reostato e del freno è tale che la sfera sia guadagni che perda tempo contro

Ultimate Time (Tempo Medio di Greenwich) secondo il tempo dell'anno. La informazione necessaria a regolare la velocità della sfera è contenuta in "The Star Almanac For Land Surveyors" preparato ogni anno da H.M. Nautical Almanac Office nel Regno Unito.

Usando l'almanacco del 1971 a titolo di esempio, si vede che ad un determinato U.T. il 25 Dicembre, il valore di E nella tabella è esattamente di 12 ore, e da questo l'Equazione di tempo  $E=12$ , è zero. La Equazione di Tempo è il tempo che il sole evidente (cioè reale) è davanti o dietro il sole medio, quest'ultimo essendo una entità immaginaria sincronizzata con U.T. (e orologi normali).

Dal 25 Dicembre al 12 Febbraio, il sole evidentemente va oltre, dietro il sole medio, in modo che la sfera debba perdere tempo contro U.T. sinchè ha perso un massimo di  $14^{\text{m}}19^{\text{s}}$  per il 12 Febbraio. Dopo ciò la sfera inizierà a mettersi in pari per U.T. e con il 16 Aprile si è messa in pari (cioè l'Equazione di Tempo è di nuovo 0). La sfera continua a guadagnare contro U.T. sino a che con il 15 Maggio è circa  $3^{\text{m}}42,9^{\text{s}}$  davanti.

Dopo il 15 Maggio, la sfera perde contro U.T. sino al 14 Giugno, quando essa è di nuovo eguali. Questo procedimento continua per i successivi se mesi

dopo di che si è completato un ciclo, pronto per iniziare di nuovo. I dati elencati sopra sono soltanto approssimativi, poichè sono presi dall'almanacco 1971 e non sono sempre precisamente eguali in anni differenti.

Secondo l'almanacco del 1971, la variazione massima di velocità ha luogo il 25 Dicembre, quando il tempo evidente perde di nuovo il tempo medio alla velocità di 1,25 secondi/ora. A questa velocità, i controlli di velocità dovrebbero essere su una regolazione che farebbe sì che la sfera completi una rotazione in 24 ore e 30 secondi. La velocità massima di guadagno del sole evidente contro il sole medio ha luogo il 2 Settembre e quantità sino a 0,8 secondi/ora. A questa velocità, la regolazione dovrebbe essere tale che la sfera possa completare una rotazione in 25 ore 59 minuti 40,8 secondi. Questo rappresenta la velocità di rotazione massima della sfera e con un treno di ingranaggi consistente in quattro gruppi di viti e ruote dentate, ciascuno con un rapporto di riduzione di 30 a 1, la velocità appropriata del motore sarebbe 562,545 giri al minuto.

La velocità del motore quando il sole evidente perde alla velocità massima contro U.T. sarebbe 562,302 giri al minuto.

Queste piccole variazioni di velocità sono misurate con mezzi elettronici. In primo luogo, una base del tempo preciso di 60Hz, è fornita da un oscillatore a cristallo ed il circuito integrato o oscillatore/divisore. Il cristallo è un cristallo che è stato tagliato per entrare in risonanza a ,57954 MHz, ma in questa applicazione esso è tirato leggermente da un compensatore per funzionare a 3,579540MHz. Un contatore di frequenza con una precisione di almeno una parte per milione è necessario per guidare la regolazione del compensatore per dare una frequenza del cristallo esattamente di 3,5979540MHz.

Questo è diviso da un fattore di 59,659 per dare un segnale esattamente di 60Hz. Il segnale di 60Hz è alimentato ad una rete di differenziazione che produce un impulso che inizia movimento a scatto di un generatore in forma d'onda a dente di sega. Il segnale a dente di sega viene alimentato al piatto di flessione orizzontale di un tubo a raggi catodici che fa in modo che il fascio di elettroni prodotto nel tubo si muova orizzontalmente ad una velocità uniforme da sinistra a destra attraverso il tubo/di che vola indietro in una frazione del suo tempo di traslazione in avanti per iniziare il ciclo successivo. Il tempo del ciclo è 1/60 di secondo. Il fascio elet-

tronico produce un punto luminoso sul rivestimento fluorescente sulla faccia interna del C.R.T. (tubo a raggi catodici) ed il movimento del fascio fa apparire questo punto come linea orizzontale stazionaria.

Ciò è la base di tempo preciso di 60Hz contro cui è confrontata la reale velocità del motore. Il confronto è realizzato facendo sì che il motore generi un segnale delle forme di un impulso a corta tensione che ha luogo numerose volte per ogni rotazione dell'albero del motore. Questo impulso è alimentato ai piatti di flessione verticali del C.R.T. (tubo a raggi catodici facendo sì che un picco con una base breve (relativamente alla ampiezza dello schermo C.R.T.) appaia sulla traccia orizzontale a causa del segnale a dente di sega di 60Hz.

Quando il motore produce esattamente 60 impulsi per secondo, il picco sulla traccia rimane stazionario. Qualsiasi altra frequenza di impulsi farà in modo che il picco trasli attraverso lo schermo. Con un picco stazionario e conoscendo il numero di impulsi per rotazione, la velocità del motore può essere dedotta ad esempio, se il motore prodicesse dieci impulsi per rotazione la velocità del motore sarebbe di sei rotazioni al secondo e 360 rotazioni al minuto.

Il dispositivo fissato al motore che produce

il segnale è simile ad un integratore a ruota e disco. Un disco viene fissato all'albero del motore ed attesta- stantesi contro la faccia di questo disco vi è un disco più piccolo con una conversione libera di bors- do buona su un albero ad angoli retti all'asse del motore. L'albero del disco piccolo può essere mosso in e fuori relativamente all'asse del motore mediante una alimentazione a vite che è equipaggiata con un micrometro per determinare accuratamente la posizione del disco piccolo. Il disco piccolo ha un foro vicino alla sua periferia e quando ruota questo foro viene periodicamente allineato con un fascio di luce da una sorgente su un lato del disco diretto ad una cella fotoelettrica sull'altro lato, producendo così un impulso dalla cellula a ciascun giro. La alimentazione a vite viene disposta in modo che il disco piccolo ruoti sempre a 3600 giri al minuto quando il motore ruota alla sua velocità corretta per il tempo dell'an- no. Ad esempio, il 12 Febbraio, quando il sole eviden- te procede di pari passo esattamente con il sole medio, la velocità del motore è di 562.464 giri al minuto oppure 9,3744 giri al secondo. La velocità del disco piccolo è di 60 giri al secondo, un rapporto di ingranaggi di 6,40041 ad 1. Il raggio del disco piccolo è di 5 cm. e la sua circonferenza è di

31,4159x40041 oppure 201,074 cm equivalente al disco piccolo posizionato a 32,022 cm dall'asse del disco grande. Analogamente il 25 Dicembre, quando il sole evidente sta perdendo alla sua massima velocità contro il sole medio, il disco piccolo dovrebbe essere posizionato a 32,0011 cm. dall'asse del disco grande. Il periodo più breve di tempo in cui prende un notevole cambiamento nella velocità di guadagno oppure perdita, è di circa 36 ore (con cambiamento notevole si intende un cambiamento maggiore di 1/decimo di un secondo nelle differenze tra l'Equazione di Tempo in periodi successivi di sei ore). Teoricamente, soltanto 33 regolazione debbono essere eseguite alla posizione del disco piccolo nel periodo 25 Dicembre a 12 Febbraio, rappresentando 0,00279 mm per regolazione. Questo rientra nei limiti di precisione di misurazione di micrometro che è letteratura diretta di 0,00254 mm.

L'indicatore del C.R.T. è abbastanza sensibile alle variazioni nella velocità del disco piccolo. Ad esempio, se la velocità del disco è 59,999 giri al secondo piuttosto che i 60 richiesti il picco si muoverebbe attraverso la faccia di uno schermo di 10 cm ad una velocità leggermente in eccesso di 1 mm al secondo. Questo è un movimento pronunciato, es-

sendo circa eguale all'estremità di una seconda lancetta su un orologio. Una velocità del disco di 59,99 giri al secondo rappresenta una velocità del motore di 562,370 giri al minuto, se il micrometro viene posto per una velocità di sfera equivalente alla velocità dell'orologio. Questo confronto con la velocità del motore richiesta è di 562,464 giri al minuto.

Un freno magnetico è fornito per regolazione buona della velocità del motore. Questo assume la forma di un numero di elettromagneti sagomati posizionati attorno alla circonferenza del disco grande, il bordo dei quali corre tra i poli. I magneti inducono correnti vorticose nel disco che a loro volta provocano campi magnetici che tendono a resistere alla rotazione. Lo sforzo di frenata viene controllato quando un reostato per variare la corrente diretta che fluisce attraverso gli elettromagneti.

Infine, si prevede di ricollocare la sfera rapidamente sollevando la vite finale lontano dalla ruota a vite sull'albero e impegnando un'altra vite azionata da un motore separato.

Articolazione del braccio portante cono e lenite sull'albero rotante viene realizzata idraulicamente. Il braccio deve articolarsi di  $46^{\circ} 55'$  e ritornare nel croso di 12 Mesi da solstizio di estate a solstizio

di estate. Al solstizio di estate, la linea centrale del braccio (cioè l'asse del sistema cono/lente viene spostata di  $23^{\circ} 17 \frac{1}{2}'$  dalla sua posizione di equinozio che si trova ad angoli retti rispetto all'asse dell'albero rotante. Al solstizio di estate il cono è alla sua posizione più vicina alla estremità bassa dell'albero rotante. La velocità massima di oscillazione è 1 minuto di arco per ora in Marzo e questa velocità non cambia notevolmente da circa il 5 Marzo a 2 Aprile. Una seconda velocità elevata di oscillazione, quasi elecata come la velocità di Marzo, ha luogo in Settembre e non cambia notevolmente da circa il 10 Settembre all'11 ottobre.

La velocità di oscillazione è zero il 22 Giugno ed il 22 Dicembre quando la sua direzione camvia, ma il cambiamento nella velocità di oscillazione è più rapida in queste date (in relazione a Marzo e Settembre). Complete informazioni sulla inclinazione del sole sono contenute in "The Star Almanac For Land Surveyors" pubblicato annualmente.

Un cilindro idraulico a doppia azione fornisce il movimento di articolazione. La base del cilindro viene incernierata alla intelaiatura dell'albero rotante e la estremità dell'asta di collegamento del pistone del cilindro viene incernierata ad una alet-

ta sul tamburo cilindrico esterno dell'articolazione centrale. Un tubo idraulico flessibile si inserisce in ciascuna estremità del cilindro, l'altra estremità di ciascun tubo essendo collegata a singoli condutture principali idrauliche rigide.

Queste condutture principali si scaricano l'interno dell'albero rotante e sono collegate a raccordi filettati di uscita nella parete dell'albero esternamente alla sfera gonfiabile. Pressione idraulica è prevista da una pompa ad ingranaggi con la entrata collegata alla uscita (cioè è cortocircuitata) ad una valvola a sarcinesca posta su la linea di collegamento. Un raccordo filettato è collegato mediante un tubo flessibile alla linea di cortocircuitazione su un lato della valvola a sarcinesca e l'altro è collegato in modo analogo, attraverso una seconda valvola a saracinesca, alla linea di cortocircuizione sull'altro lato della prima valvola a saracinesca. Variando le regolazioni delle due valvole senza gradini si può ottenere una erogazione del fluido idraulico al cilindro, da zero alla massima della pompa ad ingranaggi. Ciò fornisce un controllo completo della velocità di oscillazione del braccio.

E' previsto un mirino per controllare l'orienta-

mento dell'asse cono/lente in relazione alla linea dal centro della sfera al centro del sole. Il mirino assume la forma di un tubo lungo montato sul braccio, esternamente al profilo del sistema di paraboloidi anulari, con il suo asse parallelo all'asse del sistema cono/le,te. La estremità del tubo è coperta, con un piccolo foro nel centro del coperchio. Uno schermo in vetro smerigliato è posto all'altra estremità del tubo. Quando l'asse del tubo è rivolto direttamente verso il sole, una immagine del sole viene proiettata sul centro dello schermo. Uno specchio posto a 45° rispetto all'asse del tubo riflette una immagine dello schermo in una telecamera posta all'interno del profilo dei paraboloidi. La camera è in circuito chiuso con un ricevitore all'esterno della sfera dove l'orientamento dell'asse cono/sfera può essere controllato.

Il ricettore centrale di energia 20 è una sfera in acciaio con un raggio esterno di 0,015 (prendendo il raggio della sfera gonfiabile come 1).

Il potere riflettente dell'acciaio è del 58% per luce rossa, aumentando con lunghezze d'onda più lunghe, e questo deve essere ridotto. Ciò viene realizzato tagliando un gran numero di gole sagomate a V con lati rigidi contigui nella , superficie che

forma una configurazione analoga a linee di latitudine su un globo, considerando che i poli siano alla entrata e all'uscita del ricettore. La superficie quindi agisce in modo simile a trappola per la luce a lama di rasoio dove la luce che cade sui bordi di una gran numero di lamette di rasoio bullonate assieme permette molte riflessioni nelle gole formate da bordi adiacenti ed è infine circa tutta assorbita.

L'albero rotante centrale è una struttura composta di acciaio tubolare ed angoli di duralluminio. Le estremità sono in acciaio tubolare ed il corpo è una struttura fabbricata da angoli. I tubi di estremità sono supportati su cuscinetti di spinta e portano flange a cui viene fissata la sfera gonfiabile. La flangia al fondo è estesa su un lato per formare una intelaiatura a portello che porta un portello della trappola a tenuta d'aria per fornire accesso al centro per servizio. Il tubo di fondo porta anche la ruota a vite attraverso cui è applicata la forza di rotazione giornaliera ed ha un premistoppa che prevede una guarnizione a tenuta d'aria tra l'interno del tubo e la linea di fluido per trasferimento di calore immobile centrale. Questa linea viene isolata con foglio di alluminio ricurvo spesso circa 0,003 pollici. Il foglio viene ottenuto in

piccoli rulli e curvato a mano ed avvolto in modo  
lasco attorno al tubo lasciando spazi d'aria di  
circa 3/8 di un pollice. Esso viene coperto esterna-  
mente con un involucro tubolare in alluminio suppor-  
tato del tubo con distanziamento con fili delle in-  
telaiature. La disposizione per riempire la sfera  
con gas è anche posta alla estremità di fondo della  
struttura. Essa è semplicemente un tubo che passa  
attraverso la parete dell'involucro in alluminio tu-  
bolare e corre all'interno dell'involucro oltre il  
premistoppa e si scarica attraverso la parete dell'in-  
volucro sull'altro lato nello spazio tra l'involucro  
e la estremità tubolare dell'albero.

Le due linee idrauliche per il cilindro centra-  
le occupano lo spazio collegandosi a raccordi nella  
parete dell'albero esternamente alla sfera.

La parte della struttura dell'albero è nella  
forma di due piramidi quadrate con i loro apici  
rivolti verso le estremità e le loro basi fissate  
ad una ossatura a scatola rettangolare nel centro.  
Quattro angoli formano i bordi di ogni piramide e  
le estremità esterne sono fissate alle sezioni in  
acciaio inossidabile all'interno della sfera gonfia-  
bile. Un sostegno diagonale tra i bordi mantiene  
la struttura rigida.

L'ossatura a scatola rettangolare centrale porta il tamburo cilindrico interno della disposizione ad articolazione centrale ed anche il cilindro idraulico che fa oscillare il tamburo esterno attorno al tamburo interno.

Lo spessore della parete di questi tamburi è reso sostanziale abbastanza da supportare il braccio di articolazione e i suoi punti di fissaggio cono/len-  
te. Una faccia di estremità del tamburo esterno sta su una flangia sul tamburo interno con cuscinetti a sfera tra le due superfici. Un anello di cuscinetti a sfera è anche previsto tra le pareti cilindriche vicino a quella estremità. All'altra estremità è previsto un altro anello di cuscinetti a sfera tra le pareti cilindriche, e i cuscinetti a sfera che corrono attorno alla faccia di estremità del tamburo esterno sono tenuti al posto mediante un morsetto sul tamburo interno.

Il braccio che supporta il sistema di cono è fabbricato da tubo in duralluminio anche nella forma di una piramide quadrata controveitata. I quattro elementi formanti i bordi della piramide sono fissati al tamburo cilindrico esterno, i punti di fissaggio essendo distanziati in modo eguale attorno alla circonferenza del foro circolare nella parete del tam-

buro. Le altre estremità sono unite da elementi diagonali formanti una croce in cui un profilo sferico di raggio leggermente maggiore della distanza dal centro della sfera al bordo esterno del cono di correzione caustico. La croce è controventata da un anello con raggio in qualche modo inferiore alla distanza dall'asse del cono al bordo interno del riflettore sferico convesso anulare. Tre puntoni da questo anello si fissano alla superficie interna del cono di correzione caustico. Un puntone dal centro della croce si estende assialmente al centro del foro formato dalla punta mancante del cono. Questo puntone è controventato da tre altri puntoni ad angoli retti all'asse del cono, fissandosi alla superficie interna del cono allo stesso punto in cui i puntoni dell'anello si attaccano. I puntoni dall'elemento assiale sono posizionati liberi dalla radiazione dal riflettore sferico convesso anulare. La estremità della struttura assiale è collegata all'interno del cono mediante tre piccoli elementi ad angoli retti all'asse del cono adeguatamente distanziata attorno al foro. A causa degli effetti di aberrazione sferica associati con le due superfici sferiche riflettentì implicate, la struttura assiale è libera da radiazione riflessa dal cono piccolo a lati piani sul-

l'asse. Questo piccolo cono è fissato alla struttura assiale mediante un sistema di collegamenti interni.

L'acqua di raffreddamento del cono viene pompata sotto un tubo che penetra nella sfera attraverso un foro nella flangia superiore che porta la sfera.

Questo tubo è collegato mediante tubi flessibili agli elementi longitudinali tubolari del braccio di articolazione; L'acqua di raffreddamento passa nella camera dietro la superficie riflettente a questo punto. Il testo passa nell'anello di collegamento e da questo viene distribuito attraverso i tre elementi fissati all'anello nella camera dietro la superficie riflettente. La camera è collegata all'elemento assiale tramite tre brevi supporti alla estremità e l'acqua di raffreddamento circola sotto l'elemento assiale al cono piccolo con lati piani. Qui vi è una entrata ad una camera dietro la superficie riflettente tramite elementi di supporto vicino alla sommità e si lascia fuori dalla camera indietro nell'elemento assiale tramite supporti vicino alla base. Da qui l'acqua viene portata indietro al centro della sfera mediante un tubo separato. Un po dell'acqua viene sgocciolata dalla camera dietro il cono di correzione caustico sotto i tre elementi di supporto lunghi all'elemento assiale per portare

via il calore assorbito da questi elementi dove sono nel percorso dei raggi riflessi dal cono piccolo a lati piani. La linea di ritorno viene collegata ad una camera nel mantello sferico al centro e questa camera ha una uscita tramite un tubo flessibile ed un tubo di ritorno che scorre lungo la struttura rotante e fuori dalla carica attraverso un foro nella flangia. Le estremità del tubo di entrata e di uscita sono collegate tramite tubi flessibili ad uno scambiatore di calore che riscalda l'acqua di entrata alla caldaia. Una pompa centrifuga nel circuito alimenta la testa di circolazione.

Il braccio che supporta il collettore contrappeso (la lente e le superfici anulari del paraboloide) è simile ai bracci ai bracci che supportano i coni tranne che gli elementi del raccordo a quattro vie a profilo sferico terminano in un anello che supporta la lente al suo bordo. I bordi anteriori dei paraboloidi sono supportati dagli elementi del raccordo a quattro vie e i bordi posteriori sono sopportati da quattro elementi radiali estendentesi dagli elementi longitudinali del braccio. Questo braccio viene pesato in modo che equilibri il braccio sull'altro lato.

Datato questo 16° giorno di Novembre 1981.

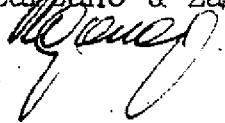
GARRETT MICHAEL SINSBURY

(Nome del Richiedente)

\*\*\*\*\*

per traduzione conforme

p. Ing. Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.



24296 A/82

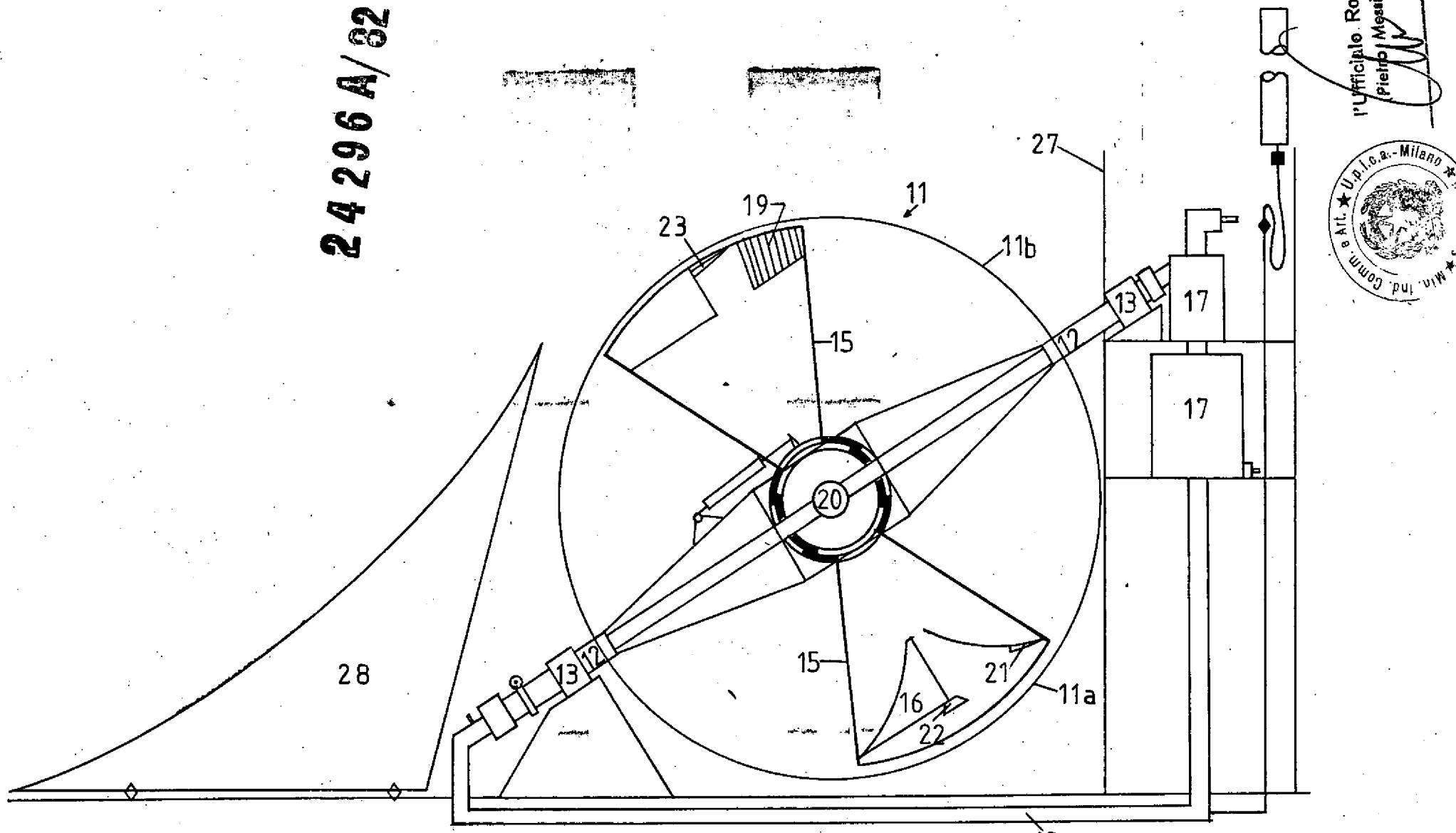


FIGURE 1

p. ING. BARZANO' & ZANARDO

MILANO S.p.A.

*[Signature]*

Ufficio Rogante  
Pietro Messina



24296 A/82

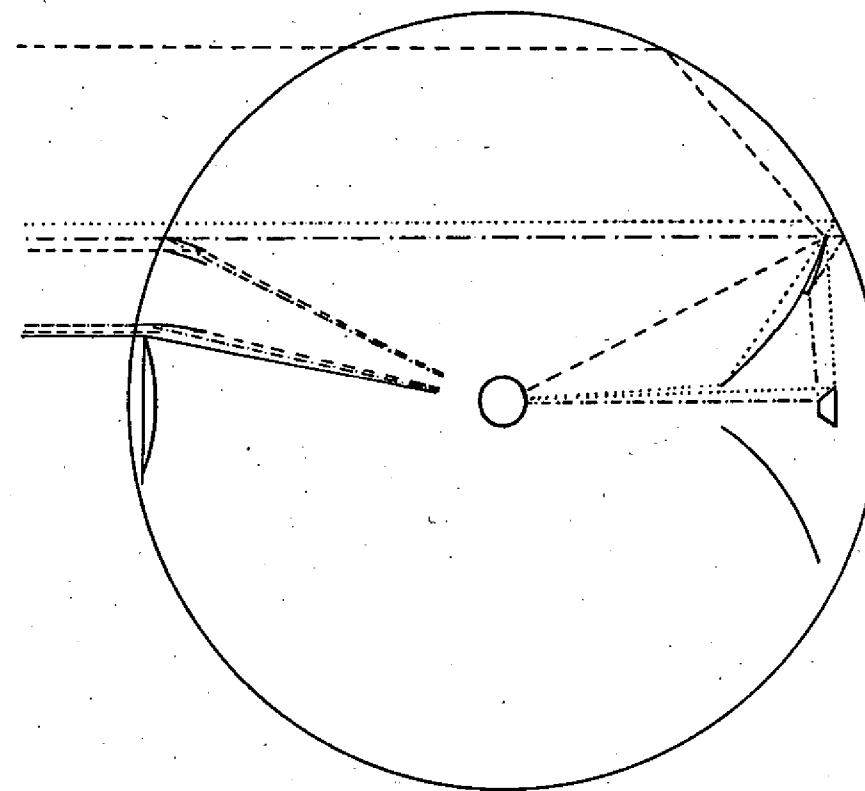


FIGURE 2

p. ING. BARZANO' & ZANARDO  
MILANO S.p.A.

*[Handwritten signature]*



Ufficio Regalo  
(Pietro Metastasio)

24.296 A/82

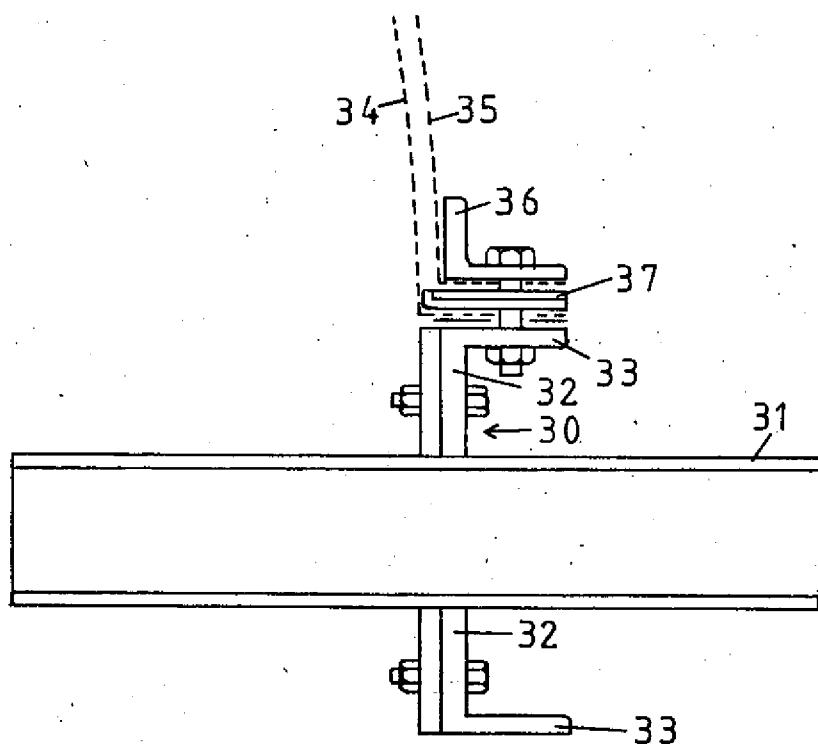


FIGURE 3



Ufficio Rogante  
(Pietro Massimo)

P. ING. BARZANO & ZAI  
MILANO S.p.A.

*[Handwritten signature]*

24296 A/82

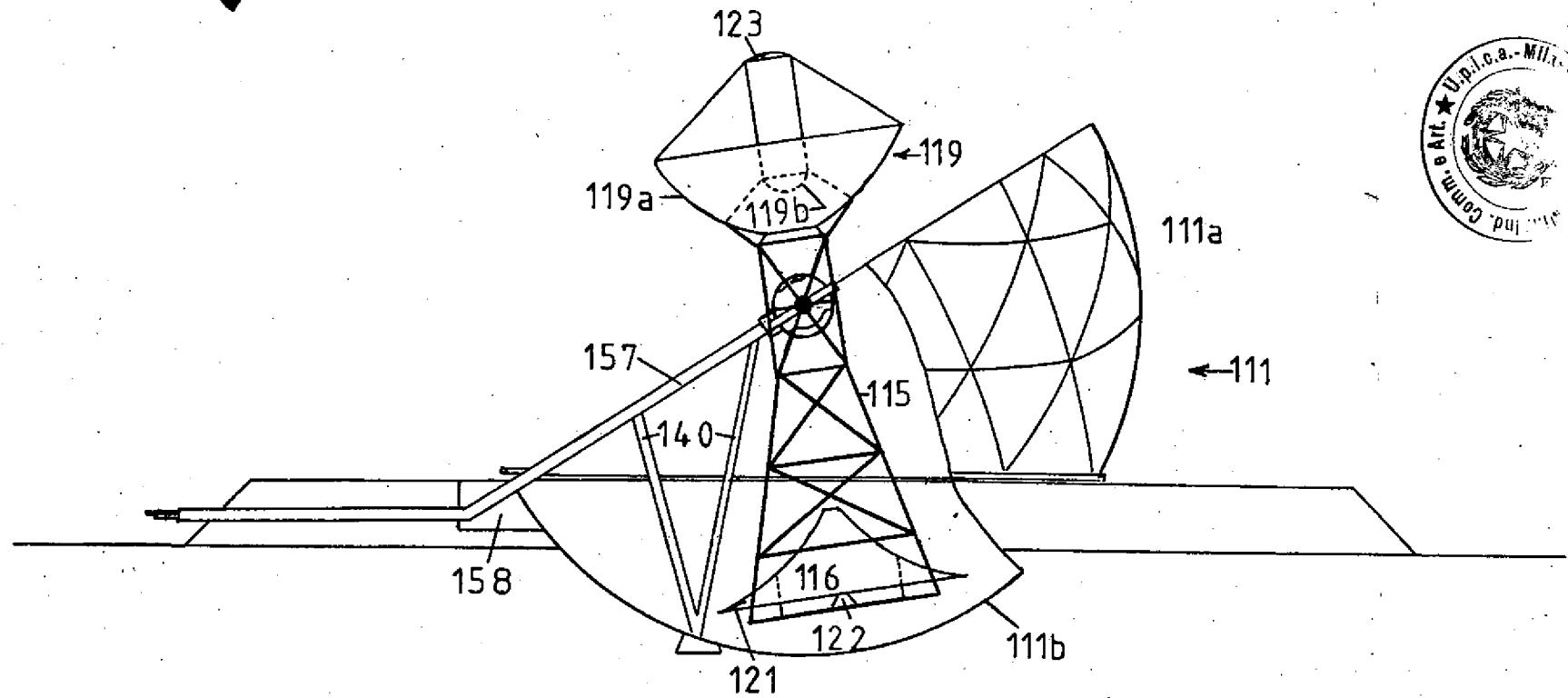
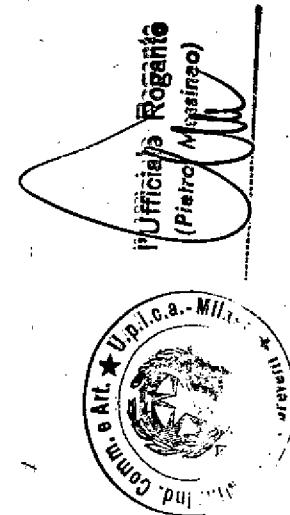


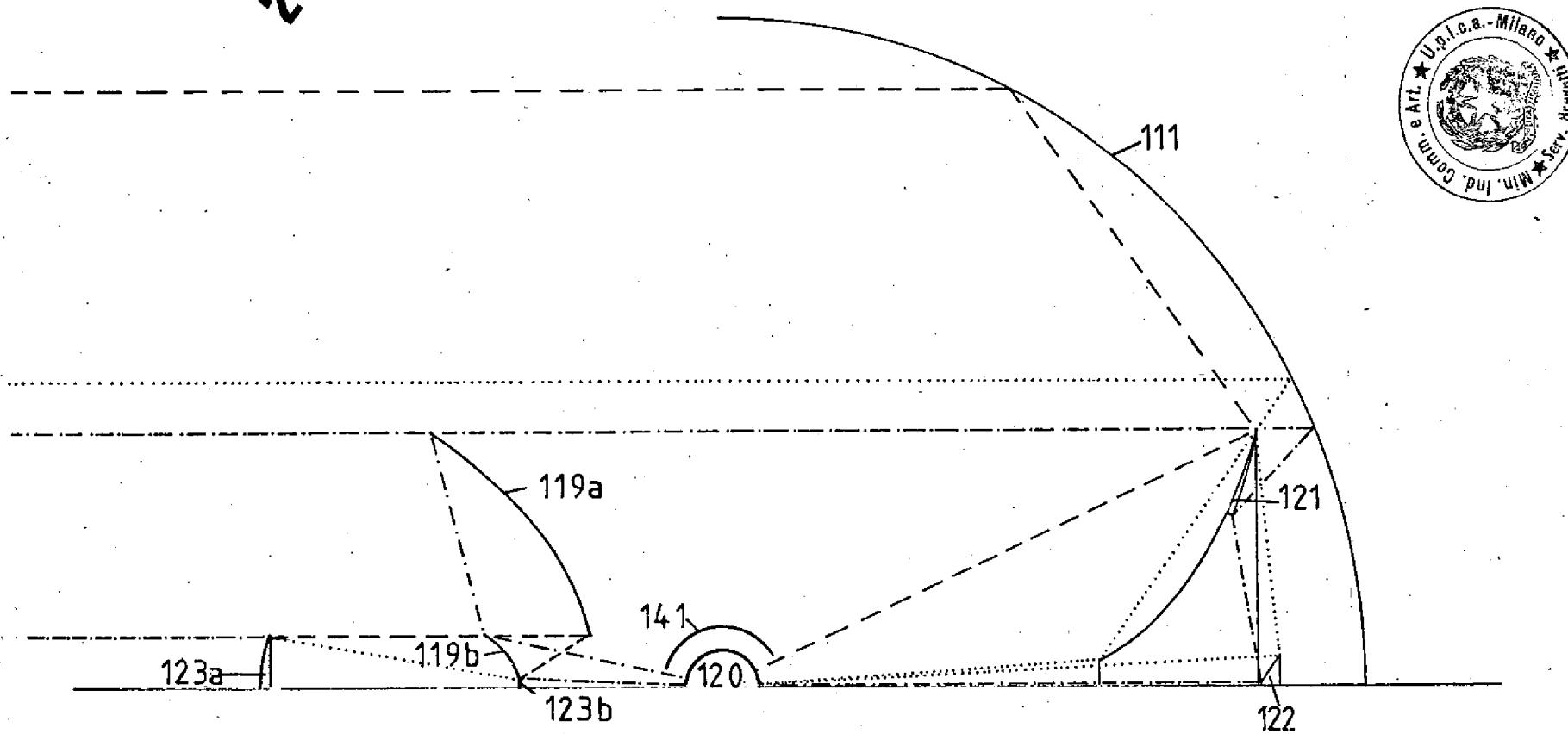
FIG. 4

P. ING. BARZANO' & ZANARDO  
MILANO S.p.A.

*[Handwritten signature]*



24296 A/82



l'Ufficio Rogante  
(Pietro Minervino)



FIG. 5

p. ING. BARZANO' & ZANARDO  
MILANO S.p.A.

*[Handwritten signature]*

24296 A/82

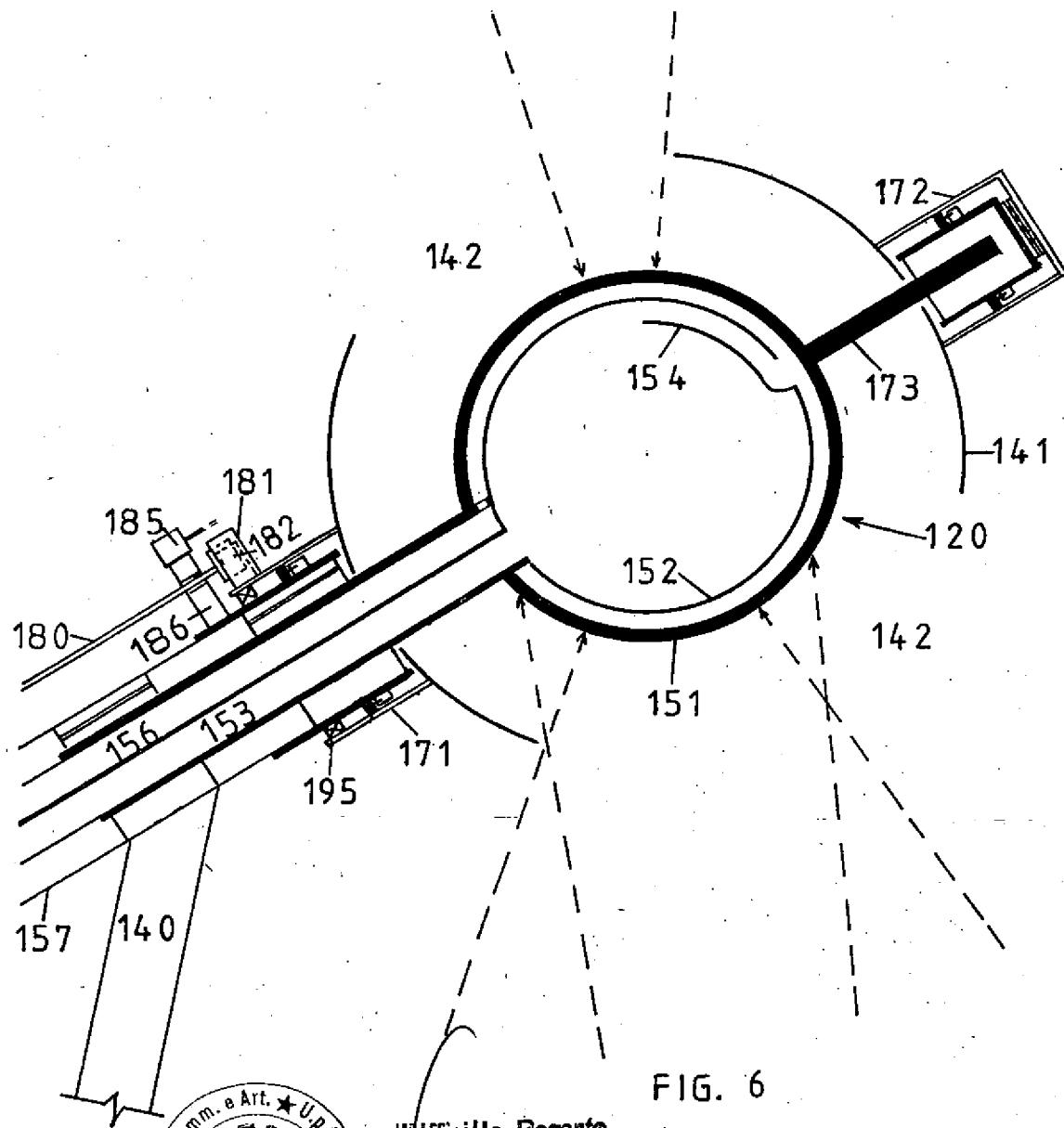


FIG. 6



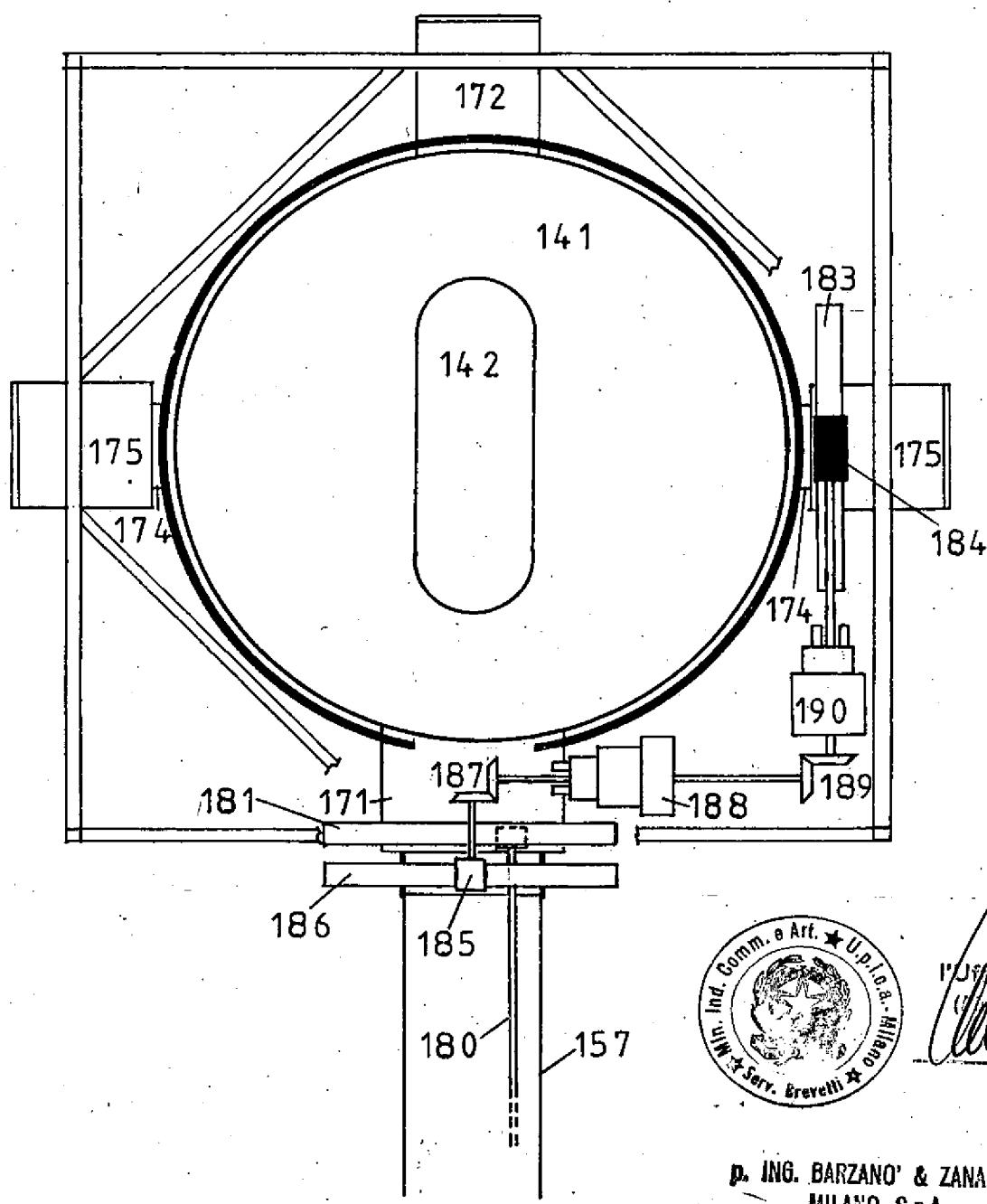
L'Ufficiale Rogante  
(Pietro Messineo)

D. ING. BARZANO' & ZANARDO  
MILANO S.p.A.

*[Handwritten signature]*

24296A/82

FIG. 7



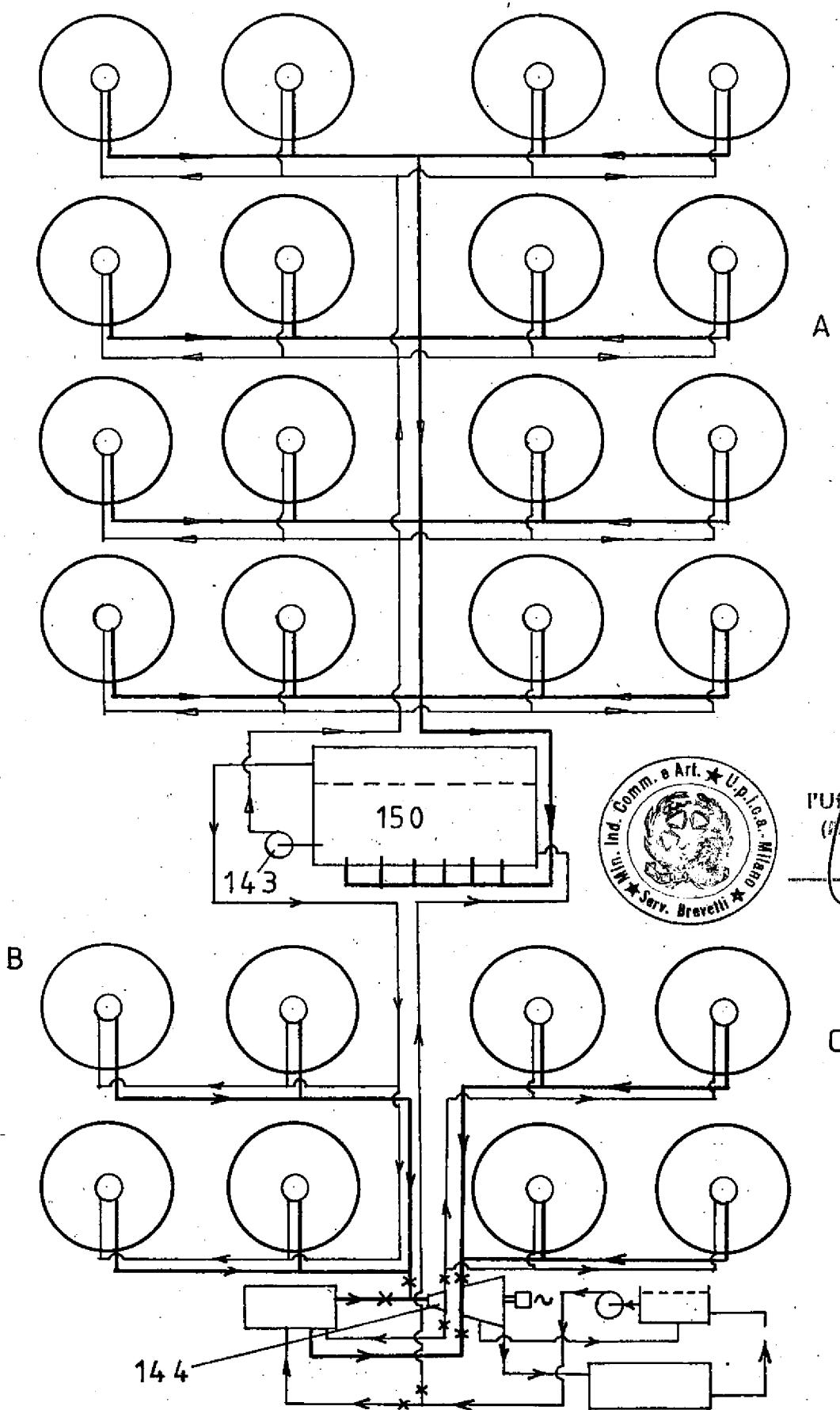
L'Ufficiale Rogante  
(G. G. Messineo)

P. ING. BARZANO' & ZANARDO  
MILANO S.p.A.

*[Signature]*

24-96A/82

FIG. 8



L'Ufficiale Rogante  
(Maurizio Massineo)

D. ING. BARZANO' & ZANARDI  
MILANO S.p.A.

*[Handwritten signature]*

24296 A/82

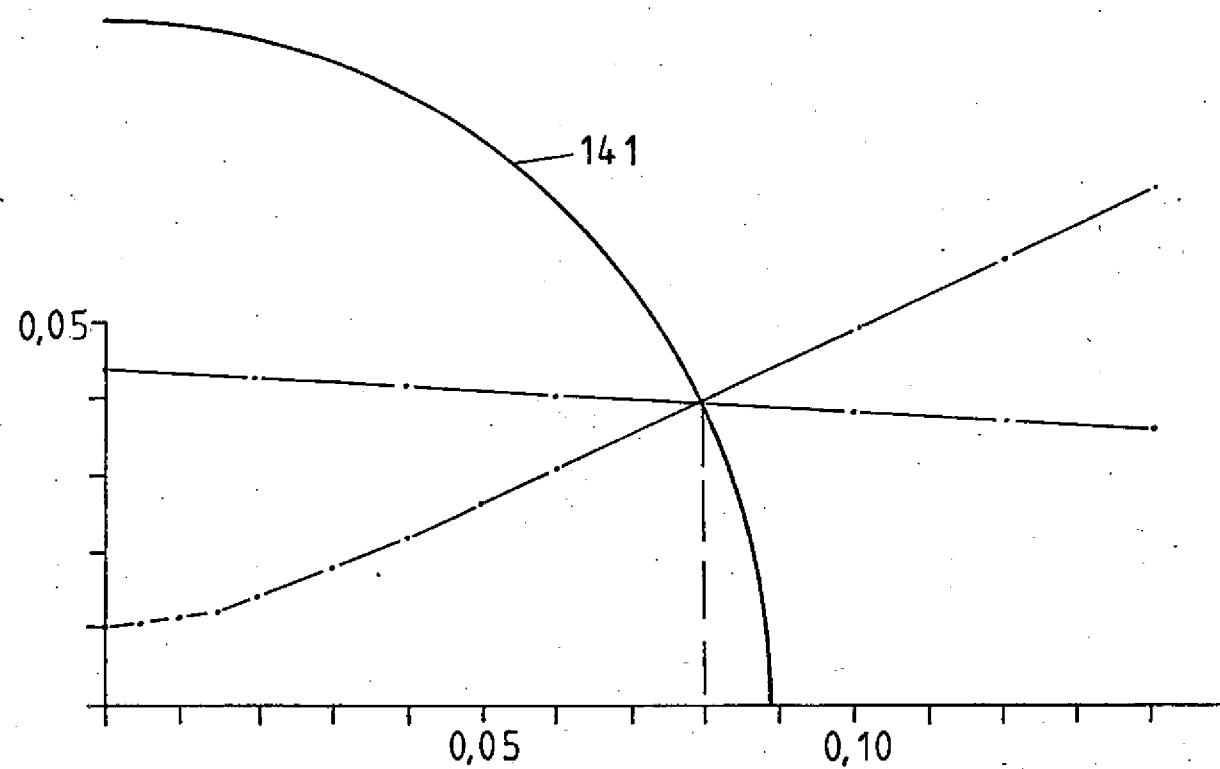


FIG. 9

P. ING. BARZANO' & ZANARDO  
MILANO SPA  
*[Signature]*



l'Ufficiale Rogante  
(Pietro [Signature])