



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE COMPUTO

TEORIA DE LA COMPUTACIÓN



MORA BERNAL ULISES LEONARDO
4CM2

TAREA 2. INVESTIGACIÓN DE APLICACIONES DE
AUTOMATAS

**CONTROL DE TEMPERATURA PARA UN
SISTEMA DE TANQUES ACOPLADOS
UTILIZANDO AUTÓMATAS FINITOS**

FECHA DE ENTREGA: 30/11/2022

Introducción

La facilidad que los autómatas finitos nos ofrecen para procesar diferentes cadenas o datos de entrada es auxiliar para resolver problemas de una forma sencilla. En este caso, se nos presenta una problemática con un tanque de agua del que se desea regular su temperatura. Dentro de un sistema híbrido, donde tenemos una transferencia de estados discretos y variación en estados continuos, la propuesta para resolver el problema se logró con un conjunto de elementos, tales como:

- Estudio de las condiciones físicas que presenta el tanque de agua: en este punto, se recopilaban los datos necesarios que servirán como base de los pasos posteriores.
- Implementación de un autómata finito determinista que nos auxilie a evaluar los estados de temperatura: en este punto, opino que se debe de tener muy presente que estados son los que más nos interesan para regular la temperatura del tanque de gas, ya que un mal diseño del autómata impediría que el sistema funcione como se tiene contemplado.
- Un sistema embebido que servirá de control para implementar la propuesta.

Estos elementos en conjunto fueron a mi parecer los más importantes para el funcionamiento del sistema, pero ninguno es más importante que otro.

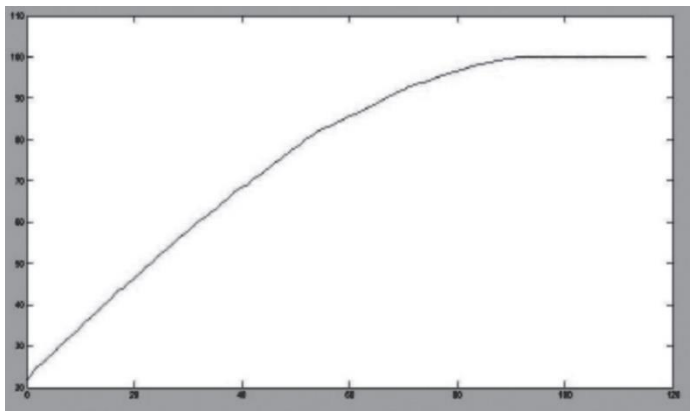
Es importante mencionar que aplicar esta solución se puede aplicar ampliamente en el análisis de sistemas más híbridos, pues es más fácil reducir la complejidad de orden.

Desarrollo

El artículo parte de lo siguiente: un control de temperatura para un tanque de agua de un sistema híbrido, el cual se divide en estados discretos y continuos. La parte continua se describió a través de ecuaciones diferenciales ordinarias, por otro lado, la parte discreta se modeló por autómatas finitos.

Como mencionamos anteriormente, el uso de un sistema híbrido para representar comportamiento de sistemas que incluyen procesos continuos o discretos nos otorga una reducción de la complejidad de orden.

El artículo nos proporciona varios recursos visuales para comprender de mejor forma el tema, uno de estos es una grafica que nos describe el comportamiento de la planta sin un control de temperatura implementado.



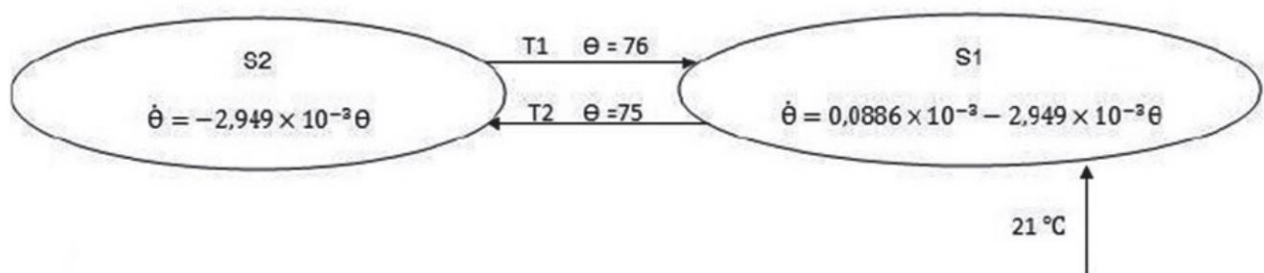
Se desea una temperatura que oscile entre los 75 y 76° C y además se mantenga el tiempo que sea necesario de esta manera.

La parte continua del modelado matemático entra ahora, ya que para este sistema se utilizó la ecuación diferencial de transferencia de calor:

$$\dot{\theta} = \frac{q_i}{C} - \frac{\theta}{RC} \quad (1)$$

Donde q_i representa la entrada de flujo de calor que induce la resistencia dentro del tanque, C la capacitancia, R la resistencia del material que cubrirá el fluido y θ la temperatura

Finalmente, en la parte discreta de este sistema se hace la relación del modelo matemático con el autómata finito determinista basándonos en 2 estados: S1 (resistencia del tanque encendida) y S2 (resistencia del tanque apagada)

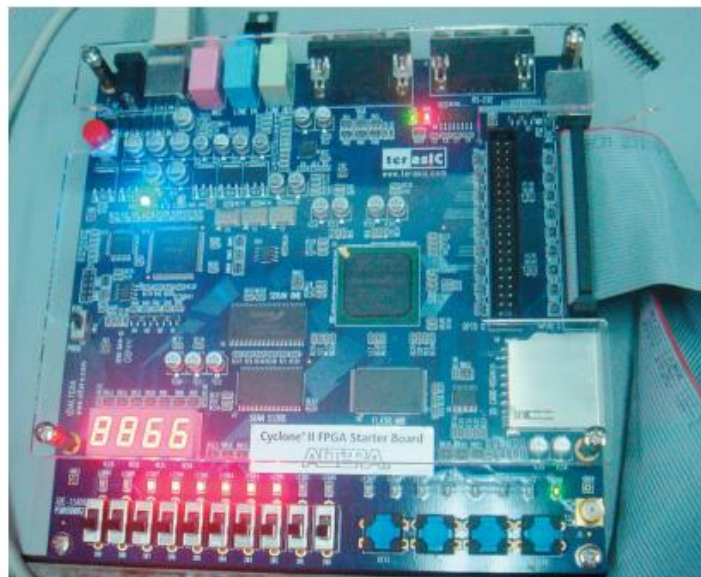


El sistema comienza a funcionar cuando la temperatura es de 21°C, la cual comenzará a incrementar a un punto de 75°C y justo en este punto es cuando tenemos la transición al estado S2, que tiene una ecuación que describe un comportamiento diferente al de S1 y de

esta forma la temperatura disminuirá y se repetirá este control, oscilando la temperatura deseada de 75 a 76°C.

El ultimo paso es implementar todo esto en un sistema embebido (fue la elección de los participantes) ya que no es necesaria una computadora entera para este manejo y en su lugar decidieron recurrir a una FPGA Cyclone II

Fig. 14. FPGA EN FUNCIONAMIENTO



Conclusiones de los autores

En esta parte, citaré textualmente las conclusiones de las personas involucradas en el artículo:

“La representación del proceso se realizó, teniendo en cuenta la interacción de la dinámica continua y la dinámica a través de eventos, utilizando autómatas finitos.

El control implementado por autómatas finitos permitió reducir el número de orden de la ecuación diferencial, lo que facilita el análisis del sistema.

Se realizó satisfactoriamente la implementación del control ON/OFF de la resistencia térmica del tanque de almacenamiento, que comparado con el controlador PID el tiempo de respuesta es más efectivo.

Con la simulación realizada se comprueba que, en los sistemas híbridos, se puede implementar el autómata finito, y se observa que el cambio de estado del sistema discreto muestra el cambio o el comportamiento de la variable continua que para el caso es la temperatura.

La implementación del control por autómatas finitos en un sistema embebido no es necesario dedicar un computador para controlar un sistema, ya que estos están específicamente diseñados y optimizados para resolver un problema en específico”

Conclusiones del alumno

Fue un artículo muy completo que incluso recopila demasiados elementos que hemos visto a lo largo de la carrera, como las ecuaciones diferenciales, el orden de complejidad visto en Análisis y Diseño de Algoritmos y los autómatas finitos deterministas de esta materia. Además de incluir una rama de la carrera en la que me gustaría especializarme: los sistemas embebidos, ya que actualmente en la asignatura de Arquitectura de Computadoras necesito de la misma FPGA para implementar mis prácticas.

Por lo que tengo una postura a favor de este proyecto, cuya idea de control de temperatura no solo puede aplicarse para regular el control de un tanque de almacenamiento de agua, sino que se podría tomar la idea general para desarrollar nuevas soluciones.

Por último, este artículo me dio una idea más clara sobre como aplicar los conocimientos de la carrera en la resolución de un problema.

Referencias

- *Controlador PID - Control Automático* (De C. M. Pardo). (2012). Picuino.
<https://www.picuino.com/es/control-pid.html>
- Colaboradores de Wikipedia. (2022, 24 agosto). *Sistemas híbridos*. Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Sistemas_h%C3%ADbridos
- *Wiki Targeted (Entertainment)*. (s. f.). Dinámica de Sistemas Wiki.
<https://dinasis.fandom.com/es/wiki/Eventos>
- Cañón Forero, N., Rodríguez Mora, D., Gutiérrez Calderón, J. & Amaya Hurtado, D. (2011). Control de Temperatura para un Sistema de Tanques Acoplados utilizando Autómatas Finitos. *Iteckne*, 9(2), 128-134.
<https://doi.org/10.15332/iteckne.v9i2.90>