



Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias

ISSN: 1010-2760

paneque@isch.edu.cu

Universidad Agraria de La Habana Fructuoso

Rodríguez Pérez

Cuba

Macías Socarrás, Idalberto; Mejías Brito, Johann; Ochoa Casal, Robell
Valoración energética de algunos accionamientos de un ingenio azucarero de la provincia Granma,
Cuba

Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, vol. 18, núm. 2, 2009, pp. 64-69
Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez
La Habana, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93215937012>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



USO DE LA ENERGÍA EN LA AGRICULTURA USE OF THE ENERGY IN AGRICULTURE

NOTA TÉCNICA

Valoración energética de algunos accionamientos de un ingenio azucarero de la provincia Granma, Cuba

*Energy valuation of some workings
of a Sugar Mill of Granma Province, Cuba*

Idalberto Macías Socarrás¹, Johann Mejías Brito² y Robell Ochoa Casal²

RESUMEN. En este trabajo se valora, fundamentalmente, la selección de los motores eléctricos para el área del tandem del Complejo Agroindustrial (CAI) "Arquímedes Colina Antúnez", de Bayamo, provincia Granma, Cuba. Dentro de los equipos seleccionados se encuentran: transportadores de tablillas y rastrillos y diferentes tipos de bombas; con el objetivo de realizar una valoración preliminar de la selección de estas fuentes energéticas en algunos accionamientos industriales del CAI antes mencionado en la zafra azucarera 2007-2008..

Palabras clave: motor eléctrico, fuente energética, tandem, equipo.

ABSTRACT. In this work it is principally studied, the selection of electric motors for the tandem area in the Sugar Mill "Arquímedes Colina Antúnez", at Bayamo, Granma province, Cuba. Within the selected items are included: splints and rake transporters as well as, different types of hydraulic pombs; with the objective of carrying out a preliminary valuation during this energy sources selection in some industrial workings of the sugar mill before mentioned in the 2007-2008 sugar harvest.

Keywords: electric motor, energy source, tandem, kit.

INTRODUCCIÓN

La elección correcta de la potencia de los motores en los accionamientos industriales tiene una enorme significación para la economía nacional, determinando en mucho el costo de explotación de las instalaciones. El empleo del motor de potencia insuficiente, altera el funcionamiento del mecanismo, reduce la productividad y aumenta las probabilidades de fallos. Por otro lado, el uso de los motores de potencia superior a la necesaria, empeora los índices económicos de la instalación al aumentar el costo inicial, aumentando también las pérdidas de energía debido al descenso del rendimiento del motor, y en las instalaciones de corrientes alternas, se empeora el factor de potencia, cuya magnitud influye directamente en las cargas improductivas de las redes distribuidoras y de los generadores de los centrales eléctricos que producen energía.

El Presidente de Cuba Fidel Castro Ruz, planteaba en la clausura del VII Forum de Piezas de Repuesto y Tecnología de Avanzada, la importancia que tenía para el país en medio del período especial (crisis económica de los años 90 en Cuba), prestarle la debida atención a eficiencia de los centrales azucareros y el uso consiente y disciplinado de la energía disponible (Castro, 1992; Decreto Ley 187/98, 1998).

Los problemas fundamentales de los accionamientos en la industria azucarera son los siguientes: mala selección de los motores primarios, envejecimiento tecnológico de máquinas que todavía pueden ser explotadas y empleo de cadenas cinemáticas de baja eficiencia (Barrientos, 1999)

En este trabajo valora, fundamentalmente, la selección de los motores eléctricos para el área del tandem del Complejo Agroindustrial (CAI) "Arquímedes Colina Antúnez" y dentro de los equipos seleccionados se encuentran: transportadores de

¹ Recibido 20/03/08, aprobado 07/05/09, trabajo 28/09, nota técnica.

Dr., Ing., Prof., Universidad de Granma. Facultad de Ingeniería, Departamento de Mecanización, Carretera Bayamo-Manzanillo km 17½. Apdo. Postal 21, Bayamo, Cuba, CP: 85100 Tel: 48 1015 Ext. 12., Fax: (53)(23)481015 ext 148 E-✉: imaciass@udg.co.cu

² MSc., Ing., Prof., Universidad de Holguín, Facultad de Ingeniería, Departamento de Mecánica Aplicada, Holguín, Cuba.

tablillas, transportadores de rastrillos y bombas; con el objetivo de realizar un análisis preliminar de la selección de motores eléctricos en algunos accionamientos industriales del CAI antes mencionado en la zafra azucarera 2007-2008.

MATERIALES Y MÉTODOS

Breve caracterización del CAI "Arquímedes Colina Antúnez"

El complejo agroindustrial "Arquímedes Colina Antúnez" de la comunidad de Mabay, municipio Bayamo, provincia de Granma, se encuentra ubicado a 15 km de Bayamo capital provincial. Posee una extensión de 7 453,468 ha (555,4 cab), distribuidas en dos distritos con 90 bloques y 13 lotes.

El área física dedicada al cultivo de la caña de azúcar es de 6 408,145 ha (477,5 cab) de las cuales 5 615,011 ha (418,4 cab) pertenecen al sector estatal y 793,133 ha (59,1 cab) al sector privado.

El CAI está organizado de la siguiente forma:

- Extensión territorial: 5 433,578 ha
- Áreas destinadas al autoconsumo: 491,172 ha

- Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC): 4
- Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA): 3
- Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS): 3
- Unidad mecanizada: 1
- Unidad de transporte: 1

Principales variedades de caña que cosecha:

JA-60-5, MY-55-14, C-87-51, C-87-51, C-120-70, CP-52-43, C-1051-73, etc.

Principales producciones:

- Azúcar refino
- Azúcar crudo
- Miel final B
- Alcoholes: A, B, C, F-S

Características técnicas de las bombas utilizadas en el CAI Arquímedes Colina Antúnez

En el trabajo se tuvieron en cuenta diferentes tipos de bombas como la que se muestra en la Figura 1.

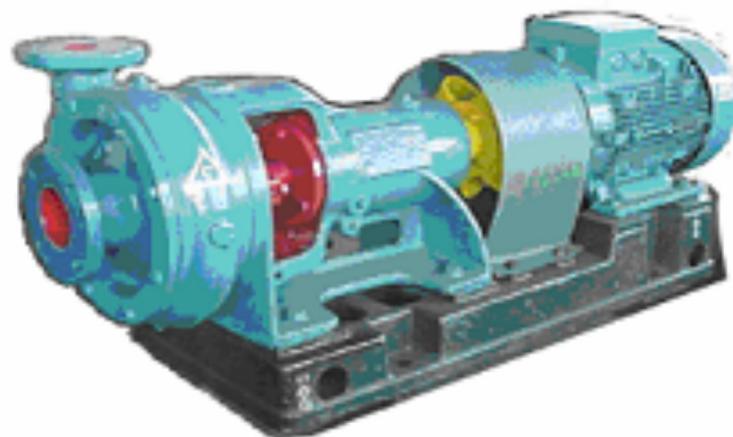


FIGURA 1. Tipo de bomba utilizada en el CAI Arquímedes Colina Antúnez.

En la Tabla 1 se presentan las características técnicas de las bombas del basculador.

TABLA 1. Características técnicas de las bombas del basculador

Modelo	Q	H	N	Ø Imp.
BSC320-30	m ³ /h	m.c.a	kW	mm
	318	30,5	30	273
	272	25	23,2	254
	250	20	16	228
	204	15,5	11,2	203
	3450 RPM	3450 RPM	3450 RPM	3450 RPM
	204	13,1	8,4	273
	182	11,4	6,5	254
	159	8,5	4,4	228
	136	7,3	3,4	203
	1150 RPM	1150 RPM	1150 RPM	1150 RPM

En la Tabla 2 se presentan las características técnicas de las bombas de guarapo.

TABLA 2. Características técnicas de las bombas de guarapo

Modelo	Q	H	N	Ø Imp.
BSA 30-20	m ³ /h	m.c.a	kW	mm
	137,2	33,6	16,9	266
	124,2	30,7	13,9	254
	98,7	24,7	8,92	228
	76,9	19,6	5,5	203
	1750 RPM	1750 RPM	1750 RPM	1750 RPM
	90,1	14,5	4,78	266
	81,7	13,2	3,95	254
	64,9	10,7	2,53	228
	50,5	8,5	1,56	203
	1150 RPM	1150 RPM	1150 RPM	1150 RPM

En la Tabla 3 se presentan las características técnicas de las bombas de maceración.

TABLA 3. Características técnicas de las bombas de maceración

Modelo	Q	H	N	Ø Imp.
BSA 230-35	m ³ /h	m.c.a	kW	mm
	227	24	20	278
	181	19,2	14,7	254
	136	14,6	5,8	228
	1750 RPM	1750 RPM	1750 RPM	1750 RPM
	160	10	5,5	278
	114	8,5	3,6	254
	1150 RPM	1150 RPM	1150 RPM	1150 RPM

En la Tabla 4 se presentan las características técnicas de bombas de tiro parabólico.

TABLA 4. Características técnicas de las bombas de tiro parabólico

Modelo	Q	H	N	Ø Imp.
BSC 200-30	m ³ /h	m.c.a	kW	mm
	204	31,4	21	276
	182	27,3	16,4	254
	159	22,3	11,8	228
	136	17	8	203
	1750 RPM	1750 RPM	1750 RPM	1750 RPM
	136	13,4	6	276
	125	11	4,6	254
	102	9,1	3,2	228
	91	6,7	2,2	203
	1150 RPM	1150 RPM	1150 RPM	1150 RPM

Leyenda:

Q-Caudal de las bombas;

H-Head;

N-Potencia de las bombas;

Ø Imp-Diámetro del impulsor;

BSC-Bomba de simple succión con impulsor cerrado;

BSA-Bomba de simple succión con impulsor abierto.

Características técnicas de los transportadores utilizados en el CAI Arquímedes Colina Antúnez

En las Tablas 5(a,b,c,d) se muestran las principales características de los transportadores utilizados en el CAI.

TABLA 5a. Transportador alimentador de caña

Potencia, kW	Velocidad, m/s	Longitud del transportador, m
15	(0,8–1,25)	50

TABLA 5b. Transportador elevador de caña

Potencia, kW	Velocidad, m/s	Longitud del transportador, m
30	(0,8–1,25)	25

TABLA 5c. Transportador intermedio 1, 2, 3 y 4

Potencia, kW	Velocidad, m/s	Longitud del transportador, m
7,5	(0,8–1,25)	50

TABLA 5d. Transportador de bagazo

Potencia, kW	Velocidad, m/s	Longitud del transportador, m
10	(0,8–1,25)	30

Metodología de cálculo de bombas centrífugas

En la técnica moderna las máquinas para el suministro de líquidos se llaman bombas. La amplia divulgación de las bombas centrífugas ha sido posible únicamente a base del empleo de energía eléctrica y, en particular, al utilizar el motor eléctrico de corriente alterna trifásica. En la industria azucarera se utilizan grandes variedades de bombas para la manipulación de diferentes productos. Según los fluidos manejados, la magnitud de los flujos y los requisitos del proceso (capacidad y carga) se hace necesario utilizar un tipo específico de bomba (Chercasski, 1988).

Ecuación general para el cálculo de la potencia (P) de las bombas, en kW (Casillas, 1989):

$$P = \frac{Q \times \gamma \times H \times 10^{-3}}{\eta_{total}} \quad (1)$$

Donde:

Q -Gasto, m³/s;

γ -Peso específico del líquido, N/m³;

H -Altura de carga de la bomba, m;

η_{total} -Eficiencia total de la bomba.

$$\eta_{total} = \eta_{bomba} \cdot \eta_{trans.} \quad (2)$$

Donde:

η_{bomba} -Eficiencia de la bomba;

$\eta_{trans.}$ -Eficiencia de la transmisión.

Metodologías de cálculo de las máquinas de transporte continuo analizadas

El funcionamiento de estas máquinas, como lo expresa su nombre, se caracteriza por la transportación de la carga a granel o por piezas a través de una ruta dada sin que se produzcan paradas para la carga y descarga del material transportado. De acuerdo con lo expresado, el recorrido del elemento de la máquina encargado de portar la carga y el retorno de éste vacío, ocurrirán al mismo tiempo y en forma continua. Las características fundamentales (movimiento continuo de la carga, ausencia de paradas para la carga y descarga, simultaneidad de movimiento del órgano portador cargado y vacío en el retorno, etc.) confieren a las máquinas de transporte continuo una gran productividad, condición de gran importancia en la industria moderna en la cual son típicos los grandes flujos (Oriol, 1988).

Otro aspecto importante en el empleo de estas máquinas es el de que la carga puede transportarse a lo largo de una recta o traza dada y descargarse de forma automatizada en cualquier parte del recorrido, de acuerdo con los requerimientos del proceso tecnológico para el cual ha sido concebido.

En este trabajo se analizarán algunos transportadores de tablillas y de rastrillos en el área del tandem del CAI antes mencionado.

Para realizar el cálculo de los conductores de tablillas y rastrillos se utilizaron las metodologías propuestas por Oriol

(1988) y Paneque (1994), basándose fundamentalmente en los siguientes pasos:

- Determinación del punto de mínima tensión.
- Determinación de la resistencia (tensiones) en los tramos hasta llegar al punto de tensión máxima.
- Determinación del tiraje efectivo.
- Cálculo de la potencia del transportador.

Metodología de selección de la potencia de los motores eléctricos

La elección de la potencia de los motores eléctricos se escoge partiendo de la necesidad de asegurar el cumplimiento de un trabajo prefijado de un accionamiento eléctrico, siempre que se observe el régimen térmico normal y la sobrecarga admisible del motor.

La elección de la potencia del motor requiere del cálculo fiable de las fuerzas tecnológicas, no solo a un período de régimen permanente de trabajo, sino, también en período de regímenes transitorios. En tal sentido se construyen los diagramas de momento resistente, potencia necesaria y corriente en función del tiempo (Chilikin, 1988):

$$M = f_{(t)} P = f_{(t)} i = f_{(t)} \quad (3)$$

El motor elegido de acuerdo con el diagrama de carga prefijado debe cargarse plenamente y trabajar sin calentarse más de los límites admisibles. Del mismo modo el motor debe funcionar normalmente en caso de posibles sobrecargas temporales y poseer un par de arranque suficiente para asegurar la duración indisponible del arranque del mecanismo.

En la mayoría de los casos, la elección de comprobación de la potencia del motor se realiza de acuerdo con el calentamiento y a continuación se comprueba respecto a su capacidad de sobrecarga.

La comprobación de los motores respecto a la sobrecarga y del par de arranque debe realizarse independientemente del cálculo térmico.

Elección de la potencia del motor a carga de larga duración

En los centrales azucareros la mayoría de los equipos industriales trabajan con regímenes de carga de larga duración, invariables o que varían poco.

La elección de la potencia del motor para semejantes mecanismos es extraordinariamente sencilla si se calcula la potencia consumida por el mecanismo. En este caso no es necesaria la comprobación del motor al calentamiento o sobrecargas durante el trabajo. Una vez elegida la potencia calculada, se está seguro que esta potencia es la máxima admisible, ya que el fabricante ha realizado todos los cálculos y ensayos, partiendo de la utilización máxima de los materiales del motor y su potencia nominal.

Se han desarrollado en manuales y libros especializados ecuaciones para el cálculo de la potencia de los motores, para realizar el cálculo de los accionamientos eléctricos, en este trabajo se utilizó la metodología propuesta por Chilikin (1988).

Luego de determinada la potencia de trabajo de la máquina, por las ecuaciones planteadas por Oriol (1988) y Chercasski (1988), se determinó la potencia real del motor a seleccionar, en kW, teniendo en cuenta los coeficientes de sobrecargas instantáneas que varían generalmente desde 1,1 hasta 2,5.(Panque,1994)

$$P_{\text{motor}} = \frac{\delta \times P}{\eta_t} \quad (4)$$

P-Potencia calculada, kW;

η_t -Eficiencia del motor (transmisión);

δ -Coeficiente de sobrecarga, ($\delta = 1,1 \div 2,5$).

Los valores de δ en la ecuación (4) fueron obtenidos de Panque (1994)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se le hizo el cálculo a 10 bombas de diferentes tipos y a siete transportadores, aplicándose las metodologías planteadas anteriormente; y se arribó a los siguientes resultados que se muestran en las Tablas 6 y 7:

TABLA 6. Bombas evaluadas

Bombas	Potencia instalada (kW)	Potencia calculada (kW)	Diferencia $P_{\text{inst}} - P_{\text{calc.}}$ (kW)
Bomba de basculador No,1	30	20,81	9,19
Bomba de basculador No,2	37	37,60	-0,60
Bomba de guarapo No. 1	16	11,03	4,97
Bomba de guarapo No. 2	16	11,03	4,97
Bomba de guarapo No. 3	16	11,03	4,97
Bomba de maceración No,1	18	14,84	3,16
Bomba de maceración No,2	18	14,84	3,16
Bomba de maceración No,3	18	14,84	3,16
Bomba de tiro parabólico No. 1	22	11,03	10,97
Bomba de tiro parabólico No. 2	22	11,03	10,97

TABLA 7. Máquinas transportadoras evaluadas

Transportadores	Potencia instalada (kW)	Potencia calculada (kW)	Diferencia $P_{inst} - P_{calc.}$ (kW)
Alimentador de caña	7,5	6,49	1,01
Elevador de caña	30	14,81	15,19
Conductor intermedio 1	7,5	6,18	1,32
Conductor intermedio 2	7,5	6,01	1,49
Conductor intermedio 3	7,5	5,87	1,63
Conductor intermedio 4	7,5	5,96	1,54
Rastrillo de bagacillo	11	8,22	2,88

Como puede observarse, hay algunos motores con potencia muy por encima de las calculadas, ejemplos son: la bomba del basculador No. 1 que tiene instalado un motor de 30 kW y la potencia calculada es de 20,81 kW, (Tabla 6), las bombas de tiro parabólico No. 1 y 2; que se instalaron motores de 22 kW y pueden ser sustituidos por otros de 11,03 kW de potencia (Tabla 6), el motor del transportador elevador de caña, que tiene instalado un motor de 7,5 kW y la potencia calculada es de 6,49 kW (Tabla 7).

Teniendo en cuenta que el valor de la fuente motriz es significativo, la sustitución de estos resulta costosa para las condiciones actuales del país, por lo que es factible analizar la posible sustitución de estos por otros que se encuentren instalados en otras áreas y que estén acordes con los requerimientos de las máquinas.

Haciendo un análisis cuantitativo del costo que representa esta sustitución, teniendo en cuenta las inversiones que hay que realizar, resulta bastante extenso hacer una valoración económica exacta de lo que realmente sería más conveniente en caso que haya que comprar motores nuevos o sustituir los mismos por otros de otras áreas.

Pero no se puede obviar lo perjudicial que resulta para la economía del país y en especial para la eficiencia de la industria esta situación, mucho menos en estos momentos de período especial donde se debe prestar debida atención a la eficiencia

de los centrales azucareros y al uso consciente y disciplinado de la energía.

Hay que tener en cuenta que tan sólo se les realiza el estudio a 17 equipos, que representan menos del 5% del total del CAI, por lo que sería factible continuar el estudio en otras áreas, con vista a detectar posibles situaciones análogas a las que aquí se analizaron.

CONCLUSIONES

- Se le hizo el cálculo a 10 bombas de diferentes tipos y a siete transportadores, haciéndose un análisis comparativo entre la potencia instalada y la calculada.
- Se detectó que existen motores cuya potencia instalada es muy superior a la calculada, ejemplos son: la bomba del basculador No. 1 que tiene instalado un motor de 30 kW y la potencia calculada es de 20,81 kW, las bombas de tiro parabólico No. 1 y 2; que se instalaron motores de 22 kW y pueden ser sustituidos por otros de 11,03 kW de potencia, el motor del transportador elevador de caña, que tiene instalado un motor de 7,5 kW y la potencia calculada es de 6,49 kW.
- Se le realizó el estudio a 17 equipos, que representan menos del 5% del total del CAI, por lo que sería factible continuar el estudio en otras áreas, con vista a detectar posibles situaciones análogas a las que aquí se analizan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRIENTOS, V. M.: "Perfeccionamiento Empresarial en la Industria Azucarera", *Revista ATAC*, (1): 11-15, La Habana, Cuba, 1999.
- CASILLAS, A. L.: *Cálculos de Taller*, Editorial Científico-Técnica, Ciudad de La Habana, Cuba, 1989.
- CASTRO, F.: *Intervención en la Clausura del VII Forum de Piezas de Repuesto y de Tecnología de Avanzada*, Ed. Oficina de Publicaciones del Consejo de Estado de Cuba, Ciudad de La Habana, 1992.
- CHERCASSKI, V.: *Bombas, Ventiladores y Compresores*, Editorial MIR, Moscú, 1986.
- CHILIIN, A.: *Accionamientos Eléctricos*, Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba, 1988.
- DECRETO LEY 187/98 DEL CONSEJO DE ESTADO: *Perfeccionamiento Empresarial de los Centrales Azucareros*, Ed. Oficina de Publicaciones del Consejo de Estado de Cuba, Ciudad de La Habana, 1998.
- ORIOL, J: *Máquinas de Transporte Continuo*, Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, 1988.
- PANEQUE, R. P.: *Elementos de Máquinas y Transportadores II*, 272pp., Ministerio de Educación Superior, Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de La Habana (ISCAH), Ed. "Félix Varela", Impreso en la ENPSES, La Habana, Cuba, 1994.