

Frescura en verano, calor en invierno: todo a traves de una sola ventana inteligente

Enfriar en verano y calentar en invierno hogares, tiendas y otros espacios interiores consume aproximadamente el 15% del suministro energetico mundial, lo que subraya la necesidad de sistemas mejorados para el control termico estacional. Investigadores del ICFO proponen un nuevo tipo de ventanas inteligentes para un control termico eficiente, con propiedades ajustables que permiten aprovechar mejor el calor en invierno y liberarlo en verano. Estos resultados, publicados recientemente en Nanophotonics, son clave para reducir el consumo energetico global destinado a la climatizacion de espacios interiores. Estas ventanas podrian llegar a disminuir en mas de un 40?% la demanda energetica de los edificios en Barcelona.

July 18, 2025

Una estrategia prometedora para controlar el calor en espacios interiores es usar ventanas termicamente inteligentes: ventanas cuyas propiedades de absorcion, emision y/o transmision de radiacion pueden ajustarse a voluntad. Existen dos rangos de frecuencia de especial interes para la regulacion termica: el infrarrojo cercano (donde se concentra la radiacion solar y, por tanto, se puede aprovechar para calefaccion) y el infrarrojo medio (donde la absorcion atmosferica se reduce casi a cero, lo que permite irradiar el calor hacia el universo para enfriar).
La investigacion previa en ventanas termicamente inteligentes es limitada, y la mayoria de los estudios se enfocan en el infrarrojo cercano o en el medio, pero rara vez en ambos a la vez. En una reciente publicacion en Nanophotonics, el investigador del ICFO **Dr. Julien Legendre** y la **Profesora del ICFO Dra. Georgia Papadakis investigan una ventana inteligente que opera simultaneamente en estos dos rangos de frecuencia**. Analizan los beneficios en terminos de la demanda electrica para calefaccion y refrigeracion, y demuestran que estos dispositivos podrian construirse con arquitecturas existentes que ya se pueden fabricar en laboratorio.

Tomar distancia para detectar vacios en la investigacion sobre ventanas inteligentes
El campo de las ventanas inteligentes -que se refiere, principalmente, a ventanas que pueden volverse transparentes u opacas respecto a la luz visible- surgio hace menos de 15 anos y ha crecido rapidamente desde entonces. Este auge ha dado lugar a multiples lineas de investigacion, aunque la interaccion entre ellas ha sido bastante escasa.
i¿½Pensamos que era un buen momento para dar un paso atras y entender adecuadamen e las diferentes direcciones hacia las que se mueve la investigacion,i¿½ recuerda el Dr. Ju ien Legendre, primer autor del estudio. i¿½Y descubrimos que, en realidad, casi nadie habia investigado disenos que combinen la modulacion del infrarrojo cercano y medio, a pe ar de que esto podria suponer mejoras significativas en la regulacion termi a.i¿½ El equipo se puso manos a la obra, analizando en profundidad el potencial de contro ar cada rango espectral para la regulacion termica. Finalmente, propusieron un diseno que combina materiales de cambio de fase y cristales lu ven. **Las ventanas resultantes podrian reducir en mas de un 40?% la demanda energetica de los edificios situados en latitudes como la de Barcelona**, en comparacion con el vidrio de silice tradicional.
No obstante, los investigadores tambien identifican limitaciones estructurales y de materiales que podrian obstaculizar el rendimiento de la ventana y que, por tanto, deberian guiar futuras investigaciones. El equipo senala que el principal obstaculo es la escasa capacidad de modulacion en el rango del infrarrojo cercano, mientras que la escalabilidad de la fabricacion, los costos y la sostenibilidad de los materiales tambien emergen como retos clave a tener en cuenta. i¿½Creemos que mejorar estos aspectos sera fundamental pa a democratizar el uso de ventanas inteligentes,i¿½ afirma el Dr. Legen re. Aunque la gestion termica es la principal motivacion para desarrollar este tipo de venta as, los autores tambien contemplan otras aplicaciones, como el camuflaje termico. El camuf

aje termico consiste en ajustar las propiedades radiativas en el infrarrojo de los dispositi os, permitiendo que estos se integren con el entorno al tomar imagenes termicas. Segu la profesora Georgia Papadakis, autora senior del articulo y lider del grupo de Fotonica Ter ica en el ICFO: i¿½De hecho, comenzamos a trabajar en camuflaje termico a principios d este ano, a traves del proyecto europeo CATHERINA. Con ello, esperamos crear sinergias va iosas entre estas distintas areas de investigaci

Referencia:
Legendre, Julien and Papadakis, Georgia T. "Energy-efficient thermally smart windows with tunable properties across the near- and mid-infrared ranges" Nanophotonics, 2025.
DOI: https://doi.org/10.1515/nanoph-2025-0219

Agradecimientos:
This work was supported by the Fundacio Mir-Puig, the Fundacio Cellex, the Generalitat de Catalunya (2021 SGR 01443), the Ministerio de Ciencia e Innovacion (CEX2019-000910-S, PID2020-112625GB-I00, PID2021-125441OA-I00), and the European Union (CATHERINA, 101168064).