

Motivación

Es sabido el gran alcance que está teniendo la energía renovable en estos años. Cuidar el medio ambiente es un asunto que pertenece a todos los seres humanos. El objetivo al que se llegó en el protocolo de Kyoto fue el de reducir las emisiones de dióxido de carbono. Unas de las medidas que se tomaron en el parlamento europeo fue la de que el 20 % de la producción de energía provenga de las energías renovables antes del 2020. Es una buena alternativa si consideramos que Europa no es independiente en cuanto a sus necesidades energéticas. Por tanto se pretende conseguir dos grandes beneficios: La independencia energética con respecto a otros países y la reducción en el riesgo de la volatilidad de los precios de los combustibles como el petróleo. Por tanto la energía fotovoltaica (energía renovable) tendrá una gran contribución al suministro eléctrico.

El coste de un sistema de generación de energía eléctrica fotovoltaico está asociado a la eficiencia total del sistema. Cuanto mayor sea esta eficiencia, menor será el tiempo en el que se recupera la inversión realizada. Por eso, para incrementar la eficiencia es importante fijar un seguidor de máxima potencia (maximum power point tracker-MPPT). La eficiencia total es definida como [1]:

$$\eta_{total} = \eta_{PV} \cdot \eta_{MPP_{track}} \cdot \eta_{inverter} \quad [1.1]$$

$$\eta_{total} = \text{Eficiencia total del sistema fotovoltaico}$$

$$\eta_{PV} = \text{Eficiencia de la placa solar.}$$

$$\eta_{inverter} = \text{Eficiencia del inversor fotovoltaico.}$$

$$\eta_{MPP_{track}} = \text{Eficiencia del seguidor de máxima potencia}$$

El punto de máxima potencia de un sistema fotovoltaico depende de la radiación solar y de la temperatura de la placa solar. Este es el motivo principal por el que es necesario un seguimiento del punto de máxima potencia constantemente. Por lo que mantendremos nuestra atención en este último punto.

El trabajo comenzará explicando algunos conceptos básicos sobre un sistema fotovoltaico. Un resumen sobre el principal conocimiento de los paneles solares y las ecuaciones que se utilizarán en programa de simulación son presentadas en esta primera parte.

Muchos algoritmos sobre el seguimiento del punto de máxima potencia han sido propuestos en las últimas investigaciones. Perturb and Observe algorithm, Incremental Conductance algorithm y Constant Voltage se suponen ser los mejores hasta ahora. Estos algoritmos han sido analizados en diferentes condiciones de irradiación sin una clara

organización en estas investigaciones. El proceso de simulación en este trabajo está representado claramente explicando todos los pasos que serán desarrollados en otras secciones.

Las eficiencias proporcionadas son dadas algunas veces en alta radiación y otras veces en baja radiación. Entonces podría preguntarse: ¿Alta radiación está siempre racionada con altas temperaturas? Un día de invierno totalmente descubierto en el sur de Europa no presentará altas temperaturas. Como los cambios en la temperatura son muy lentos (no por ello menos importantes) no son estudiados en profundidad en la bibliografía. Por lo tanto las simulaciones realizadas no tienen una estructura en conexión con la realidad. Los cambios de temperatura e irradiación son explicados aquí uno por uno. Esta sección es importante debido a que los algoritmos no se comportan de la misma forma en estos diferentes casos. Por tanto se pensó cuidadosamente en las condiciones de temperatura e irradiación elegidas. Todos estos casos son llamados con una letra clave para localizarlos rápidamente.

Las ventajas y desventajas son difíciles de extraer de la bibliografía debido a la estructura poco organizada que fue nombrada anteriormente. Este trabajo analizará en profundidad los algoritmos Perturb and Observe, Incremental Conductance y Constant Voltage con algunos nuevos cambios lo que los hace diferentes (por ejemplo, una aproximación de el Incremental Conductance y el Constant Voltage son analizados aquí en el Flexible Area Algorithm consiguiendo una estructura más robusta). También será analizado otro nuevo, el Newton Raphson algorithm basado en un método numérico de Newton Rapshon (rápida convergencia en ecuaciones no lineales los hacen uno de los mejores).

El objetivo es llegar a ser conscientes de los comportamientos de los algoritmos en diferentes condiciones de temperatura e irradiación sobre la placa solar. Después será realizado un resumen con las ventajas y desventajas de cada uno de ellos. Además, en todas las condiciones nombradas se realizará un análisis de eficiencia sobre cada uno de los seguidores de máxima potencia.

El más criterio más importante a la hora de llevar a cabo un proyecto fotovoltaico es el económico. La valoración económica debe ser siempre considerada en la toma de decisiones de ingeniería. Lo anterior motivó a la última sección de este trabajo en la que se lleva a cabo un análisis económico en conexión con la eficiencia de cada uno de los algoritmos. Así, podrán conocerse la reducción en los costes de un proyecto de energía solar fotovoltaico cuando se le implementa un seguidor de máxima potencia (MPPT).

Conclusión

Como fue comentado anteriormente, la eficiencia de un sistema solar fotovoltaico está íntimamente relacionado con el seguimiento de máxima potencia. Las principales conclusiones se redactaron en la sección de MPP trackers, en efficiency análisis y en economic issue.

Puede verse en la **Table [8.1]** las principales ventajas y desventajas de cada uno de los algoritmos.

En el análisis de eficiencia se obtiene que las mejores eficiencias son alcanzadas con el Newton Rapshon (NR: [96'1 , 98]) en comparación con el Perturb and Observe (PO: [91'3, 96'3]) o el Flexible Area (FLEX A : [93,2 ; 98,3]). Por lo tanto el algoritmo que se sugiere para implementar en el DSP es el Newton Rapshon Algoritm. También la media del valor de la eficiencia en el algoritmo de Newton Rapshon es más centrada que en los otros. Sin embargo si son investigadas las propuestas nombradas en el próximo apartado, el Flexible Area podría ser mejorado porque la volatilidad de su intervalo de eficiencia se vería disminuida y su eficiencia media aumentada.

En la sección de análisis económico se llega a la conclusión de que el 15 % de los costes de producción de potencia podrían ahorrarse cuando los seguidores de máxima potencia son utilizados **Table 7.3**.

Propuestas

Una de las propuestas es sobre el Constant Voltage algorithm y consecuentemente en el Flexible Area. Al fijar el radio V_{mpp}/V_{oc} o realizar $\Delta V_{oc} = \Delta V_{mpp}$ es necesario medir el voltaje a circuito abierto y algunas pérdidas de potencia podrían aparecer. Los fabricantes de placas solares proporcionan las características térmicas (%/K) de corriente de corto circuito y de voltaje a circuito abierto. Por lo tanto, al implementar la medida de temperatura podría evitarse pérdidas de potencia en estos dos algoritmos.

En este trabajo fue analizada una placa solar cristalina porque por ahora no hay un equivalente circuito realizado para la tecnología de placa delgada. Además en esta tecnología de lámina fina el punto de máxima potencia está menos marcado y se demanda mejor control del controlador de máxima potencia. Así es sugerido comparar las simulaciones realizadas en este trabajo sobre una placa solar cristalina con las nuevas placas solares de lámina fina habiendo implementado su nuevo circuito equivalente con todas las ecuaciones necesarias.

La última propuesta es sobre el Perturb y Observe algorithm cuando un gran cambio de irradiación se produce debería ser bypassed su funcionamiento, pues en estos casos no funciona correctamente.

