

# DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO, PARA ALIMENTAR DE FORMA AISLADA, A UNA PLANTA DESALINIZADORA DE AGUA DE MAR POR OSMOSIS INVERSA



Autor: Sergio Silva Quintana  
Tutores: Alejandro Ruiz García e Ignacio de la Nuez Pestana  
Curso: 2021/2022  
Grado: Ing. Electrónica Industrial y Automática



## Introducción

En los tiempos que actualmente estamos viviendo, hemos visto como nuestra dependencia de los combustibles fósiles debe desaparecer tarde o temprano, pues una subida en el precio de estos como hemos visto en los últimos meses supone, por tanto, una subida en el coste de la vida (coche, luz, materiales...) que es insostenible a largo plazo [1]. Esta problemática unida a la escasez de lluvias que se estaba teniendo a principios de año, agravaron aún más la situación en algunas localidades españolas, sin agua y con un precio desorbitado en el combustible; les era imposible seguir con las actividades agrícolas que venían desarrollando desde hace años. Por lo que una crisis, que en un inicio comenzaría como "crisis energética", acabaría generando a su vez una "crisis alimentaria o de recursos", cuyas repercusiones serían peores [2]. En la línea de intentar solventar este problema en Canarias, se ha planteado este proyecto; ya que en Canarias al igual que en el resto del mundo la mayor masa de agua con la que contamos es la de agua salada y al ser territorio insular tenemos un acceso más fácil a esta [3]. Este proyecto, por un lado, solventa el problema energético, haciendo uso de fuentes renovables de energía como es la solar, que en España es uno de los recursos más abundantes y seguros; por otro lado, solventa el problema de la escasez de agua, aprovechando que España es uno de los países punteros en la investigación y desarrollo de plantas desaladoras [4].

## Objetivos

En el intento de evitar la emisión de más gases de efecto invernadero a la atmósfera, el objetivo de este proyecto es el diseño de una planta FV, para alimentar de forma aislada, a una planta de OI de agua de mar. Siendo la ubicación del mismo en la localidad de Mogán, Urb. Playa de Tauro, Solar N.º 15

Con el fin de conseguir una instalación lo más rentable y medioambientalmente sostenible, se analiza el emplazamiento más adecuado y su accesibilidad, todo ello en función de los parámetros básicos necesarios para que afecten lo mínimo posible al entorno que la rodea. Con la construcción de la instalación se pretende alcanzar cuatro objetivos bien definidos:

- Fomentar la energía solar fotovoltaica como fuente alternativa de producción de energía.
- Disminuir la emisión de gases de efecto invernadero en la generación de energía eléctrica.
- Dotar de nuevo punto de abastecimiento de aguas para usos industriales y consumo de población las zonas cercanas.
- Finalizar los estudios en el Grado de Ing. Electrónica Industrial y Automática.

## Metodología de Trabajo

### 1º Paso

Se realizó un estudio previo del funcionamiento y elementos necesarios en ambas plantas (FV y OI).

### 2º Paso

Se obtienen los elementos de membrana y se obtienen los consumos (kWh) que tendrá la planta de OI.

### 3º Paso

Se obtienen los datos de irradiación para la ubicación seleccionada, mediante el PV-GIS, la placa fotovoltaica y mediante una aplicación (Curve-Fitting/Matlab) también obtenemos la curva de ajuste de la planta de OI (figura 1).

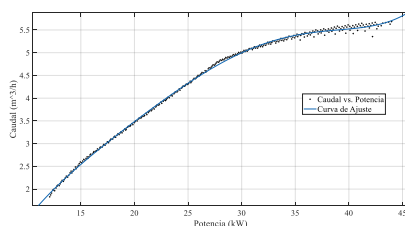


Figura 1. Curva de puntos de operación maximizados de la planta de OI para la membrana elegida.

### 4º Paso

Se realiza una simulación (Matlab) para seleccionar la superficie de paneles FV para cubrir las necesidades energéticas de la planta de OI (figura 2).

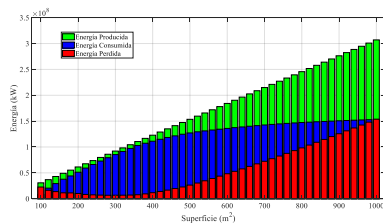


Figura 2. Energías anuales producidas por la planta FV considerando diferentes superficies.

### 5º Paso

Se selecciona una superficie, se calculan la orientación y la inclinación, para un mayor aprovechamiento de la energía. Además, calculan la distribución en serie y paralelo de las placas FV.

### 6º Paso

Con los datos del paso anterior, se realizará la selección del resto de elementos que compondrá nuestra planta de OI y FV.

### 7º Paso

Se dimensiona un sistema de baterías para aprovechar los excedentes del sistema de generación FV. Para ello, se realiza un segundo programa (Matlab), para dimensionar las baterías (figura 3).

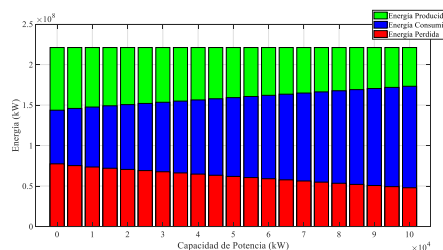


Figura 3. Energías anuales aprovechadas por la instalación de baterías considerando diferentes capacidades de almacenamiento.

### 8º Paso

Se selecciona la potencia de materias, el modelo y se llevará a cabo la distribución de las baterías para que pueda cubrir las necesidades de la planta de OI.

### 9º Paso

Se realiza una simulación (Matlab) para mejorar la producción de la planta de OI cuando funcione solo con la alimentación de las baterías.

### 10º Paso

Se realiza una simulación dinámica (Simulink) para comprender mejor el funcionamiento de la generación de energía y la transformación de la misma antes de llegar a la planta de OI (figura 4).

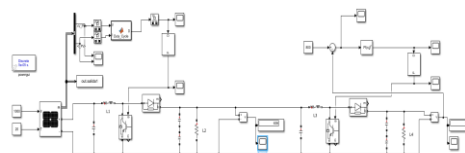


Figura 4. Simulación del circuito de generación de energía en las placas en inversor.

### 11º Paso

Finalmente, en este último paso, se realiza un presupuesto, incluyendo un estudio económico.

## Solución Adoptada

La solución que se ha decidido adoptar es realizar la instalación de la planta FV en el suelo de la ubicación seleccionada, abarcando una superficie entorno a los 1800 m<sup>2</sup>, debido a la superficie que deben ocupar las placas además de la distancia que se deben mantener entre las diferentes filas de las mismas.

La instalación de OI; teniendo en cuenta todos los elementos de la misma, funcionará cuando la potencia que le suministre la instalación FV se encuentre entre 12,09 kW y 44,12 kW.

En cuanto a la planta de FV, dimensionada para poder suministrar la energía suficiente a la planta de OI, estará compuesta de 445 placas solares, dispuestas en 89 filas en paralelo de 5 placas en serie, orientación sur con una inclinación de 28° y una distancia entre filas de 1.41m. Teniendo en cuenta el número de placas y el modelo elegido, la instalación tendrá 145,85 kW de potencia.

Además, para un mayor aprovechamiento de la energía generada se ha decidido la instalación de un grupo de baterías, en la cual se verterá la energía cuando esta sea inferior o superior a la que necesita la planta de OI para su funcionamiento. Esta instalación de baterías estará compuesta de 20 módulos de 5 baterías por módulo, dispuestas en 5 filas en paralelo de 4 módulos en serie.

| Planta FV                                |  |
|--|--|
| Potencia de la instalación (kW)          | 145,85   |
| Distribución de módulos                  | 445 totales; 5 serie x 89 paralelo                                   |
| Nº estructuras                           | 467  |
| Nº inversores                            | 1  |
| Potencia del inversor (kW)               | 60   |
| Nº baterías                              | 20 módulos de 5 baterías; 4 módulos en serie x 5 módulos en paralelo |
| Capacidad del banco de batería (kWh/día) | 69   |
| Potencia del conjunto de baterías (kW)   | 51,2   |

Tabla 1. Resumen de las soluciones adoptadas. Elementos seleccionados:

- Elemento de membrana : Toray TM800V-440
- Bomba de captación : PS 50-250/220 (Purity Pump )
- Bomba de alimentación : 3M 32-125/1.1 (Ebara Pumps)
- Bomba de alta presión : APP 16/1500- 180B3250 (Danfoss)
- Placa FV : SunPower PM096B00330 (AU Optronics)
- Estructura : SolarBlock de 28° (Pretensador Durán)
- Inversor : Huawei Solar SUN2000-60KTL-M0
- Baterías : BATTERY-BOX PREMIUM HVM 13.8 (BYD)

## Conclusiones

Podemos concluir con se cumple con el objetivo inicial, que demuestra la viabilidad técnica y económica de la generación de agua mediante Osmosis Inversa alimentada con energía fotovoltaica.

## Referencias

- [1] A. Turiet, Petrocalipsis: Crisis energética global y cómo (no) la vamos a solucionar. Editorial Alfabeto, 2020.
- [2] J. O. Cantos, A. M. Gil, and A. M. R. Amorós, "Diferentes percepciones de la sequía en España: adaptación, catastrofismo e intentos de corrección," Investigaciones Geográficas (España), no. 23, pp. 5-46, 2000.
- [3] F. B. de la Torre, "Los recursos hídricos en el mundo: cuantificación y distribución," Cuadernos de estrategia, no. 186, pp. 21-70, 2017.
- [4] M. Del, C. Cabrera, S. / Geóloga, and E. Custodio Gimena, "Hidrogeología y recursos hídricos en Gran Canaria," 2009.