

INTEGRACIÓN DE POTENCIA Y PROCESO EN UN INGENIO PRODUCTOR DE AZÚCAR CRUDO.

POWER AND PROCESS INTEGRATION IN A PRODUCTION RAW SUGAR MILL.

MsC. P.T. Rubén Espinosa Pedraja.

MsC. Ing. José Ulivis Espinosa Martínez

Departamento de Ingeniería Química U.C.L.V. (CUBA)

Resumen:

En el presente trabajo se realizó un estudio energético en un ingenio productor de azúcar crudo no solo aplicado los balances energéticos convencionales sino también utilizando la tecnología Pinch (TP). Con estos resultados se realizaron análisis de diferentes alternativas así como la posibilidad de cogeneración obteniéndose mejoras apreciables en el esquema energético de la planta.

Palabras claves: Balance Energético, Integración de procesos, Tecnología Pinch

Abstract:

It was realized an energetic balance in a sugar mill, applied the conventional energetic balance and the pinch technology (TP). With the final results it had been analyzed alternatives, and the possibility of cogeneration. An energetic echeme more organizad and economics was founded.

Key words: Energy balance, Integration of processes, Technology Pinch

1 Introducción:

La tecnología pinch es una metodología que comprende un grupo de técnicas estructuradas para la aplicación sistemática de la primera y segunda ley de la termodinámica. Estas reglas son a la vez simples y prácticas. La aplicación de estas técnicas facilitan el diseño ingenieril del proceso para discernir la ganancia fundamental dentro de la integración térmica entre el proceso químico y los sistemas de utilidades circundantes. Esto facilita la optimización del consumo total de utilidades y de las áreas del proceso y la configuración a priori del sistema de utilidades para la simulación detallada final y la optimización.

La integración de procesos se ha llevado a cabo a lo largo de muchos años a través de la experiencia de ingeniería y por la observación de los procesos específicos. Sin embargo con el arribo de la tecnología Pinch (TP), cuestionada por unos y bien venida por otros, fueron reconocidas las ideas originales acerca de la integración de procesos. Ya que dio al ingeniero la posibilidad de descubrir de manera precisa toda la energía que debe utilizar realmente en su planta. Usando los conceptos que engloba la TP, el ingeniero puede convertirse en controlador del proceso, puede tomar en cuenta aspectos importantes como la operabilidad, la disposición de la planta, la seguridad etc., y guiarse hacia una solución donde no solo tome en cuenta la eficiencia térmica sino que sea industrialmente aceptable.

2 Desarrollo

Para el caso de análisis se toma un ingenio de 210 000 @ diarias (100 tch). Se comienza realizando un balance energético utilizando la metodología del P.T. Rubén Espinosa y col. que arroja los siguientes resultados:

- Vapor por reductora @ - 7 166.25 kg/h
- Faltante de bagazo @ 3 856.8 kg/h
- Vapor % caña @ 69 %
- Generación de electricidad @ 1 200 kwh (Satisfacción 100 % demanda)
- Relación Q/E = 43

Como se observa existe un desbalance energético apreciable dada la cantidad de escape sobrante y un faltante de bagazo de gran consideración sin embargo es imposible determinar con precisión donde se ubican los mayores problemas; para lo cual se aplica entonces la tecnología Pinch a la parte tecnológica del proceso.

A partir de los siguientes datos se aplica la TP y se obtiene la información dada por la gráfica de la figura 1.

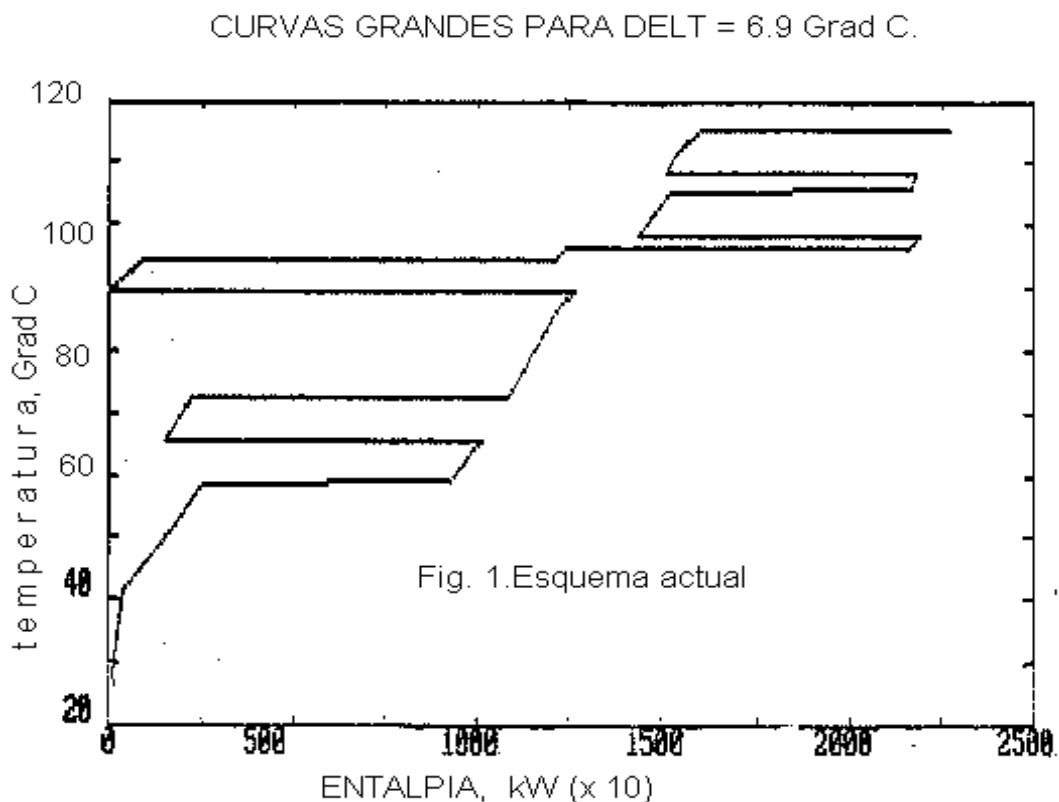


Fig. 1. Curvas grandes

Existe una violación de las reglas de la tecnología pinch debido a que solo se debe adicionar calor por encima de la temperatura Pinch (89.6 °C) y enfriamiento por debajo lo que no se cumple en las corrientes 16, 17, 20 que representan los flujos de jugo que entran a calentadores y múltiple efecto, además no existe verticalidad entre las curvas lo que puede deberse también a que la presión de escape no sea la adecuada.

Consumo de vapor de Escape = 53 249.48 kgv/h

Consumo Según TP = 30 173.11 kgv/h

De aquí se infiere que puedan existir otras combinaciones en el proceso mas factibles que la usada hasta el momento.

Basado en estas dificultades se plantea un análisis de cuatro alternativas :

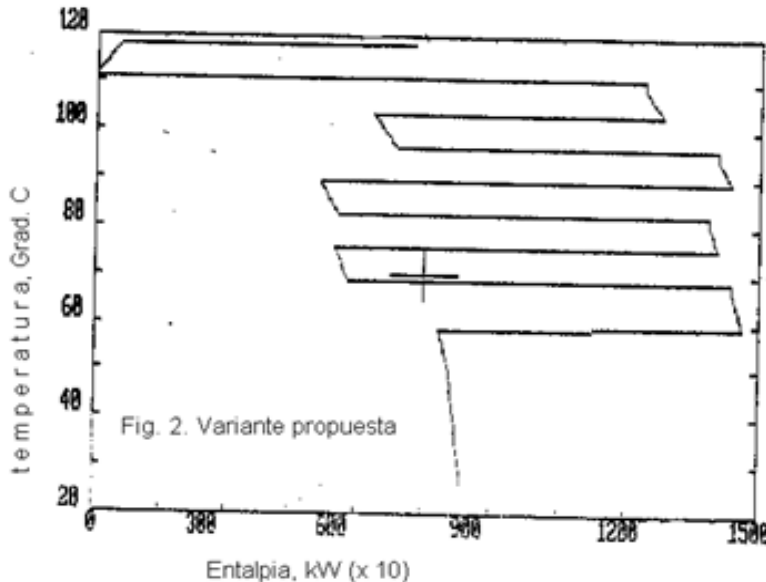
1. Quíntuple efecto a P=20 Lb/plg²
2. Quíntuple efecto a P=20 Lb/plg² realizando extracción a calentamiento en los 3 primeros vasos.
3. Quíntuple efecto a 15 Lb/plg².
4. Mantener el esquema original (pre y cuádruple) trabajando a 20 Lb/plg².

Las dos ultimas se desechan por tener consumos similares o superior a la variante instalada y para seleccionar las dos restantes se aplica nuevamente TP. Seleccionándose la 2 o sea quíntuple efecto con extracción a calentadores trabajando a 20 Lb/plg².

Consumo de vapor variante propuesta = 15803.27 Kgv/h (TP)

Consumo de vapor variante propuesta = 23778 Kgv/h

Fig. 2. se muestra las curvas grandes para el sistema propuesto.



Se pasa entonces al área de tachos donde también se detectan problemas con el aprovechamiento del vapor. Se aplica la variante TP para sistemas discontinuos, integrando el trabajo de tachos y mejorando la estrategia del trabajo propuesta, logrando un ahorro de vapor de 8033,48 Kgv/h (6045 Kw), con la instalación de un acumulador de vapor que suple los picos en la demanda.

Con estos cambios anteriormente descritos se logra obtener dentro del área tecnológica mejoras apreciables en los consumos y operación de los equipos.

Se pasa entonces a analizar el área de generación de vapor del ingenio

Los generadores de vapor instalados se encuentran en una situación de mal estado técnico lo que no permite que se alimente vapor a la presión necesaria a los turbogeneradores y turbinas para que se logre el escape de 20 Lib/plg² necesario para el funcionamiento del quíntuple efecto propuesto, ni se puede

generar toda la energía eléctrica capaz de producir el turbo generador (1500 Kwh) genera (1200 Kwh). Se plantea el cambio de las dos calderas de 200 Lb/plg² (13.6 atm) una caldera de 250 Lb/plg² (17 atm) vapor sobrecalentado y capacidad 45 Tv/h, que logra el escape a las condiciones requeridas. Así como generar 1412.44 Kwh.

Como las necesidades eléctricas son satisfechas con los 1200 Kwh entonces este excedente se va a utilizar para sustituir a cuatro de las cinco bombas reciprocantes, altas consumidoras de vapor por motores eléctricos.

Consumo de Motores eléctricos = 210.01 Kwh

Se realiza nuevamente el balance energético con todos los cambios analizados hasta el momento y se obtiene :

Vapor por reductora = 4048.74 Kgv/h (3%)

Faltante de bagazo = 2.92 t/h

Vapor % caña = 59%

Generación de electricidad = 1412.44 Kwh

Relación Q/E = 28.

Aunque el balance mejoró notablemente aún existen los siguientes problemas :

·Las diferencias existentes entre el escape disponible y el necesario para el proceso fueron mejoradas pero aún existe un sobrante de vapor en las calderas de baja.

·Aunque mejoró la cantidad de bagazo que se necesitaba para el proceso aún existe un faltante que puede eliminarse pues solo por escape sobrante se bota una cantidad de vapor que equivale a 1.99 Tbag/h.

·Aún persiste una violación de la TP al utilizarse en los tachos vapor de escape.

Por lo anterior se plantean estos últimos cambios:

·Un pre-evaporador trabajando a alta presión (20Lb/pg²) (1.36 atm) y 600 m² de área de transferencia de calor que aportaría 12 Tv/h a tachos.

·Eliminación de una de las calderas de baja presión debido a la sustitución de las bombas reciprocantes por motores eléctricos.

·Uso del acumulador de vapor seleccionado según TP a tachos.

·Uso del vapor residual de las calderas de alta .

·Uso del turbogenerador como regulador del vapor producido.

·Trabajo de los tachos con vapor de extracción del pre evaporador unido al acumulador.

Se realiza por ultima vez al balance energético lográndose parámetros muy cercanos a los establecidos por la literatura a nivel mundial.

·Vapor por reductora 7% (12 – 15%) recordar que el turbogenerador actúa como regulador.

·Sobrante de bagazo - 4800 Kgb/h

·Ahorro de bagazo - 7% (13%)

·Relación Q/E - 20.38

·Vapor % caña - 57% (50 – 55%)

·Índice de generación - 2.09 Kgv/kgb.

·Generación de electricidad - 14.01 Kwh/Tc (15 – 18 Kwh/Tc)

El análisis económico de las inversiones a realizar arroja los siguientes resultados:

·Ganancia - \$ 356160 /año

·Tiempo de recuperación de la inversión 4.36 años

·% retorno - 123

3 Conclusiones:

1.La realización de una evaluación termoenergética en la instalación actual, sirvió para conocer las dificultades existentes en el esquemas térmico fundamentalmente el gran desbalance que existe en cuanto a vapor generado por equipos primarios y vapor utilizado en proceso tecnológico, lo que causa un déficit de bagazo apreciable.

2.La aplicación de la TP de una amplia información acerca de la magnitud de las pérdidas, así como su

nivel de jerarquización además de una manera de solución a estos problemas.

3. La instalación de una nueva caldera, unido a los cambios citados anteriormente permiten obtener resultados alentadores en el balance, que lo sitúan con parámetros a los obtenidos en la literatura actualizada.

4 Bibliografía:

1. Linnhoff, B. et. Al. User guide or process integration for efficient use of energy. Inst. Cher. Eng. Rugby. U. K. 1997.

2. Noel, E. L. Cogeneration and the optimal steam / energy balance. International Sugar Journal N° 1150. 1994.

3. Espinosa Pedraja R. "Sistema de utilización del Calor en la Industria Azucarera". 1990.

4. Ezquerro Roque Y; Tesis para optar por el grado de Master en Análisis de Procesos. UCLV. 1998.

5. Peter, M. Plant Design and Economics for Chemical Engineers. 2nd Edition. Edic. Revolucion. 1980.

6. CONAE. Esquemas de cogeneración. Amocalli. Ediciones SA. México 1995.

7. Alarís, F. J. Está ud realmente cogenerado? El caso de las industrias de procesos. 2^{das} Jornadas de cogeneración CONAE México 1993.