

BOMBA NEUMÁTICA EN PARALELO ALIMENTADA CON ENERGÍA SOLAR, PARA RIEGO EN INVERNADERO

Rodrigo V¹. , J¹. Carletto, G¹. Rodrigo, M². Hellmers, A³. Fasulo, L². Medina

RESUMEN: Este trabajo presenta una nueva alternativa para el riego por goteo en invernáculo, para una plantación de tomate. El sistema está constituido por una bomba neumática doble, la cual es accionada mediante paneles fotovoltaicos. El sistema, bomba neumática y paneles fotovoltaicos, propone una alternativa a las técnicas actuales constituidas por una bomba eléctrica convencional. La principal ventaja del sistema expuesto radica en su bajo costo de mantenimiento y factibilidad de instalación en sectores desprovistos de energía eléctrica convencional. Se presentan los cálculos teóricos de la bomba y sistema fotovoltaico, para alimentar un sistema de riego por goteo con 3600 goteros, y también los resultados experimentales obtenidos. Por sus características, materiales comunes y tecnología sencilla, se concluye que esta alternativa al riego por goteo con bomba neumática podría ser una posibilidad ideal para lugares con sistemas de energía convencional distante.

PALABRAS CLAVES: Riego, Agua, Bomba Neumática, Paneles Fotovoltaicos.

ABSTRACT: A new alternative to low pressure irrigation system into a green house with tomatoes plants is presented in this study. The system consist of a double pneumatic pump, which works with photovoltaic panels. This system: the pneumatic pump, and the photovoltaic panels are considered as an alternative to the current systems that are made up of a electrical pump. The main advantage of the system proposed is its low maintenance cost, and its installation in those areas far away from conventional power systems. The pump and photovoltaic systems theoretical calculus are shown in this study considering a low pressure irrigation system with 3600 droppers. The pump ans photovoltaic system experimental results are shown in this study too. As far as its characteristics, common materials and simple technology of the device are concerned, it can be concluded that this alternative to low pressure irrigation system, with pneumatic pump could be an ideal possibility to areas far away from conventional energy.

KEY WORDS: irrigation, water, pneumatic pump, photovoltaic panels.

INTRODUCCIÓN

Los Riegos Localizados de Alta Frecuencia, incluyen entre otros el riego por goteo, un sistema mecanizado a presión, que permite aplicar agua gota a gota sobre la superficie del suelo en el que se desarrolla el sistema radicular de la planta produciendo un humedecimiento limitado y localizado. (Pizarro F. 1996.) El agua se vierte en pequeños volúmenes por unidad de tiempo y a baja presión mediante emisores o goteros insertados en una tubería lateral de distribución, los cuales son absorbidos por las raíces de la planta, aprovechándose prácticamente en su totalidad. Este sistema impide que se forme un ambiente húmedo y el humedecimiento del follaje, como ocurre en otros sistemas de riego, disminuyendo así las condiciones propicias para el desarrollo de enfermedades. No requiere actividades especiales para la preparación del terreno, ofreciendo especiales ventajas para su uso en zonas que dispongan de bajos caudales de agua.

Además del ahorro de agua, una alta permanencia de humedad en el suelo con la consiguiente dilución de sales permite el uso de aguas de baja calidad, y admite la aplicación de fertilizantes conjuntamente con el riego (fertirrigación). De esta manera se logran otras ventajas como la disminución de mano de obra y de consumo de productos, ya que brinda la posibilidad de fraccionamiento del abonado para adecuar los fertilizantes a las distintas necesidades nutritivas a lo largo del ciclo del cultivo, además de una mejor asimilación de los mismos.

El goteo se adapta a suelos marginales, ya sea muy o muy poco permeables, y con mucha pendiente. Mejora la calidad de los productos por mantener seco el follaje, ventajas éstas que se traducen en capacidad de usar zonas poco productivas y también en mayores rendimientos del cultivo.

- (1) Laboratorio de Energías Alternativas - Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico-Sociales, Universidad Nacional de San Luis - 25 de Mayo 384, (5730) Villa Mercedes, San Luis. E-mail: rodrigo@fices.unsl.edu.ar – jcarlet@fices.unsl.edu.ar – rodrigog@fices.unsl.edu.ar
- (2) Hidrología Agrícola - Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico-Sociales, Universidad Nacional de San Luis - 25 de Mayo 384, (5730) Villa Mercedes, San Luis. E-mail: made@fices.unsl.edu.ar
- (3) Laboratorio de Energía Solar – Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales – Universidad Nacional de San Luis. E- mail: afasulo@unsl.edu.ar

La eficiencias de aplicación son muy altas (90 a 95%) sensiblemente mayores que las obtenidas con métodos convencionales, los que se basan además en la aplicación de grandes volúmenes, añadiendo un valor agregado importante en zonas de poca disponibilidad del recurso.

Se plantea como objetivo en este trabajo, la realización de los cálculos teórico - prácticos para lograr el riego por goteo en un invernadero modelo de 40 mts de longitud por 18 mts. de ancho, con plantación de tomate, contando con un total de 3600 emisores. Para lograr los valores de caudal y presión necesarios, se utilizará una bomba neumática doble, accionada mediante paneles fotovoltaicos. Dichos paneles almacenaran energía en un banco de baterías, la cual alimentará el compresor de aire para accionar la bomba durante una hora cada dos días, tiempo este necesario para el riego de una plantación de tomate.

DISEÑO DEL SISTEMA DE RIEGO

Funcionamiento de la bomba neumática

Básicamente consiste en asociar dos cámaras en paralelo (Figura 1), de manera que cuando una cámara se halle en la etapa de carga la otra esté en la etapa de descarga y viceversa. De esta manera se logro obtener un caudal de agua continuo, y por ende un mayor caudal, comparado con una sola cámara en el mismo periodo de tiempo.

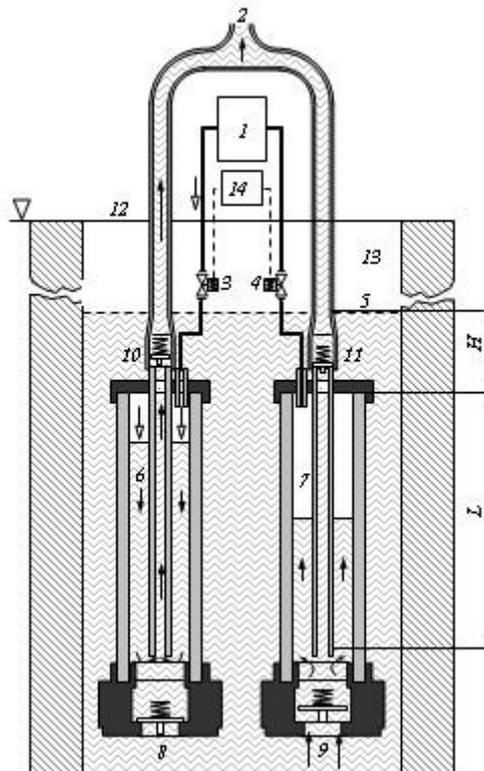


Figura 1: Esquema de armado y funcionamiento de la bomba neumática en paralelo. (1) fuente de aire comprimido; (2) salida de agua; (3) electroválvula ev1; (4) electroválvula ev2; (5) nivel de agua; (6) cámara c1; (7) cámara c2; (8) válvula de retención tr1-1; (9) válvula de retención tr1-2; (10) válvula de retención tr2-1; (11) válvula de retención tr2-2; (12) nivel del suelo; (13) perforación; (14) control automático (ctlp) de la electroválvula ab

Las dos cámaras del sistema mostrado en la Figura 1, C1 (6) y C2 (7) están en paralelo sumergidas en el agua, comunicadas entre sí por la tubería de expulsión de agua a la superficie a través de dos válvulas de retención (en las salidas de cada cámara, TR2-1 (10) y TR2-2 (11)) y un accesorio "T" que une ambas salidas. Cada una de las cámaras se carga de agua independientemente por medio de una válvula de retención TR1-1 (8) y TR1-2 (9) que deja ingresar agua y una vez equilibrados los niveles se cierran automáticamente. La posición de ambas cámaras con respecto al nivel estático del agua deberá ser superior a dos metros para garantizar un tiempo de carga menor a un segundo.

El tiempo de descarga o de impulsión del agua a la superficie, tiene que ser igual en ambas cámaras e igual al tiempo de llenado para garantizar el caudal continuo, pero en gran parte la expulsión del agua de las cámaras, dependen de la presión que se le imponga a cada una de las mismas a través de las electroválvulas EV1 (3) y EV2 (4).

Requerimientos de caudal y presión de agua

El sistema consta de 3600 goteros, cuyo consumo de agua es de 1 litro por hora por unidad, realizando un cálculo simple tenemos un total de 3600 litros por hora necesarios para el riego de la plantación en estudio.

La presión necesaria en el gotero es de $0,6 \text{ Kg/cm}^2$, a esto se le debe sumar 2 Kg/cm^2 de presión necesarios para los tres filtros de malla que contiene el sistema, y por último se consideran $0,4 \text{ Kg/cm}^2$ por pérdidas locales, lo que nos da un total de 3 Kg/cm^2 , necesarios para el funcionamiento del sistema.

Características de la bomba para el sistema en estudio

En función de lo requerido de caudal y presión, se determina mediante ensayos las características de la bomba neumática.

Para lograr un caudal de 3600 litros hora, se necesitarán cámaras de 50 cm^3 de capacidad sumergidas a una profundidad mínima de 2 metros con respecto al nivel estático. Los tiempos de carga y descarga de las cámaras bajo estas condiciones serán de 0.7 segundos lo que hace un total de 1.4 segundos entre carga y descarga por cámara.

Sistema Fotovoltaico

Se determino también por ensayo el consumo de energía eléctrica del sistema considerando el caudal necesario, lo que arrojó un valor de 1872 watts por hora.

La generación de energía eléctrica es obtenida mediante la utilización de 4 paneles fotovoltaicos de 120 Wp, calculados en función del consumo estimado. Los paneles a través de un regulador de voltaje almacenan energía en un banco formado por cuatro baterías de 12 voltios 200 amperes c/u, conectadas en 24 voltios. Este banco conectado a un convertidor de tensión (24 VCC/220 VCA – 2,5 KW) energiza a un compresor de aire comprimido y al controlador de tiempos lógico programable (CTLP) el cual comanda las electroválvulas de aire comprimido de apertura y cierre.

Para el diseño del sistema fotovoltaico se utilizaron los datos obtenidos de los recursos solares para esta región del país (V. Mercedes - San Luis), los que fueron determinados mediante un pyranómetro además de correlaciones matemáticas y la base de datos de radiación global disponibles para la zona. En la Figura 2 se representa el sistema completo de la alternativa propuesta.

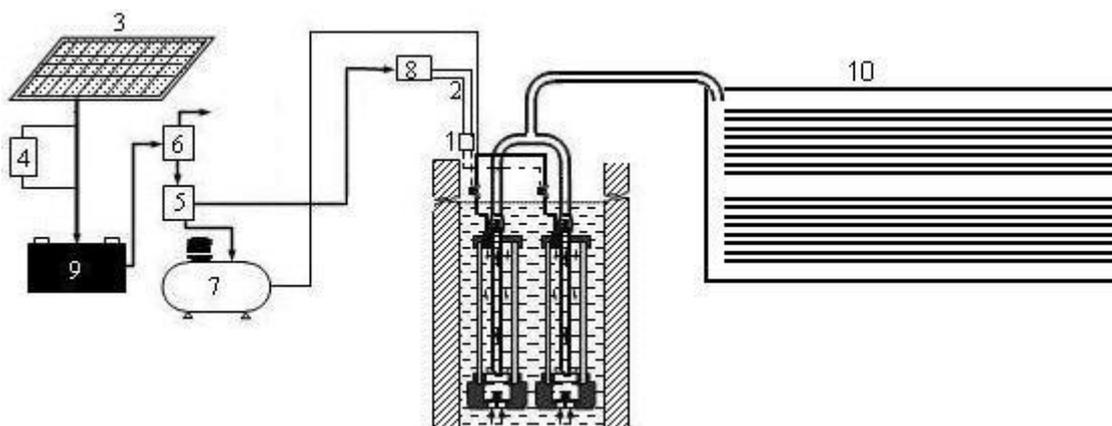


Figura 2: . Esquema completo para sistema de riego por goteo utilizando energía solar.

Donde: (1) electroválvulas de aire comprimido; (2) circuito eléctrico de comando de electroválvulas; (3) paneles solares, (4) regulador de voltaje; (5) inversor de corriente CC/AC; (6) tablero eléctrico; (7) compresor de aire; (8) controlador de tiempo (CTLP); (9) baterías; (10) Sistema de goteros en invernáculo.

CONCLUSIONES

La principal ventaja del sistema de riego por goteo con la bomba neumática en paralelo alimentada por energía solar, consiste en una alternativa ideal para áreas desprovistas de energía eléctrica convencional. El sistema de bombeo presenta una ventaja importante con respecto a los tradicionales al no tener partes complejas o móviles sumergidas, salvo las válvulas de retención. Su parte más compleja es el compresor que está ubicado a nivel del suelo, por lo cual es muy accesible para su mantenimiento. Su estructura es muy simple y se adapta a cualquier tipo de perforación o pozo abierto, y su funcionamiento es sencillo. La primera y principal conclusión de los ensayos es que la bomba en su conjunto funciona correctamente en todas sus partes, de acuerdo a lo previsto. Por

último, el sistema de bombeo y alimentación fotovoltaica, presenta una alternativa versátil de aplicación para diversos cultivos.

BIBLIOGRAFIA

Mataix C. 1978. Mecánica de los fluidos y máquinas hidráulicas. Harper & Row Publishers Inc.

Fasulo, A., Torres A. y Ribotta S. 2002. "The solar potencial of the west centre argentinian". World Renewable Energy Congress VII – WREN / Cologne, GERMANY

Duffie and Beckman 1991. Solar engineering of thermal processes

Muhammad Iqbal. 1983. An Introduction to Solar Radiation.

Rodrigo V., DiGennaro J., Monasterolo R. y Ribotta S. 2002. "Alternative extract water through solar energy". World Renewable Energy Congress VII – WREN / Cologne, GERMANY

Rodrigo V., DiGennaro J., Monasterolo R. y Ribotta S. 2000. "Bomba de aire comprimido accionada con energía solar". 9º Congreso Chileno de Ingeniería Mecánica (COCIM) / IV Congreso Nacional de Energía (CONAE) / Chile

Duffie and Beckman. 1991 - Solar engineering of thermal processes

Pizarro F. 1996. 3º Edición. Riegos Localizados de Alta Frecuencia. Goteo. Microaspersión. Exudación. Ediciones Mundi-Prensa.