



Editorial de la Universidad
Tecnológica Nacional

**La Universidad Tecnológica Nacional - U.T.N. -
en el Nordeste Argentino – N.E.A.
*Investigación y Desarrollo en la Facultad Regional Resistencia***

Compiladoras:

**Carola Sosa
Nidia Dalfaro**



ENERGÍA

Automatización de un Sistema de Climatización por Compresión de Vapor con Implementación de Desecantes Sólidos Regenerados con Energía Solar.

Autores: Vázquez, Spotorno, Pochettino y Benítez.



Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – edUTecNe

<http://www.edutecne.utn.edu.ar>

edutecne@utn.edu.ar

© [Copyright] La Editorial de la U.T.N. recuerda que las obras publicadas en su sitio web son *de libre acceso para fines académicos y como un medio de difundir el conocimiento generado por autores universitarios*, pero que los mismos y edUTecNe se reservan el derecho de autoría a todos los fines que correspondan.

AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN POR COMPRESIÓN DE VAPOR CON IMPLEMENTACIÓN DE DESECANTES SÓLIDOS REGENERADOS CON ENERGÍA SOLAR

VÁZQUEZ R D, SPOTORNO R A, POCHETTINO J J, BENÍTEZ F*

GITEA - Grupo de Investigación en Tecnologías Energéticas Apropriadas

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Resistencia

French 414. 3500 Resistencia-Chaco. República Argentina

*GUDA-Grupo Universitario de Automatización-Facultad Regional Resistencia

Tel: +54 3722 432928. / Fax: +54 3722 432683/ e.mail: ray_vazquez_2005@hotmail.com

Resumen: En el siguiente trabajo se presenta un procedimiento destinado a realizar tareas de automatización de un sistema de climatización por compresión de vapor de 5.23kW de potencia, con implementación de desecantes sólidos regenerados con energía solar y aprovechamiento geotérmico mediante la utilización de agua subterránea.

La metodología empleada consiste en articular una plataforma electrónica de prueba de uso general, un sistema de adquisición de datos, dos motores de corriente continua, resistencias eléctricas, empleando sentencias de control en un algoritmo de automatización.

La implementación del algoritmo en el sistema de climatización se realiza mediante la utilización de un software de simulación que facilita su depuración, esfuerzo de programación y tiempo de desarrollo.

Se logró implementar un programa encargado de clasificar situaciones de confort en la habitación a climatizar, mediante el empleo de lógica condicional y funciones para realizar tareas de control automático.

El sistema implementado es flexible, adaptable y con código fuente abierto, permitiendo actualizaciones permanentes.

Palabras clave: Compresión de vapor, desecante, lógica condicional, control automático.

INTRODUCCION

En los últimos años se ha producido un crecimiento evidente de las necesidades de climatización en los edificios por una mayor exigencia de las condiciones de confort. Aunque los sistemas de refrigeración y acondicionamiento de aire actuales son muy eficientes, presentan altos costos en materia económica, energética y ambiental.

Debido a la gran contaminación existente y pensando en una gestión encaminada a mejorar el ambiente en que vivimos, se hace urgente disminuir el consumo energético, el cual procede en muchos casos de la combustión de elementos de origen fósil. Las zonas que requieren de la utilización de sistemas de refrigeración y acondicionamiento de aire, se incrementan día a día, lo cual hace necesario buscar alternativas energéticas viables. (Bula Silvera y Juvinao, 2004).

Los acondicionadores de aire convencionales instalados actualmente no son capaces de remover por completo la humedad de los locales. Para lograrlo se requerirá de un equipo con una capacidad entre 54 y 76.6% superior, lo cual significaría un consumo eléctrico extra. Esto representa un panorama promisorio para la implantación de sistemas desecantes, destacándose aquellas edificaciones con grandes volúmenes de aire y afluencia de personas, Corredor et al. (1999)

Actualmente, en países industrializados se están utilizando sistemas desecantes para contribuir al confort humano. La comprobada eficacia y eficiencia energética de estos, ha motivado a los gobiernos de algunos países industrializados a promover su masificación mediante la investigación y desarrollo de nuevos materiales y equipos (Bula Silvera y Díaz, 2004).

El clima del Nordeste argentino se caracteriza por las altas temperaturas y humedades. Estas condiciones hacen que el aire acondicionado sea imprescindible para el confort humano, en gran parte del año.

Con la finalidad de reducir el consumo de energía eléctrica en los equipos de climatización por compresión de vapor, el GITEA inició un estudio a partir del año 2010, introduciendo desecantes sólidos (silica gel) en los mismos, cuyo desecante se regenera mediante el aprovechamiento de la energía solar, Spotorno et al. (2010).

El control automático ha desempeñado un papel vital en el avance de la ingeniería y la ciencia. El automatismo se ha convertido en una parte importante e integral de los procesos modernos e industriales y de fabricación permitiendo aumentar la eficiencia, y en el ámbito residencial o doméstico la automatización y control realiza grandes avances en el modo de implementar técnicas de ahorro y racionalización de energía. En la práctica todo sistema de control automático busca mejorar la productividad, simplificar el trabajo de muchas operaciones manuales repetitivas, rutinarias o peligrosas, Vázquez et al. (2009).

En el presente trabajo se expone un procedimiento para facilitar tareas de automatización de un sistema de climatización por compresión de vapor con introducción de desecantes sólidos, regenerados con energía solar y aprovechamiento geotérmico mediante la utilización de agua subterránea.

MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación se detalla el funcionamiento del sistema desarrollado:

La figura 1 muestra un esquema general del sistema de aire acondicionado (split), habitación a climatizar, colector solar de placa plana utilizado para calentar el aire necesario para la regeneración del material desecante y la cámara de secado del material desecante e intercambiadores de calor.

La climatización de la habitación se realiza mediante un split de 5.23 kW de potencia. Un porcentaje de aire de retorno (30%) con un elevado contenido de humedad aportado por las personas presentes en dicha habitación, se extrae de la misma a través de una rejilla regulable comandada mediante un motor paso a paso, para dirigirse al sistema desecante donde se encuentra alojado el silica gel, material encargado de deshidratar el aire de retorno.

El aire sale del sistema desecante con un contenido bajo de humedad absoluta, pasando luego a través de dos intercambiadores de calor por el cual se hace circular agua subterránea a una temperatura aproximada de 25°C, para luego ingresar al evaporador del split.

La necesidad de hacer circular el aire a la salida del material desecante a través de los intercambiadores de calor, se debe a que el proceso de deshidratación del aire es exotérmico, aumentando su temperatura en aproximadamente 20°C respecto a la temperatura de salida del aire de la habitación, con lo cual aumentaría la carga sensible del mismo.

Cabe aclarar que mientras se realiza el proceso de acondicionamiento del aire de la habitación, la silica gel saturado de humedad se encuentra regenerando mediante la circulación de aire caliente proveniente de un colector solar de placa plana, como se observa en la figura 1.

El sistema propuesto aporta el siguiente beneficio: como el split es solo frío, para los días de bajas temperaturas ambientes, la habitación se calefacciona haciendo pasar el aire de retorno (30%) aproximadamente, a través del intercambiador de calor por el cual circula agua a 25°C, transfiriendo energía al mismo para luego ingresar a la habitación y calefaccionar la misma.

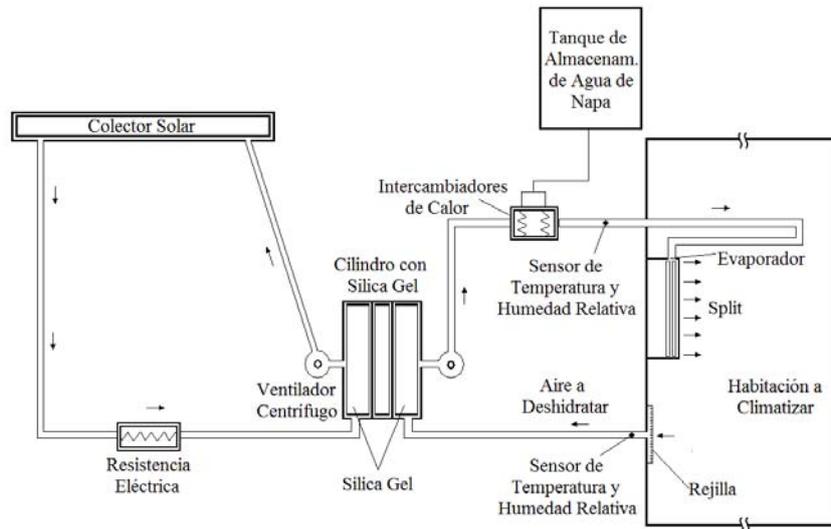


Figura 1. Diagrama esquemático del sistema de aire acondicionado y material desecante.

Con el fin de que el sistema propuesto funcione dentro de la zona de confort, se registraron los parámetros de temperatura y humedad relativa del aire a la salida y entrada de la habitación a climatizar, mediante dos termohigrómetros marca Dwyer modelo 657C-1 precisión de 3% para la humedad relativa y de 0.5°C para la temperatura

La metodología empleada en el proceso de automatización del sistema de climatización desarrollado, se basa en los conceptos de control, lógica condicional y hardware asociado.

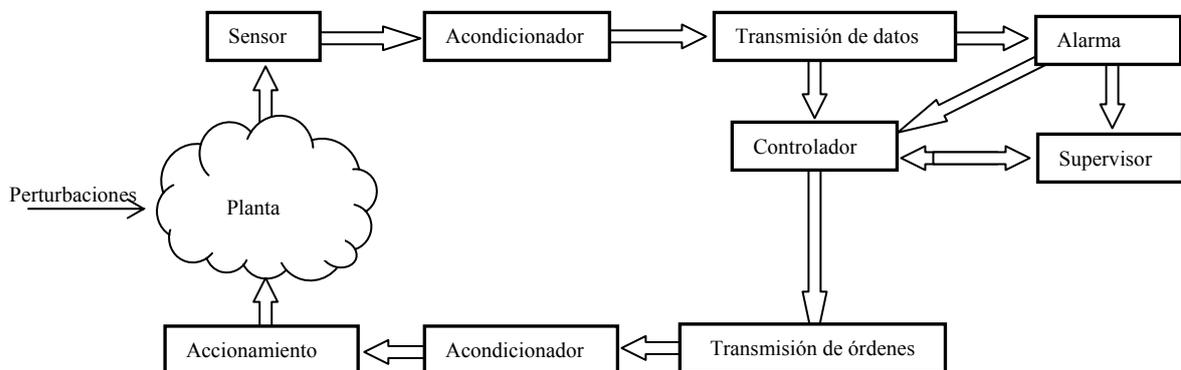


Figura 2. Estructura general de un sistema de medida y control.

En la figura 2 se observa el esquema simplificado en forma general encargado de controlar un sistema denominado planta.

El bloque sensor representa a los termohigrómetros y los bloques acondicionador, transmisor de datos, alarma y supervisor simbolizan el sistema de adquisición de datos denominado NUDAM.

Los bloques controlador, transmisión de órdenes y acondicionador se representan mediante desarrollos electrónicos denominados dispositivos genéricos. Finalmente el bloque accionamiento está constituido por una serie de relays encargados de accionar distintos dispositivos electromecánicos.

En la figura 3 se representa el algoritmo encargado de controlar el sistema denominado planta o proceso sujeto a las perturbaciones que en este caso se vinculan a la carga térmica presente en la habitación a climatizar.

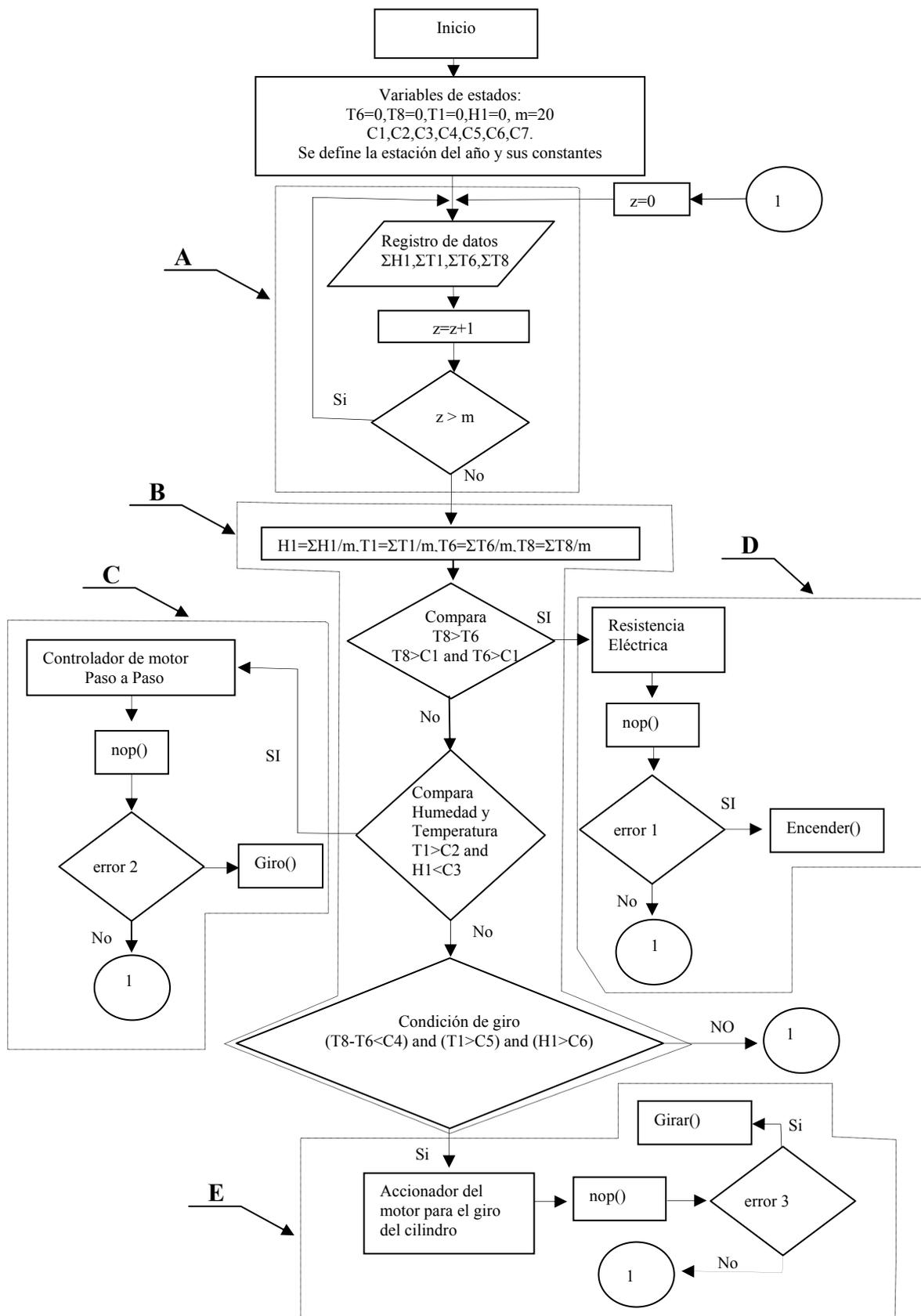


Figura 3. Algoritmo de control del sistema de climatización desarrollado.

Existen en el mercado programas informáticos encargados de transformar los bloques A, B, C, D y E en código fuente para facilitar la programación.

El algoritmo de control esta constituido por un bloque A, el cual realiza tareas de adquisición de información con periféricos encargados de medir las variables de estados empleando un protocolo de comunicación.

El bloque B es el responsable de clasificar los estados de la planta y realizar las acciones de control empleando lógica condicional.

El bloque C controla el porcentaje de obstrucción de flujo de aire en el conducto ubicado en la rejilla (figura 1).

En los días de baja radiación solar se utiliza un sistema auxiliar de calentamiento de aire mediante resistencias eléctricas, activadas empleando el bloque D.

El bloque E es el encargado de realizar la acción de giro del cilindro que contiene la silica gel, cuando el bloque B lo habilite.

Con la finalidad de implementar el algoritmo desarrollado en la figura 3 se utiliza un desarrollo electrónico denominado dispositivo genérico, encargado de realizar tareas de control automático. Para tales fines se elige el desarrollo denominado Explorer 16 y un software de prueba con código fuente abierto.

El Explorer 16 tiene incorporado módulos de comunicación con periféricos, medición de variables de estado, procesamientos de señales analógicas y un espacio de memoria donde se puede implementar un algoritmo como el desarrollado en la figura 3. El procedimiento para implementar el control del sistema de climatización se describe en la figura 4.



Figura 4. Procedimiento para implementar el algoritmo de control en el Explorer 16.

El algoritmo de control del sistema de climatización se desarrolló en lenguaje C, el software de simulación denominado MPLAB 8.50 simula y depura el algoritmo. La compilación genera un archivo en hexadecimal que permite al Explorer 16 realizar las tareas de control en forma automática. El grabador denominado Pic kit 3 transfiere el archivo generado en hexadecimal denominado control.hex al Explorer 16.

En la figura 5 se visualiza el Explorer 16 conectado a una pantalla LCD donde se observan las variables temperatura y humedad relativa y un dispositivo de adquisición de datos denominado NUDAM.

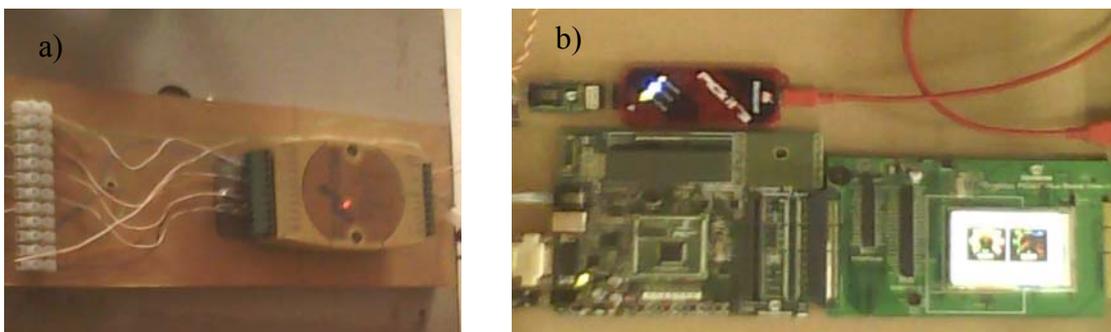


Figura 5. a) NUDAM b) Explorer 16, pantalla LCD y Pic kit 3.

La figura 6 muestra los dispositivos utilizados para el control del sistema de climatización. El simulador denominado MPLAB 8.50 contempla la posibilidad de conectar el Explorer 16 y el software de control automático al sistema de climatización en tiempo real. De esta manera el programador depura, optimiza, reduce el tiempo y esfuerzo en la programación del dispositivo. Obtenido la puesta a punto del algoritmo de control automático del sistema de climatización, se desconecta físicamente al simulador del sistema de control, para funcionar en forma autónoma sin intervención del operador.

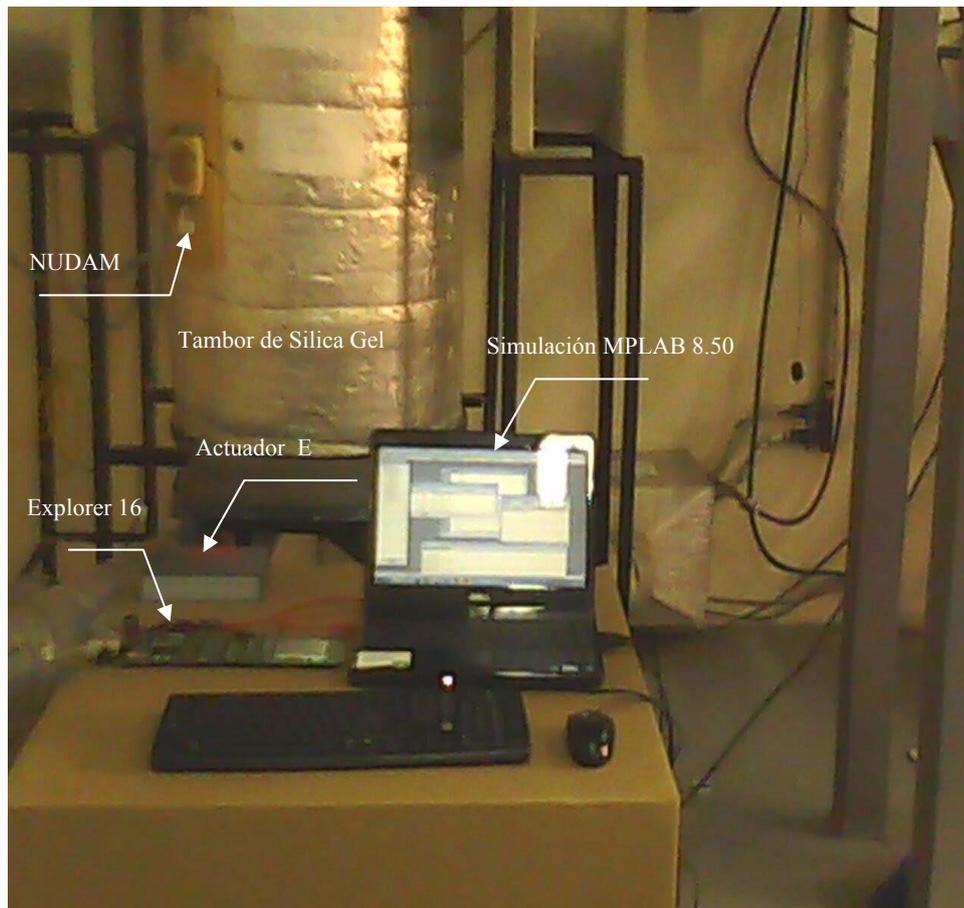


Figura 6. Sistema de automatización.

Las especificaciones electrónicas del dispositivo genérico Explorer 16 son de uso libre, permitiendo reproducir el desarrollo de dicho dispositivo en forma total o parcial.

De esta forma el investigador puede realizar un nuevo sistema de control automático a partir del proyecto inicial, generando robustez y estabilidad al nuevo dispositivo, debido a que el desarrollo inicial fue testeado satisfactoriamente en software y hardware.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corredor L., Mestra A., Pacheco J. (1999). Estimación del ahorro de energía eléctrica conseguido con la implementación de sistemas desecantes en ambientes tropicales húmedos. Revista Ingeniería & Desarrollo. Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia. V5 92-104.
- Silvera B y Díaz F. (2004). Ahorro de energía eléctrica por implementación de filtros desecantes en sistemas de acondicionamiento de aire por compresión de vapor. Revista Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. pp. 84-92.
- Silvera B y Juvinao J. (2004). Comportamiento del gel de sílice como filtro deshumidificador en sistemas de acondicionamiento de aire por compresión de vapor. Revista Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. pp. 73-83.
- Spotorno R., Busso A., Figueredo G., Pochettino J., Benítez F. (2010). Primeros estudios termodinámicos en la mejora de sistemas de climatización por compresión de vapor mediante deshumidificación del aire de proceso utilizando desecantes regenerados con energía solar. Avances en energías renovables y medio ambiente. V14 03.11-18.
- Vázquez R., Spotorno R., Pochettino J., Benítez F. (2009). Automatización y control de una planta piloto de climatización solar por adsorción-humidificación. Avances en energías renovables y medio ambiente. V13 08.89-96.