

RIEGO DE UN INVERNADERO CON BOMBA NEUMÁTICA EN PARALELO, ALIMENTADA CON ENERGÍA SOLAR

Victor Rodrigo, Javier Carletto, Gonzalo Rodrigo, María Hellmers, Amilcar Fasulo

Laboratorio de Energías Alternativas – Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales
Avda. 25 de Mayo 384 7530 Villa Mercedes - San Luis - Argentina
Fax: 054 2657 434545 - e-mail: rodrigo@fices.unsl.edu.ar – jcarlet@fices.unsl.edu.ar

RESUMEN: Una nueva alternativa para el riego por goteo de un invernadero de plantación de tomate es presentado en este trabajo. 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. Presentamos los cálculos teóricos de la bomba y sistema fotovoltaico, para alimentar un sistema de riego por goteo con 3600 aspersores. Se presenta también los resultados experimentales obtenidos para la bomba y sistema fotovoltaico. Por sus características, materiales comunes, 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, it work 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 the possibility of install de system 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 sprinklers. 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, whith 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 como el riego por goteo incluyen entre sus ventajas, el ahorro de agua, una alta permanencia de humedad en el suelo con la consiguiente dilución de sales, lo que 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, de consumo de productos y 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, estas ventajas se traducen en capacidad de uso para zonas poco productivas y también en mayores rendimientos del cultivo. 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 goteros. Para lograr los valores de caudal y presión necesarios, se utiliza una bomba neumática doble, accionada mediante paneles fotovoltaicos. Dichos paneles almacenan energía en un banco de baterías, la cual alimenta 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 logra obtener un caudal de agua continuo, y por ende un mayor caudal, comparado con una sola cámara en el mismo periodo de tiempo. 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).

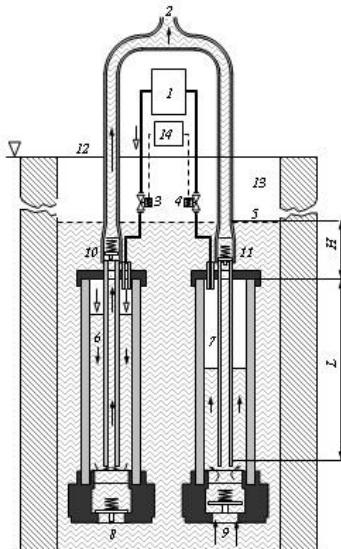


Figura 1: Esquema de armado y funcionamiento de la bomba neumática en paralelo. (1) fuente de aire comprimido; (2) salida de agua; (3) electroválvula ev1; (4) electroválvula ev2; (5) nivel de agua; (6) cámara c1; (7) cámara c2; (8) válvula de retención tr1-1; (9) válvula de retención tr1-2; (10) válvula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

Requerimientos de caudal y presión de agua. El sistema consta de 3600 goteros, cuyo consumo de agua es de 1 litro por hora por gotero, realizando un cálculo simple tenemos un total de $3,60 \text{ m}^3$ por hora necesarios para el riego de la plantación en estudio. La presión necesaria en el gotero es de $58,86 \times 10^3 \text{ Pa}$, a esto se le debe sumar $196,20 \times 10^3 \text{ Pa}$ de presión necesarios para los tres filtros de malla que contiene el sistema, y por último se consideran $39,24 \times 10^3 \text{ Pa}$ por pérdidas locales, lo que nos da un total de $294,30 \times 10^3 \text{ Pa}$, 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 $3,60 \text{ m}^3$ 3600 litros hora, se necesitarán cámaras de $5 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ 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 conversor 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.

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. 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 en otros sistemas de riego.

BIBLIOGRAFIA

- Duffie and Beckman (1991) - Solar engineering of thermal processes
- Mataix C. (1978) – Mecánica de los fluidos y máquinas hidráulicas – Harper & Row Publishers Inc.
- Muhammad Iqbal (1983) – An Introduction to Solar Radiation.
- Rodrigo V., DiGennaro J., Monasterolo R. y Ribotta S. (2002) World Renewable Energy Congress VII – WREN / Cologne, GERMANY – “Alternative extract water through solar energy”
- Rodrigo V., DiGennaro J., Monasterolo R. y Ribotta S. (2000) 9º Congreso Chileno de Ingeniería Mecánica (COCIM) / IV Congreso Nacional de Energía (CONAE) / Chile “Bomba de aire comprimido accionada con energía solar”.
- Pizarro F. (1996) 3º Edición. Riegos Localizados de Alta Frecuencia. Goteo. Microaspersión. Exudación. Ediciones Mundi-Prensa.