

## Introducción

- En México no existen reservorios térmicos especializados en la transportación de órganos. Actualmente la manera de realizar esta labor es mediante hieleras con gel refrigerante.
- Adquirir tecnología extranjera es muy costoso, por citar un ejemplo, un reservorio térmico para el transporte de corazón tiene un precio cotizado en 100 mil dll, que resulta ser inaccesible para muchas clínicas y/u hospitales.
- Desarrollar e implementar un sistema que permita estabilizar y controlar la temperatura interna de un reservorio, y asegurar las condiciones de un traslado para diversas sustancias químicas y/o orgánicas.

## Marco Teórico

La mayor parte de la distribución de aire frío se realiza por convección, cuyo fenómeno se describe en la ecuación 1.

$$\frac{dQ}{dt} = \alpha S(T - T_A) \quad (1)$$

Donde:

- $Q$  Cantidad de calor de un cuerpo.
- $\alpha$  Coeficiente de intercambio de calor.
- $S$  Área superficial del cuerpo que se encuentra expuesta al ambiente.
- $T$  Temperatura del objeto que se desea enfriar.
- $T_A$  Temperatura ambiente.

Considerando lo siguiente:

$$dQ = -mC_e dT \quad (2)$$

- $m$  Masa del cuerpo.
- $C_e$  Calor específico.

De las ecuaciones 1 y 2 se obtiene:

$$\frac{dT}{dt} = -k(T - T - A) \quad (3)$$

Donde:

$$k = \frac{\alpha S}{mC_e} \quad (4)$$

Al resolver la ecuación diferencial 3 se obtiene la temperatura como función del tiempo:

$$T = T_A + (T_0 - T_A) \exp(-kt) \quad (5)$$

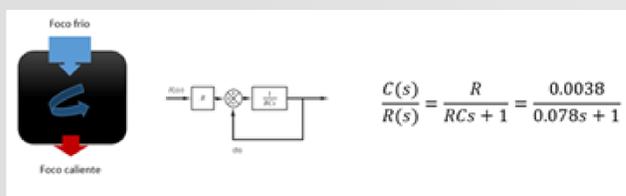
La Resistencia térmica  $R$  para la transferencia de calor por conducción o convección está definida por:

$$R = \frac{d(\Delta\theta)}{dq} = \frac{1}{k} \quad (6)$$

Donde la resistencia es constante, y la capacitancia térmica esta dada por:

$$C = mc \quad (7)$$

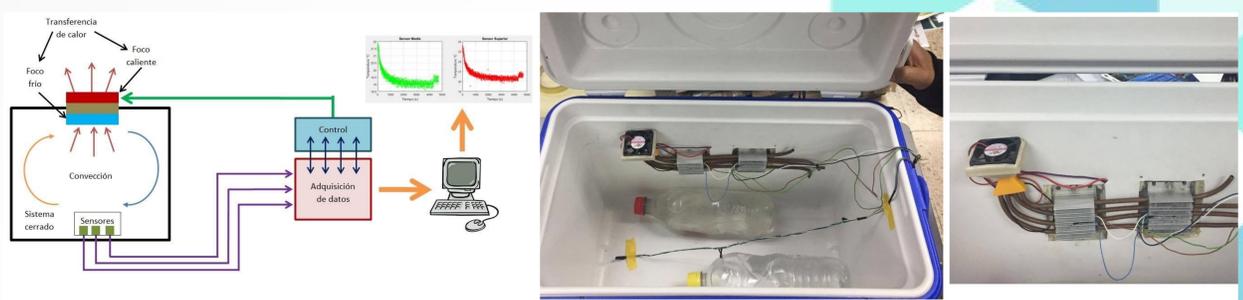
Por lo que la función de transferencia resultante es:



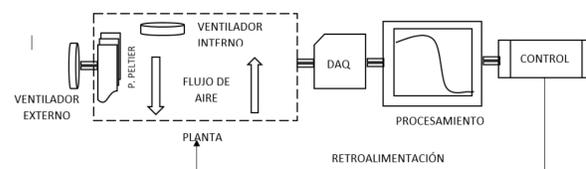
## Temperaturas para el transporte de sustancias.

	American Cell Bank	MedCor	Resultados Obtenidos
Intervalo de Temperatura en reservorios térmicos	4°C – 22°C	2°C – 22°C	8°C – 25°C

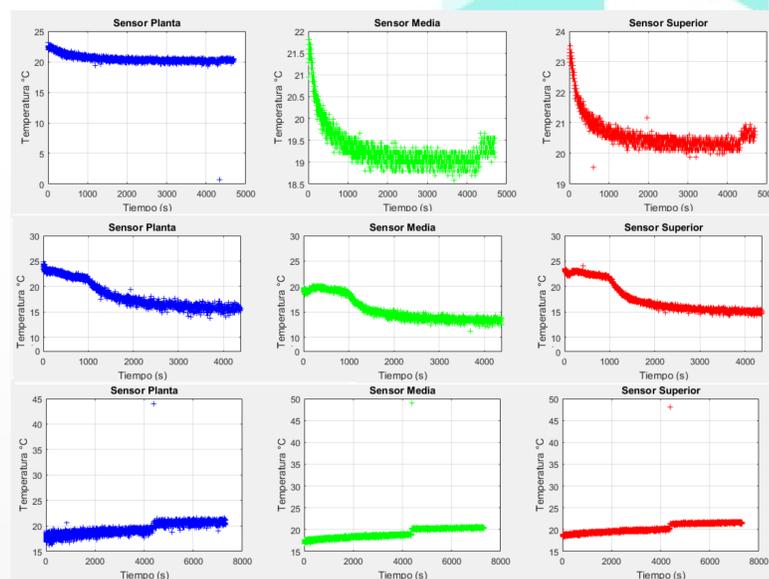
## Sistema de control y estabilidad del Reservorio



## Diagrama del sistema



## Resultados



## Conclusión

- En promedio, el ambiente interno del reservorio se estabiliza después de 4300s (71.6 min). En este intervalo de tiempo, la temperatura baja de 21 °C a 15 °C.
- La razón de cambio de la temperatura con respecto del tiempo no es constante: los valores más grandes de velocidad de enfriamiento se alcanzan en el intervalo de los 16 a los 33 minutos y después comienza a tender a cero.
- Se desarrolló favorablemente el análisis de control del sistema térmico, elaborado a partir de métodos teórico-matemáticos para el diseño del control de la planta, el cual llevo a la determinación de la función de transferencia que caracteriza el comportamiento del mismo.
- La teoría de la termodinámica en conjunto con la teoría de control moderno, contribuyeron a entablar una relación entre ambas áreas para la culminación del proyecto.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Facultad de Ciencias de la Computación y a la Facultad de Ciencias de la Electrónica, por el apoyo otorgado a esta investigación. De igual forma, agradecemos al VIII Congreso Nacional de Tecnología Aplicada a Ciencias de la Salud, por la oportunidad de presentar dicho trabajo.