

Referencia expediente:
AICO/2021/190

Tipo ayuda: Subvenciones para la
realización de proyectos I+D+i
desarrollados por grupos de
investigación consolidados 2021

Fecha: 31/01/2024

Apellidos y nombre del investigador responsable: Manuel Lucas Miralles

Denominación del proyecto de investigación: OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO SOLAR ACCIONADO MEDIANTE ENERGÍA FOTOVOLTAICA CON PRE-ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO DEL AIRE DE ENTRADA AL CONDENSADOR USANDO TÉCNICAS DE ULTRASONIDOS

Entidad/ Centro: Universidad miguel Hernández de Elche

Valoración del grado de cumplimiento de los objetivos

El grado de cumplimiento de los objetivos del proyecto ha sido llevado a cabo de conformidad con las previsiones iniciales.

Principales resultados conseguidos en el período de vigencia del proyecto

El objetivo global de este proyecto ha sido la optimización de un sistema de refrigeración solar tipo Split accionado mediante energía fotovoltaica, en el que adicionalmente se ha mejorado su eficiencia energética mediante el pre-enfriamiento del aire de entrada al condensador. Para la hibridación del condensador se ha optimizado el diseño de un generador de gotas por ultrasonidos.

Este objetivo general se ha logrado a través de los siguientes resultados:

- 1) Se ha modelizado numéricamente mediante FLUENT la sección de pre-enfriamiento para optimizar su diseño.

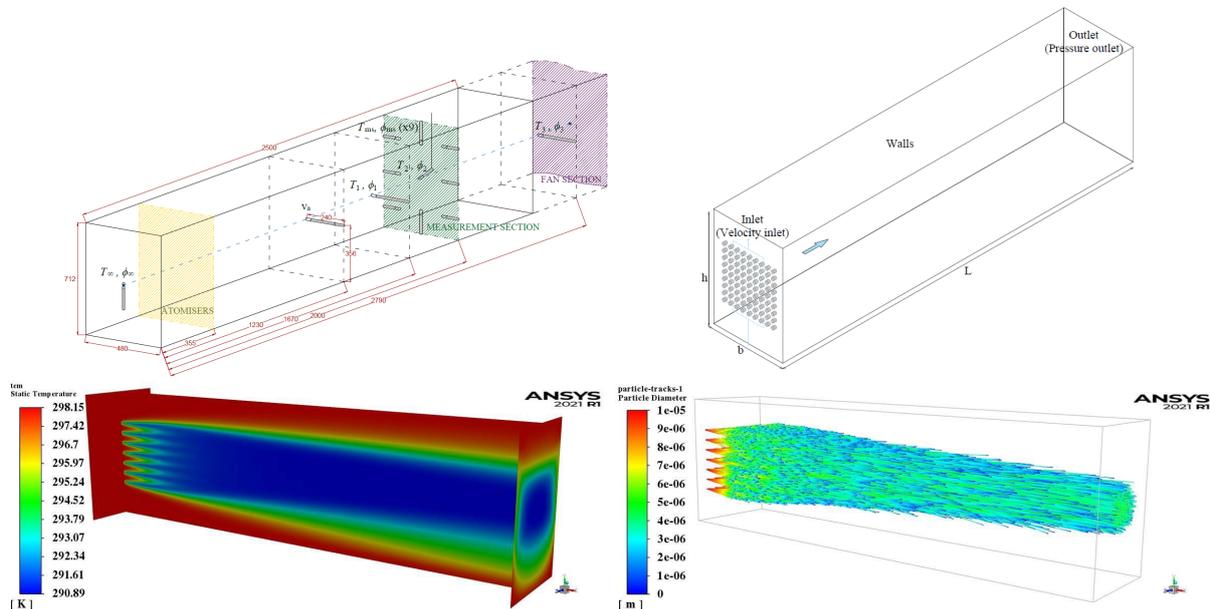


Figura 1. Imágenes del modelo CFD creado en Fluent. Dominio (Arriba izquierda). Condiciones de contorno (Arriba derecha). Campo de temperaturas (Abajo izquierda). Trayectoria de gotas (Abajo derecha). Navarro et al. (2024)

- 2) Se ha evaluado experimentalmente las prestaciones térmicas y fluido-dinámicas del generador de gotas por ultrasonidos en un túnel de viento.

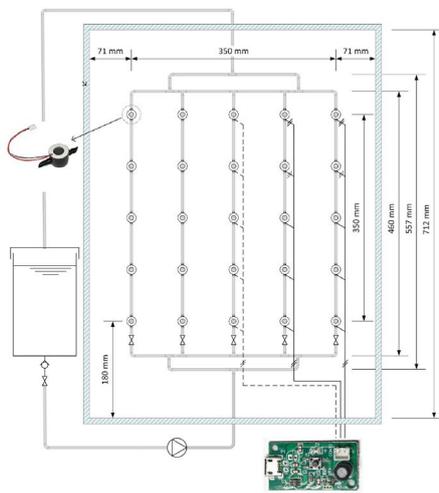


Figura 2. Esquema hidráulico (Arriba izquierda) y fotografía de una configuración de parrilla de 5 x 5 atomizadores ultrasónicos (Arriba derecha). Túnel de viento subsónico en el que se ha desarrollado el trabajo experimental (Abajo). Martínez et al. (IHCT-17 2023)

- 3) Se ha optimizado el diseño del generador de gotas por ultrasonidos para el pre-enfriamiento del aire de entrada al condensador de un equipo de aire acondicionado tipo Split accionado simultáneamente por paneles fotovoltaicos y red.
- 4) Se ha caracterizado experimentalmente el sistema de refrigeración solar con pre-enfriamiento del aire de entrada al condensador en condiciones ambientales estivales.



Figura 3. Fotografías del prototipo de equipo de aire acondicionado tipo Split accionado simultáneamente por paneles fotovoltaicos y red con reenfriamiento evaporativo mediante atomización ultrasónica. Martínez et al. (CNIT 2023)

- 5) Se ha propuesto un control optimizado de la operación del sistema en función de la demanda y las condiciones ambientales.
- 6) Se ha establecido una metodología para la integración en edificios reales.
- 7) Se ha hecho difusión de los principales resultados obtenidos en el proyecto a través de la creación de la página web del proyecto (<https://ultrasonidos.umh.es/>), publicaciones técnicas y participación en foros como los cursos y reuniones organizadas por ATECYR (Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración) o el Instituto de Investigación de Ingeniería de Elche.

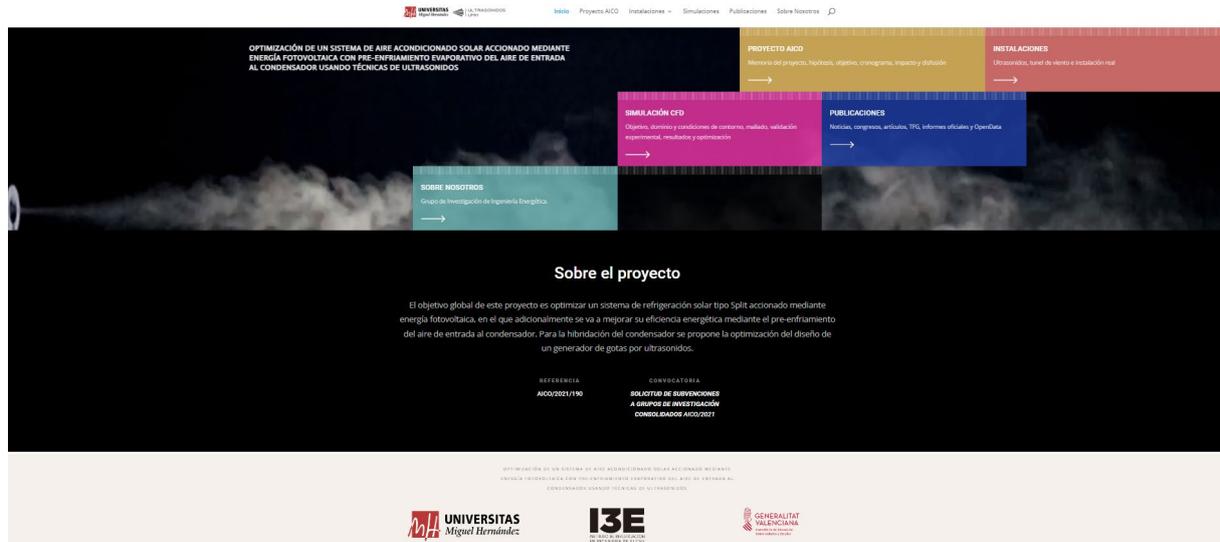


Figura 4. Captura de pantalla de la página web del proyecto AICO/2021/190

NOTA: Este Informe Final se completa con el conjunto de publicaciones, contribuciones a congresos y Trabajos Finales de Grado recopilados en la web del proyecto en el que se describe con mayor detalle las tareas desarrolladas, la metodología empleada, los datos experimentales y las conclusiones a las que se ha llegado.

Publicaciones científicas

- 1) P. Navarro, J. Ruiz, P. Martínez, M. Lucas, Numerical study of an ultrasonic spray atomiser as an evaporative cooler, Applied Thermal Engineering, Volume 236, Part A, 2024, 121455, ISSN 1359-4311, <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2023.121455>.
- 2) P. Martinez, M. Lucas, F.J. Aguilar, J. Ruiz, P.V. Quiles. Experimental study of an on-grid hybrid solar air conditioner with evaporative pre-cooling of condenser inlet air. Applied thermal engineering. 2024 Under Review
- 3) P. Martinez, J. Ruiz, P. Navarro, J. Fabregat, M. Lucas Experimental study of an ultrasonic spray atomiser as an evaporative cooler for HVAC applications. Applied thermal engineering. 2024 Under Review

Patentes

Solicitud de protección como patente tramitada de "Sistema de pre-enfriamiento evaporativo, mediante atomización ultrasónica piezoeléctrica, del aire de entrada al condensador de un sistema de aire acondicionado"

Esta solicitud se basa en la conclusión del Informe Tecnológico de Patentes (ITP) N/Ref.: 101819/P9691 que dice literalmente: "El sistema podría ser objeto de protección como patente al existir aspectos patentables en la documentación de partida. Fundamentalmente la característica técnica esencial es la forma concreta de realización del dispositivo de preenfriamiento que incorpora los dispositivos piezoeléctricos dentro de un circuito de refrigeración desde la bandeja del evaporador".

Aportaciones a congresos y demás resultados de la investigación

- 1) Navarro, P., Ruiz J., Martínez, P., Lucas, M., Pérez J., Rodríguez, A. "Numerical comparison of an ultrasonic mist generator and an ultrasonic spray atomizer used as evaporative coolers". XII Congreso Nacional y III Internacional de Termodinámica de Ingeniería (CNIT12), Madrid, España, del 29 de junio al 1 de julio de 2022.
- 2) Navarro, P., Ruiz J., Martínez, P., Lucas, M., Pérez J., Rodríguez, A. "Numerical optimization of the design of an evaporative pre-cooling system by ultrasonic spray atomizers for air conditioning applications". Congreso de Métodos Numéricos en Ingeniería (CMN2022), Las Palmas de Gran Canaria, España, del 12 al 14 de septiembre de 2022.

- 3) Navarro, P., Ruiz J., Martínez, P., Lucas, M., Pérez J., Rodríguez, A. "Performance Evaluation and Optimization of an Ultrasonic Mist Atomizer for HVAC Applications". 16ª Conferencia internacional sobre transferencia de calor, mecánica de fluidos y termodinámica (HEFAT 2022), Ámsterdam, Países Bajos, del 8 al 10 de agosto de 2022.
- 4) Martínez, P., Ruiz J., Lucas, M., Pérez J., Navarro, P., Rodríguez, A. "Experimental study of an ultrasonic spray atomiser as an evaporative cooler". 36th international conference on efficiency, cost, optimization, simulation and environmental impact of energy systems (ECOS 2023), Las Palmas de Gran Canaria, España, del 25 al 30 de junio de 2023.
- 5) Martínez, P., Ruiz J., Lucas, M., Pérez J., Navarro, P., Rodríguez, A. "Experimental study of an ultrasonic mist generator as an evaporative cooler for HVAC applications". 17th International heat transfer conference (IHTC17), Ciudad del Cabo, Sudáfrica, del 14 al 18 de agosto de 2023.
- 6) Martínez, P., Ruiz Ramirez, J., Fabregat, J., Rodríguez, A., Lucas, M. "Experimental study of an on-grid hybrid solar air conditioner with evaporative pre-cooling of the condenser inlet air by a spray ultrasonic system". 13th National and 4th International Conference In Engineering Thermodynamics. Castellón, España, 29/11/2023 – 1/12/2023.

Tesis defendidas en la línea de investigación del proyecto:

- 1) Tesis: Análisis energético y exergético del comportamiento de paneles evaporativos empleados en sistemas de acondicionamiento de aire. Autor: Pedro Martínez Martínez. Universidad Miguel Hernández de Elche, (Julio 2021). Director: Manuel Lucas Miralles (UMH)
- 2) Tesis: Mejora de la eficiencia energética de sistemas de climatización mediante enfriamiento evaporativo. Autor: Pedro Navarro Cobacho Universidad Politécnica de Cartagena, (Diciembre 2023). Directores Antonio Sánchez Kaiser (UPCT) y Javier Ruiz Ramírez (UMH).

Trabajos Final de Grados (TFGs) dirigidos en el marco del proyecto:

- 3) TFG: "Modelización numérica del pre-enfriamiento evaporativo por ultrasonidos para sistema de refrigeración por compresión de vapor." Autor: Íñigo Martín Melero. Director: Javier Ruiz Ramírez.
- 4) TFG: "Caracterización experimental de las prestaciones térmicas y fluidodinámicas de un prototipo de nebulización de agua mediante ultrasonidos, para aplicaciones de enfriamiento evaporativo". Autora: María Paz Sánchez Vivó. Director: Pedro Martínez Martínez
- 5) TFG: "Diseño y prueba de concepto de un módulo de accionamiento, mediante predicción meteorológica, para un sistema de pre-enfriamiento evaporativo por nebulización ultrasónica en un equipo de climatización". Autor: Jonás Pérez Marco. Director: Pedro Martínez Martínez
- 6) TFG: "Estudio experimental del comportamiento térmico de un sistema de atomización por ultrasonidos". Autor: Jorge Fabregat Calixto. Director: Manuel Lucas Miralles.
- 7) TFG: "Modelización de los parámetros eléctricos de un prototipo de sistema de climatización con pre enfriamiento adiabático, alimentado con energía de red y paneles fotovoltaicos". Autora: Celia Soto Ruiz. Director: Pedro Martínez Martínez
- 8) TFG: "Caracterización experimental del comportamiento térmico de un nebulizador por ultrasonidos aplicado al pre-enfriamiento de un aerocondensador". Autor Javier Puerto Ortiz. Director: Pedro Martínez Martínez.

Premios:

- 9) Íñigo Martín Melero. Premio Nacional al Mejor Trabajo Fin de Grado (TFG) relacionado con la gestión de la energía y desarrollos tecnológicos en el campo de la calefacción, refrigeración y climatización. Esta distinción ha sido concedida por la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR).
- 10) Íñigo Martín Melero. Ganador mundial por el Mejor Trabajo Fin de Grado (TFG) en la HVAC World Student Competition, con su proyecto "Modelización numérica del preenfriamiento evaporativo por ultrasonidos para sistema de refrigeración por compresión de vapor".

DIFUSIÓN DE RESULTADOS/NOTICIAS

La Revista. Publicación del Colegio Oficial de Ingenieros Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Alicante - COGITIA "Estudio experimental del comportamiento térmico de un sistema de atomización por ultrasonidos" Jorge Fabregat, Manuel Lucas https://www.coitilicante.es/repositorio/documentos/noticias/2023/revista_cogitia_129.pdf

<https://www.informacion.es/elche/2022/06/02/trabajo-grado-alumno-umh-climatizacion-66847447.html>

<https://www.proinstalaciones.com/actualidad/noticias/7264-atecyr-inigo-martin-melero-candidato-del-premio-hvacr-atecyr-2019-2020-ganador-del-rehva-students-competition>

<https://comunicacion.umh.es/2023/09/07/la-umh-participa-en-sudafrica-en-la-17-edicion-de-la-conferencia-internacional-de-transferencia-de-calor/>

Observaciones e incidencias que desee señalar

Observación 1. Modificaciones previamente autorizadas en el equipo investigador. Con fecha 4 de marzo de 2022 el director general de Ciència i Investigació autoriza la incorporación del Dr. Pedro Martínez Martínez al grupo de investigación del proyecto AICO/2021/190 del cual es investigador principal Manuel Lucas Miralles.

FECHA Y FIRMA DEL INVESTIGADOR RESPONSABLE DEL PROYECTO	FECHA Y FIRMA DEL REPRESENTANTE LEGAL DE LA ENTIDAD