



SIMULACIÓN DEL RENDIMIENTO DE UNA PLANTA DE ÓSMOSIS INVERSA PARA PURIFICAR AGUA DE MAR CON BOMBA DE POTENCIA VARIABLE ACOPLADA A DISTINTOS ARREGLOS FOTOVOLTAICOS

Ing. Andrea Quesney Gámez y Dr. Rafael Enrique Cabanillas López

Departamento de Ingeniería Química, División de Ingeniería, Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas y Rosales SN, Centro, C.P. 83000 Hermosillo, Sonora, México.
+52 (662) 131 2479, aquesney@gmail.com

Dr. Germán Eduardo Dévora Isiordia

Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818 sur, Centro, C.P. 85000, Ciudad Obregón, Sonora, México, +52 (644) 222 3277, german.devora@itson.edu.mx

RESUMEN

En este trabajo se simula la producción de agua potable de una planta desalinizadora de agua de mar energizada directamente por un sistema solar fotovoltaico (SFV) sin baterías, funcionando intermitentemente y con variaciones de potencia eléctrica a lo largo del día. Dado el avance en el control electrónico y el desarrollo de más eficientes motores de imanes permanentes, actualmente en forma comercial se puede conseguir el conjunto motor-bomba de potencia variable que pueden ser acoplados a una planta de ósmosis inversa (OI) para ofrecer altas presiones y producir agua para consumo humano o industrial de calidad.

Con información técnica de un motor-bomba se logró obtener una expresión matemática para la simulación de la operación de este, bajo diferentes potencias eléctricas que caracterizan a un SFV durante su funcionamiento diario. Así mismo se obtuvo un conjunto de expresiones matemáticas que representan el funcionamiento de la planta de OI. Integrándolas y utilizando información del año típico meteorológico para Ciudad Obregón, Sonora, se efectuó una simulación anual de la producción de agua potable de una planta de OI solamente abastecida por un SFV. De igual manera, se llevó a cabo un análisis trimestral a lo largo del año.

La simulación se realizó para tres configuraciones principales de los módulos del SFV: fijos, con seguimiento solar en un eje y con seguimiento en dos ejes. Se encontró, como era de esperarse, que los módulos con seguimiento en dos ejes y en un eje obtienen una producción 39% y 19% mayor que los fijos con orientación al sur, además de que ofrecen una menor variación de la potencia entregada durante el día, lo que mejora el desempeño del sistema en su conjunto y, reducen las posibilidades de fallo y de mantenimiento del equipo. Además, la simulación muestra que una gran cantidad de energía que se desperdicia a medio día (porque no se cuenta con baterías), cuando se trata de igualar la producción de agua con paneles fijos a los con seguimiento. Buscando evitar la inversión inicial y el mantenimiento que representa instalar y operar los sistemas de seguimiento solar, pero al mismo tiempo, tener las ventajas de estos logrando una distribución más uniforme de la potencia eléctrica entregada por la planta solar, se exploró el efecto de contar con un arreglo de paneles fijos, pero con diferentes orientaciones. Los nuevos optimizadores de potencia de módulos fotovoltaicos permiten distribuir la potencia de forma más conveniente para mantener la máxima potencia de salida del arreglo fotovoltaico. Si bien se aumentó el número de módulos fijos (con una relación 2.5 a 3.1), con tres orientaciones distintas, sin embargo, se logra suministrar lo mismo que un sistema de seguimiento en un eje, emulando en forma muy parecida la producción de potencia eléctrica a lo largo del día y sin el inconveniente del costo inicial y del mantenimiento inherente de estos sistemas móviles.

ABSTRACT

This paper shows the results of a simulation of the production of drinking water from a seawater desalination plant powered directly by a solar photovoltaic system (PVS) without batteries, operating intermittently and with variations in electric power throughout the day. Given the advances in electronic control and the development of more efficient permanent magnet motors, nowadays a variable-power motor-



pump assembly can be commercially obtained to be coupled to a reverse osmosis plant (RO) to offer high pressures and produce quality water for human and industrial consumption. An annual trimestral analysis was also performed.

With the technical information of a motor-pump, it was possible to obtain a mathematical expression for the simulation of its operation under different electric power that characterizes an PVS during its daily operation. Likewise, a set of expressions representing the operation of the RO plant was obtained. By integrating them and using information from the typical meteorological year for Ciudad Obregon, Sonora, an annual simulation of the production of drinking water from a RO plant only supplied by a PVS was carried out.

The simulation was performed for various configurations of the PVS modules: fixed, with solar tracking in one axis and in two axes. It was found that the modules with tracking in two axes and in one axis have a higher production in 39% and 19% than those with a south orientation, in addition to offering less variation in the power delivered during the day, which improves the total system performance and reduce the chances of equipment failure and maintenance. Additionally, the simulation shows that a large amount of energy is wasted in the middle of the day (because there are no batteries), when it comes to matching the water production with fixed panels to those with tracking systems. Seeking to avoid the initial investment and maintenance that involves installing and operating solar tracking systems, but at the same time, having the advantages of these by achieving a more uniform distribution of the electrical power delivered by the solar plant, the effect of using fixed panel arrangements but with different orientations, was explored. The new photovoltaic module power optimizers allow the power to be distributed more conveniently to maintain the maximum output power of the photovoltaic array. Although the number of fixed modules with three different orientations was increased (with a ratio of 2.5 to 3.1), it is possible to supply the same as a tracking system on an axis, emulating electrical power production in a very similar way throughout the day and without the downside of initial cost and inherent maintenance of these mobile systems.