Integrando un panel fotovoltaico y un paquete de baterías en un módulo: del concepto al prototipo (*Integrating a Photovoltaic Panel and a Battery in one module: from concept to prototype*)

Este proyecto nace de las limitaciones propias de las energías renovables. Una de ellas es su variabilidad, es decir, la cantidad energía producida cambia en función del tiempo. Por ejemplo, un panel fotovoltaico genera más energía en condiciones de poca nubosidad y alta radiación solar. Por otro lado, factores como alta temperatura ambiente y baja velocidad del viento disminuyen su rendimiento. Debido a estos factores, se hace necesario acoplar las energías renovables con dispositivos capaces de almacenar energía. Justamente, mi proyecto nace de esta problemática.

Normalmente, para llevar a cabo esta integración en el sector residencial (casas de habitación), se instalan paneles solares en los techos que posteriormente se conectan por medio de cables a las baterías que se encuentran alejadas en bodegas o cuartos eléctricos dentro de las casas. Este tipo de sistemas tienen varios costos asociados. Dichos costos no solo dependen del precio a pagar por los paneles solares, baterías y componentes de balance (controladores de carga, inversores, etc.); también se debe tomar en cuenta el costo de instalación y de diseño total del sistema. A estos costos habría que añadir las pérdidas eléctricas debidas al cableado y el efecto obstáculos que generan sombras sobre los paneles solares principalmente en sistemas que usan inversores centrales.

Como alternativa a este enfoque, en mi tesis se plantea la idea de la integración en un panel solar en cuya parte posterior se integra un paquete de baterías, incluyendo un controlador de carga y un microinversor como se ilustra en la figura 1. Entre los beneficios previstos se encuentran una disminución del costo total del sistema. Esto por medio de dos vías: una disminución en la complejidad de la instalación del sistemas y la reducción de la complejidad del diseño al crear una solución "todo incluido".

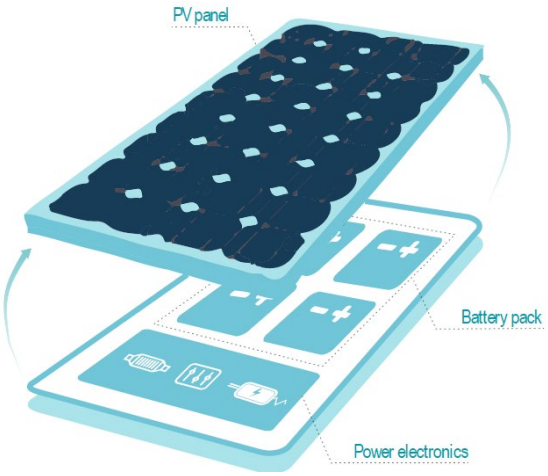

Figura 1. Concepto del sistema integrado de batería y panel fotovoltaico. Tomado de: [1]

Un sistema como el propuesto puede funcionar como un dispositivo *plug and play*, es decir, a diferencia de un sistema donde los componentes no están físicamente integrados, el dispositivo integrado estaría equipado para suplir directamente las cargas dentro de un hogar (refrigeradora, iluminación, entre otras). Otro beneficio de un sistema físicamente integrado, tiene que ver con la facilidad de ser usado como un bloque de diseño. Esto significa que si se desea incrementar la cantidad de energía generada y la capacidad de almacenamiento, solo se deberían añadir más módulos integrados en paralelo, en lugar de hacer un diseño desde cero como se procede en los sistemas convencionales (con componentes desacoplados físicamente).

A pesar de las ventajas mencionadas ofrecidas por un sistema físicamente integrado, hay una serie de desafíos que se deben superar. Entre ellos se destacan el manejo térmico, así como el proceso de selección de la tecnología de batería más apropiada.

Como es de esperar, al integrar la electrónica de potencia y el paquete de baterías detrás del panel fotovoltaico resulta en un aumento en la temperatura de operación en comparación con un sistema desacoplado pues la disipación de calor no es tan eficiente. Sin embargo, se encontró por medio de simulaciones usando la técnica de elementos finitos que con solo añadir una distancia de algunos centímetros entre el panel solar y las baterías, la temperatura de los componentes se podían dentro de los límites de seguridad tanto de las baterías como de la electrónica de potencia. Estas simulaciones fueron validadas por medio de la construcción de un prototipo que se muestra en la figura 2.

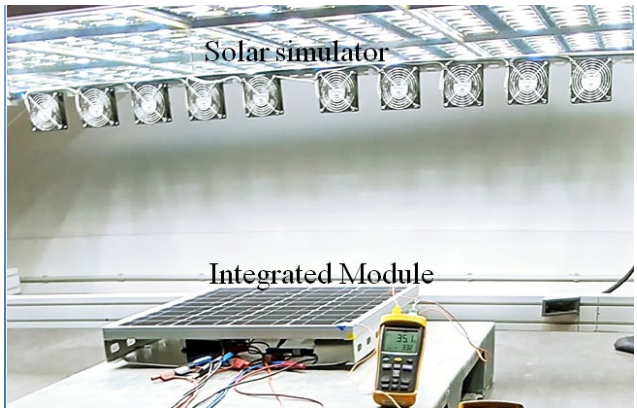

Figura 2. Prototipo de sistema integrado de batería y panel fotovoltaico. Tomado de: [1]

Por otro lado, se pudo proceder con la selección de la tecnología de celda electroquímica al contar con información sobre el manejo térmico y datos recopilados luego de hacer pruebas al prototipo. Se procedió con el diseño de una metodología que reproducía las condiciones de operación esperadas para el paquete de baterías. Para esto, se tomó en cuenta el perfil de carga y descarga (corriente en función del tiempo) definido por la aplicación y las temperatura extremas medidas. Así, se logró determinar que baterías tipo *pouch* de hierro fosfato litio eran las más convenientes, pues se degradaban a una tasa más lenta que otras tecnologías consideradas.

Finalmente, en mi tesis se logró realizar una *prueba de concepto* para un sistema integrado físicamente en el mismo dispositivo de panel fotovoltaico, baterías y electrónica de potencia cuyo desarrollo futuro aún se sigue investigando con el fin de convertirse en una opción que ayude a la energía solar fotovoltaica en un fututo cercano.

[1] Vega Garita, V. (2019). Integrating a Photovoltaic Panel and a Battery Pack in One Modules: from Concept to Prototype. https://doi.org/10.4233/uuid:c5af67c1-a665-49df-8b23-0f16d7185fa3