

## Diseño y simulación de una cámara de microclimas para el laboratorio de la empresa Vitapro – Trujillo

### Design and simulation of a microclimate chamber for the laboratory of Vitapro - Trujillo

John Vera Atoche<sup>1</sup>

#### RESUMEN

En este trabajo se expone el diseño de una cámara de microclimas a una temperatura máxima de 30°C y una temperatura mínima de 0°C para la empresa de VITAPRO – Trujillo. Para el desarrollo las necesidades de la empresa que se estipularon en las entrevistas. Seis conceptos de cámara fueron analizados mediante una matriz de selección para brindar con el diseño final. Luego se estimó la humedad relativa con modelos matemáticas con respecto a la temperatura. La velocidad térmica con respecto al tiempo - temperatura y finalmente la carga térmica y las toneladas de refrigeración para finalmente proceder a la selección de equipos; todo esto se hizo mediante una GUI (Interfaz gráfica de usuario) desarrollada en Matlab®. La cámara microclimas obtuvo el rango de 30-80% de humedad relativa con respecto a la temperatura de 0-30°C y una velocidad térmica óptima, pero con un rango máximo de 60 minutos tanto para calentar o refrigerar. Se obtiene la eficiencia del sistema cumpliéndose  $COP_t > COP_r$ , también se obtiene la carga térmica de 1.2 kW y lo que es la potencia de la maquinaria de 1.8 kW, por lo mismo que son 2.4 hp y 0.5 toneladas de refrigeración. La metodología de diseño GUI-Matlab®, fue de mucha ayuda para el diseño paramétrico térmico, HR y velocidad térmica porque se logró obtener los resultados esperados, se espera una buena rentabilidad del producto (VAN 3903 y TIR 29%).

**Palabras clave:** Microclimas, Matlab, paramétrico.

#### ABSTRACT

In this work the design of a microclimate chamber is exposed to a maximum temperatura: 30 ° C and a minimum temperatura: 0 ° C for the company VITAPRO - Trujillo. For development, the needs of the company were stipulated in the interviews. Six camera concepts were analyzed using a selection matrix to provide the final design. Relative humidity was then estimated with mathematical models with respect to temperature. The thermal velocity with respect to time - temperature and finally the thermal load and tons of cooling to finally proceed to the selection of equipment; All this was done through a GUI (Graphical User Interface) developed in Matlab®. The microclimate chamber obtained the range of 30-80% relative humidity with respect to the temperature of 0-30 ° C and an optimum thermal speed, but with a maximum range of 60 minutes for both heating and cooling. The efficiency of the system is obtained by complying with  $COP_t > COP_r$ , also the thermal load of 1.2 kW is obtained and what is the power of the machinery of 1.8 kW, for the same as they are 2.4 hp and 0.5 tons of cooling. The GUI-Matlab® design methodology was very helpful for the thermal parametric design, HR and thermal speed because the expected results were obtained, a good profitability of the product is expected (VAN 3903 and TIR 29%).

**Keywords:** Microclimate, Matlab, parametric.

<sup>1</sup> Universidad César Vallejo - Escuela de Ingeniería Mecánica.  
Eléctrica. E-mail: john\_39\_76@hotmail.com

## 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, es inconcebible pensar en el lanzamiento de un producto sin antes conocer exhaustivamente el comportamiento del mismo en las condiciones ambientales en las cuales se vaya a desarrollar su actividad, con el fin de poder garantizar su fiabilidad a largo plazo. Estas condiciones pueden ser naturales o artificiales. En cualquiera de los casos, no sólo es necesario conocer su comportamiento en dichas condiciones, sino que además habrá de garantizarse el funcionamiento óptimo de los materiales a corto-largo plazo, haciendo los estudios pertinentes y conocer las propiedades de alguna pieza o material en el tiempo.

Para ello, es necesario realizar pruebas de control de calidad, crecimiento y comportamiento de bacterias, productos y/o materiales, de forma controlada, con el fin de que se puedan sacar conclusiones a escala de laboratorio relativas a la durabilidad y fiabilidad de la muestra ensayada, no sólo para cumplir con las normativas exigibles, sino también para garantizar la calidad en el mercado de algún producto y evitar graves repercusiones.

La presente investigación tiene como finalidad el realizar el diseño una cámara de microclimas que permita reproducir a voluntad y en condiciones estables, cualquier valor de temperatura y humedad relativa compatible con el diagrama psicrométrico, donde admiten la adaptación a cualquier tipo de norma y se destinan a todas las aplicaciones de la industria y la investigación, y en particular para el ensayo a escala de laboratorio de materiales diversos.

Para el diseño de la cámara climática se siguió las especificaciones de distintas normas, por lo que el trabajo que se expone es un diseño normado y cumpliendo con las necesidades de la empresa, se calculan la humedad relativa con respecto al tiempo, la velocidad de calefacción y enfriamiento, la potencia de la bomba de calor para poder determinar los equipos estándares, entonces así conseguir el análisis económico.

## 2. CONTENIDO

Como se ha mencionado anteriormente una cámara microclimática es capaz de reproducir a voluntad y en condiciones estables, cualquier valor de temperatura y humedad relativa compatible con el diagrama psicrométrico trabajando en condiciones atmosféricas adversas. El equipo diseñado en este trabajo, consiste de un compresor, el cual permite la inserción del refrigerante a través del equipo y su unidad condensadora que posee filtros para evitar impurezas, y 2 válvulas de expansión para revertir el proceso de enfriamiento en calentamiento. Para ello una estructura de acero inoxidable, recubierto de un material refractario para disminuir las pérdidas de calor a los alrededores.

Se usa el programa Matlab para hacer el cálculo paramétrico del sistema y poder justificar el uso de los datos para la máquina microclimática. Luego se usa el programa GUI (también conocidas como interfaces gráficas de usuario o interfaces de usuario) que permiten un control sencillo (con uso de ratón) de las aplicaciones de software, lo cual elimina la necesidad de aprender un lenguaje y escribir comandos a fin de ejecutar una aplicación.

Por lo tanto, se determina que la humedad relativa aumenta si la temperatura disminuye, en este caso con los datos de vapor actual varía desde 80% hasta 30% de HR. Se obtiene 1.8 kW (2.4 hp, 0.5 TR) con lo cual se procede a realizar la selección de equipos. Finalmente se obtuvo VAN de 3903, TIR de 29% y un ROI de 0.4.

A continuación, se estarán discutiendo los principales hallazgos de este estudio:

Se mencionan normas internacionales usadas como la ASTN, UNE, MIL para tener un modelo de cómo realizar el diseño de la máquina de microclimas, un trabajo previo de Alejandro Gonzalo Pizarro Perez rectifica que se deben usar normas para el diseño; en este caso utiliza las normas IEC (Comisión internacional electrotécnica) para su tipo de cámara climática según su necesidad.

Siguiendo la metodología sugerida por Rudolph Eggert, luego se seleccionó el concepto óptimo para el diseño que es la máquina micro climática mediante una matriz de selección donde se presenta también otros cinco conceptos que son: horno de secado, estufa, frigorífico, horno de Pasteur, autoclave; diseños capaces de resolver el problema planteado en este proyecto; a diferencia de los estudios previos que no utilizaron esta metodología.

Se observa en la figura 1 y 2 la programación de Matlab del diseño paramétrico, y constatar que son similares a lo calculado manualmente; no hay antecedentes donde utilicen Matlab, por ello se decidió usar el programa en este proyecto debido a que los cálculos son mucho más precisos y para observar cómo se comportan estas variables de forma sencilla y clara.

Según la figura 3, y teoría de investigación de cci-calidad (página dedicada a la construcción de máquinas de microclimas), se puede afirmar que el rango de temperatura está comprendido entre -150 a 200°C. Los estudios de Irina Tumini determinan que para caso de estudio y control de calidad debe estar entre -6.2°C y 41.7°C, por tanto, el rango de temperatura que se utiliza si cumple con las condiciones (0 a 30°C). Además, las cámaras micro climáticas pueden alcanzar hasta un 95% de HR, el diseño que se efectuó cumple con esta restricción porque tiene un rango de 30-80 % de HR, y se verifica que cuando está en 0° dependiendo de la densidad de vapor actual llega a 79% de HR, y cuando se encuentra en 30° con la misma proporción de densidad de vapor actual llega a 32% de HR.

Según la figura 4 y Laplace.us.es (Departamento de física aplicada, la eficiencia del sistema en refrigeración debe

ser menor que la eficiencia del sistema en calefacción, lo cual el diseño cumple: el COP en refrigeración es de 9.1 (De 30 a 0°C) y el COP en calefacción es 10.1 (De 0 a 30°C). A su vez señalar que gracias a la potencia de la máquina y de las toneladas de refrigeración se puede seleccionar el equipo estándar para la máquina que no debe pasar los 2Kw, siendo la potencia del proyecto de 1.8 Kw (0.5 Toneladas de refrigeración).

Finalmente, según Lahoud, Daniel en su libro Los Principios de Las Finanzas y los Mercados Financieros que a mayor TIR y VAN > 0 produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida, entonces en el análisis económico se observa que el proyecto es una buena opción y puede aceptarse para su ejecución porque los parámetros VAN de 3903.9 (superior a 0) y tiene una TIR de 29%, superior a 15% (tasa de intereses). Por otro lado el ROI de este proyecto se estableció en 6 meses; y el diseño logró tener 0.4 años (5 meses). Por lo tanto, el proyecto tendrá el retorno de inversión según lo establecido.

2.1. Figuras y tablas.

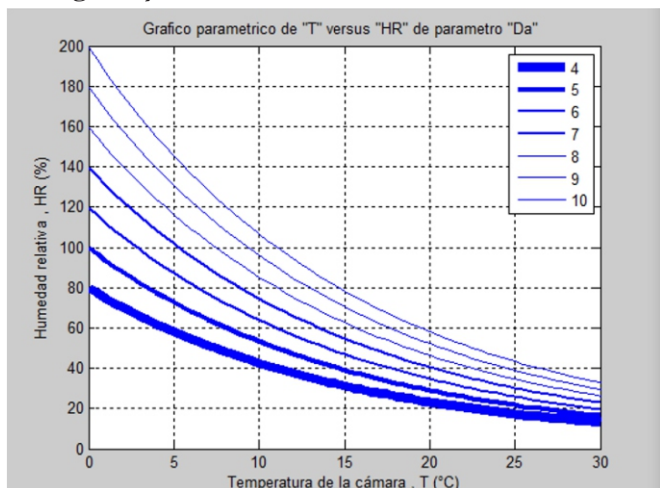


Figura 01. Diseño paramétrico de la humedad relativa Fuente: Elaboración propia.

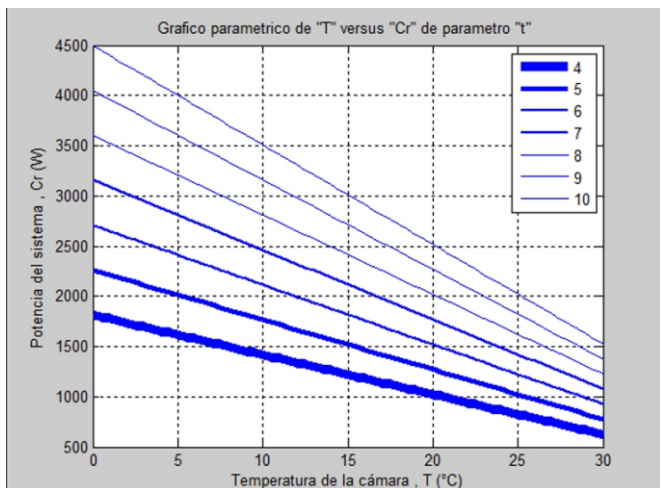


Figura 02. Diseño paramétrico de la potencia del sistema Fuente: Elaboración propia.

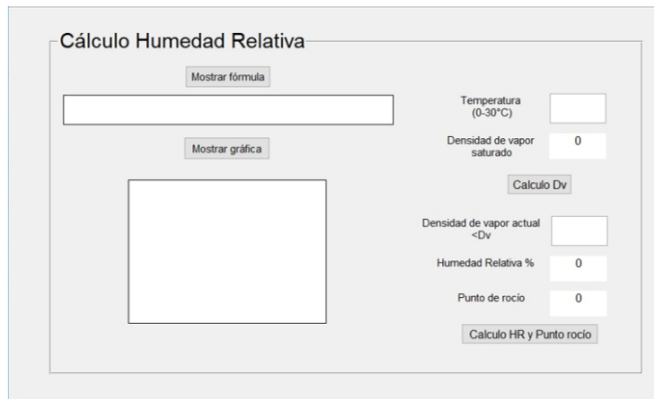


Figura 03. GUI de la humedad relativa Fuente: Elaboración propia.



Figura 04. GUI de la potencia del sistema Fuente: Elaboración propia.

2.2. Formalismo matemático.

Las principales fórmulas, ecuaciones, etc. Que se usaron en este trabajo.

$$HR = \frac{D_{av}}{D_{vs}} \times 100\% \dots (1)$$

$$Tr = \sqrt[5]{\frac{HR}{100}} \times (110 + T) - 110 \dots (2)$$

$$Q = m * Ce * \Delta T \dots (3)$$

$$N_R = Q_T * \frac{24}{t}; Q_T [W] \dots (4)$$

$$VAN = \sum_{t=1}^n \left( \frac{V_t}{(1+k)^t} \right) - I_0 \dots (5)$$

$$VAN = \sum_{t=1}^n \left( \frac{V_t}{(1+TIR)^t} \right) - I_0 = 0 \dots (6)$$

$$ROI = \frac{\Sigma Inversión (NS)}{\text{Beneficio} \left( \frac{NS}{\text{Año}} \right)} \dots (7)$$

3. CONCLUSIONES

Las pruebas se pueden realizar a una temperatura mínima de 0°C y una temperatura máxima de 30°C, bajo una capacidad de 120 litros lo cual se mantiene dentro del

margen de una cámara climática (80 a 4000 litros).

Según teoría previa la humedad relativa disminuye cuando la temperatura aumenta, y según catálogos de máquinas micro climáticas no excede del 95% HR, por lo tanto, el diseño gira en torno de 30%-80% de HR dependiendo de la temperatura.

Se obtuvo que la potencia del sistema es de 1.8 kW (0.5 Toneladas de refrigeración) lo cual resultó muy conveniente, puesto que se estipuló que sería de 2 kW, y con estos datos se selecciona los equipos a utilizar como el compresor, la unidad condensadora, las 2 válvulas de expansión para la bomba de calor reversible.

Económicamente el proyecto es fiable, porque tiene una VAN de 3903 y una TIR de 29%, con un ROI de 0.4 años; lo cual lo hace muy rentable.

La simulación usando GUIDE en Matlab logra entregar datos necesarios para la investigación de la máquina de microclimas, generando ayudas para los usuarios de cómo se pueden comportar estas variables de forma sencilla y clara.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

##### Artículos.

- [1] ISTAS. "Microclima: ventilación, temperatura y humedad". En: Antonio Solaz. LA PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS LUGARES DE TRABAJO. Paralelo Edición, S.A., 2007. p. 35-52.
- [2] Hungerford, Roger D.; Nemani, Ramakrishna R.; Running, Steven W.; Coughlan, Joseph C. 1989. MTCLIM: a mountain microclimate simulation model. Res. Pap. INT-414. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture.
- [3] CCI-Calidad [sitio web]. 1967b. España: Cámaras de ensayo. Cámara de microclimas, Definición y tipos [consulta 25 octubre 2016]. Disponible en: <http://www.cci-calidad.com/camara02.htm>

##### Libros.

- [4] Rudolph Eggert, Engineering Designer. 2° edición; 2010.
- [5] Lahoud, Daniel, Los Principios de Las Finanzas y los Mercados Financieros. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello, 2006: 477-82.

##### Tesis.

- [6] Burgos Bastidas, Angie Romy. "Efecto de la temperatura en la biología y comportamiento de *Diglyphus Websteri* (Crawford) (Hymenoptera: Eulophidae)". Universidad Nacional Agraria La Molina (Lima - Perú), 2013.

- [7] Oviedo, Tania y Fajardo, Marcelo. "Diseño y construcción de una cámara para simular condiciones ambientales a 7000 m.s.n.m". Escuela Politécnica Nacional (Quito - Ecuador), 2010.S.