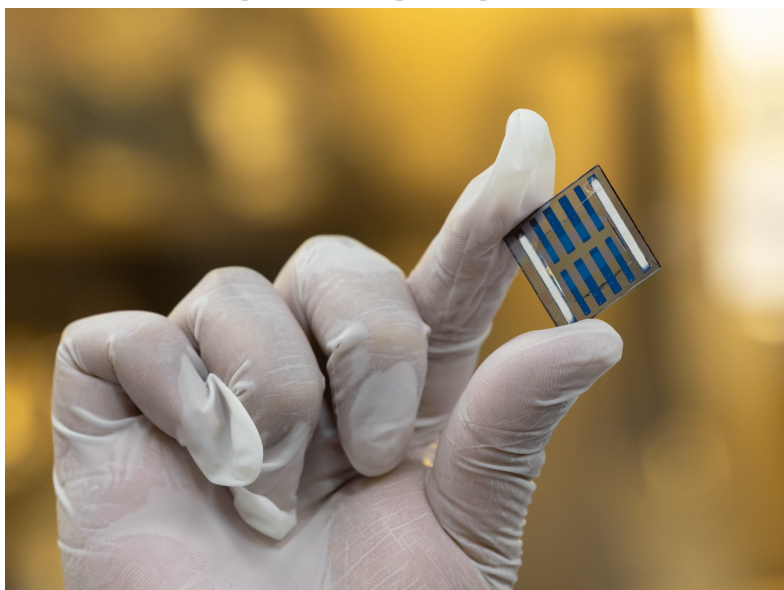


Investigadores españoles reducen las pérdidas de Boltzmann en células solares orgánicas al limitar el ángulo de emisión

- Investigadores del ICFO han aumentado la eficiencia de las células solares orgánicas a la hora de convertir energía restringiendo los ángulos en los que emiten luz. La estrategia, presentada en *Energy & Environmental Science*, ofrece una vía prometedora para superar el límite teórico de eficiencia de las...



<https://www.pv-magazine.es/2026/10/09/investigadores-espanoles-reduce-las-perdidas-de-boltzmann-en-celul...>

Pilar Sánchez Molina

Viernes, 09 octubre 2026

Investigadores del Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO) han desarrollado una configuración óptica para reducir las pérdidas de Boltzmann en células solares orgánicas y aumentar su eficiencia de conversión. El trabajo "Inhibited photon emission to overcome Boltzmann losses in an organic solar cell with a cavity configuration", publicado recientemente en *Energy & Environmental Science*, utiliza una cavidad óptica para restringir los ángulos en los que la célula emite fotones y adaptar el cono de emisión al reducido ángulo de incidencia de la radiación solar.

Las células fotovoltaicas pierden parte de la energía absorbida por diferentes mecanismos. Además de la disipación térmica y de los fotones que no tienen suficiente energía para generar electricidad, existe una pérdida asociada a la emisión de luz por parte del propio material fotovoltaico. Esta emisión es inherente al proceso de conversión, pero su distribución angular condiciona la cantidad de trabajo útil que puede extraerse de la célula.

La radiación solar llega al dispositivo desde un rango angular muy reducido, debido a que el Sol ocupa una pequeña región del cielo. La emisión radiativa de una célula convencional, en cambio, se produce en un rango mucho más amplio, prácticamente sobre todo el hemisferio superior. Esta diferencia entre los ángulos de absorción y emisión genera las denominadas pérdidas de Boltzmann.

El equipo formado por Francisco Bernal-Texca, Chiara Cortese, Mariia Kramarenko y Quan Liu, bajo la dirección de Jordi Martorell, ha abordado este problema mediante una célula solar orgánica invertida

basada en la mezcla PM6:Y6. La célula se transforma en una cavidad óptica que inhibe la emisión de fotones a ángulos elevados y estrecha el cono de emisión.

La estructura utiliza un electrodo frontal metálico de plata que refleja fuertemente la luz emitida en ángulos amplios. Este electrodo se integra en una estructura multicapa que, junto con el electrodo posterior de plata, forma la cavidad óptica. El diseño combina una elevada reflectividad para un amplio rango angular con una alta transmisión en la dirección de la radiación solar incidente.

De esta forma, la emisión queda concentrada en un intervalo angular más próximo al de la radiación recibida del Sol. Según los investigadores, esta reducción de las pérdidas de Boltzmann abre una vía para superar el límite de eficiencia de Shockley-Queisser para células solares de unión simple.

El límite teórico convencional se sitúa en el 33,16% cuando se consideran los mecanismos de pérdida intrínsecos contemplados por el modelo de Shockley-Queisser. El equipo señala que, si el cono de emisión se reduce hasta aproximarse al cono de absorción de la radiación solar, las eficiencias podrían alcanzar en principio valores cercanos al 43%.

Una de las características de la propuesta es que la cavidad óptica puede integrarse mediante una estructura relativamente sencilla y no requiere, según los investigadores, introducir una complejidad adicional significativa en la fabricación de la célula. Además, el principio no estaría limitado a las células solares orgánicas utilizadas en la demostración experimental, sino que podría aplicarse potencialmente a otras tecnologías fotovoltaicas.

El trabajo plantea una estrategia para mejorar la eficiencia mediante el control de la emisión fotónica, en lugar de centrarse exclusivamente en reducir las pérdidas asociadas a la absorción o a la conversión de energía. La reducción de las pérdidas ópticas podría permitir aumentar la producción eléctrica por unidad de superficie y reducir así la cantidad de material y suelo necesarios para una determinada potencia instalada.