

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

19	ES	11	NUMERO	10	A1
		21	<b>483036</b>		
		22	FECHA DE PRESENTACION		
			<b>- 1 AGO. 1979</b>		

Concedido el Registro de...  
con los datos...  
sente descripción...  
tento de la Memoria...

**PATENTE DE INVENCION**

30	PRIORIDADES:	32	FECHA	33	PAIS
31	NUMERO				
	<b>CADUCADO</b>		<b>17 AGOSTO 1.978</b>		<b>ITALIA</b>
	<b>50758-1/78</b>				

47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL	62	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			<b>A01G 9/14; A01G 9/14; F24J 3/02</b>		

64	TITULO DE LA INVENCION
	<b>"UNA DISPOSICION INTEGRADA DE RECOGIDA Y ALMACENAMIENTO DE ENERGIA TERMICA DE ORIGEN SOLAR".</b>

71	SOLICITANTE (S)
	<b>COMMUNAUTE EUROPEENNE DE L'ENRGIE ATOMIQUE (EURATOM)</b>

	DOMICILIO DEL SOLICITANTE
	<b>LUXEMBURGO (Luxemburgo)</b>

72	INVENTOR (ES)
	<b>DON Flaviano FARFALETTI-CASALI.</b>

73	TITULAR (ES)

74	REPRESENTANTE
	<b>JUBIO DE PABLOS ARRIBAS.</b>
	<b>(P. 3.801, LPR). (Ref. II/1924ES).</b>

El objeto del presente invento es la realización de una disposición integrada para la recogida y el almacenamiento de energía térmica obtenida de la energía solar.

Hasta ahora, los sistemas conocidos y practicados de almacenamiento de la energía térmica de origen solar se han basado en el empleo de agua caliente, u otro fluido, y es claro que las funciones de recogida y de almacenamiento no pueden ser agrupadas en un único componente, dados los grandes volúmenes necesarios para almacenar una cantidad apreciable de energía.

Los estudios más recientes tienen ahora en cuenta el empleo de reactivos químicos capaces de almacenar y devolver la energía absorbida mediante una reacción química reversible, a temperaturas relativamente bajas, en el margen comprendido entre 5<sup>o</sup> y 50<sup>o</sup> aproximadamente, y de eventuales bombas de calor asociadas, para elevar el nivel de temperatura cuando sea necesario, en vista de la utilización.

Se han desarrollado sistemas basados, por ejemplo, sobre las reacciones reversibles entre sales dobles en mezcla acuosa que permiten el almacenamiento, a bajos niveles de temperatura, de energía con alta densidad específica, típicamente del orden de 5 veces la que puede ser almacenada en los sistemas normales de agua caliente.

Durante el día, en condiciones de sol favorables, la reacción es endotérmica, es decir, el sistema absorbe calor, y du-

rante la noche, con reacción exotérmica, dicho calor, almacenado en la solución, es cedido.

Se plantea, sin embargo, el problema de la sistematización del volumen del sistema reaccionante, en la posición más oportuna para el máximo rendimiento.

Es necesario que los datos fundamentales del problema, el relativo al volumen necesario para el almacenamiento y el relativo a la superficie captadora, sea fácilmente conciliables, para dar origen a un sistema perfectamente integrado. Es importante, además, que la zona donde la energía es almacenada esté lo más próxima que sea posible a la superficie captadora que, en este caso, es el generador de energía.

El sistema integrado objeto del presente invento se ha ilustrado en las adjuntas figuras y permite resolver el problema de una manera sencilla y elegante y de modo extremadamente funcional.

Según la característica principal del invento, el sistema integrado de recogida y almacenamiento de energía térmica, constituido por un colector solar con efecto de invernadero con superficie captadora de la energía, selectiva, tiene una estructura modular, estando compuesto cada módulo por la superficie captadora absorbente y selectiva que tiene conductos para la circulación del fluido termovector, una masa de reacción termoquímica de alta densidad específica de almacenamiento energético, en estrecho contacto con dicha superficie y que engloba dichos conductos, unidos, en las extremidades de cada módulo, a colectores comunes de carga y de descarga del fluido.

Según otra característica del invento, la superficie captadora selectiva tiene un perfil ondulado.

Según una característica ulterior del invento, la estruc-

- tura modular está compuesta por elementos cilíndricos constituidos cadauno por dos envolventes de vidrio, coaxiales, onduladas y paralelas, que tienen un intersticio o espacio intermedio bajo vacío, estando ennegrecida la envolvente cilíndrica interior, estando el volumen interno en común relleno de una masa de reacción termoquímica de alta densidad específica de almacenamiento energético, estando dispuestos los conductos para la circulación del fluido termovector en hélice alrededor del eje del elemento cilíndrico, en toda su altura, englobados en la masa de reacción termoquímica y unidos, en las extremidades de cada cilindro, con colectores comunes de carga y de descarga.
- 5.-
- 10.-

La figura 1 muestra un bloque de cuatro módulos adosados, a título de ejemplo;

- 15.- La figura 2, es la sección vertical parcial de la figura 1, normal al eje mayor del módulo; y

La figura 3 ilustra una variantes del invento,

- Cada módulo se compone de una superficie transparente 1 que puede estar formada por una, 1, o dos placas, 1 y 2, planas de vidrio y que separa los componentes subyacentes del ambiente exterior, reduciendo las pérdidas térmicas. Una ulterior reducción de las pérdidas térmicas puede obtenerse tratando adecuadamente la superficie 3 del vidrio 2, vuelta hacia la superficie captadora 4, de modo que refleje hacia atrás las radiaciones infra-rojas.
- 20.-
- 25.-

- La superficie captadora 4 debe estar en condiciones de captar al máximo la radiación solar; tal superficie puede ser de acero inoxidable o de otra aleación metálica, y debe estar oportunamente tratada de modo que resulte selectivamente absorbente para la radiación solar y en condiciones de no dejar
- 30.-

pasar, sino débilmente, la radiación infra-roja, reduciendo así adicionalmente las pérdidas térmicas. La forma geométrica de tal superficie puede estar adecuadamente estudiada y puede ser, por ejemplo, ondulada, de modo que se facilite

- 5.- la transmisión de la energía térmica a las partes subyacentes y que se permitan variaciones locales de volumen de las masas destinadas al almacenamiento. El hecho de tener la superficie captadora ondulada ofrece la doble ventaja de absorber las dilataciones térmicas y de permitir una mejor expansión
- 10.- de la masa reaccionante que envuelve a los conductos 6 y que, por tanto, hace óptimo el intercambio térmico con ellos, en los dos sentidos.

- Debajo de la superficie captadora y en contacto con ella y en un espesor de 10 cm, está dispuesta la masa reaccionante 5; tal volumen, extendido por debajo de toda la superficie captadora, está destinado al almacenaje y a la sucesiva devolución de la energía térmica.
- 15.-

- Para la circulación del fluido termovector (agua o mezcla de agua o glicol u otro fluido adecuado), está previsto un sistema de conductos 6. Tales conductos están adecuadamente dispuestos debajo de la placa captadora 4, eventualmente incorporados o en contacto con ella, o sumergidos por completo en la masa reaccionante, dentro del volumen destinado al almacenaje. La disposición y el recorrido de tales conductos
- 20.-
- 25.- deben ser tales que permitan, ya la utilización directa durante las horas de insolación de la energía térmica absorbida por la placa captadora, ya la extracción de la masa reaccionante, durante la noche o en ausencia de sol, de la energía térmica precedentemente almacenada.

- 30.- La superficie captadora representa la superficie supe-

ribr del módulo que tiene además los costados 12 y los lados extremos 13 con el fondo 14. En el interior del módulo y en todo su volumen está dispuesta la masa reaccionante.

5.- Un sistema de aislamiento térmico, de material plástico expandido o de material fibroso 15, como lana de vidrio u otro, protege el conjunto de los módulos en su parte inferior. Todo ello está encerrado en una estructura portadora de soporte general de los varios componentes y materiales citados.

10.- El sistema integrado que se ha descrito puede preferentemente realizarse como sistema modular en el que el volumen de almacenamiento se obtiene adosando volúmenes prismáticos elementales, todos ellos con las mismas dimensiones. Mediante el adosamiento de un número conveniente de unidades elementales, se puede obtener al mismo tiempo una superficie captadora y un volumen de almacenamiento térmico de las dimensiones y, por tanto, de la potencia que se desee.

20.- Cada unidad elemental puede tener, a título de ejemplo, una sección transversal rectangular de 20 cm de anchura, debajo de la superficie captadora 10 cm de profundidad, y una longitud de 2 a 3 m, la misma longitud que la de los colectores solares normales. Las unidades prismáticas elementales pueden reunirse en grupos, por ejemplo de 10, para formar un subconjunto, reunido en una única estructura de soporte y cubierto por una misma superficie transparente, de modo exactamente análogo al que se usa para la composición de los colectores solares normales.

30.- En la figura 1 se ha ilustrado de modo esquemático una posible disposición del sistema integrado propuesto,

con los dos conductos para fluido, entrada 7 y salida 8, que unen las extremidades de cada unidad elemental.

Dos son los tipos de funcionamiento del sistema integrado, esto es, en presencia de sol o en ausencia de sol.

- 5.- El funcionamiento durante las horas de insolación depende del caudal y, por tanto, de la temperatura media del fluido termovector. Consideremos, a título de ejemplo, una masa reaccionante (constituida por una mezcla de sales dobles en agua) en la cual las reacciones de combinación y descomposición se realizan a unos  $22^{\circ}$ , que constituye así la temperatura de almacenamiento. Si la temperatura media del fluido termovector es inferior a la temperatura de almacenamiento, esto es, a  $22^{\circ}$  en el caso del ejemplo, el sistema proporciona la utilización de la energía recogida del sol y el eventual exceso de energía precedentemente almacenado.
- 10.- Si la temperatura media del fluido termovector es igual a la temperatura de almacenamiento, el sistema proporciona la utilización de la energía recogida del sol y mientras la temperatura media del fluido termovector sea superior a la temperatura de almacenamiento, el sistema proporciona la utilización sólo parcialmente de la energía recogida del sol y almacena el resto para las horas nocturnas o, en general, para los períodos de ausencia de sol. Si el caudal del fluido termovector es detenido por completo, el sistema funciona únicamente para almacenar toda la energía recogida de la radiación solar.
- 15.- El funcionamiento en ausencia de sol, con el fluido termovector a una temperatura inferior a la temperatura de almacenamiento, permite la utilización de la energía térmica almacenada.
- 20.-
- 25.-
- 30.-

Durante la noche o en ausencia prolongada de sol, el sistema se estabiliza a la temperatura de almacenamiento que es, por ejemplo, de 22°. Tal temperatura es bastante baja y, en condiciones climáticas atemperadas, las pérdidas térmicas serán contenidas con facilidad de modo que se pueda asegurar una duración suficiente del almacenamiento mismo (duración prevista de 100 horas).

En las horas del día en las cuales la radiación solar incide sobre la superficie captadora y el volumen subyacente debe absorber la energía indidente, se debe establecer un gradiente de temperatura para permitir la absorción de la energía incidente a 22° también en las capas más profundas de la masa absorbente; conviene que la variación máxima de temperatura  $\Delta t$  a través del espesor de la masa destinada al almacenaje no sea tal que produzca temperaturas excesivas sobre la superficie captadora y, por otra parte, la masa absorbente no debe tener una profundidad tal que se provoque una dispersión de calor irrecuperable en las capas más profundas.

Las condiciones extremas de máxima temperatura se tendrán con el sol en el cenit y cuando la energía recogida por la placa captadora no se utilice directamente, sino que esté únicamente destinada al almacenaje en las capas más profundas de la masa absorbente, esto es, en nuestro caso, a 10 cm de la superficie .

Supongamos, para la radiación incidente, un valor máximo del flujo térmico de alrededor de  $800 \text{ w/m}^2$ , y basándose sobre los datos de rendimiento de los buenos colectores solares con superficie selectiva que tienen rendimientos del 75%, correspondiente a un flujo térmico de  $600 \text{ w/m}^2$ , supon-

gamos todavía que la conductividad térmica de la masa absorbente a la temperatura considerada para soluciones acuosas de sales inorgánicas, como en nuestro caso, sea de  $600 \cdot 10^{-3} \text{ w/m}^2$ .

- 5.- La máxima variación posible de temperatura respecto a la temperatura de almacenamiento, a través de todo el espesor de la masa reaccionante de 10 cm es entonces:

$$\Delta T = \frac{0.1 \text{ m} \times 600 \text{ w/m}^2}{600 \times 10^{-3} \text{ w/m}^2} = 100^\circ$$

- 10.- por lo cual la temperatura de la superficie absorbente podrá alcanzar valores máximos de alrededor de  $120^\circ$ , que son las temperaturas máximas previstas para colectores planos con superficies absorbente selectivas.

- 15.- Otros sistemas reaccionantes, capaces de almacenar la energía térmica mediante reacción química reversible en un margen de temperaturas comprendido entre  $5^\circ$  y  $50^\circ$  podrán ser concebidos análogamente al sistema que hemos descrito más arriba. En el caso de los sistemas utilizados a  $5^\circ$  próximamente, que es la temperatura cercana a la media del aire ambiente invernal, los mismos podrán instalarse sin vidrio de protección, con la superficie captadora directamente expuesta, de modo que se absorba y almacene, no sólo la radiación solar, sino también la energía térmica proporcionada por el aire ambiente a las horas más cálidas del día. A tales sistemas podrá asociarse una bomba de calor para permitir la utilización de la energía térmica a niveles aceptables de temperatura.

- 20.- En el caso de los sistemas capaces de almacenar la energía térmica a la temperatura de  $50^\circ$ , surgen problemas adicionales de aislamiento térmico.
- 25.-
- 30.-

En la adjunta figura 3, se ilustra una realización de un sistema integrado que funciona a temperatura de  $50^{\circ}$ . La masa reaccionante 5, que comprende en su interior los adecuados conductos 6 para el fluido termovector, está encerrada en una cámara cilíndrica de vidrio de doble pared.

Las dos partes cilíndricas concéntricas 9 y 10 pueden de tal modo constituir una estructura única completamente de vidrio y delimitar un intersticio estanco 11 dentro del cual se podrá establecer el vacío en el momento de la construcción del contenedor. La pared externa 10 es, de preferencia, transparente, mientras que la más interior 9 puede estar ennegrecida y hecha opaca para absorber mejor la radiación incidente. Las dos paredes podrán estar onduladas para absorber mejor las dilataciones térmicas diferenciales. Los conductos de admisión 7 y de salida 8 del fluido termovector están dispuestos, de preferencia, al exterior.

Los elementos, como se ha mostrado en la figura 3, podrán acoplarse en paralelo o en serie, según las necesidades.

**N O T A.-**

-----

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por veinte años, son los siguientes:

- 5.- 1ª.- Una disposición integrada de recogida y almacenamiento de energía térmica de origen solar, constituida por un colector solar con efecto de invernadero que tiene la superficie captadora de la energía, selectiva, protegida por una pantalla transparente a la luz y térmicamente protegida, caracterizada porque tiene una estructura modular, estando compuesto cada módulo por la superficie captadora absorbente y selectiva con conductos para la circulación del fluido termovector, una masa de reacción termoquímica reversible (con o sin cambio de estado físico) con alta densidad específica de almacenamiento energético, en estrecho contacto con dicha superficie y abrazando a dichos conductos, unidos en las extremidades de cada módulo, con colectores comunes de carga y descarga del fluido.
- 10.- 2ª.- Una disposición según el punto 1ª, caracterizada porque la superficie captadora selectiva tiene un perfil ondulado.
- 15.- 3ª.- Una disposición según los puntos 1ª y 2ª, caracterizada porque los conductos para la circulación del fluido termovector están fijados mecánicamente (integrados) a la superficie captadora selectiva a lo largo de la nervadura constituida por la ondulación inferior.
- 20.- 4ª.- Una disposición según el punto 1ª, caracterizada por el hecho de que la masa de reacción termoquímica ocupa todo el volumen interior del módulo.
- 25.- 5ª.- Una disposición según los puntos 1ª y 4ª, caracte-
- 30.-

rizada porque el volumen ocupado por la masa de reacción termoquímica se extiende hasta la distancia de 10 cm aproximadamente de la superficie absorbente selectiva.

5.- 6<sup>a</sup>.- Una disposición según los puntos 1<sup>a</sup> y 3<sup>a</sup>, caracterizada porque los conductos para la circulación del fluido termovector permanecen sumergidos en la masa de reacción termoquímica.

10.- 7<sup>a</sup>.- Una disposición según los puntos 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> y 5<sup>a</sup>, caracterizada porque la masa de reacción termoquímica permanece <sup>siempre</sup> en contacto con la superficie absorbente selectiva y los conductos de aducción del fluido termovector.

15.- 8<sup>a</sup>.- Una disposición según el punto 1<sup>a</sup>, caracterizada porque la pantalla transparente a la luz está constituida por dos placas de vidrio superpuestas, separadas por un intersticio, estando tratada la cara de la placa más próxima a la superficie absorbente selectiva y vuelta hacia ella para reflejar la radiación infra-roja emitida por la superficie selectiva misma.

20.- 9<sup>a</sup>.- Una disposición según el punto 1<sup>a</sup>, caracterizada porque la pantalla transparente a la luz está constituida por una placa de vidrio, cuya cara vuelta a la superficie absorbente selectiva está tratada para reflejar la radiación infra-roja emitida por la superficie selectiva misma.

25.- 10<sup>a</sup>.- Una disposición según el punto 1<sup>a</sup>, caracterizada porque la estructura modular está compuesta por elementos cilíndricos constituidos cada uno por dos envolventes de vidrio coaxiales, onduladas y paralelas, que tienen un espacio intermedio bajo vacío, estando ennegrecida la envolvente cilíndrica interna, estando el volumen interno común lleno de una masa  
30.- de reacción termoquímica con alta densidad específica de alma-

cenamiento energético, estando dispuestos los conductos para la circulación del fluido termovector en hélice entorno al eje del elemento cilíndrico, englobados en toda su altura en la masa de reacción termoquímica y unidos, en la extremidad de cada elemento cilindrico, a colectores comunes de carga y descarga del fluido.

11º.- "UNA DISPOSICION INTEGRADA DE RECOGIDA Y ALMACENAMIENTO DE ENERGIA TERMICA DE ORIGEN SOLAR", todo tal y conforme se describe en la presente Memoria, la cual consta de trece folios mecanografiados por una sola cara.

Madrid, = 1 ABO. 1979

JULIO DE PABLOS  
P. P.

Fco: Vicente Morillas

FIG. 1

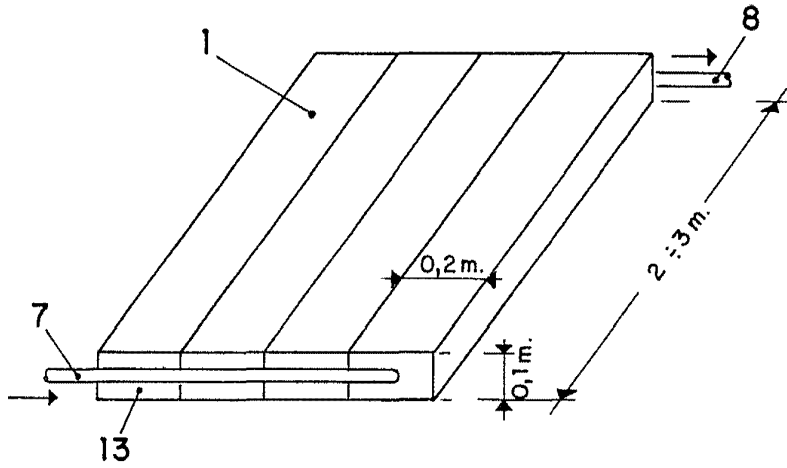
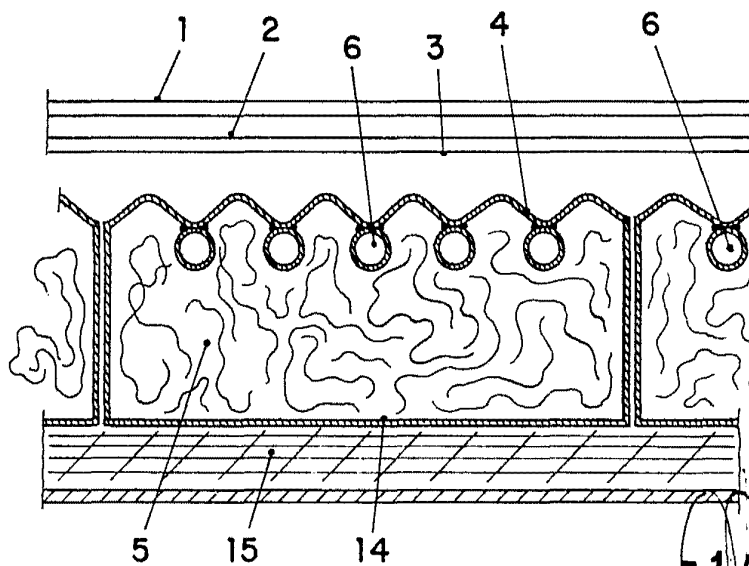


FIG. 2



MADRID,

P. A.

JULIO DE PABLOS

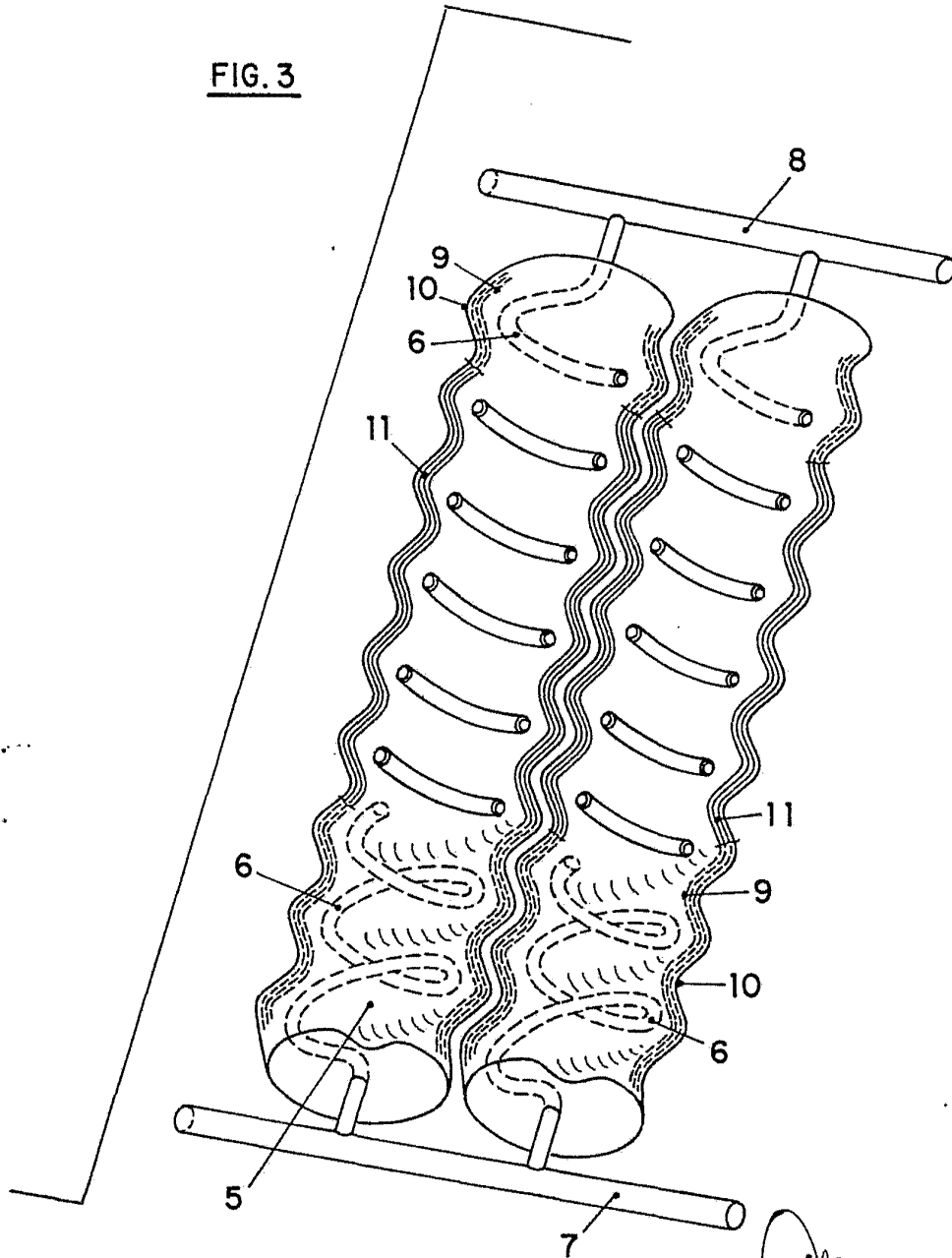
P. P.

1 AGO 1979

ESCALA VARIABLE

Ede.: Vicente Morillas

FIG. 3



MADRID, - 1 AGO. 1979  
P.A.

JULIO DE PABLOS  
P.E.

Fdo: Vicente Morillas

ESCALA VARIABLE