

# Propuestas de temas de doctorado

Enviar copia al Dr. Héctor Guerra Crespo, para que tome nota en las reuniones: [hgcrespo@hotmail.com](mailto:hgcrespo@hotmail.com)  
No exceder de 3 páginas:

**Título:** Desarrollo de una estrategia de Control Predictivo basada en Modelo (MPC) para minimizar el consumo de energía eléctrica con la garantía de optimizar la eficiencia térmica e iluminación en edificios.

**Descripción:** (estado del arte, incluir al menos 2 referencias del proponente):

En los años recientes se ha incrementado el interés de investigar y desarrollar diferentes metodologías que minimicen el consumo de energía eléctrica sin deteriorar la calidad de vida y sobre todo con el uso racional y responsable de los recursos naturales. En esta propuesta se pretende desarrollar una estrategia basada en un MPC aplicado al control de la temperatura e iluminación en edificios. Existen diversas alternativas para el control de calefacción-aire acondicionado, ventilación e iluminación de edificios; pero, en general, la mayoría de los controladores convencionales no incluyen algunos parámetros como las predicciones meteorológicas y la variación de la energía (calor-luz) suministrada al edificio debida principalmente por condiciones externas (por ejemplo el sol). Este controlador predictivo pretende incluir el pronóstico del tiempo y el modelo térmico del edificio para controlar la temperatura interior y la iluminación en las áreas solicitadas, con la condición de minimizar el consumo de energía, independientemente de las condiciones climáticas externas.

En la literatura se mencionan diversas alternativas del uso de técnicas avanzadas de control; la mayoría son en el área de control de procesos industriales, aunque también se emplean en el control de consumo de energía de edificios [1, 2]. Otros trabajos incluyen el uso de conjuntos de reglas de lógica difusa (fuzzy rules) con el objetivo de reducir el tiempo necesario de ajuste del controlador [3]. También se han utilizado técnicas basadas en algoritmos genéticos y recocido simulado (simulated annealing) para un control óptimo del aire acondicionado [4]. En el trabajo de [5] se demostró que al incluir las predicciones meteorológicas en un MPC utilizado en el sistema de calefacción de un edificio, el potencial de ahorro de energía estaba entre 15% y 28%, dependiendo de varios factores, principalmente el nivel de aislamiento y la temperatura exterior. Otro trabajo desarrollado por [6] incluye la cantidad de energía suministrada al edificio debida al sol y los resultados demuestran que se logró un ahorro real del 17–24% comparado con el controlador existente.

Por otra parte, el Control Predictivo, también referido como “Control de Horizonte deslizante” o simplemente “Control Predictivo”, es una técnica de control avanzada formada por un conjunto de algoritmos que emplean el modelo matemático dinámico de la planta (o proceso), relacionan información pasada de las variables del proceso para predecir su evolución y de esa forma optimizar las acciones de control que lleven al proceso a los objetivos deseados [7]. Conforme avanza la primera década del siglo XXI ha aumentado la diversidad de algoritmos utilizados; por ejemplo, se ha demostrado que la reparametrización de los grados de libertad del controlador usando funciones ortogonales como los polinomios de Laguerre o Kautz [8, 9] permite mejorar el desempeño del controlador [10], sobre todo si está bien sintonizado [11, 12]. Los algoritmos MPC son cada vez más personalizados ya que aprovechan la estructura particular del problema, su aplicación el control de edificios permite resolver el problema de optimización que consiste en ofrecer las condiciones de confort definidas por los usuarios pero con la garantía un consumo mínimo de energía; para lograr lo anterior, es necesario determinar las entradas de control óptimas utilizando un modelo de la dinámica de edificio. El esquema MPC seleccionado para resolver lo anterior, deberá tener la capacidad de incluir la incertidumbre debida a las condiciones meteorológicas y variación de la energía (calor-luz) suministrada al edificio desde afuera.

### **Objetivo:**

General: Diseñar y analizar una estrategia de Control Predictivo basada en Modelo (MPC) para mantener las condiciones de temperatura e iluminación dentro de rangos establecidos, considerando el mínimo consumo de energía eléctrica, aún con la incertidumbre debida a las condiciones meteorológicas.

### **Específicos:**

Identificación del modelo del edificio y su entorno.

Selección de la estrategia de MPC a emplear.

Modelado de los parámetros a optimizar y las restricciones del modelo.

Selección de la(s) técnica(s) de optimización del sistema de control.

Diseño del modelo de control del clima e iluminación.

Diseño de pruebas del prototipo.

Análisis de resultados.

**Metas** (número papers, congresos, patentes....):

Mínimo 1 artículo de revista

Mínimo 1 asistencia a congreso, etc...

### **Referencias:**

- [1] A. Dounis y C. Caraiscos , «Advanced control systems engineering for energy and comfort management in a building environment - a review,» *Renew Sustain Energy*, n° 13, pp. 6-7, 2009.
- [2] D. Vanhoudt, F. De Ridder, J. Desmedt y J. Van Bael, «Controller for optimal cost operation of a borehole thermal energy storage system,» de *Proceedings of the 10th REHVA World Congress, Clima*, 2010.
- [3] Z. Yu y A. Ā, «Control engineering practice online tuning of a supervisory fuzzy controller for low-energy building system using reinforcement learning,» *Control Eng Pract*, vol. 5, n° 18, p. 532–539, 2010.
- [4] H. Spindler y L. Norford, «Naturally ventilated and mixed-mode buildings – part II: optimal control,» *Build Environ* 2009, vol. 4, n° 44, p. 750–761, 2009.
- [5] J. Široký , . F. Oldewurtel , . J. Cigler y S. Prívvara, «Experimental analysis of model predictive control for an energy efficient building heating system,» *Applied Energy*, n° 88, pp. 3079-3087, 2011.
- [6] J. Široký , . F. Lukáš , S. Prívvara y J. Cigler , «Model predictive control of a building heating system: The first experience Elsevier,» *Energy and Buildings*, n° 43, pp. 564-572, 2011.
- [7] J. M. Maciejowski, «Predictive control with constraints,» Prentice Hall, Pearson Education, London, England, 2006.
- [8] J. A. Rossiter y G. Valencia-Palomo, «Efficient algorithms for tradig off feasibility and performance in predictive control,» *International Journal of Control*, vol. 83, n° 4, pp. 789-797, 2010.
- [9] B. Khan, G. Valencia-Palomo y J. A. Rossiter, «Exploiting Kautz functions to improve feasibility in MPC,» Milán, Italia, 2011.
- [10] G. Valencia-Palomo, Efficient implementation of Predictive Control, Automatic Control and System Engineering, University of Sheefield: England, 2010.
- [11] R. Gutiérrez-Urquidez, G. Valencia-Palomo y O. Rodríguez\_Elías, «The use of evolutionary algorithms for the parameter selection of predictive controllers,» de *IV International Research and Academic Congress ERA 2014*, CITEDIPN, Tijuana, México., 2014.
- [12] R. Gutiérrez-Urquidez, G. Valencia-Palomo, O. Rodríguez-Elías y L. Trujillo, «Systematic selection of tuning parameters for efficient predictive controllers using a multiobjective evolutionary algorithm,» *Applied Soft Computing*, n° 31, p. 326–338, 2015.

**Vinculación:** Probable vinculación con el proyecto desarrollado en la Tesis Doctoral del alumno M.C. Daniel Espejel, cuyo título es: “Arquitectura para la implementación de sistemas de gestión de energía en edificios no residenciales, con reducción de impacto ambiental por autogeneración y recolección de energía”.

**Financiamiento:** TNM o PRODEP o ..

**Línea de Investigación:**

Instrumentación y control en energías	x
<b>Sistemas mecatrónicos</b>	x
<b>Sistemas inteligentes</b> en agroindustrias	