

①9



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



①1 Número de publicación: **1 074 806**

②1 Número de solicitud: U 201100023

⑤1 Int. Cl.:  
**A01G 25/00** (2006.01)  
**F24J 2/00** (2006.01)

①2

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

②2 Fecha de presentación: **12.01.2011**

④3 Fecha de publicación de la solicitud: **13.06.2011**

⑦1 Solicitante/s: **Alfredo Antonio de Castro**  
**c/ Corredera, 46 2º**  
**49800 Toro, Zamora, ES**  
**Alicia Manso Lorenzo**

⑦2 Inventor/es: **Castro, Alfredo Antonio de y**  
**Manso Lorenzo, Alicia**

⑦4 Agente: **No consta**

⑤4 Título: **Bombeo solar directo para métodos de riego con presión y caudal constantes.**

ES 1 074 806 U

## DESCRIPCIÓN

Bombeo solar directo para métodos de riego con presión y caudal constantes.

### Objeto de la invención

El presente Modelo de Utilidad se refiere a un “Bombeo solar directo para métodos de riego con presión y caudal constantes”, el cual mejora notablemente el estado anterior de la técnica en el campo del aprovechamiento de la energía solar mediante paneles fotovoltaicos para el bombeo de agua destinada al riego.

### Antecedentes de la invención

Los sistemas existentes hasta el momento consisten en la conexión de los módulos fotovoltaicos a la bomba de extracción que produce el bombeo del agua durante las horas de sol. El caudal del bombeo solar directo en este caso no es constante ya que la irradiación es variable en función de las horas del día o de los fenómenos meteorológicos, por tanto, para poder obtener un caudal y una presión constante se almacena el agua requerida por el cultivo para un día de riego, principalmente de dos formas:

A) Mediante depósitos elevados donde la altura de la caída del agua aporta la presión necesaria.

B) Mediante balsas desde donde con una segunda bomba alimentada por fuentes de energía convencionales se consigue la presión mencionada.

Ambos sistemas presentan una serie de inconvenientes provocados principalmente por la necesidad de almacenamiento de ingentes cantidades de agua, esto limita su aplicación a pequeñas superficies de cultivo, y a la utilización de aspersores que requieren poca presión debido a los metros de altura a los que habría que situar el depósito elevado. Podría sumarse también en el caso de las balsas, el coste de movimiento de tierra, nivelación, aislamiento etc. así como la pérdida de una parte importante de la tierra de cultivo ya que la balsa debe estar lo más cerca posible de la superficie a regar para evitar pérdidas de presión, sin olvidarnos del consumo de la segunda bomba encargada de proporcionar presión al agua embalsada.

### Descripción de la invención

El “Bombeo solar directo para métodos de riego con presión y caudal constantes” da solución a los inconvenientes anteriormente descritos, ya que consigue mediante la captación solar con módulos fotovoltaicos extraer el agua de riego con una bomba principal y aportarle a ésta la presión requerida por los sistemas de riego existentes mediante una bomba/as elevadora/s de presión utilizando solamente un depósito auxiliar para almacenar una cantidad de agua similar a lo que serían entre dos y diez minutos del caudal de la bomba elevadora de presión, con el fin de regular las variaciones de caudal de la bomba de extracción. Los motores de ambas bombas están alimentados por variadores de frecuencia y estos a su vez alimentados desde los paneles fotovoltaicos.

Todo el sistema está gobernado por un autómata que capta información de la radiación solar recibida en cada instante por los módulos fotovoltaicos, las tensiones y corrientes de los módulos, la temperatura del módulo y el agua que contiene el depósito. Con estos datos recibidos por el autómata y según la configuración de su programación arrancará los variadores de frecuencia adecuados para cada situación de radiación solar.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra el esquema eléctrico de fuerza donde se representan los módulos fotovoltaicos (1), variadores de frecuencia (2, 3, 4), motor de la bomba de extracción (5), motor de la bomba elevadora de presión (6) y posibles bombas y motores auxiliares opcionales (7).

La figura 2 representa el sistema hidráulico formado por una bomba principal o de extracción con válvula anti-retorno (8), un depósito (9), sondas de nivel de llenado: indicador de depósito vacío (10), depósito lleno (11) y sonda de seguridad (12), bomba elevadora de presión (13), una válvula de paso (14).

La figura 3 representa el sistema eléctrico de control. Sensor de tensión y corriente de los módulos (15), sonda de radiación (16), la sonda de temperatura del módulo fotovoltaico (17), las sondas instaladas en el depósito de agua (10,11,12), autómata o PLC (18), variadores de frecuencia (2, 3, 4) y motores de las bombas o auxiliares (5, 6, 7).

La figura 4 representa el sistema completo, con los módulos fotovoltaicos (1), variadores de frecuencia (2, 3, 4), bombas (8,13), depósito (9), sensores de nivel (10, 11, 12), válvula de paso (14), sonda radiación (15), sensores de corriente y tensión de los módulos (16), sonda de temperatura de los módulos (17), y PLC (18).

### Exposición detallada de un modo de realización de la invención

A la vista de las anteriores figuras se puede ver que será necesaria una bomba de extracción (8) que nos aporte el caudal diario necesario para la aplicación elegida, que dependerá del tipo de cultivo y de su extensión. Para ello se tendrán en cuenta las horas solares pico con las que contamos en el lugar de localización de la instalación, restándoles unas pérdidas que dependerán del mes del año. Dichas pérdidas estiman que cantidad de radiación no se puede aprovechar por el sistema, ya que será necesaria una potencia mínima, y como consecuencia una frecuencia mínima que permita a la bomba principal sacar el agua del pozo hasta la superficie.

Sabiendo la cantidad de horas solares netas, una vez restadas las pérdidas, escogeremos una bomba de extracción (8) capaz de sacar el agua necesaria diaria en esas horas solares netas.

Para la elección de la bomba adecuada tendremos que escoger una que para el punto de trabajo caudal/altura a la frecuencia nominal esté trabajando ligeramente a la derecha del punto de máximo rendimiento.

Esto es así porque ese rendimiento nos lo da el fabricante a la frecuencia nominal de la bomba, pero dado que vamos a trabajar con frecuencias normalmente algo inferiores a la nominal, el rendimiento varía y para maximizar el rendimiento medio entre las frecuencias en las que vamos a trabajar tenemos que elegir la bomba con el rendimiento situado como se ha explicado.

El depósito (9) se dimensionará de un tamaño que pueda almacenar entre dos y diez minutos del caudal de la bomba elevadora de presión (13).

La bomba elevadora de presión (13) estará dimensionada para que tenga un caudal mayor que el máximo que nos puede dar la bomba de extracción (8) y también se tendrá en cuenta el caudal necesario para el sistema de riego, debiendo de proporcionar dicho caudal.

Debido a la diferencia de caudales de ambas bombas, este sistema funciona por intervalos de tiempo, una vez se llena el depósito (9), el sensor de nivel (11) le informará al autómatas o PLC (18) y este hará que empiece a funcionar la bomba elevadora de presión (13). La duración de este intervalo depende de la diferencia de caudales de las dos bombas para la radiación de cada momento, pero como mínimo durará el tiempo que tarda en vaciar el depósito (9) la bomba elevadora de presión (13) sin que la otra bomba (8) aporte caudal ninguno.

Una vez vacío el depósito, el sensor (10) informará al autómatas o PLC (18) que hará que pare la bomba elevadora de presión.

El sensor de seguridad (12) hará que si falla el sensor que indica que el depósito está lleno (11) se pare la bomba de extracción (8).

La suma de potencia que consume cada una de las bombas en el punto de trabajo, teniendo en cuenta el rendimiento de los variadores de frecuencia y el rendimiento de los paneles (1), que será menor si estos trabajan a temperaturas mayores a 252 será la potencia necesaria de paneles solares (1).

Para grandes potencias (>15 KW) es recomendable, tanto por coste de materiales como para evitar pérdidas en el cableado trabajar con bombas de 400 Vac entre fases. Para potencias menores se puede trabajar indistintamente con bombas de 230 Vac o 400 Vac.

Para potencias de menos de 3 KW existen variadores con entrada monofásica 230 V, salida trifásica 230 V que disponen de mayores condensadores en su bus de CC, estos se utilizarán preferiblemente para estas potencias ya que mantendrán mejor la tensión de los paneles fotovoltaicos.

Internamente, un variador transforma la alimentación alterna de entrada, ya sea monofásica o trifásica en continua.

Esta tensión de continua una vez filtrada tendrá un valor igual a la tensión de pico de la corriente alterna, es decir que para entradas de 230 Vac la tensión en el bus de continua es de 325 Vcc y para entradas de 400 Vac la tensión del bus de continua es de 566 V.

La tensión de los paneles (1) en su punto de máxima potencia, para la temperatura media de trabajo de los paneles (1) (aproximadamente 50°, ya que esta es mayor que la Tª ambiente) deberá de ser aproximadamente 325 Vcc para bombas y variadores de 230 Vac y de 566 Vcc para bombas y variadores de 400 Vac.

Estos valores pueden variar aproximadamente un +/- 15% sin que el funcionamiento del variador o la bomba se vea afectado.

La tensión en circuito abierto de paneles será siempre inferior a la tensión máxima que puede soportar el variador, unos 400 Vcc para variadores de 230 Vac y 800 Vcc para variadores de 400 Vac

Con estos datos se calcularán el número óptimo de

paneles en serie para obtener las tensiones requeridas.

La mayoría de los variadores de frecuencia disponen de un control PID, que será necesario para el correcto funcionamiento del sistema.

Dicho control PID sólo se utilizará para el variador de la bomba de extracción (2) y este será el encargado de hacer funcionar todo el sistema a la tensión de máxima potencia de los paneles (1), regulando la frecuencia de éste y por consiguiente la velocidad de la bomba de extracción (8).

Se utilizará la tensión del bus de continua como realimentación del PID y como consigna la tensión de máxima potencia de los paneles, que puede ser:

A) Un valor fijo que minimice las pérdidas de energía captada por los módulos solares durante los meses de riego.

B) Un valor variable calculado en el autómatas o variador según los datos proporcionados por la sonda de temperatura del panel (17).

C) El valor real de Vmpp (Tensión de punto de máxima potencia) que calcula el autómatas o variador mediante un algoritmo MPP con los datos proporcionados por los sensores de tensión y corriente (16) de los módulos fotovoltaicos (15).

La utilización de un sistema u otro depende de las pérdidas de energía causadas por no estar trabajando los módulos fotovoltaicos en el punto de máxima potencia, que se puedan asumir, siendo aproximadamente para el modelo A) el 2% B) el 1% C) el 0%.

El autómatas o PLC (18) se encargará de arrancar una o las dos bombas según la radiación y por lo tanto potencia disponible.

En el caso de que el autómatas o PLC (18) ordene arrancar todos los variadores la tensión será regulada por el variador de la bomba de extracción (2).

Solo en el caso de que no esté arrancada la bomba de extracción (2), el resto de los variadores tendrán una tensión superior a la de máxima potencia de los paneles (1), por lo que harán trabajar los módulos fotovoltaicos (1) a una tensión distinta a la que maximiza su potencia de salida.

El efecto que tendría arrancar cualquier motor estando en funcionamiento la bomba de extracción (8) sería el mismo que una disminución de la potencia obtenida por los módulos fotovoltaicos, y para minimizar el impacto del arranque de dichos motores, sobre el control PID del variador de la bomba principal (2) el arranque y paro de la bomba elevadora de presión (13) y demás motores auxiliares deberá realizarse con una rampa de aceleración que permita minimizar dicho impacto.

La válvula (14) servirá para que no pase agua a través de la bomba secundaria (13), dicha válvula está comandada por el autómatas o PLC (18), pudiéndose sustituir por otra después de la bomba que abra a una determinada presión, sin necesidad de cableado desde el autómatas.

## REIVINDICACIONES

1. Bombeo solar directo para métodos de riego con presión y caudal constantes **caracterizado** por disponer de módulos fotovoltaicos para la captación de la radiación solar compuesto además por una bomba extractara, contando también con un depósito auxiliar de almacenamiento cuya capacidad será de unos minutos de caudal de la bomba o bombas elevadoras de presión que dispone de sensores de nivel. Este sistema dispondrá también de una bomba o bombas elevadoras de presión que cuenten con un caudal mayor al máximo de la bomba de extracción y de una válvula de paso o de apertura por presión que impida el paso de agua a través de la bomba elevadora de presión.

El sistema dispondrá de variadores de frecuencia para cada uno de los motores de las bombas, contando

preferiblemente con control PID integrado. Todo ello conectado a un autómata, PLC o sistema lógico equivalente que permita la programación adecuada requerida por el sistema, pudiendo estar éste incorporado dentro de los propios variadores de frecuencia. Dicho bombeo solar tendrá sondas de radiación y temperatura.

2. Bombeo solar según reivindicaciones anteriores contando con cualquier otro motor que opcionalmente quiera añadirse al sistema para el movimiento del sistema de riego con su correspondiente variador de frecuencia.

3. Bombeo solar según reivindicaciones anteriores contando con sondas de tensión y corriente de los módulos fotovoltaicos para la implementación de un algoritmo MPP.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

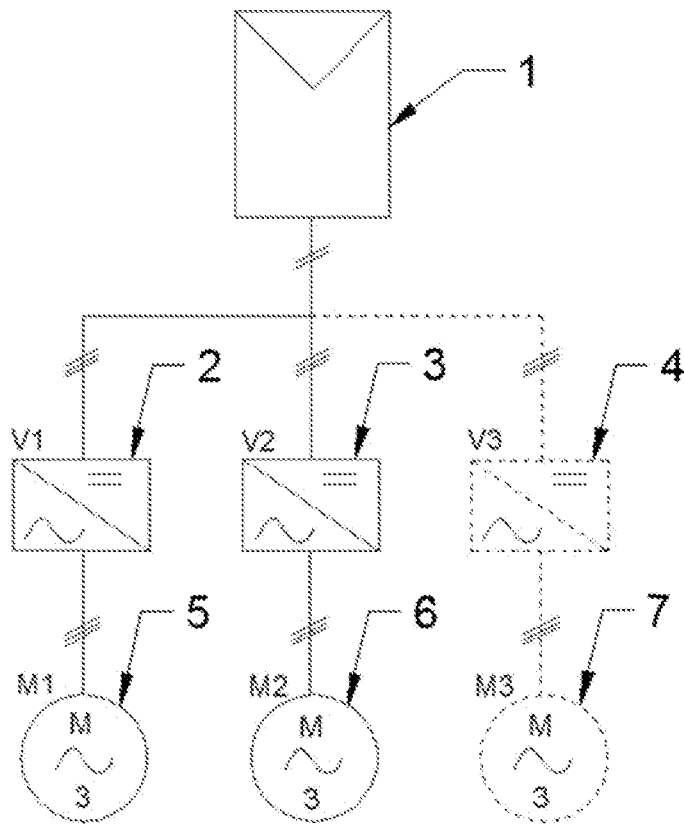


Fig. 2

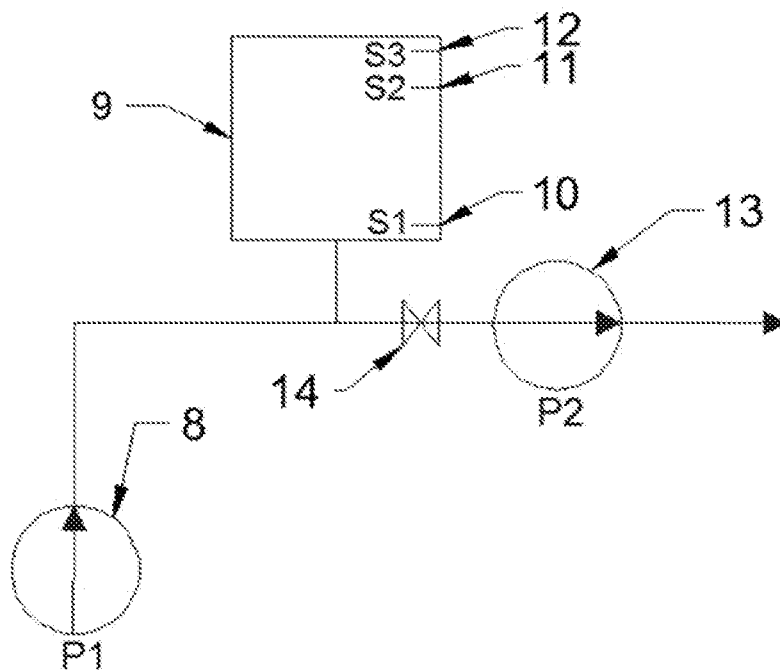


Fig. 3

