



## DISEÑO DE UNA CÁMARA DE CONGELAMIENTO DE SEMEN DE CONTROL COMPUTARIZADO: CONSTRUCCIÓN PRELIMINAR MEDIANTE EL SIMULADOR PROTEUS ISIS®.

<sup>1</sup>Rocha Ch. G.\*, <sup>1</sup>Tapia G.J.M. y <sup>2</sup>Hernandez R. J.G.

<sup>1</sup>Universidad de Guadalajara, Centro Universitario del Sur. <sup>2</sup>Consultor Privado

**Introducción.** El congelamiento de células vivas que recuperen su viabilidad después de descongeladas siempre ha sido un gran reto para los investigadores. Los sistemas de congelación actuales se han convertido en procesos muy meticulosos que requieren de curvas de descenso de temperatura muy precisas especialmente en el caso del semen porcino cuyas características lo hacen muy sensible a este proceso. El auxilio de las herramientas de la mecatrónica y las computadoras representan una ayuda magnífica para este tipo de propósitos. El objetivo del presente proyecto es diseñar una cámara de congelamiento de células para ser probado por el método de simulación antes de proceder a la construcción física del prototipo.

**Material y métodos.** Para el diseño de este prototipo el trabajo se dividió en dos etapas: La primera es la fase de diseño y prueba mediante el sistema de simulación y la segunda etapa es la construcción física del prototipo. Se integraron cuatro elementos para probar el prototipo mediante el simulador (ver figura 1): Una computadora portátil para la introducción de los requerimientos del usuario, un microcontrolador que reciba las órdenes de la computadora y las transforme en acciones de los elementos físicos del sistema (sensores, válvulas, relevadores etc), el recipiente termoaislado (la cámara propiamente dicha) y una fuente de nitrógeno líquido. El software de la computadora permitió introducir las curvas de congelamiento según la necesidad del usuario a la vez que monitoreaba el proceso de congelamiento. Para el microcontrolador se utilizó un circuito integrado de 18 pines vacío el cual se programó de acuerdo a la tarea requerida. Esto se hizo mediante un programa compilador llamado C++® el cual, se elaboró en la computadora y se cargó en el microcontrolador.

Para poder medir las variables de interés (tiempo y temperatura) se integraron sensores de medición para enviar señales al controlador. El sensor tiene la capacidad de enviar un señal de voltaje al microcontrolador, la cual es directamente proporcional a la temperatura registrada. Los sensores de temperatura que se utilizaron en este prototipo fueron del tipo LM35 el cual es un sensor electrónico que establece una salida lineal de aproximadamente 10mV/°C, por lo tanto, por cada grado centígrado que cambie en la cámara interior el sensor envía una señal mayor o menor incrementando o decrementando 10 mV. El microcontrolador registra la información proveniente del sensor, la analiza y llevar un algoritmo que permite el control de temperatura. El microcontrolador toma acción y envía la información a un convertidor D/A para poder ser interpretada por un

relevador de corriente, el cual en el caso de incrementar la temperatura permite el paso de corriente eléctrica a una resistencia calefactora donde la cantidad de corriente dependerá de la orden emitida por el microcontrolador, caso similar sería el control para bajar la temperatura en el ambiente por lo tanto, se abrirá la válvula de paso de nitrógeno por medio de una señal de corriente enviada al relevador, la abertura y la duración de ésta será proporcional al cálculo realizado por el microcontrolador para descender la temperatura hasta el rango deseado. Estos procesos interactúan y se repiten continuamente hasta llegar a la temperatura deseada de operación introducida por el usuario.

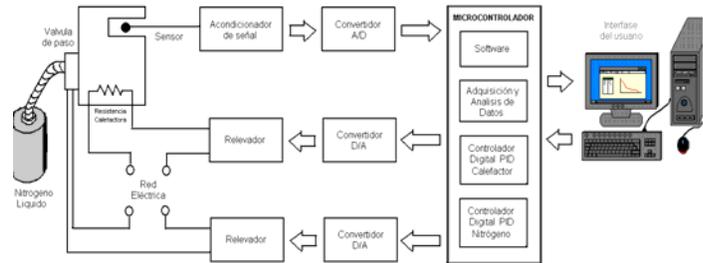


Figura 1. Diagrama de proceso en el control de temperatura (PID)

La cámara de enfriamiento consistió en una caja de acero inoxidable rodeada por aislante de poliestireno de 1.5" de espesor (R-18). La fuente de enfriamiento fue un tanque de nitrógeno líquido presurizado.

**Resultados.** Una vez integrados todos los componentes, se sometieron al simulador Proteus Isis® obteniendo una correlación positiva ( $r=0.83$ ) entre las lecturas de temperatura programadas y las esperadas.

**Discusión.** Al principio las lecturas fueron erráticas pero al ajustarse los componentes y después de realizar al menos 30 corridas, se obtuvieron lecturas acordes a lo esperado

**Conclusiones.** De acuerdo al comportamiento del simulador, es posible construir el prototipo con alta probabilidad de obtener los resultados esperados.

### Referencias bibliográficas

- Horgan, Jack, (2004) "Hardware/Software Co-verification," EDA Café Weekly, March 29, 2004.  
 Smith, Douglas J. (1998) Hdl Chip Design: A Practical Guide for Designing, Synthesizing & Simulating Asics & Fpgas Using Vhdl or Verilog. Doone Pubns. ISBN-10: 0965193438  
 Peura, T.T., Lane, M.W., Vajta, G., Trounson, A.O. (1999): Cloning of bovine embryos from vitrified donor blastomeres. Journal of Reproduction and Fertility 116: 95-101.