

# Experiencias de controlador predictivo en dos hoteles de La Habana

**Adriana Virginia Acosta Corzo**

correo electrónico: adriana.virginia@electronica.cujae.edu.cu

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

Artículo Original

**Ana Isabel González Santos**

correo electrónico: anita@electronica.cujae.edu.cu

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

**Yllel Alejandro Hernández Juvier**

Empresa de Telecomunicaciones de Cuba (ETECSA), La Habana, Cuba

**Manuel Alejandro Díaz Serret**

Hotel Meliá Habana, La Habana, Cuba

## Resumen

El principal objetivo de este trabajo es mejorar la eficiencia energética de los sistemas centralizados de aire acondicionado de las habitaciones de dos hoteles de La Habana en Cuba. Para ello se emplean las técnicas avanzadas de control, a través del diseño de controladores predictivos basados en modelos no lineales. Durante la predicción de la carga térmica es utilizado el método de series de tiempo radiante (RTS). Todos los cálculos y sintonía fuera de línea fueron desarrollados en lenguaje de programación MATLAB®.

Palabras claves: control predictivo basado en modelos, modelado de sistemas continuos, gestión y demanda energética, uso eficiente, control jerarquizado

Recibido: 29 de septiembre del 2014    Aprobado: 13 de abril del 2015

## INTRODUCCIÓN

El sector turístico siempre se ha caracterizado por la búsqueda de novedosas soluciones que contribuyan a la disminución de los costos de operación de sus instalaciones y aumentar la competitividad en el mercado. Las edificaciones dedicadas al alojamiento hotelero son altas consumidoras de energía, debido a su uso permanente durante el año ya que su principal objetivo reside en garantizar confort y calidad para los huéspedes en todos sus servicios.

En el trabajo se propone el empleo de las técnicas avanzadas de control en la mejora de la eficiencia energética del sistema de climatización de dos

hoteles situados en La Habana, a través del diseño de controladores predictivos basados en modelo no lineal. El modelo de predicción utilizado se basa en el método de series de tiempo radiantes (RTS) [1-4].

Favorecer el ahorro energético en los edificios tiene un gran impacto económico y medioambiental. Por esta razón en los últimos 10 años muchos autores han dedicado sus investigaciones a alcanzar este objetivo, profundizando en las aplicaciones de los controladores predictivo [5-11]. Sin embargo, no son muchos los reportes publicados con relación a aplicaciones reales de controladores predictivos en edificios dedicados al alojamiento turístico [12]. En el desarrollo de los controladores predictivos a la regulación

eficiente de la energía en edificaciones, se han apreciado tres vertientes principales: los controladores que utilizan modelos basados en las ecuaciones de balance de masa y energía [7]; los controladores que emplean modelos basados en la analogía de los circuitos térmicos con los circuitos eléctricos, [10] y [12] y los controladores que utilizan modelos basados en la inteligencia artificial [8]-[9].

Los controladores diseñados para los presentes hoteles se corresponden al primer grupo mencionado y están concebidos para regular desde el nivel supervisorio. La sintonía de los controladores fue realizada en el ambiente de programación MATLAB®. Para ello fueron utilizados los registros históricos de los hoteles Meliá Habana y Parque Central La Torre.

El trabajo consta de cinco secciones. En la introducción se realiza un breve estado del arte sobre el tema estudiado. En la segunda sección se describen los sistemas para los cuales se diseñan los controladores predictivos y los métodos utilizados. En la tercera sección se reflejan los resultados alcanzados. En la cuarta sección se presentan breves discusiones sobre los resultados y por último se expresan las conclusiones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción de los sistemas

#### Hotel Meliá Habana

El hotel Meliá Habana ha sido el objeto principal de investigaciones anteriores, [1]-[2]-[3]. Está situado en el litoral noroeste de la ciudad de La Habana, y posee características de playa y de ciudad. Es considerado hotel cinco estrellas. Es un edificio con cierto nivel de automatización y apropiada gestión de los registros históricos de operación. Tiene más de 15 años de explotación. Cuenta con 413 habitaciones físicas distribuidas en dos bloques habitacionales. Las habitaciones por sus características constructivas se dividen en tres tipos. En los tres últimos pisos del primer bloque se encuentra instalado un sistema de gestión energética, que registra los valores de temperatura y de ocupación de las mismas. El sistema de climatización representa el 60 % del consumo eléctrico de este hotel. El mismo está compuesto por 4 máquinas enfriadoras del agua, con una capacidad de 208 t de refrigeración o 730 kW de carga frigorífica cada una, para un total de 2,92 MW. El consumo eléctrico total del hotel asciende aproximadamente a 8 GW anuales. Es un sistema a flujo constante. En las habitaciones las unidades finales de intercambio son los serpentines ventiladores conocidos como *fan coils* (en idioma inglés).

#### Hotel Parque Central La Torre

El edificio Parque Central La Torre es una ampliación del hotel Parque Central. Es un edificio independiente que clasifica como hotel de ciudad. Cuenta con un total de 148 habitaciones, distribuidas en 9 pisos. Las que se subdividen en 20 tipos diferentes atendiendo a sus dimensiones. Se encuentra ubicado en una zona muy concurrida de la Habana Vieja. El sistema de climatización

utilizado en el bloque habitacional es centralizado y el líquido refrigerante empleado es agua fría. El sistema, como tal, consta de 2 unidades enfriadoras del tipo LCAE-X. Cada unidad enfriadora presenta una potencia térmica de 386 kW o 110 t de refrigeración. El consumo eléctrico del sistema de climatización representa el 48 % del consumo total. Las unidades terminales empleadas para la climatización de las habitaciones también son los *fan coils*. El consumo eléctrico del hotel Parque Central, La Torre representa alrededor de 2 GW anuales.

En la figura 1 se aprecia la relación entre los kilowatt hora (kWh) consumidos por cada hotel y la cantidad de habitaciones ocupadas correspondiente al año 2012. Los meses del verano son los de mayor consumo per cápita.

En ambos hoteles los gastos por concepto de climatización se dividen en tres categorías: gastos fijos, gastos de salones de eventos y gastos de habitaciones. Para este estudio en particular será analizada la climatización de las habitaciones, partiendo del criterio que el alojamiento del hotel debe constituir la principal fuente de ingresos del mismo.

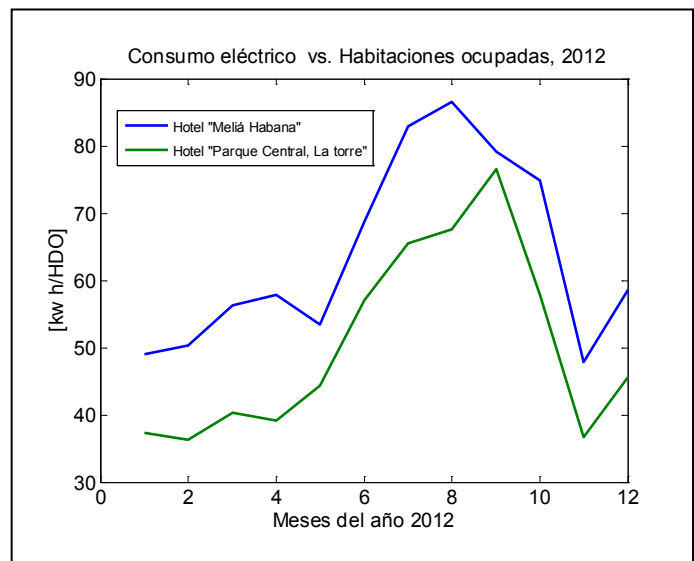


Fig. 1. Comportamiento de la relación kilowatt hora consumidos y habitaciones ocupadas durante los 12 meses del año 2012

#### Metodología desarrollada

El procedimiento empleado para diseñar el controlador predictivo basado en modelo para la gestión energética del sistema centralizado de climatización de las habitaciones hoteleras, se describe a continuación y consta de cuatro etapas: la determinación de la carga térmica de las habitaciones del inmueble hotelero empleando un predictor de carga basado en el método de series radiantes descrito en [2]-[3]-[4]; la modelación del consumo eléctrico de las unidades enfriadoras en dependencia de la carga térmica estimada; el diseño del controlador predictivo fundamentado en el modelo no lineal, capaz de generar las acciones de control óptimo y el cálculo de los resultados económicos obtenidos a partir de la aplicación del controlador predictivo.

### Predictor de carga térmica

El predictor de carga implementado contempla los parámetros constructivos del edificio, la época del año, la ocupación, la predicción de la temperatura exterior e interior de la habitación, las temperaturas de impulsión y de retorno del agua fría, las características del equipamiento y de la iluminación de la zona, que es objeto de análisis. Está basado en el método de series de tiempo radiantes (método RTS). En la figura 2 se representa el esquema general del predictor de carga térmica de las habitaciones hoteleras.

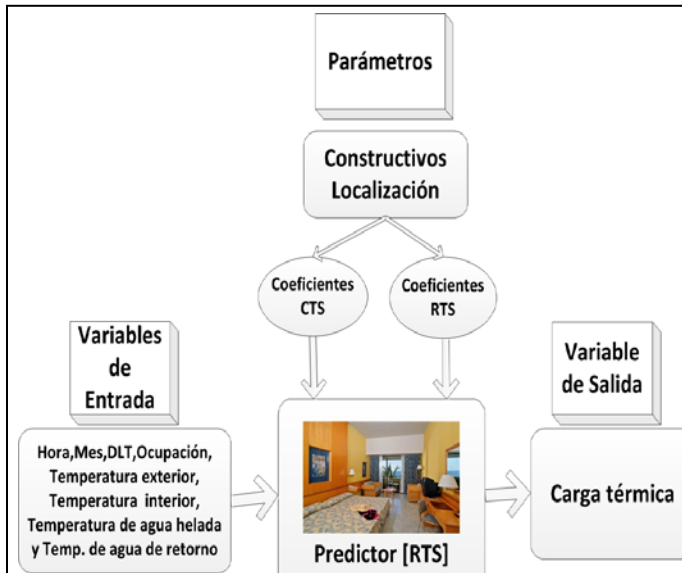


Fig. 2. Esquema general del predictor de carga térmica de las habitaciones hoteleras basado en el método RTS.

### Predictor: método RTS

El método de series de tiempo radiante es un método riguroso, que no requiere cálculos iterativos y que es capaz de cuantificar la contribución de cada uno de los componentes a la carga térmica total. Es un método derivado directamente del método de balance de calor [4], destinado a cálculos de la máxima carga térmica instantánea de operación. En este trabajo, por sus facilidades, el método es utilizado para predicciones horarias del consumo energético. El método RTS considera los retardos de tiempo por conducción y por radiación multiplicando la ganancia de calor horaria por 24 coeficientes de una serie de tiempo. Estos coeficientes son conocidos como factores de tiempo radiante y de conducción.

Las principales ecuaciones utilizadas en el cálculo de la carga térmica a través del método RTS se describen a continuación.

### Método RTS: Temperatura sol-aire

La temperatura sol-aire es la temperatura del aire exterior equivalente a la combinación de todas las fuentes de energía por radiación y convección existente en el exterior de la zona. Esta temperatura se calcula a partir de la expresión del balance de calor de una superficie iluminada por el sol (1).

$$t_e = t_0 + \frac{\alpha E_t}{h_o} - \frac{\varepsilon \Delta R}{h_o} \quad (1)$$

### Método RTS: Cálculo de la ganancia de calor por conducción utilizando los factores de tiempo por conducción

En el método RTS, la conducción del calor a través de las superficies exteriores se determina utilizando la serie de coeficientes de conducción, como se expresa en (2)-(3).

$$q_{i,\theta-n} = UA(t_{e,\theta-n} - t_{rc}) \quad (2)$$

$$q_\theta = c_0 q_{i,\theta} + c_1 q_{i,\theta-1} + c_2 q_{i,\theta-2} + c_3 q_{i,\theta-3} + \dots + c_{23} q_{i,\theta-23} \quad (3)$$

### Método RTS: Carga de calor por radiación

El método de serie de tiempo radiante convierte la porción radiante de la ganancia de calor en carga, utilizando los factores de tiempo radiantes, es decir, los coeficientes RTF.

$$Q_{r,\theta} = r_0 q_{r,\theta} + r_1 q_{r,\theta-1} + r_2 q_{r,\theta-2} + r_3 q_{r,\theta-3} + \dots + r_{23} q_{r,\theta-23} \quad (4)$$

Siendo:

$q$ : Tasa de calor (W).

$A$ : Área de la superficie ( $m^2$ ).

$\alpha$ : Coeficiente de absorción de la radiación solar por la superficie.

$h_o$ : Coeficiente de transferencia de calor por radiaciones de larga longitud de ondas y por convección de la superficie exterior ( $W/m^2.K$ ).

$t_o$ : Temperatura del aire exterior ( $^{\circ}C$ ).

$t_s$ : Temperatura de la superficie interior ( $^{\circ}C$ ).

$E_t$ : Radiación solar que incide sobre la superficie ( $W/m^2.K$ ).

$\varepsilon$ : Emisividad hemisférica de la superficie.

$\Delta R$ : Diferencia entre las radiaciones de larga longitud de ondas que inciden en la superficie desde el cielo y sus alrededores y las emitidas por un cuerpo negro a la temperatura del aire exterior ( $W/m^2$ ).

$q_{i,\theta-n}$ : Entrada de calor por conducción para la superficie,  $n$  horas atrás (W).

$U$ : Coeficiente de transferencia de calor para la superficie ( $W/m^2.K$ ).

$t_{e,\theta-n}$ : Temperatura sol-aire,  $n$  horas atrás ( $^{\circ}C$ ).

$t_{rc}$ : Temperatura en el interior de la habitación ( $^{\circ}C$ ).

$q_\theta$ : Ganancia de calor por conducción de la superficie para cada hora (W).

$q_{i,\theta}$ : Entrada de calor por conducción para la superficie para la hora actual (W).

$c_0, c_1, \dots, c_{23}$ : Factores de la serie de tiempo por conducción.

$Q_{r,\theta}$ : Carga por radiación para la hora actual (W).

$q_{r,\theta}$ : Ganancia de calor por radiación para la hora actual (W).

$q_{r,\theta-n}$ : Ganancia de calor por radiación para  $n$  horas atrás (W).

$r_0, r_1, \dots, r_{23}$ : Factores de la serie de tiempo radiante.



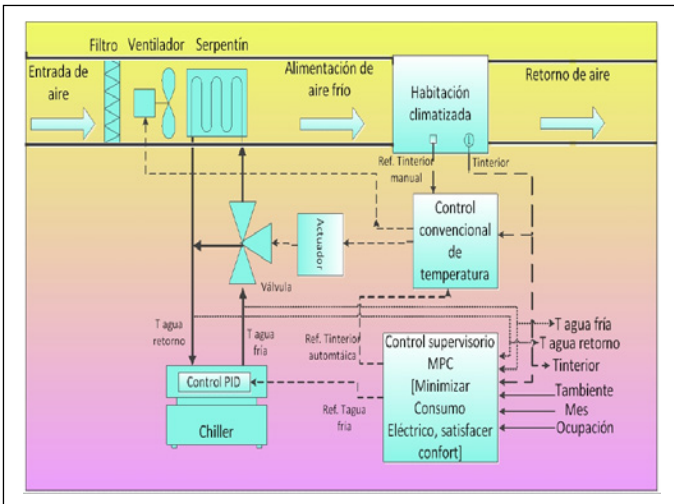


Fig. 3. Representación general del controlador predictivo

**Controlador predictivo: Parámetros de sintonía del controlador**

En la tabla 1 se representan los valores obtenidos para la mejor sintonía de los controladores en cada uno de los hoteles.

**Controlador predictivo: Restricciones**

Las restricciones a las que se encuentra sujeto el comportamiento del controlador están relacionadas con los límites de operación de las variables que intervienen en el mismo y sus características físicas. En el caso de la temperatura interior se encuentra limitada por los valores que proporcionan confort térmico a los ocupantes, atendiendo a las condiciones climatológicas y a la percepción sensorial del huésped de la habitación. Los límites de operación de la temperatura de agua fría, se restringen por el funcionamiento de las climatizadoras. Los valores utilizados en la implementación del controlador se presentan en la tabla 1.

**Controlador predictivo: Resolución**

En la resolución del problema de optimización no lineal se empleó la función *fmincon* de la herramienta *optimtool* desarrollada en el ambiente de programación Matlab®. El algoritmo de optimización seleccionado fue el método *sqp* o de programación cuadrática secuencial. El procesador utilizado fue un Pentium(R) Dual Core a una velocidad de 2,60 GHz.

**Cálculo económico**

Como métrica de comparación del desempeño de los controladores diseñados se estima el ahorro potencial. Este criterio consiste en la cantidad de kilowatt hora consumidos que pueden economizarse respecto al consumo eléctrico real registrado por el hotel, si los resultados alcanzados en la simulación fueran aplicados ciertamente. Los valores de ahorro potencial del consumo eléctrico de las unidades enfriadoras son multiplicados por la tarifa de precios que estuvo vigente en el año 2013. Se considera que la tarifa varía durante todo el día. El vector de precios utilizado considera el horario, el precio del combustible y una tasa

fija según el número de subestaciones que se emplean para la alimentación eléctrica del edificio. En este trabajo se desestimaron las bonificaciones y las penalizaciones.

Tabla 1  
Parámetros del controlador predictivo diseñado

Parámetro	Valor		Descripción
	Meliá Habana	La Torre	
$N_{p1}$	1	1	Valor inicial del horizonte de predicción
$N_{p2}$	5	5	Valor final del horizonte de predicción
$N_c$	2	2	Valor del horizonte de control
$m_y$	1	1	Cantidad de señales de salida
$m_u$	2	2	Cantidad de señales de entrada
$m_d$	5	4	Cantidad de señales de perturbación medible
$u_1^{min}$	21 (°C)	21 (°C)	Valor mínimo de la referencia de la temperatura interior
$u_2^{min}$	7 (°C)	7 (°C)	Valor mínimo de la referencia de la temperatura del agua fría
$u_1^{max}$	26,5 (°C)	26,5 (°C)	Valor máximo de la referencia de la temperatura interior
$u_2^{max}$	12,5 (°C)	12,5 (°C)	Valor máximo de la referencia de la temperatura del agua fría
$P_{min}$	0 (W)	0 (W)	Valor mínimo de la potencia eléctrica de las enfriadoras del hotel
$P_{max}$	730 (kW)	386 (kW)	Valor máximo de la potencia eléctrica de las enfriadoras del hotel
$\Delta u_1^{min}$	-0,5 (°C)	-0,5 (°C)	Valor mínimo del incremento de la temperatura interior
$\Delta u_2^{min}$	-0,5 (°C)	-0,5 (°C)	Valor mínimo del incremento de la temperatura de agua fría
$\Delta u_1^{max}$	0,5 (°C)	0,5 (°C)	Valor máximo del incremento de la temperatura interior
$\Delta u_2^{max}$	0,5 (°C)	0,5 (°C)	Valor máximo del incremento de la temperatura de agua fría
$\alpha_{min}$	0,0001	0,01	Valor mínimo de la penalización de la salida
$\alpha_{max}$	1	1	Valor máximo de la penalización de la salida
$\beta_{min}$	0	0	Valor mínimo de la penalización del incremento del esfuerzo de control
$\beta_{max}$	1	1	Valor máximo de la penalización del incremento del esfuerzo de control
$\gamma_{min}$	0,5	0,5	Valor mínimo de la penalización del esfuerzo de control
$\gamma_{max}$	1	1	Valor máximo de la penalización del esfuerzo de control
$\Delta t$	1 (h)	1 (h)	Período de muestreo del controlador

## RESULTADOS

Las simulaciones se realizaron en el hotel Meliá Habana el día 2 de febrero y en el hotel Parque Central la Torre el día 1ro de Mayo, del año 2013. En el primero se utilizaron las mediciones registradas por el sistema de gestión energética instalado en varios pisos del hotel y sus registros históricos. En el hotel Parque Central la Torre se realizaron mediciones programadas para las simulaciones y también se emplearon los registros habituales del inmueble. Las mediciones fueron tomadas con un termómetro de la firma italiana Riels Instruments serie HD2127, con un rango de -200 a 650°C y una precisión de  $\pm 0,01^\circ\text{C}$ , Hernández Juvier Y. A., Díaz Serret M.A.

En las figuras 4 y 5 se muestran los resultados de la potencia eléctrica de las enfriadoras, estimada por modelo, para los registros reales del hotel (Real) y de la salida del controlador predictivo (MPC). El área sombreada en azul se corresponde con el ahorro potencial. Las otras dos curvas constituyen el ahorro calculado en kilowatt y en USD. En las figuras 6 y 7 se observan los esfuerzos de control óptimos (referencia de la temperatura en el interior de las habitaciones y referencia de la temperatura del agua fría), así como los valores de la temperatura exterior y de la cantidad de habitaciones ocupadas en las fechas de las simulaciones.

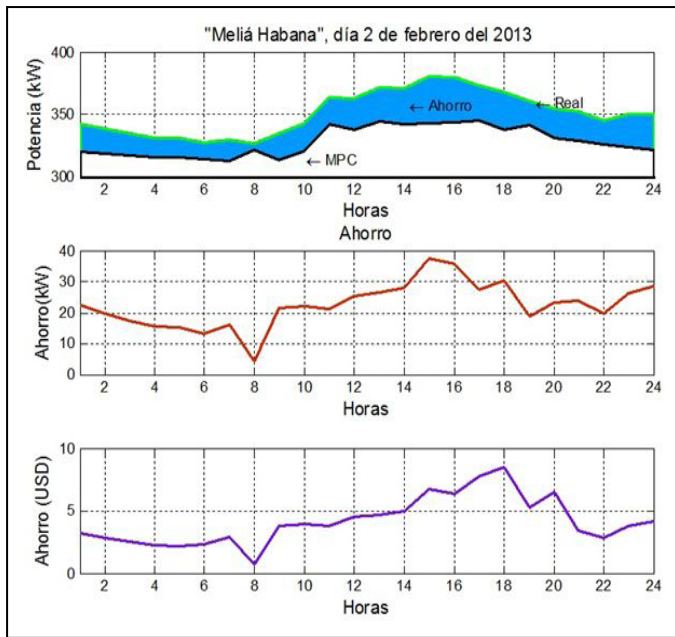


Fig. 4. Resultados de la simulación del controlador predictivo, el 2 de febrero del 2013, para el hotel Meliá Habana

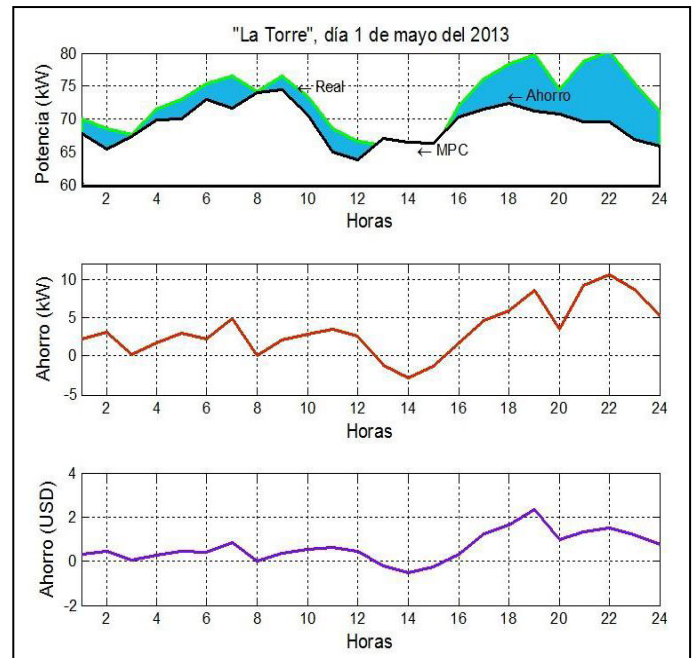


Fig. 5. Resultados de la simulación del controlador predictivo, el 1ro. de Mayo del 2013 para el hotel Parque Central, La Torre

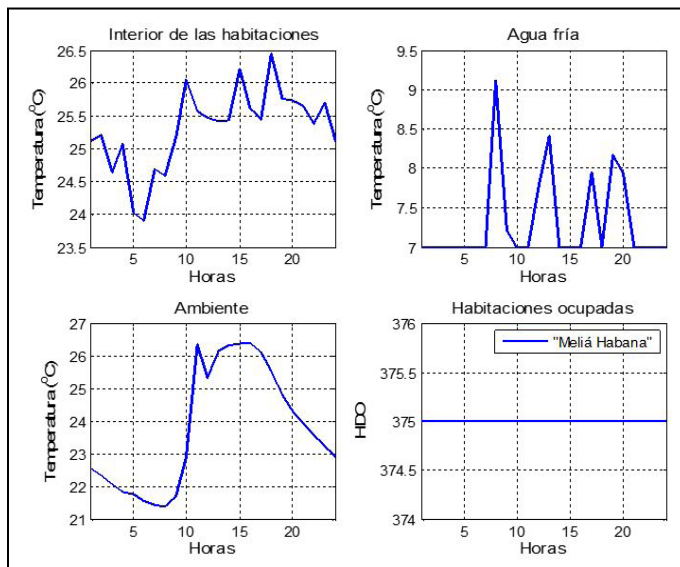


Fig. 6. Variables de entrada al sistema del Meliá Habana el 2 de febrero del 2013

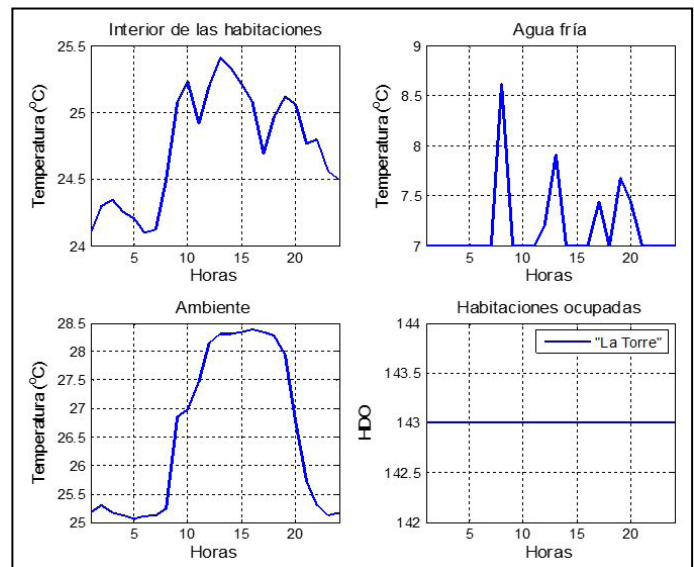


Fig. 7. Variables de entrada al sistema del hotel La Torre el día 1ro. de Mayo del 2013

## DISCUSIÓN

En los dos hoteles se aprecia que los controladores predictivos son capaces de alcanzar su objetivo global, de lograr eficiencia energética con satisfacción del confort térmico de los ocupantes. El 2 de febrero, en el hotel Meliá Habana, se logra un ahorro potencial de 540 kWh equivalente al 6,4 % del consumo eléctrico del sistema de climatización de las habitaciones. En el hotel Parque Central la Torre se obtiene un ahorro de 82 kWh correspondiente al 4,7 %. Es necesario señalar, que en este hotel, hay horas durante la simulación en las que no se obtiene ahorro con el controlador: 13:00h, 14:00h y 15:00h. En este caso la estrategia de control implica desconectar la referencia calculada por el controlador diseñado en esos momentos.

Otro aspecto de interés es que el comportamiento de la potencia eléctrica es diferente en cada hotel. En el Meliá Habana, el mediodía coincide con el horario de mayor consumo eléctrico. Sin embargo, el día 1ro. de Mayo en el hotel Parque Central la Torre los horarios de mayor consumo ocurren por la mañana y por la tarde. Ello puede estar relacionado con la ubicación del edificio y el área de sombra creada por otras edificaciones vecinas.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos confirman que en los sistemas climatizados dedicados a las habitaciones hoteleras se producen reservas energéticas que pueden ser aprovechadas por estrategias de control avanzado como son los controladores predictivos basados en modelo. El ahorro energético posibilita ahorro financiero y mitiga el impacto medioambiental que subyace. La aplicación de metodologías como la propuesta en este trabajo ayudaría a lograr una mayor eficiencia en edificios destinados al alojamiento turístico con dinámicas térmicas intermitentes. Los objetivos propuestos fueron conseguidos, aunque es recomendable extender los estudios a otros hoteles con diferentes características y equipamiento.

## RECONOCIMIENTOS

Los autores desean reconocer la ayuda del personal de las instalaciones hoteleras, sin los cuales no hubiera sido posible la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS

1. **ACOSTA CORZO, Adriana; GONZÁLEZ SANTOS, Ana; ZAMARREÑO, José María; ÁLVAREZ CASTELLÓ, Víctor.** "A model for energy predictions of a hotel room". 20th European Modeling & Simulation Symposium: EMSS, 2008, Briatico, Italy, 17-19 september, 2008, Proceedings edited by A. Bruzzone, F. Longo, M.A. Piera, R. M. Aguilar, C. Frydman. ISBN 978-88-903724-0-7 (DIPTM University of Genoa), pp 204-211.
2. **ACOSTA CORZO, Adriana; GONZÁLEZ SANTOS, Ana; ZAMARREÑO, José María; ÁLVAREZ CASTELLÓ, Víctor.** "Modelo para la predicción energética de una instalación hotelera". *Revista*

- Iberoamericana de Automática e Informática.* 2011, vol. 8, núm. 4, p. 309-322. ISSN-1697-7912.
3. **ACOSTA CORZO, Adriana; et al.** "Aplicación de modelo de predicciones energéticas a dos hoteles de ciudad". Taller de Control, Cibernética y Automatización. Sesión Ahorro y Conservación de la Energía. Instituto de Cibernética, Matemática y Física, 2013. ISBN 978-959-7056-35-5.
4. **ASHRAE, ASHRAE Handbook.** Chapter 18, "Nonresidential cooling and heating load calculations". ASHRAE Handbook Editor. ISBN 978-1-93-374292-2.
5. **ÁLVAREZ, J. D.; et al.** "Optimizing building comfort temperature regulation via model predictive control". *Energy and Buildings* 57, pp. 361-372, 2013. ISSN 0378-778.
6. **BORRELI Ma, Y. F.; HENCEY, B.; COFFEY, B.; BEGEA, S.** "Model predictive control for operation of building cooling systems". In 2010 American Control Conference, ACC 2010, Baltimore, Maryland, USA.
7. **CASTILLA, M.; ÁLVAREZ, J. D.; et al.** "Técnicas de control de confort en edificios". *Revista Iberoamericana de Automática e Informática.* 2010, vol. 7, pp. 5-24. ISSN-1697-7912.
8. **HAO, H.; LEI, C.** "Multi-zone temperature prediction in a commercial building using artificial neural network model". 10th IEEE International Conference on Control and Automation (ICCA) Hangzhou, China, June 12-14, 2013.
9. **KEBLAWI, A.; GHADDAR, N.; GHALI, K.** "Model-based optimal supervisory control of chilled ceiling displacement ventilation system". *Energy and Buildings* 43, pp. 1359-1370, 2011, ISSN 0378-778.
10. **MA, J.; QIN, J.; SALSBURY, T.; XU, P.** "Demand reduction in building energy systems based on economic model predictive control". *Chemical Engineering Science* 67, pp. 92-100, 2012. ISSN 0009-2509.
11. **SALSBURY, T.; MHASKAR, P.; QIN, S.** "Predictive Control Methods to Improve Energy Efficiency and Reduce Demand in Buildings", *Comp. & Chem. Eng.* 51, pp. 77-85, 2013. ISSN 0009-2509.
12. **VEGA, B. G.; et al.** "Model Predictive Control for a Tropical Island Hotel". Paper ID 975. CLIMA 2013: 11th REHVA World Congress & 8th International Conference on IAQVEC. Czech Republic.
13. **IP SENG IU.** "Experimental validation of the radiant time series method for cooling load calculations", Thesis by Bachelor of Science, University of Macau, Taipa, Macau, 1999.
14. **ASHRAE, ASHRAE Handbook.** Chapter 31, "Energy Estimating and Modelling Methods". ASHRAE Handbook Editor, 2011. ISBN 978-1-93-374292-2.
15. **ALLGOWER, F.; FINDEISEN, R.; EBENBAUER, C.** "Nonlinear Model Predictive Control". Institute for systems theory in engineering, University of Stuttgart, Germany, 2002.
16. **MACIEJOWSKI, J.; M.** "Predictive Control with constraints". Prentice Hall Editor. An imprint of Pearson Education. Harlow, England, 2002. <http://www.booksites.net/maciejowski>.

## **AUTORES**

### **Adriana Acosta Corzo**

Ingeniera Automática, Máster en Ciencias, Profesora Auxiliar, Departamento de Automática y Computación, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

### **Ana Isabel González Santos**

Ingeniera Automática, Doctora en Ciencias Técnicas, Profesora Titular, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

### **Yllel Alejandro Hernández**

Ingeniero Automática, Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A (ETECSA), La Habana, Cuba

### **Manuel Alejandro Díaz Serret**

Ingeniero Automático, Servicios Técnicos, Hotel Meliá Habana, La Habana, Cuba

## **Experiences of Predictive Control in Two Hotels of City**

### **Abstract**

The main objective of this work is improving the energy efficiency of HVAC's systems of the two hotels in the Havana city at Cuba. For it, the advanced techniques of control are used, through the nonlinear predictive controls. Prediction of the cooling load of the rooms in the hotels are obtained using the Radiant Time Series method, (RTS). All the calculations and off-line tuning were developed in MATLAB® programming language.

Key words: model based predictive control, modelling of continuous systems, electrical consumption, efficient use, hierarchized control