

# REDUCCIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA EN BATERÍAS

ANDRÉS DABOIN  
SIEMENS

**Palabras clave:** derratear, SINACON, descargas atmosféricas, string, descarga atmosférica, CAPEX, OPEX

## 1

### SELECCIÓN DE INVERSORES PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Para definir cuál es el inversor solar más conveniente para un proyecto, se debe evaluar cuál es el que ofrece los mayores beneficios con el menor costo de inversión. En este sentido, el beneficio de los inversores es la producción de energía que cada inversor es capaz de entregar de acuerdo con las condiciones de trabajo del sitio y el costo de la inversión, no es más que el costo de compra.

Si bien el costo de los equipos es algo que podemos evaluar a partir de una solicitud de oferta a proveedores de tecnología, lo que tiene que ver con la producción de energía tiene muchos aspectos que pueden producir variaciones importantes.

Dentro de los factores que afectan la producción asociados al sitio de instalación encontramos:

#### 1.1

#### Temperatura de operación

Todo equipo de electrónica de potencia se ve afectado por la temperatura ambiente y el calor que su funcionamiento produce. El sobre calentamiento de los equipos electrónicos puede provocar que el mismo falle. Con el fin de evitar las fallas y maximizar el uso de los inversores, se realizan dos tipos de gestiones para:

- **Reducir el calor producido al interior**, al reducir la corriente que pasa a través del inversor y así limitar el calor que el mismo produce. Esto conlleva a una reducción de energía producida y en consecuencia la reducción de ingresos.

- **Aumentar la capacidad de evacuar el calor** y así mantener o aumentar la producción de energía.

Pero recordemos que el calor no solo proviene de la operación del inversor, también la temperatura limitando la operación del inversor y así reduciendo la energía producida.

Como parte del desarrollo tecnológico de los inversores, se han incorporado sistemas de enfriamiento que permiten evacuar la temperatura de los equipos, unos enfriados por aire y otros enfriados por agua y aire. La principal diferencia entre los dos sistemas es la temperatura ambiente ante la cual cada sistema ya no es capaz de mantener la temperatura de operación máxima permitida de los inversores y en consecuencia se debe derratear energía para no dañarlos. Típicamente los inversores con sistema de enfriamiento por aire derratean a partir de 25°C mientras que los sistemas de enfriamiento por agua y aire pueden empezar a derratear a partir de los 40° C.

La temperatura ambiente es algo que depende del sitio de instalación del parque solar, pero es claro que la máxima temperatura se da cerca del punto de máxima radiación solar, por lo que el derrateo de potencia por temperatura limitará significativamente la producción de energía justo cuando tenemos la mayor oportunidad de producirla. Ahora bien, dependiendo de la ubicación geográfica hay sitios donde las temperaturas máximas diarias no superan los 25°C y otros donde lo normal es que sí se supere. Adicionalmente a lo expuesto, la temperatura máxima de operación con derrateo también varía en los sistemas de aire típicamente es de 50°C, mientras que en los sistemas de agua y aire, como el SINACON, llegan a 60°C. Por esta razón, una evaluación aislada del CAPEX, sin considerar los KWH no sería suficiente.

### 1.2 Derrateo por altura

Otro de los parámetros que afecta la producción de los inversores es el derrateo por altura. A medida que se aumenta la altura de la instalación, el aire va perdiendo sus propiedades dieléctricas o aislantes por lo que, para evitar una ruptura de aislamiento, se debe disminuir la tensión de operación. La reducción de la tensión de operación en un sistema de generación fotovoltaico conlleva a una disminución de la potencia generada y finalmente una reducción de la energía que se puede entregar a la red por lo que la altura de la instalación y la capacidad del inversor para soportar la tensión juega un papel importante en el cierre del caso de negocio.

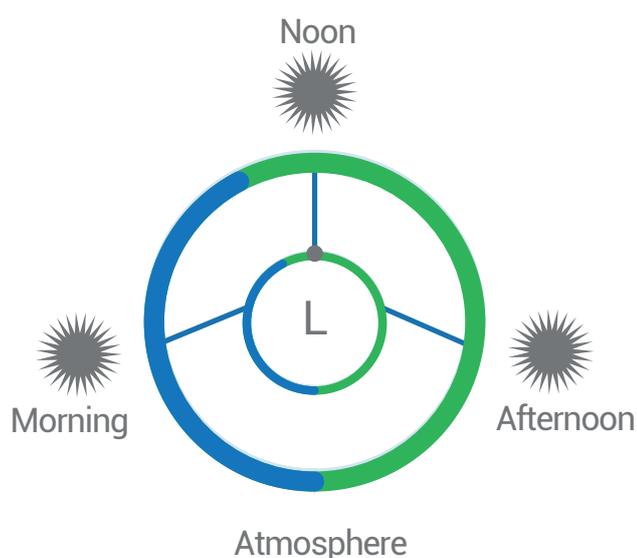


Figura 1

Pero el derrateo por altura no solo es consecuencia de la pérdida de aislamiento del aire, por la altura, la electrónica de potencia está más expuesta a los rayos cósmicos los cuales pueden generar picos de tensión en los IGBTs, llevándolos a fallar prematuramente. En este sentido, los inversores que tienen puentes de inversores de 3 niveles, como el SINACON pueden trabajar hasta 1500 Vdc (BIL y MPPT) y existe suficiente tensión de reserva (hasta 2400 V) para cuando ocurra un pico de tensión generado por un rayo cósmico, minimizando la posibilidad de afectación de la vida útil del equipo.

Mientras que los inversores con arquitectura de 2 niveles están más expuestos debido a que la tensión máxima que los IGBTs de estos equipos es de 1700 V, teniendo así una reserva menor. Y en muchos casos el inversor limita su MPPT a 1200-1300 Vdc.

Por lo anterior, el colocar un inversor de 2 niveles en vez de 3, puede implicar mayores riesgos ante las sobre tensiones cósmicas.

### 1.3 MPPT

Los voltajes del sistema MPPT (siglas en inglés del seguidor del máximo punto de potencia). El MPPT es el sistema que permite maximizar la extracción de potencia de los paneles solares, y el mismo, es parte del diseño de cada uno de los fabricantes y cada uno ha desarrollado su sistema con voltajes máximos y mínimos de operación que pueden ofrecer una ventaja según el sitio de instalación y el tipo de panel solar que se emplee.

En horas de la mañana los inversores están apagados hasta que los paneles entreguen el voltaje mínimo de encendido que corresponde al mínimo valor de MPPT. Este valor se logrará alcanzar cuando los  $w/m^2$  producidos, por el sol sobre los paneles así lo permitan. El diseño del parque juega un papel importante para esto, ya que, para un mismo sitio de instalación, la orientación de los paneles mediante el ángulo de inclinación con respecto a la horizontal, los sistemas de seguimiento solar o trackers de uno o dos ejes, podría aumentar la captación de esta energía y así producir de manera más rápida el encendido de los inversores.

Pero un inversor con un menor voltaje de encendido MPPT, corresponde a un inversor con un menor voltaje de salida (Voltaje Ac) y en este sentido una menor potencia nominal. Por lo que el inversor no puede ser cualquiera, debe ser el apropiado para el sitio de trabajo.

Por esta razón, dependiendo del sitio de instalación y el diseño del parque, un inversor con un voltaje bajo de encendido del MPPT y en consecuencia baja potencia resultante, puede tener mejor producción que un inversor de mayor voltaje MPPT y mayor potencia.(2)

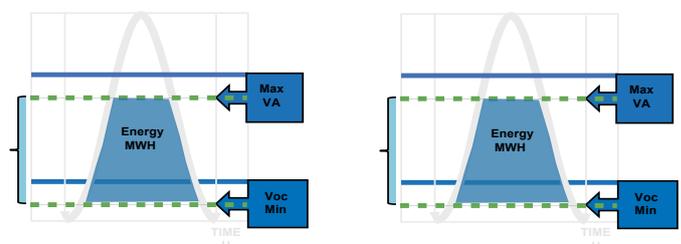


Figura 2

Ahora bien, los inversores que tienen arquitectura de 3 niveles son capaces de llegar el sistema del MPPT hasta los 1500 Vdc, mientras que los de 2 niveles se quedan en 1300 Vdc. Esta diferencia permite que el arreglo serie de los paneles en los string sea mayor y así optimizar las pérdidas del sistema en DC, al entregar una potencia mayor, pero en forma de voltaje y no en forma de corriente.

### 1.4

#### Condiciones climáticas

Otro factor a considerar, son las condiciones climáticas del sitio de instalación, ya que como es conocido, los equipos de electrónica de potencia son muy sensibles a la humedad, temperatura y polvo, lo que contribuye a reducir el riesgo de fallas que impactarían la producción de energía y al mismo tiempo el OPEX respectivo, por lo que el tener un mayor grado de protección de estos equipos permitirá tener una mayor confiabilidad y vida útil del mismo. Generalmente los inversores emplean filtros de aire que pueden implicar un mantenimiento mayor y rutinario aumentando el OPEX, pero esta situación no se presenta o es más reducida para el equipo SINACON.

### 1.5

#### Bancarización del proyecto

Por último y no menos importante, es la bancabilidad del proyecto y sus proveedores. Los proyectos solares son inversiones que tienen un tiempo retorno de la inversión normalmente de largo plazo (entre 10 y 20 años) por lo que, para lograr la implementación de un caso de negocio con éxito, es necesario tener garantías que permitan reducir o mitigar los riesgos tecnológicos asociados.

Por esta razón, elementos como los inversores deben provenir de proveedores que puedan brindar soporte para el desarrollo de la ingeniería, construcción, instalación, puesta en marcha y servicios post venta y más aún, a los cuales se les pueda solicitar soporte luego de que las garantías legales hayan culminado.

## EN CONCLUSIÓN

La evaluación de los inversores no puede ser solo vista como evaluación de CAPEX, si no como una evaluación de KWH/CAPEX donde se debe considerar los factores de enfriamiento, derrateo por altura, voltajes de encendido del MPPT y la bancabilidad o no del proveedor para determinar cuál es el inversor más conveniente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Curva de Derrateo por Temperatura ambiente Vs potencia. Pag 3 Datasheet del Inversor SIEMENS SINACON.
- Voltaje minimo DC (min. MPP) Pag 2 Datasheet del Inversor SIEMENS SINACON.
- White paper de SMA para inversores de 1500 Vdc → Whitepap1500V-AEN1639.PDF
- ABB, Failure rates of IGBT modules due to cosmic rays Failure-Cosmic-Rays.PDF
- WSTECH Application Note - Optimal grid voltage in PV-Systems v05.PDF

## RESEÑA DEL AUTOR

El ingeniero electricista Andrés Daboin, tiene 13 años de experiencia en el sector de energía eléctrica, teniendo diferentes responsabilidades en el mercado Latinoamérica. Desde hace 4 años se desempeña como desarrollador de nuevos modelos de negocios para SIEMENS y actualmente se encuentra enfocado en el segmento de negocio llamado el futuro de la red, el cual engloba los nuevos modelos de negocios asociados a energía solar fotovoltaica, sistemas de almacenamiento de energía en baterías, infraestructura eléctrica para movilidad eléctrica y convertidores para aplicaciones especiales tales como puertos inteligentes. Es autor del libro "el negocio de la energía eléctrica en creyones. Una visión del sistema eléctrico para no electricista" y de los artículos, de mundo eléctrico "el inversor solar, la mente maestra detrás de los parques solares fotovoltaicos" y "los sistemas de generación de energía híbrida como impulsores de las zonas no interconectadas".