

PROPUESTA DE CONTROL EFICIENTE DEL AIRE DE COMBUSTIÓN EN UNA PLANTA DE HORNO DE REDUCCIÓN

PROPOSAL THE EFFICIENT CONTROL OF COMBUSTION AIR IN THE PLANT OF REDUCTION FURNER

Enrique Santana López¹, Secundino Marrero Ramírez², Orlando Vega Arias³, Iliana A. González Palau⁴

¹ Universidad de Camagüey, Cuba- Dpto. de Ing. Eléctrica, Circunvalación Norte Km 5 ½, Camagüey, Cuba

^{2,4} Universidad Técnica de Cotopaxi, Dpto. de Ing. Eléctrica, Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido Sector San Felipe

³ Departamento de Mantenimiento, Empresa Comandante Ernesto Che Guevara, Moa. Holguín

e-mail: ¹enrique.santana@reduc.edu.cu, ²secundino.marrero@utc.edu.ec, ³ovega@ecg.moa.minem.cu, ⁴iliana.gonzalez@utc.edu.ec

Revista Energía Mecánica Innovación y Futuro, V Edición 2016, No. 5 (15)

RESUMEN

El trabajo analiza la ineficiencia del control manual en el sistema de aire de combustión utilizado en los hornos de una planta de reducción de níquel a través de la estrangulación de un dámetro y el uso de válvulas manipuladas por el operador, donde los ventiladores del sistema de suministro de aire, trabajan a plena capacidad todo el tiempo, lo que produce un gasto innecesario de energía eléctrica. Por otra parte, la demanda es variable y difícil de programar, por ello se propone una alternativa que consiste en controlar el accionamiento de los ventiladores a través de variadores de velocidad y diseñar un lazo de control que permita establecer la demanda de aire a partir de una medición indirecta del flujo, usando la presión como variable controlada. Se analiza la factibilidad de la inversión a partir de ahorro de energía eléctrica.

Palabras clave

Aire, ventiladores, control, combustión, algoritmo.

ABSTRACT

The inefficiency of the current combustion air control system, that uses this Plant for the reduction of Nickel, is demonstrated. It is manual; the unnecessary air is strangled through valves that are manipulated by the worker, while the fans work to full capacity the whole time, producing unnecessary electric power consumption. On the other hand, the demand is variable and difficult of programming. An alternative is proposed that consists on to control the working of the fans through motor speed controllers and to design and to implement an algorithm that allows to establishing the demand of air using an indirect mensuration of the flow and the pressure like output variable. The feasibility of the investment is analyzed.

Keywords

Air, fans, control, combustion, algorithm

1. INTRODUCCIÓN

En las plantas productoras de níquel con tecnología carbonato amoniacal, la sección de hornos de reducción permite la liberación de los óxidos presentes en el mineral laterítico alimentado, que luego de ser reducido, continúa

el proceso tecnológico en la planta de lixiviación amoniaca. En el caso particular de la empresa estudiada, se cuenta con un total de 24 hornos agrupados en tres losas de 8 hornos cada una, 12 transportadores rotatorios e igual número de enfriadores.

El proceso de reducción se efectúa en hornos de hogares múltiples tipo PM 17 K-6, 8, de 23,5 m de alto y 6,8 m de diámetro, con 17 hogares o soleras.

Para alcanzar el perfil de temperatura requerido y lograr una atmósfera reductora, existen 10 cámaras de combustión en cada horno, donde se quema el petróleo con un nivel de aireación del 60% para lograr una combustión incompleta y garantizar la presencia de una atmósfera reductora (compuesta por CO e H₂) con los niveles requeridos del perfil de temperatura a todo lo largo del horno en los diferentes hogares pares.

El aire de combustión es generado en cada una de las tres losas por una batería de 3 ventiladores centrífugos accionados por motores de 220 kW cada uno (de los cuales siempre trabajan dos y uno está de reserva) y entregan el aire a las cámaras a través de un ducto colector.

Se analiza el sistema actual de regulación del flujo de aire en función de los niveles de demanda que presentan las cámaras, donde la tecnología de control actual establece el flujo de aire con la regulación del caudal a partir de un dámetro (válvula electrohidráulica), que de forma manual se utiliza para fijar la presión en el colector principal

El problema abordado en la investigación se relaciona con la ineficiencia en el uso de la energía eléctrica asociada a los motores asíncronos que están acoplados a los ventiladores centrífugos,

debido al empleo del dámetro y el estrangulamiento del flujo de aire para establecer el caudal requerido en el sistema, accionado manualmente, lo que regularmente requiere el empleo de un ventilador a toda capacidad y un segundo ventilador con un flujo variable, debido a que no siempre están trabajando todos los hornos, ni todas las cámaras, esto pone de manifiesto que la demanda es variable y resulta difícil de programarla con antelación. [1]

La regulación de las prestaciones de los ventiladores en la actualidad se realiza mediante los siguientes sistemas:

- Regulación por compuertas.
- Regulación por By-Pas.
- Regulación de velocidad.
- Variación del ángulo de los álabes.

Escoger uno u otro de estos sistemas depende de un conjunto de criterios relacionados con la zona de regulación, el ahorro energético, coste de la inversión, y ruido entre otros.

La tabla 1, presenta los tipos de regulación más usados y las zonas de trabajo recomendadas para cada uno de los sistemas mencionados [3]. Como se puede observar, existen tres tipos de regulaciones aplicables al ventilador centrífugo, destacándose la regulación de velocidad que posee la ventaja de permitir una mayor zona de regulación. Esto hace que el uso de variadores de velocidad sea una de las vías más utilizadas en la actualidad para obtener un mayor rango de regulación y reducir de forma considerable el consumo de energía en los accionamientos de las turbomáquinas.

Tabla 1. Comparación de los tipos de ventiladores.

Ventilador	Sistema de regulación	Zona de regulación posible %		Zona recomendada %	
		de	a	de	a
Centrífugo y helicoidal	Compuerta	100	70	100	90
	BY-PAS	100	0	100	80
	Regulación de velocidad	100	20	100	20
Helicoidal	Ángulo de álabes	100	0	100	0

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Control del flujo de aire a través de la regulación de velocidad en el ventilador.

Si se realiza una comparación entre la regulación del flujo de aire por dâmpers y la regulación de flujo por medio de variadores, se pueden obtener las curvas mostradas en las figuras 1 y 2, donde se puede deducir que el control con variadores de velocidad es más factible que las compuertas dâmpers ya permite una regulación más eficiente al lograr una mejor utilización de la potencia de entrada como lo muestra la función exponencial con relación al flujo de la figura 2. [2]

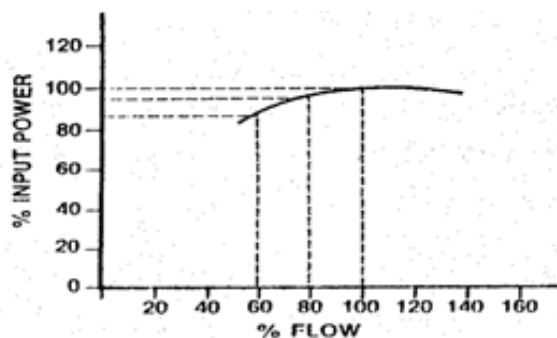


Figura 1. Requerimiento de potencia utilizando dâmpers.

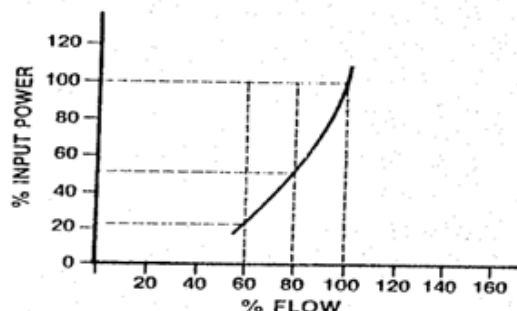


Figura 2. Requerimiento de la potencia utilizando variador de velocidad.

En [1] y [3] se plantea la regulación de la velocidad en los ventiladores centrífugos con variadores de velocidad, proponiéndose utilizar un sensor de presión para controlar el aire que llega a la red sin definir el intervalo posible de trabajo de esta variable, ni los puntos de medición en la red para sintonizar el variador y establecer el flujo según la demanda del sistema, que como se afirma anteriormente, no permanece constante en la red que presenta un conjunto de ramales y válvulas para alimentar las diferentes cámaras de combustión de los hornos de una losa. [1]

El objetivo del presente trabajo es evaluar un sistema de control para regular de forma eficiente el flujo de aire generado por los ventiladores en la planta y demostrar que, entre las alternativas factibles antes mencionadas, el uso de variadores de velocidad para el accionamiento, trae consigo un conjunto de ventajas tales como: flexibilidad en el manejo, facilidad de mantenimiento y ahorro en consumo de energía, por lo que su empleo produce un notable incremento de la eficiencia energética y reduce costos del sistema de suministro de aire.

Además, se defiende la hipótesis que el diseño de un sistema de control para el accionamiento, con el uso de variadores de velocidad acoplados

a los ventiladores permitirá en una segunda etapa, incorporar un algoritmo inteligente, que pueda establecer la demanda a través de la medición del flujo de aire, el número de cámaras en funcionamiento y la presión para así optimizar el consumo de energía y asegurar el aire demandado en cada momento.

Para evaluar la factibilidad del control de velocidad y el algoritmo de regulación del flujo de aire se procederá a utilizar la modelación y simulación en MATLAB. 2016.

3. ESTUDIO DE CASO

La instalación a evaluar tiene el control de los ventiladores a través de la regulación manual por compuertas (dámper) a la entrada. Estas compuertas hacen que el aire, se mueva en más de una dirección, creando unos remolinos que no siempre se mueven en la misma dirección de los álabes del ventilador y esto influye en el funcionamiento eficiente del conjunto compuerta-ventilador.

En el sistema de aire de combustión de la planta se encuentran 9 motores asíncronos trifásicos de inducción de rotor bobinado con las características mostradas en la tabla 2.

Tabla 2. Características de los motores.

Datos de los motores en los ventiladores					
Tipo de motor	Pn; [kW]	Un [V]	In [A]	N r.p.m	F.P
3AFP315M-4	359	220	440	1775	0.87

Los ventiladores centrífugos poseen como principales parámetros: la velocidad de rotación, el diámetro de la hélice o rodete, las presiones totales estática y dinámica, el caudal, la densidad del gas, la potencia absorbida, el rendimiento y el nivel sonoro. En general estas turbomáquinas son

capaces de manejar presiones altas con caudales más bien bajos. En la figura 3 se observa una curva característica de un ventilador centrífugo y se observa como la suma de la presión estática (P_o) y dinámica (P_d) define la presión total del sistema (P_t).

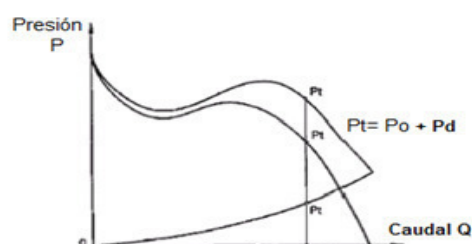


Figura 3. Curvas características de un ventilador

Para trazar la curva característica de un ventilador y disponer de los distintos caudales que él puede manejar, se ensaya el mismo variando la carga desde el caudal máximo al caudal cero. Todos los pares de valores obtenidos caudal-presión se llevan a unos ejes de coordenadas, obteniéndose la curva característica. La figura 4 representa una curva típica donde se muestran gráficamente las presiones estáticas, que representan las pérdidas de carga totales, dinámicas y también se observa una curva de rendimiento mecánico [3]. La característica de un ventilador indica su capacidad en función de la presión que se le exige.

Tomando como referencia la figura 4, la zona de trabajo idónea de un ventilador es el tramo A-B de su característica. Entre B y C su funcionamiento es inestable, el rendimiento desciende de forma rápida y aumenta notablemente el ruido; por ello en muchos catálogos se representa sólo el tramo eficaz de funcionamiento obviando el tramo hasta la presión máxima.

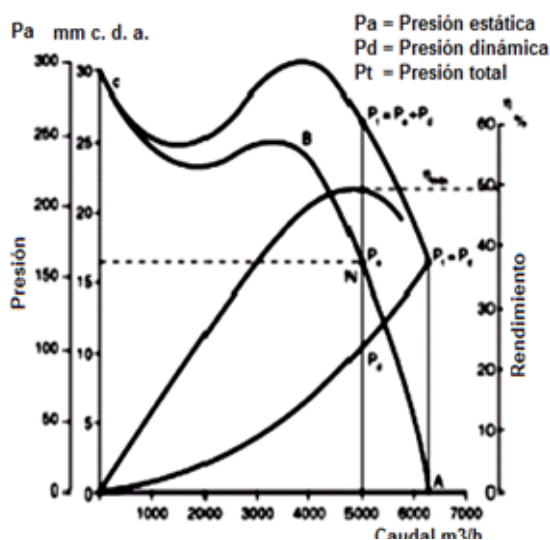


Figura 4. Representación de las presiones estáticas

Para definir el punto de trabajo del ventilador es necesario tener la característica de red de tuberías y seleccionar el valor de la presión del flujo requerido para poder fijar el punto de trabajo del sistema. En la figura 5 se muestra la red del sistema de tuberías de la planta de horno en estudio, las cuales presentan diferentes diámetros por secciones, lo que resulta necesario para evitar caídas de presión, por otro lado, en la tabla 3 se muestran los datos geométricos de las mismas.

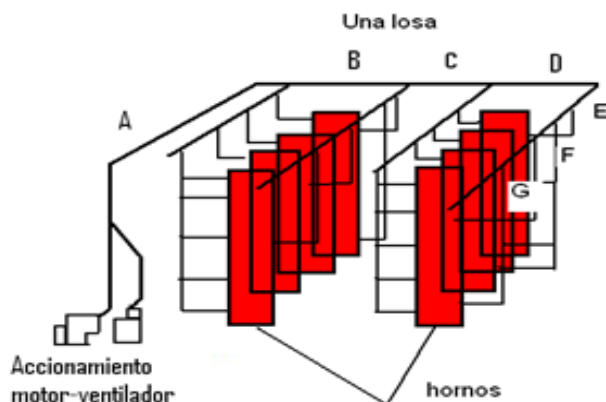


Figura 5. Diagrama de tuberías con diferencias de diámetro en una losa de 8 hornos.

Tabla 3. Datos geométricos de las tuberías

Tipo de sección	Diámetro (m)	Longitud (m)
A	1.22	36.20
B	1.02	11.40
C	0.820	370
D	0.63	41.40
E	0.53	3.48
F	0.426	18.70
G	0.325	294.00
TOTAL		405.88

Análisis de factibilidad del uso de variador de velocidad.

Si se dispone de la característica resistente del sistema, se puede encontrar el punto de trabajo de un ventilador acoplado al mismo, al superponer las curvas características del ventilador y la resistencia del conducto. [4].

Para construir la característica resistente del sistema se debe partir del hecho que, en las instalaciones de ventilación, la pérdida de carga que se origina, varía proporcionalmente al cuadrado del caudal que fluye a través de la canalización. Entonces para conocer el punto de funcionamiento de un ventilador es indispensable disponer de las curvas características del ventilador. [5], [6].

Para definir el flujo de aire del ventilador estudiado en relación al punto de trabajo teórico recomendado, se analizaron las mediciones realizadas por [6] en el colector principal para los casos en que trabajan 3 y 2 ventiladores con diferentes combinaciones de estos en una losa sin variar el estado de las válvulas de la red. Un resumen de los resultados obtenidos en las mediciones es mostrado en la tabla 4, donde se observa que los valores de presión se encuentran entre 11 y 13 kPa. [1].

También se realizó mediciones en otros puntos de la red para determinar las presiones de trabajo y poder establecer la relación entre presión y flujo de aire del sistema que permite el buen funcionamiento de las cámaras de combustión, acorde con el balance de oxígeno requerido en los quemadores de combustión incompleta. Para registrar las caídas de presión se utilizó un medidor de presión diferencial de la firma SIEMENS, modelo SITRANS con lectura digital y rango de medición de 1 - 2,56 mbar, los resultados de las mediciones realizadas en 5 tramos de la red son mostrados en la tabla 4 .

Tabla 4. Valores de velocidad obtenidos 5 tramos de diferentes transiciones de la red

Valores de velocidad obtenidos en las diferentes transiciones de la red (m/s)						
P(kPa)	Tubo					Q (m3/s)
	1	2	3	4	5	
	1,22 [m]	1,42 [m]	1,42 [m]	1,22 [m]	1,63 [m]	
	v1	v2	v3	v4	v5	
Tres ventiladores funcionando acoplados en paralelo	14,47					
	24,23	17,88	17,88	24,23	17,33	
Dos ventiladores funcionando acoplados en paralelo	28,31					
	12,06					
	19,38	14,31	14,31	19,38	13,86	
	22,65					

La desviación del valor nominal de trabajo de la red se presenta debido a la regulación del dámper en relación a la cantidad de hornos trabajando en el

sistema, el flujo de mineral y el ajuste de la relación aire combustible en los quemadores, también esto se relaciona con la cantidad promedio de cámaras que trabajan en una losa, que puede oscilar entre 70 y 80 como máximo, cuando trabajan todas las cámaras en los hornos

Tabla 5. Mediciones de presión en la salida del ducto colector.

Prueba No	Presión en el colector principal (Kpa)	Cantidad de ventiladores trabajando en la losa # 2
1	13,45	3
2	13,65	3
3	13,54	3
4	11,5	2
5	11,52	2
6	11,36	2
7	11,75	2
8	11,8	2

Para el análisis del punto de trabajo se consideraron las curvas obtenidas por la firma PRIOR durante la instalación del sistema, donde se realizó pruebas del sistema con la operación de uno a tres ventiladores para realizar los ajustes de la red y establecer los parámetros de trabajo asociados con la presión en los diferentes puntos del sistema la red y el caudal de aire necesario, estas curvas son mostradas en la figura 6. Como resultado del trabajo [6] se obtuvo experimentalmente la relación lineal existente entre el flujo de aire y la potencia que se observa.

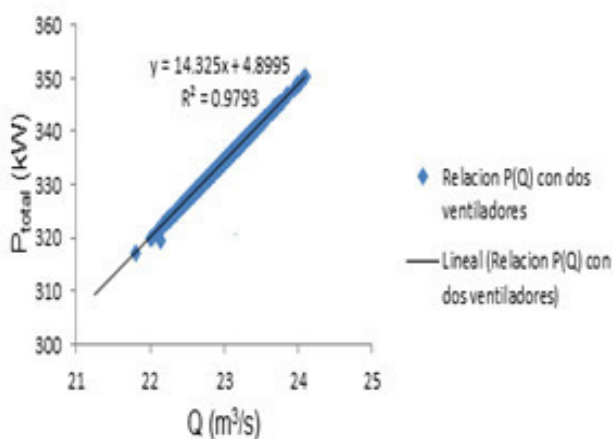


Figura 7. Relación (P_{total}) y (Q) para dos ventiladores

A partir de las mediciones del consumo de energía de los ventiladores que registra el sistema de supervisión de la planta y considerando para los cálculos de las pérdidas de energía, el valor promedio de la potencia del ventilador requerida que oscila entre 165 kW y 170 kW en su régimen de trabajo continuo, entonces la cantidad de energía promedio desperdiciada diaria para el caso del ejemplo de un ventilador (en la figura 8) puede ser reducida en aproximadamente 960 kWh. Con esta valoración se concluye la viabilidad del uso del variador si se considera que el costo del kWh en la empresa es de 0,15 USD y que los dos ventiladores trabajan 24 horas de forma continua todo el año.

También se debe señalar que las reservas de energía son aún mayores, si además de sustituir el dämpers se optimiza el flujo requerido por el sistema, diseñando e implementando un algoritmo que permita establecer la demanda de aire a partir de una medición directa o indirecta del flujo, usando la presión como variable de salida. Esto conllevaría a una reducción mayor de la potencia entregada por el variador. [8], [9]

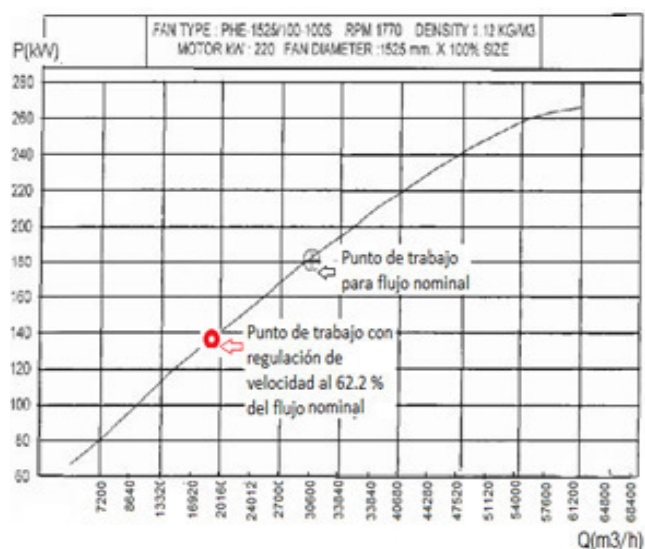


Figura 8. Curva del punto de trabajo para determinar potencia de entrada con relación al flujo

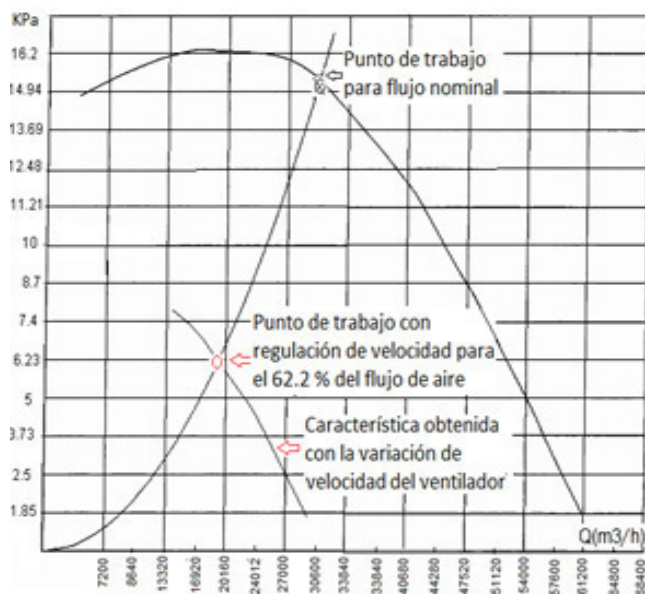


Figura 9. Curva del punto de trabajo del sistema red- ventilador

Para evaluar la viabilidad del control automático se realizó una simulación en MATLAB con el esquema mostrado en la figura 10, donde el ajuste de la velocidad requerida se realiza mediante un variador con un regulador PI para establecer las diferentes demandas de flujo de aire, que se determinaron a través de los modelos obtenidos de las curvas red – ventilador y potencia - flujo de aire del sistema mostradas en las figuras 8 y 9. En la selección del algoritmo de control se consideran los

estudios realizados por [6], [9] donde se determina la característica del sistema red – ventilador para fijar el punto de trabajo y se compara la efectividad en el uso de diferentes algoritmos de regulación para controlar un ventilador centrífugo con variador de velocidad, aquí se demuestra la efectividad de la regulación PI y PID. Utilizando la relación presión – flujo se determinaron diferentes velocidades para la tarea del sistema de control simulado de la figura 10.

Para la simulación también se asume un torque constante de 900 rad/s a partir de 0,5 segundos, donde la velocidad angular comienza en 500 r.p.m, para variar en los instantes 1, 3, 4 y 7 segundos en los valores de 600, 700, 400 y 900 r.p.m respectivamente. Estos resultados son mostrados en la figura 11, mientras que el comportamiento de la potencia y el flujo de aire se observan en la figura 12, que refleja cómo se puede reducir la potencia de entrada en función de la velocidad requerida para establecer el flujo necesario. [10], [12], [13].

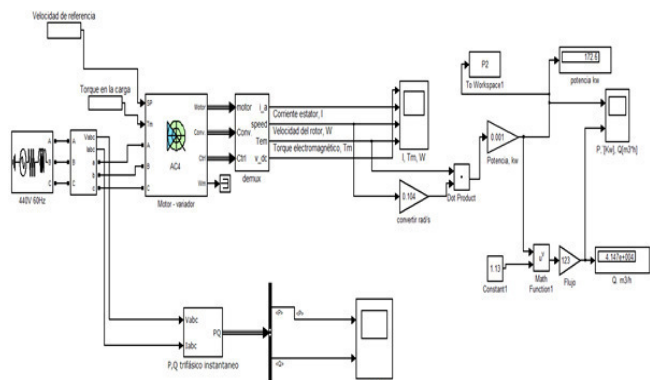


Figura 10. Esquema de simulación del accionamiento motor – ventilador con un control de velocidad P I

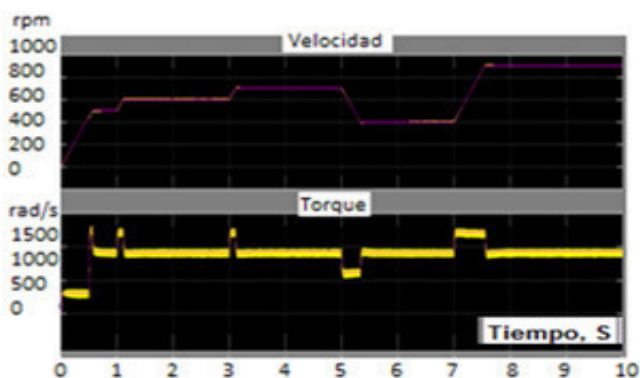


Figura 11. Variaciones de la velocidad y torque en el sistema.

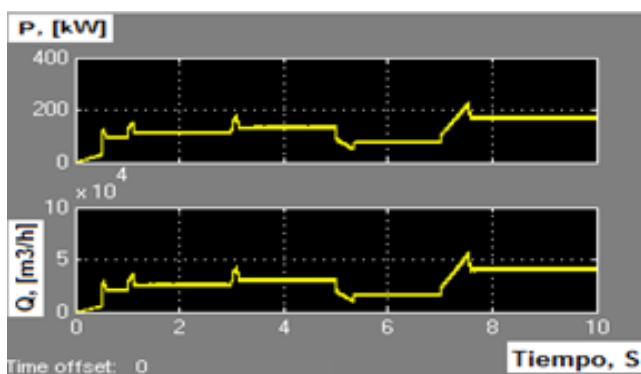


Figura 12. Variaciones de potencia y flujo de aire para los valores de velocidad establecidas por el variador.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar la reserva de energía existente con relación al punto de trabajo del sistema ventilador – red de suministro de aire en presencia del variador de velocidad, se confirman los resultados ya obtenidos por [12], [14] en un banco de prueba experimental. En relación al tipo de control, se pudo comprobar en la simulación que con la incorporación del lazo de regulación PI es posible estabilizar el flujo de aire en función de la demanda, considerando como variable de control la presión a la salida del ducto colector y esto es posible por la relación existente entre estos parámetros siempre y cuando no varíe el estado de la válvulas y accesorios de red que conllevarían a una variación de la curva de resistencia de la red. Entonces al poder fijar los valores de

velocidad del ventilador en función de la demanda de flujo del aire, se podrá incrementar la eficiencia energética de este sistema.

El lazo de control puede suplir las dificultades del control manual, al poder variar on line la velocidad requerida y esto representa sin dudas una reserva más que existe en este sistema, producto del comportamiento variable de la demanda de aire.

5. CONCLUSIONES

- El control de flujo de aire actual en los ventiladores con dâmpers presenta reservas de energía en valores superiores al 22% del consumo actual en comparación con el uso de un variador de velocidad para regular el flujo de aire.
- El régimen de trabajo de la planta tiene una dinámica variable en cuanto al funcionamiento de las cámaras de combustión y los hornos, que en ocasiones trabajan con diferentes productividades. Esto justifica la necesidad de implementar un control automático para establecer el flujo de aire requerido en cada momento y así hacer un uso racional de la energía consumida por el accionamiento en el sistema de aire de combustión.
- Es posible alcanzar en un ventilador un ahorro diario del 22,2 % del consumo nominal por concepto del cambio de regulación. Estas reservas en la planta son superiores si tenemos en cuenta que en la misma existen 6 ventiladores que trabajan en régimen continuo.
- El uso de un controlador PI es factible para regular el flujo de aire en función de la presión existente en el ducto colector a la salida de los ventiladores.

6. REFERENCIAS

- [1] Santana López Enrique, Marrero Ramírez Secundino, "Control del flujo de aire de combustión en hornos de reducción", en: memorias de la
- [2] Conferencia Internacional CYTDES 2013 "Ciencia y Tecnología por un desarrollo sostenible", Universidad de Camagüey, 3 a 5 de junio 2013, ISBN 972-959-16-1380-6.
- [3] Vedernikov M. I. Rudoy I.V. Manutención de las instalaciones para transportar fluidos químicos. Puig Torres José(trad.), URSS: Ed. MIR, Moscú, 1967. 443p. ISBN UDC 621.51.004.3-542.77.004.5.
- [4] Salvador Escoda S.A. Manual Práctico de Ventilación (2da Edición). Provença, 392 pl.1y2 08025 Barcelona, España, 2009. Disponible: www.salvadorescoda.com.
- [5] Nicotra Gebhardt S.p.A, ABN: 61 002 883 623. Fan/tastic solutions: Ventiladores Centrífugos, Waldenburg, Alemania. Edición 1, 2010. Disponible: www.nicotra-gebhardt.com.
- [4] Prior Industries Australia PTY LTD, ABN: 61 002 883 623. Energy solutions: Curves PDF, Sydney, Australia. ISO 9001, 2008. Disponible: www.priorindustries.com.
- [6] Vega A. O. Evaluación de los parámetros operacionales del suministro de aire de combustión en los Hornos de Reducción.
- [7] Tesis de Maestría. Facultad Metalurgia Electromecánica. ISMMM. Cuba. 2015 Bishop Robert H. "The

Mechatronics Handbook”, University at Austin, Texas, 2010. Disponible: www.isa.org. ISBN 0-8493-0066-5.

AADECA. 2010. Gaité D. L. Eficiencia Energética Drives&Motors. ABB. 2012.

[8] Richard [7] Schreiber Robert. “Air Flow Control using Fuzzy Logic” Microchip Technology Inc. ISO 9001-QS 9000 certified 2012. DS00600B-pages 20. Disponible: www.microchip.com.

[9] L. Peñalba and J. Pardo, “Gestión Energética de los motores eléctricos: mejora de la eficiencia de los accionamientos con el uso de variadores de velocidad,” Asociación Española para el Desarrollo de la Ingeniería Eléctrica (AEDIE), p. 8, 2005.

[10] Álamo Cantarero Teodoro. Introducción al Simulink. Modelación y simulación de sistemas dinámicos. Departamento de Ingeniería de sistemas de automática, Sevilla 2011, ISBN 84-88-783-43-4.

[11] González J. et al. Modelo numérico para estudio del flujo en un ventilador centrífugo de pequeñas dimensiones, XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica, Área de Mecánica de Fluidos. Departamento de Energía. Universidad de Oviedo, España, 2010. Disponible: www.uniovi.es.

[12] M. Pilatásig L. Mena E. Pruna I. Escobar Evaluación Energética en Motores de Inducción en el Accionamiento de Ventiladores Centrífugos. Revista Técnica “energía”. No 11, 2015. Pp. 85-91. ISSN 1390-5074.

[13] Lencinas A. P. Control de velocidad V/Hz bidireccional de un motor de inducción monofásico utilizando MC68HC908MR32. XXII Congreso Argentino de Control Automática.

7. BIOGRAFÍA

¹Santana L. E. Ingeniero en Automática, Telemecánica y Comunicaciones, Moscú, URSS, 1983, Master en Ciencias Técnicas, Profesor Auxiliar, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Camagüey, Cuba

²Marrero R. S., graduado de Ing. Electrónica Industrial en 1983 del Instituto Politécnico de Kiev. PhD. en automatización, graduado en 1989 de la Universidad Estatal de Minas de Sant Petersburgo, Rusia. Docente de tiempo completo de la Carrera de Ing. Eléctrica en la UTC, Ecuador. Investiga en eficiencia y calidad de la energía eléctrica, optimización y automatización industrial

³Vega A. O, Ingeniero Mecánico, Moa, ISMMM, 1997. Profesor Adjunto del Dpto. Mecánica ISMMM. Posgrado de MSc. en Electromecánica graduado en el ISMMM. Trabaja en el Departamento de Mantenimiento, Empresa Comandante Ernesto Che Guevara, Moa. Holguín, Cuba.

⁴González P. I., Graduada de Ing. Electricista del Instituto de Minas de Moscú 1983. Es graduada de PhD. en Ing. Eléctrica en 2011 de la Universidad Estatal de Minas de Sant Petersburgo, Rusia. Actualmente es docente de tiempo completo de la Carrera de Ing. Eléctrica en la UTC, Ecuador. Su área de interés incluye optimización de sistemas eléctricos, eficiencia energética y calidad de la energía eléctrica.

REGISTRO DE LA PUBLICACIÓN

Fecha recepción	26 junio 2016
Fecha aceptación	18 diciembre 2016



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

