

CLIMATIZACIÓN MEDIANTE CÉLULAS PELTIER

Autor: Calvo Romero, David.

Directores: Rodríguez Pecharromán, Ramón.

Pagola de las Heras, F. Luis.

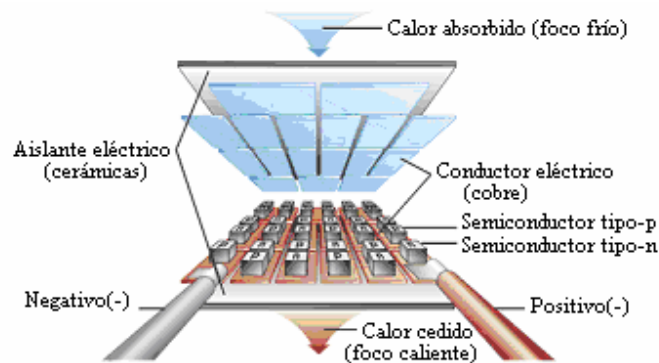
Entidad Colaboradora: ICAI-Universidad Pontificia Comillas.

Resumen del proyecto

En este proyecto se estudia la optimización de las **tecnologías especiales de transformación** en el apartado de **termoelectricidad**, mediante el control de la temperatura de un sistema constituido por un recinto enfriado por células Peltier.

El efecto Peltier ocurre cuando una corriente pasa a través de dos metales similares o semiconductores (tipo-n y tipo-p) que están conectados entre sí en dos uniones (uniones Peltier). La corriente origina una transferencia de calor desde una unión hasta la otra: una unión se enfría mientras que la otra se calienta.

Célula Peltier comercial:



Las aplicaciones industriales de los módulos termoelectricos han sido escasas hasta el momento, ya que para mantener su funcionamiento en condiciones óptimas en un entorno determinado se necesita establecer un control en la alimentación.

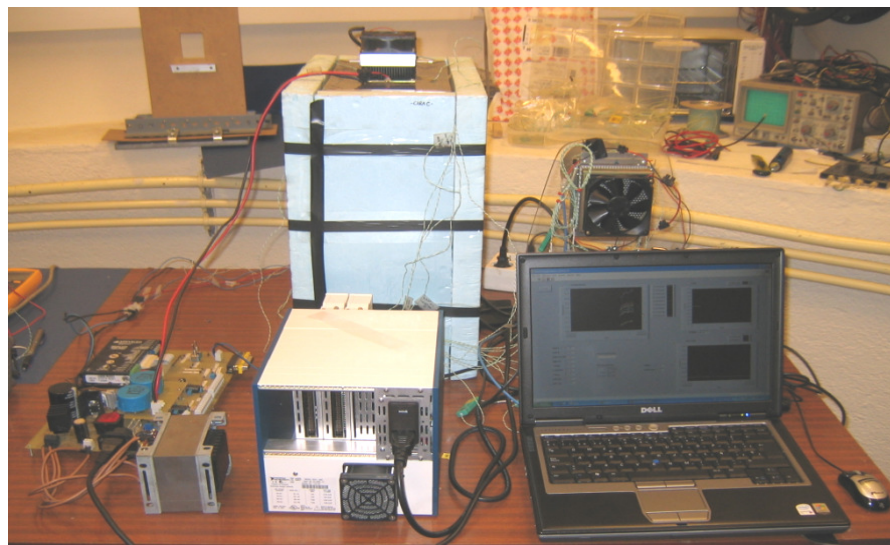
Este proyecto se enmarca dentro de una línea de trabajo de la Universidad en relación a la termoelectricidad, como es la patente del Paramento Transparente Activo termoelectrico, con posible aplicación en

climatización de edificios. Las células Peltier por el contrario, se pueden usar en el control de temperatura de diferentes aplicaciones, y dispositivos de menores dimensiones. Los posibles resultados del estudio y ensayo de este sistema se podrán extrapolar a otras líneas de trabajo para climatización mediante termoelectricidad, como puede ser la del Paramento Transparente Activo, anteriormente mencionado.

Éste es el tercer proyecto fin de carrera que incide en el prototipo de este sistema térmico. El objetivo de este último proyecto es cerrar el lazo de control y desarrollar las diferentes estrategias de elaboración de un control para el sistema, escogiendo las soluciones óptimas para el mismo, así como idear la manera de solventar los problemas derivados de las diversas no-linealidades del sistema. A tal efecto son útiles las herramientas de simulación y modelado del sistema desarrollados en los proyectos previos. Son objeto de estudio aspectos como el modelo del sistema, controles del tipo PID, limitaciones en los controles de tipo PID, controles más sofisticados, etc.

La metodología consiste en poner en correcto funcionamiento el prototipo empleado en los anteriores proyectos, con un nuevo sistema de adquisición de datos. Se ha desarrollado una aplicación utilizando el *software* Labview de National Instruments, que nos permite medir y llevar a cabo acciones de control a través del *hardware* de adquisición y generación de datos.

Sistema térmico de ensayo:



Se han estudiado de forma teórica los efectos físicos que acontecen en el módulo termoelectrico, teniendo en cuenta la dinámica de los mismos. A partir de ellos, se lleva a cabo la identificación del modelo que se ajusta al sistema real.

Una vez alcanzado el conocimiento de la estructura del modelo, se realizan ensayos que permiten consolidar el modelo obtenido, utilizando métodos matemáticos basados en la optimización para conseguir sus coeficientes.

Se consigue, por tanto, un modelo con el que se simulan e implantan los controles adecuados. Dicho modelo presenta la siguiente estructura:

$$P(s) = \frac{-0.00038 (s + 0.00109)}{(s + 0.106) (s + 0.0049) (s + 0.00026)}$$

Con ganancia estática de valor: -3 °C/A

Sus constantes de tiempo son: 3846, 204 y 9.5 segundos.

Gracias a este modelo, se diseña un control PI y se observan las limitaciones que tiene. Su handicap principal es que a mayor diferencia entre temperatura deseada y temperatura del sistema, demanda mayor corriente hacia la célula. Esto puede provocar un sobrecalentamiento en ella y no mejora la potencia frigorífica entregada. Se desarrollan distintas alternativas para corregir este problema en régimen permanente y la mejorar la respuesta dinámica.

Se llega a la conclusión de que la acción de control que mejora la dinámica del sistema, consiste en encontrar la corriente que maximice la potencia frigorífica en régimen permanente, y limitarla a ese valor.

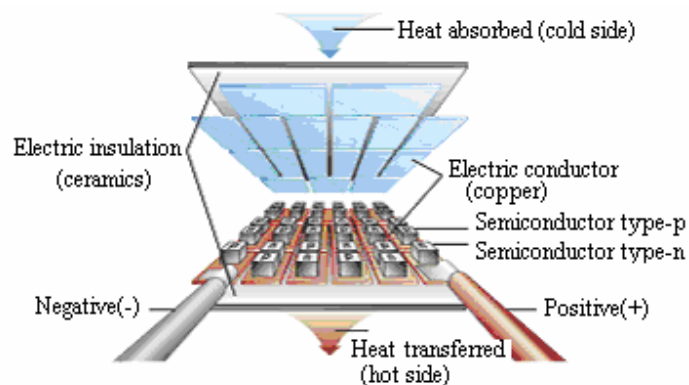
Asimismo, se determina que el valor de la corriente que consigue la mayor potencia frigorífica en régimen permanente no es fijo, sino que cambiará según los parámetros constructivos, tales como disipadores, ventiladores, etc, que se incorporan al módulo termoelectrico.

CLIMATIZATION WITH PELTIER CELLS

This project studies the **special transformation technologies** in the thermoelectricity area, through the temperature control of a system formed by a cooled space with Peltier cells.

Peltier's effects happens when current goes by two similar metals or semiconductors (type-n y type-p) which are connected each other by two unions (Peltier unions). Current creates a warm transference from one to other union: one union gets cool meanwhile the other gets warm.

Commercial Peltier cell:



The industrial applications of Thermoelectric modules have been quite poor right now, because it is necessary to create a supply control to keep its operation in perfect conditions .

This project is aimed inside a workline of the University related to thermoelectricity, as the Paramento Transparente Activo termoeléctrico patent, with application on building air-conditioning. On the contrary, Peltier cells can be used in the temperature control of different applications and smaller size devices. Study solutions and essay of this system might be used in other worklines about air-conditioning by thermoelectricity , as the Paramento Transparente Activo, above mentioned.

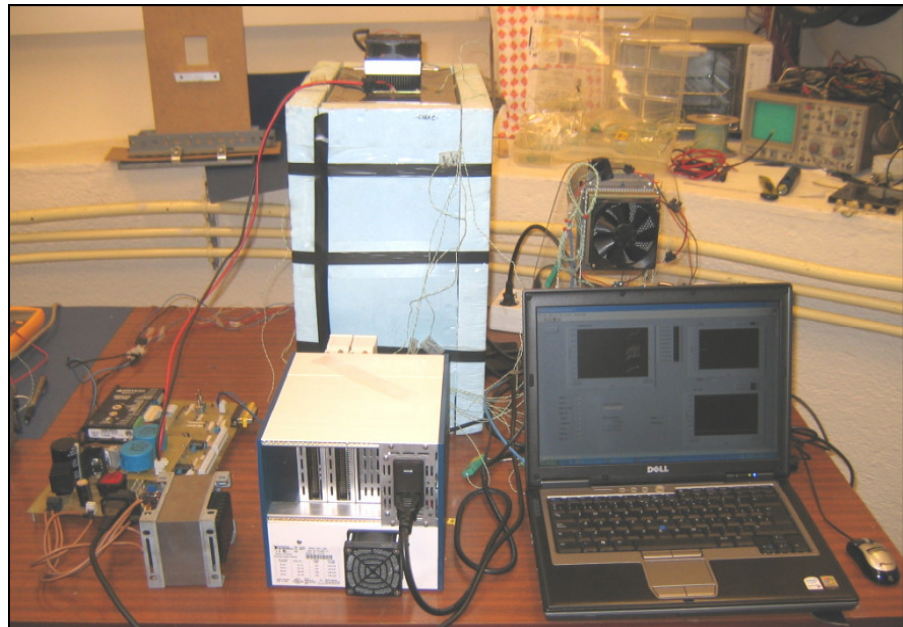
This is the third dissertation which study the prototype of this thermic system. The purpose of this last dissertation consist of closing the control loop and developping the different creation strategies of a control for the system, choosing the optimum solutions for it, as well as identify the best way to solve the problems derived from several non-lineality of the system.

So that, simulation tools and model system developed in previous projects are useful.

Items as system model, controls like PID and their limits, and controls more sophisticated, etc, are subject to study.

Methodology lie in putting in correct order the prototype used in previous projects, with a new acquiring data system. It has been developed an application using the Labview's *software* of National Instruments, which allows us measuring and taking control actions through the generation and acquiring data *hardware*.

Thermic system:



It has been studied, in a teorical way, the physical effects that happen at the thermoeletric module, realizing their own dinamic. From here on, we get the identification of the model which adjusts at the real system.

Once we reach a comprehensive knowledge about the structure of the model, differents tests are made which make possible to consolidate the model we have got, using mathematic methods based on the optimization to achieve their coefficients.

So, we get a model to simulate and implementing the right controls.

That model shows the following structure:

$$P(s) = \frac{-0.00038 (s + 0.00109)}{(s + 0.106) (s + 0.0049) (s + 0.00026)}$$

With a static gain of: -3 °C/A

Its time constants are: 3846, 204 and 9.5 seconds.

Thanks to this model, we desing a PI model and study its limitations. The main handicap, that is the bigger difference besides the system temperature and optimal temperature, the bigger is the current required towards the cell. It can cause an overwarming on it , and not to improve the cool power given. Differents alternatives are developed to solve this problem in constant system and dynamics results.

We get the conclusion that the control action which improves the system operation, consists on finding the current which maximize the cool power in static system and restrict in that value.

As well, we set the current value which gets the optimal cool power in static system is not set, and it will change depending on the constructing parameters, as the heat sinkers, fans, etc, which are incorporated to the thermoelectric module.