

TESIS

por Freddy Romero Reyes

Fecha de entrega: 09-sep-2019 11:12a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1169650317

Nombre del archivo: Final 1 -19.docx (534.75K)

Total de palabras: 11479

Total de caracteres: 61173



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO
FACULTAD CIENCIAS E INGENIERÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

PROPUESTA TECNOLÓGICA

TEMA:

**Control de la temperatura del agua de dosificación de los difusores de las
Industrias Azucareras de la Zona 5**

Autores:

Sra. Ortega Vásquez Stefany Annabel

Sr. Romero Reyes Freddy Carlos

Acompañante:

Mgr. Cesar Sánchez Eugenio de Dios

Milagro, Septiembre 2019

ECUADOR

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.
Fabricio Guevara Viejó, PhD.
RECTOR
Universidad Estatal de Milagro
Presente.

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante1)., como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación Haga clic aquí para escribir el nombre de la Línea de Investigación, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, Haga clic aquí para escribir una fecha.

Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante1).

Autor 1

CI: Haga clic aquí para escribir cédula (estudiante1).

DERECHOS DE AUTOR

Ingeniero.
Fabricio Guevara Viejó, PhD.
RECTOR
Universidad Estatal de Milagro
Presente.

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante2), en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la alternativa de Titulación – Propuesta Tecnológica, modalidad presencial, mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor de la Propuesta Tecnológica realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Grado, como aporte a la Línea de Investigación Haga clic aquí para escribir el nombre de la Línea de Investigación, de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de esta propuesta practica en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, Haga clic aquí para escribir una fecha.

Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante2).

Autor 2

CI: Haga clic aquí para escribir cédula (estudiante2).

APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Yo, Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Tutor), en mi calidad de tutor de la Propuesta Tecnológica, elaborado por Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante1). y Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante2)., cuyo título es Haga clic aquí para escribir el tema del Trabajo de titulación, que aporta a la Línea de Investigación Haga clic aquí para escribir el nombre de la Línea de Investigación previo a la obtención del Grado ELIJA UN ELEMENTO. ; considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios en el campo metodológico y epistemológico, para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo APRUEBO, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Propuesta Tecnológica de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, Haga clic aquí para escribir una fecha.

Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Tutor).

Tutor

C.I: Haga clic aquí para escribir cédula (Tutor).

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (tutor).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Secretario/a).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (integrante).

Luego de realizar la revisión de la Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título (o grado académico) de ELIJA UN ELEMENTO, presentado por Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante1).

Con el tema de trabajo de Titulación: Haga clic aquí para escribir el tema del Trabajo de titulación.

Otorga a la presente propuesta tecnológica, las siguientes calificaciones:

Propuesta Tecnológica	[]
Defensa oral	[]
Total	[]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) _____

Fecha: Haga clic aquí para escribir una fecha.

Para constancia de lo actuado firman:

Nombres y Apellidos		Firma
Presidente	Apellidos y nombres de Presidente.	_____
Secretario /a	Apellidos y nombres de Secretario	_____
Integrante	Apellidos y nombres de Integrante.	_____

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

El tribunal calificador constituido por:

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (tutor).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (Secretario/a).

Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (integrante).

Luego de realizar la revisión de la Propuesta Tecnológica, previo a la obtención del título (o grado académico) de ELIJA UN ELEMENTO. presentado por Elija un elemento. Haga clic aquí para escribir apellidos y nombres (estudiante2).

Con el tema de trabajo de Titulación: Haga clic aquí para escribir el tema del Trabajo de titulación.

Otorga a la presente propuesta tecnológica, las siguientes calificaciones:

Propuesta Tecnológica	[]
Defensa oral	[]
Total	[]

Emite el siguiente veredicto: (aprobado/reprobado) _____

Fecha: Haga clic aquí para escribir una fecha.

Para constancia de lo actuado firman:

Nombres y Apellidos		Firma
Presidente	Apellidos y nombres de Presidente.	_____
Secretario /a	Apellidos y nombres de Secretario	_____
Integrante	Apellidos y nombres de Integrante.	_____

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a personas queridas que han significado y continúan significando mucho para mí. Aunque ya no son de este mundo, sus recuerdos continúan regulando mi vida. Ante todo, a mis padres cuyo amor por mí no conocía límites y que me enseñaron el valor del trabajo duro.

Freddy Romero Reyes

Dedico mi trabajo de disertación a mi familia y muchos amigos.

Un sentimiento especial de gratitud hacia mis amados padres, cuyas palabras de aliento y empuje por la tenacidad resuenan en
mis oídos.

Y además dedico esta proyecto a una persona importante en mi vida, mi esposo, que me ha apoyado durante todo este proceso.

Stefany Ortega Vásquez

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, nos gustaría expresar mi sincero agradecimiento a nuestro Tutor por el apoyo continuo de este proyecto y la investigación relacionada, por su paciencia, motivación e inmenso conocimiento. Su guía nos ayudó en todo el tiempo de investigación y redacción de esta tesis. No podríamos haber imaginado tener un mejor asesor y mentor para nuestro proyecto.

Además de nuestro asesor, nos gustaría agradecer al resto de docentes de la facultad de Ciencias de la Ingeniería por sus perspicaces comentarios y aliento, brindándonos diversas perspectivas a lo largo de nuestra carrera.

Freddy Romero Reyes & Stefanie Ortega Vásquez

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTOR.....	I
DERECHOS DE AUTOR.....	II
APROBACIÓN DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS	X
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
PROBLEMA	4
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	4
1. 2. TEMA DE INVESTIGACIÓN	5
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.4. JUSTIFICACIÓN	5
1.5. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	6
ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. ANTECEDENTES	7
2.1.1 FISIOLÓGIA Y DESARROLLO	8
2.1.2. HISTORIAL DE LOS DIFUSORES EN EL PROCESO AZUCARERO	9
2.2. BASES TEÓRICAS	11
2.2.1. GOTA CONTINUA	11
2.2.2. INDUSTRIA DEL AZÚCAR	12
2.2.3. Sistema de extracción de jugo	14
2.2.4. PROCESO DE FABRICACIÓN DEL AZÚCAR.	15
2.2.5. EL PROCESO INDUSTRIAL DE LAS TRES MASACRES.	16
2.2.6. MÉTODO POR ALCALINIZACIÓN	17
2.3. MARCO CONCEPTUAL	17

2.4. HIPOTESIS O PREMISAS	19
2.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	19
2.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....	19
2.4.3. HIPOTESIS	19
ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.....	20
3.1. VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS.....	20
3.2. SENSOR PT100 PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA / ACERO INOXIDABLE / 3 HILOS / PREPARADO PARA LA CONEXIÓN A PROCESOS	21
3.3. SENSOR DE TEMPERATURA Y RESISTENCIA PARA DISPOSITIVOS Y SISTEMAS CERTIFICADOS	21
3.4. INTERCAMBIADOR DE CALOR.....	22
3.4.1. INTERCAMBIADOR TUBULAR.....	23
3.4.2. INTERCAMBIADOR DE ESPIRAL.....	23
3.4.3. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS	23
3.5. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA	24
DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	24
4.1. TÍTULO Y DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	24
4.2. PROPÓSITO.....	25
4.3. DESARROLLO EN DETALLE DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.	25
ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	30
CONCLUSIONES	32
RECOMENDACIONES	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Patrón de Gota Continua.....	11
Figura 2 PROCESO DE FABRICACIÓN DEL AZÚCAR.....	14
Figura 3 DIAGRAMA DE BLOQUE.....	26
Figura 4 PARÁMETROS PARA PID.....	26
Figura 5 TIEMPO DE TRANSPORTE.....	27
Figura 6 TRANSFER FCN2.....	28
Figura 7 GRÁFICA DE CONTROL DE TEMPERATURA.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Consumo energético para molinos y difusores.....	14
Tabla 2 VARIABLES E HIPÓTESIS.....	19
Tabla 3 CARACTERISTICAS GENERALES.....	30
Tabla 4 PRESUPUESTO ESTIMADO.....	31

Control de la temperatura del agua de dosificación de los difusores de las Industrias Azucareras de la Zona 5

RESUMEN

Los sistemas de enfriamiento que usan transferencia de calor por cambio de fase ahora se usan ampliamente por su capacidad de transportar grandes cantidades de calor desde una fuente caliente a una fuente fría con una pequeña diferencia de temperatura. Entre estos sistemas, los tubos de calor, cuya primera patente data de 1942, han sido objeto de numerosos estudios desde esa fecha.

Una tubería de calor consiste en un recinto sellado lleno de refrigerante en estado de equilibrio líquido-vapor en condiciones de funcionamiento. El líquido se evapora en un área del recinto ubicada en una fuente caliente (evaporador) y el vapor se condensa en una fuente fría (condensador). Una tubería de calor tiene una estructura capilar (pañños metálicos, ranuras, ...) para garantizar el retorno del líquido del condensador al difusor. Las tuberías de calor permiten obtener conductividades térmicas equivalentes muy altas porque las transferencias de calor se deben esencialmente a los cambios de fase del refrigerante.

Al homogeneizar la temperatura del sistema, reducen las tensiones mecánicas debido a la expansión de los materiales. En una tubería de calor, las superficies de intercambio pueden ser muy diferentes para fuentes calientes y frías. Además, a diferencia de un material masivo, la inercia térmica de un tubo de calor es muy baja, lo que le proporciona tiempos de respuesta rápidos. Finalmente, los tubos de calor tienen la ventaja de ser sistemas pasivos ya que no requieren bombas para la circulación del fluido de transferencia de calor.

Por lo cual el presente trabajo señala la importancia de implementar un control en el área del difusor en una industria azucarera el cual permita mantener un flujo de temperatura constante que no pase ni caiga de 90° logrando así una mayor optimización de la caña de azúcar y el evitar desperdiciar el líquido que este arroja en este proceso industrial.

PALABRAS CLAVE: difusor, industria azucarera, optimización de materia prima, caña de azúcar.

Control of the temperature of the dosing water of the diffusers of the Sugar Industries of Zone 5

ABSTRACT

Cooling systems that use phase transfer heat transfer are now widely used for their ability to transport large amounts of heat from a hot source to a cold source with a small temperature difference. Among these systems, heat pipes, whose first patent dates from 1942, have been the subject of numerous studies since that date.

A heat pipe consists of a sealed enclosure filled with refrigerant in a state of liquid-vapor equilibrium in operating conditions. The liquid evaporates in an area of the enclosure located in a hot source (evaporator) and the vapor condenses in a cold source (condenser). A heat pipe has a capillary structure (metal cloths, grooves, ...) to guarantee the return of the liquid from the condenser to the diffuser. Heat pipes allow very high equivalent thermal conductivities to be obtained because heat transfers are essentially due to coolant phase changes.

By homogenizing the temperature of the system, they reduce the mechanical stresses due to the expansion of the materials. In a heat pipe, the exchange surfaces can be very different for hot and cold sources. In addition, unlike a massive material, the thermal inertia of a heat pipe is very low, which gives it fast response times. Finally, heat pipes have the advantage of being passive systems since they do not require pumps for the circulation of heat transfer fluid.

Therefore, the present work points out the importance of implementing a control in the area of the diffuser in a sugar industry which allows to maintain a constant temperature flow that does not pass or fall of 90 °, thus achieving greater optimization of sugarcane and to avoid wasting the liquid that it throws in this industrial process.

KEY WORDS: diffuser, sugar industry, raw material optimization, sugar cane.

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar *Saccharum officinarum* L. (Poaceae), es una planta de varios años con múltiples usos. Se cultiva principalmente por su tallo del que se extrae el azúcar cristalizable: sacarosa (Fauconnier, 1991). Con una producción anual superior a 130 millones de toneladas (FAO, 2002), la caña de azúcar es una de las cosechas más importantes del mundo. Este posicionamiento en el mercado internacional se justifica por el aumento de la demanda de consumo de azúcar y el desarrollo de la industria del bioetanol como una alternativa a los combustibles fósiles que "contaminan" el medio ambiente.

Durante la última década 2000-2010, la producción mundial de azúcar aumentó de 133,4 millones de toneladas a 173 millones de toneladas, con casi la mitad producida por los tres principales productores, Brasil, India y la Unión Europea. En esta dinámica de producción, el continente africano no se queda fuera, su contribución es del orden de 10,5 millones de toneladas por año, o el 8% de la producción mundial. Logrando observar notablemente que la producción de azúcar y la comercialización de la misma es importante para todos los habitantes de los diversos continentes.

Sin embargo, la producción de azúcar a partir de la caña de azúcar debe mejorarse para satisfacer las demandas y los desafíos del momento. Desde el XIX la producción de azúcar de caña de azúcar debe mejorarse para satisfacer las necesidades y desafíos actuales.

CAPÍTULO 1

PROBLEMA

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

La lixiviación de sólidos y líquidos es una de las operaciones unitarias clásicas de la ingeniería de procesos. El propósito del difusor es transferir los compuestos contenidos en la parte sólida a la parte líquida. Los compuestos de interés se encuentran con mayor frecuencia en el citoplasma delimitado por la membrana celular.

Para permitir la extracción de los compuestos de interés, la membrana celular debe estar dañada o desnaturalizada (García, y otros, 2001). Para ello se suele utilizar un tratamiento térmico. Para este propósito, la difusión "clásica" se lleva a cabo a temperaturas relativamente altas

(70-80 ° C) durante aproximadamente 1 hora.

Esta temperatura también hace posible aumentar la velocidad de difusión. Estas condiciones no están libres de defectos, como el alto consumo de energía, el deterioro térmico del tejido, el paso de compuestos indeseables en el jugo y la degradación térmica de los compuestos de interés. Mejorar la calidad de los jugos extraídos requiere múltiples pasos de purificación, lo que provoca pérdidas no deseadas de biocomponentes y produce desechos que deben reciclarse o procesarse.

El calentamiento óhmico lograría el mismo rendimiento de jugo que el difusor provee a alta temperatura (60-70 ° C). Sin embargo, la combinación de calentamiento óhmico dio un efecto sinérgico aumentando el rendimiento de jugo hasta el 87.5%. Finalmente, (Jemai, 2006) confirmaron los resultados obtenidos a escala de laboratorio (4,5 a 15 kg de chips). Los jugos extraídos por la aplicación del difusor tenían una pureza más alta que los jugos extraídos presionando solo. Además, las pulpas contenían, después del tratamiento eléctrico, más no azúcares (potasio, sodio y sustancias orgánicas nitrogenadas), por lo tanto, se pasa menos jugo sin azúcares (Flores Rodríguez, Gavi Reyes, Torres Benites, & Hernández Acosta, 2012). Sin embargo, las pérdidas de azúcar en las pulpas requerían el uso de pasos de lavado adicionales.

La principal dificultad radica en el hecho de que se está trabajando en un proceso industrial real. Por lo tanto, la prueba preliminar fuera de línea del algoritmo de control requiere la escritura de un modelo de conocimiento utilizado como simulador del proceso. Además, se

está trabajando en una cristalización del tercer chorro (medio impuro), para el cual los modelos clásicos no son muy precisos.

1. 2. TEMA DE INVESTIGACIÓN

Control de la temperatura del agua de dosificación de los difusores de las Industrias Azucareras de la Zona 5.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar un control adecuado de la temperatura del agua que se suministra al difusor de manera que esta se mantenga constante y se logre separar de la fibra los no azúcares y los azúcares para mejorar la concentración de jugo.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar el efecto de valores de la temperatura del agua que posee actualmente el difusor en la extracción del azúcar.
- Analizar los valores de la temperatura para obtener la mejor extracción de los azúcares de la fibra de la caña.
- Seleccionar dispositivos usados para mantener la temperatura adecuada en el proceso de extracción del jugo de caña de azúcar.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Uno de los métodos para extraer los componentes intracelulares deseados de los tejidos vegetales es la extracción sólido-líquido ((Aldana & La Madrid, 2013)y (Simeonov, Tsibranska, & Minchev, 1999)). La extracción de azúcar evolucionó primero a partir del método de lotes, utilizando rejillas de caña de azúcar en el proceso, pero luego llevó a una difusión contracorriente más metódica que ahora se practica en la mayoría de las unidades de extracción en las fábricas de azúcar. Durante la difusión o el proceso de extracción, las células de las cosechas de caña de azúcar se desnaturalizan para desprender el azúcar usando agua de imbibición (Abdel-Banat, Hoshida, Ano, Nonklang, & Akada, 2010); El líquido de extracción utilizado en este proceso es el agua. Como las paredes celulares son impermeables

a las moléculas de sacarosa, deben desnaturalizarse antes de la extracción ((BMA, 2006) y (Van der Poel, Schiweck, & Schwartz, 1998)). Parte de las paredes celulares se destruye mecánicamente al cortar las cañas de azúcar. Sin embargo, la mayor parte del trabajo de desnaturalización se realiza al exponer las células a una acción térmica de corto tiempo de precalentamiento antes de ingresar a la columna de extracción ((BMA, 2006) (Van der Poel, Schiweck, & Schwartz, 1998)).

La extracción adecuada de los componentes intracelulares en un proceso de extracción sólido-líquido requiere la desnaturalización de las membranas celulares en la fase sólida, una operación que generalmente se realiza térmicamente (Díaz & Iglesias, 2012). En este método, la alta temperatura de la fase líquida provoca la desintegración de las membranas celulares, permitiendo así que los componentes intracelulares sean liberados y extraídos por la fase líquida. Entre las desventajas, de tales operaciones está la degradación térmica de las propiedades del producto y la calidad del jugo degradado.

El rango de temperatura para la extracción sólido-líquido es de 70-75 ° C. Si la temperatura está por debajo del rango inferior, la cantidad de pérdidas de azúcar en la pulpa de salida aumentaría (García, García, Ribas, & Brown, 2003). Sin embargo, si la temperatura es superior al rango superior (> 80 ° C), también aumentaría la cantidad de sustancias coloides como proteínas, sustancias de pectina y otros tipos de azúcares que entran en el jugo crudo. Esto conduce a una menor pureza del jugo crudo, un proceso de purificación más difícil y una mayor viscosidad del jugo crudo, lo cual es muy desfavorable, especialmente en las unidades de evaporación (Van der Poel, Schiweck, & Schwartz, 1998).

Por lo tanto, es importante que las medidas de las condiciones de funcionamiento en el difusor se encuentren correctamente de acuerdo con sus efectos relevantes, ya que el rango de temperatura adecuado es de 90 ° C.

Dando como resultado que el presente trabajo se justifica por un modelo para un mejor proceso de extracción del azúcar en el sentido en el que exista un diseño de control de temperatura en el área del difusor para procesar la caña de azúcar ya que en la actualidad no existe un control adecuado en el cual al momento que caer el agua en la caña de azúcar esta se mantenga en el rango adecuado.

1.5. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

País: Ecuador

Región: Costa

Provincia: Guayas

Sector: Industrial

CAPÍTULO 2

ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

La caña de azúcar es un cultivo tropical por excelencia, el cual ha marcado la historia de los hombres durante su expansión, en torno a su industria y comercio, tanto como ha dado forma a los paisajes de muchas regiones productoras. La caña de azúcar es la planta azucarera más grande del mundo, con aproximadamente el 75% de la producción total de azúcar (155 millones de toneladas en 2009), que actualmente representa aproximadamente 1.700 millones de toneladas de caña de azúcar producidas cada año en 24 millones de hectáreas (FAO, 2009).

El azúcar no es el único producto de la caña de azúcar: hoy se sabe valorar su increíble producción de biomasa haciendo el mejor uso de los residuos de la extracción de sacarosa, los 'subproductos' de la caña:

- En particular, la melaza, un residuo dulce pero no cristalizable, se usa, ya sea para convertirlo en alcohol (ron industrial) después de la destilación, o como un suplemento dietético para el ganado. La destilación también produce subproductos, especialmente vinazas, ricas en potasio, que pueden usarse como complemento de la fertilización.
- Los residuos fibrosos, o bagazo, se utilizan como combustibles en centrales térmicas. El bagazo permitió la producción de aproximadamente el 10% de la electricidad de la isla de Reunión en 2010. El bagazo también se utiliza como suplemento dietético para animales, para la fabricación de papel, materiales de construcción y mobiliario. Su transformación en bioetanol, llamada 'segunda generación', es actualmente un tema de gran interés, y la selección de cultivares con alto contenido de fibra para la producción de biomasa se encuentra actualmente en estudio.
- Los residuos de filtración, o escoria, producidos durante la extracción del jugo de caña, son ricos en fósforo y calcio y pueden usarse como fertilizantes.

La caña de azúcar es una de las plantas con mayor producción de biomasa y tiene uno de los mejores rendimientos energéticos (Whitmarsh & Govindjee, 1999): por lo tanto, una unidad

de energía consumida para la producción permite la generación de ocho unidades de energía (De Vries, Van Dijk, & Bonvin, 2010). Esta calidad la convierte en una de las principales plantas candidatas para la producción de etanol de segunda generación, que es más rentable y menos contaminante. Toda la planta se utilizaría para experimentar la fermentación enzimática de la celulosa. Muchos centros de reproducción ya han dirigido parte de su programa para optimizar la cantidad y calidad de la biomasa lignocelulósica ((García-Loureiro, y otros, 2011), (Rodríguez-Fernández, Rodríguez-León, De Carvalho, Sturm, & Soccol, 2011)).

Esta diversidad de aplicaciones hace que la caña de azúcar sea un cultivo importante en muchas regiones cálidas.

El género *Saccharum* incluye varias especies cuya clasificación se realizó en función del tipo de órganos (raquis suave o glabro) y su funcionamiento (orden de apertura de las espiguillas). El funcionamiento de las espiguillas es un criterio de elección en la clasificación. Por lo tanto, se considera la siguiente clasificación para la caña de azúcar (Fauconnier, 1991):

Reino: Vegetal

Rama: angiosperma

Clase: Monocotiledóneas **Orden:** Scitamines **Suborden:** Hierbas **Familia:** Poaceae

Subfamilia: Cannaceae **Tribu:** Saccharidae **Género:** *Saccharum*

Especie: *Officinarum*.

La caña de azúcar es uno de los cultivos más importantes en los trópicos. Cubre casi 19 millones de hectáreas en 97 países. Su rango de dispersión se encuentra entre la latitud 37 ° N y 30 ° S, limitado por el clima y la altitud ((Fauconnier & BASSEREAU, 1970), (Champoiseau, Daugrois, Girard, Royer, & Rott, 2006)).

Originaria de Nueva Guinea (Westphal et al, 1985), la caña de azúcar alcanza una altura de 2 a 5 m con un diámetro de 2 a 6 cm en la madurez (van Dillewijn, 1960). No se ramifica del suelo, pero los ojos subterráneos dan lugar a otros tallos. Un mechón de caña puede tener de 10 a 15 tallos. Cada uno de sus tallos consiste en una sucesión de más ganglios leñosos, donde se implantan los ojos y entre los ganglios (Hubert, Porcher, & Volbach, 1968).

2.1.1 FISIOLÓGÍA Y DESARROLLO

El ciclo de producción de la caña se puede extender de 12 a 24 meses. El ciclo de cultivo incluye la caña plantada (virgen) y el rebrote, que va desde la plantación hasta la siguiente plantación y puede ser muy larga (más de 15 años). La siembra se realiza en promedio cada

7 a 10 años y se extiende de diciembre a junio. SUCAF Gabón utiliza el rebrote durante un promedio de 10 años después de que el rendimiento ha caído por debajo de 60 T / ha.

Después de la germinación, las tres etapas principales del desarrollo de la caña son el mancillamiento, el crecimiento del tallo y la maduración.

La labranza ocurre después de la germinación (1 a 3 meses después de que las raíces se hayan formado correctamente). El número máximo de macollos durante el cultivo o el número de macollos en el momento de la cosecha dependen de muchos factores, como la variedad de caña de azúcar, la humedad y la temperatura del suelo, la cantidad de nitrógeno disponible, luz solar y la incidencia de plagas o ciertas enfermedades, como "*Ustilago scitaminea*" (Soopramanien & Johnes, 2000).

El crecimiento del tallo consiste en una fase de multiplicación, diferenciación y alargamiento celular que ocurre durante un período específico dependiendo de factores ambientales. Es una fase de crecimiento vegetativo muy fuerte y actividad fotosintética durante la cual la caña de azúcar asimila los nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio y otras sales minerales). La materia orgánica no utilizada por la planta (<40%) se almacenará como sacarosa (Flores, Galicia, Lassmann, Osorio, & Senties, 2008).

Desde un punto de vista fisiológico, la caña de azúcar tiene actividad fotosintética de tipo C4, que es particularmente efectiva para la fijación de CO₂ y puede verse afectada por la presencia de enfermedades (Danso, Habte, & Alexander, 1973).

La maduración corresponde a una fase de síntesis y acumulación de sacarosa significativa, hasta 65-70% y el uso de recursos de carbono. La variedad de la caña de azúcar, pero también las condiciones ambientales, el riego o el uso de productos químicos pueden influir en la maduración.

2.1.2. HISTORIAL DE LOS DIFUSORES EN EL PROCESO AZUCARERO

La historia del cultivo de la caña de azúcar comienza en el momento de la prehistoria, hace aproximadamente -2500 años, en el área actual de Papua Nueva Guinea. Aquí es donde la domesticación de esta planta habría comenzado; La cosecha de caña en ese momento probablemente no estaba destinada a extraer azúcar, sino a masticar los tallos para probar el jugo. Este origen melanesio, una vez cuestionado, se confirma por la mayor diversidad morfológica de los clones de *Saccharum officinarum* en esta área (Daniels, Roach, & Heinz, 1987), así como por la presencia en la región de la especie hermana *S. robustum*. Se informa que *Saccharum officinarum* ha sido domesticado (Lu, y otros, 1994).

El proceso de cristalización se descubrió en la India alrededor de 350, y se transfirió rápidamente a China bajo la influencia de los monjes budistas. Este proceso, que permitió el transporte y el acondicionamiento sostenibles del azúcar, aceleró el comercio hacia el oeste y alentó la difusión de la cultura. Fue introducido por los comerciantes indios, primero en Persia y Mesopotamia alrededor de 500, luego gradualmente alrededor de la cuenca del Mediterráneo en la Edad Media (Bula-Meyer, 1994).

Al mismo tiempo, las migraciones austriacas habrían permitido que la caña de azúcar se extendiera a las Islas del Pacífico Sur y Hawái. Al contrario del lado europeo, marcado por la influencia india y los clones de *S. Barberi*, es probable que los clones de *S. officinarum* se hayan introducido en el Pacífico; Esta especie solo será redescubierta por los europeos en el siglo XVIII.

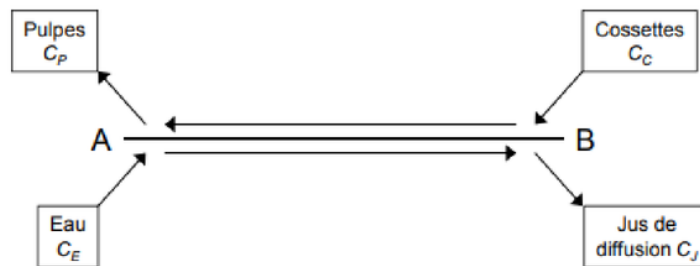
La creciente demanda de azúcar de los europeos aceleró la propagación de la caña de azúcar, primero en el siglo XV en las islas del Atlántico (Islas Canarias, Madeira, Azores, Cabo Verde y Santo Tomé), donde está en juego su cultura. origen del primer comercio negro a gran escala. Christopher Columbus lo importó a las Américas, y la cultura tuvo lugar entre los siglos XVII y XVIII, del tamaño conocido en el Caribe y Brasil, bajo la influencia sucesiva de los portugueses, holandeses y luego franceses e ingleses (Meyer, Schumann, Wood, Nixon, & Van Den Berg, 2007). Es en este momento que los primeros clones ricos en azúcar de *Saccharum officinarum* son traídos del Pacífico por los navegadores y comienzan a reemplazar a los clones de *S. Barberi* normalmente cultivados (Stevenson, 1965).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. GOTA CONTINUA.

En la industria, se utiliza la difusión a contracorriente. El patrón de agotamiento a contracorriente es el siguiente:

Figura 1 Patrón de Gota Continua.



Fuente: Mecanismos de transferencia de gases; difusión y convección

Elaborado por: Ortega; Romero.

Este esquema es utilizado por todas las emisoras industriales. Como se muestra en el diagrama, los chips con una concentración de azúcar CC ingresan a la cabeza del difusor (B) y se mueven hacia la salida (A), lo que lleva la sacarosa al agua de extracción que se mueve de A B Las virutas agotadas (pulpas) de baja concentración de azúcar CP salen en el extremo A del aparato. El jugo de difusión con una alta concentración de sacarosa CJ se obtiene en la cabeza B del aparato. A la salida del aparato, aunque no queda mucha sacarosa en la pulpa, la difusión se produce porque las pulpas están en contacto con agua sin azúcar ($EC = 0$) y siempre hay una diferencia de concentraciones. En la parte superior del aparato, la diferencia de concentración es $CC - CJ$, y CJ es mucho más baja que CC , porque se obtienen no 100 kg del jugo, sino, por ejemplo, 120 kg (esta relación se denomina trasiego) (Eleonskii, Zyryanov, & Silin, 1967). Por lo tanto, el jugo de difusión siempre tiene una concentración menor que el jugo celular (Loginova, Vorobiev, Bals, & Lebovka, 2011).

2.2.2. INDUSTRIA DEL AZÚCAR

El proceso de azúcar y etanol comienza con el sistema de extracción de jugo, que es el enfoque de este trabajo.

En estos sistemas, el jugo de caña y el bagazo se separan. Los siguientes pasos de procesamiento se describen abajo:

Proceso de azúcar

- Tratamiento de jugo;
- Concentración de jugo;
- Tratamiento con jarabe;
- Azúcar en ebullición y cristalización;
- Secado de azúcar.

Proceso de etanol

- Tratamiento de jugo;
- Concentración de jugo;
- Fermentación;
- Destilación;

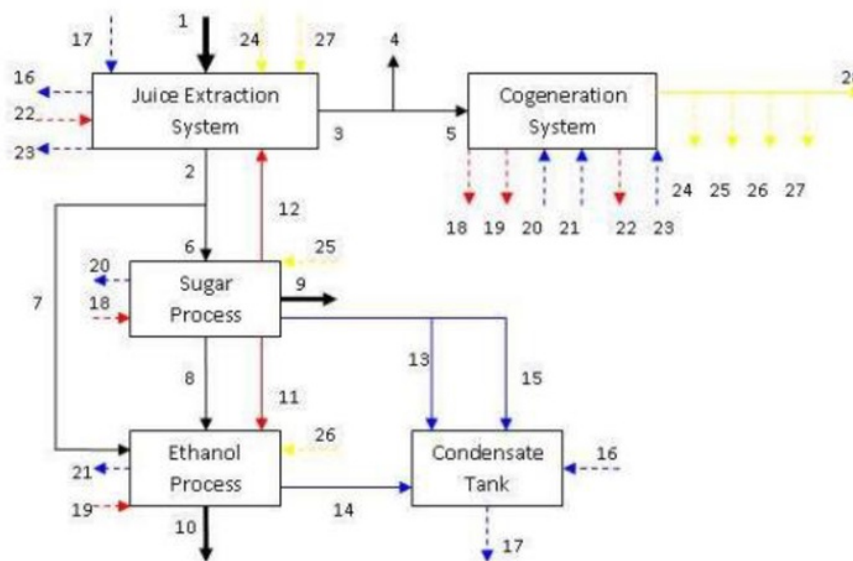
Sin embargo, los procesos son relativamente independientes, la melaza, un subproducto del proceso del azúcar, se usa comúnmente para producir etanol que se mezcla con jugo de caña para fermentar. El tratamiento del jugo para ambos procesos es bastante diferente, pero ambos requieren reactivos químicos, un paso de calentamiento y una separación de las impurezas. La concentración de jugo es similar para ambos procesos, pero el nivel de concentración necesario para producir etanol es más bajo.

Para el proceso de azúcar, el jugo se concentra en general del 14% al 63% del contenido sólido, mientras que, para el proceso de etanol, la mezcla de jugo y melaza debe alcanzar alrededor del 18% del contenido sólido para fermentar.

Esta planta consume el 50% de la caña para la producción de azúcar y el 50% para la producción de etanol. La Figura 1 muestra un bosquejo de la planta analizada con cinco volúmenes de control considerados para los análisis de costos de ejercicio: Sistema de extracción, Proceso de azúcar y etanol, Tanque de condensado y Sistema de cogeneración. El ejercicio de soluciones de sacarosa-agua, bagazo y soluciones de etanol-agua se calculó

con las propuestas presentadas respectivamente por (Dias, y otros, 2011). La exergía de la caña de azúcar se obtuvo como la suma de los ejercicios de bagazo y jugo.

Figura 2 PROCESO DE FABRICACIÓN DEL AZÚCAR



Elaborado por: Ortega; Romero.

2.2.3. Sistema de extracción de jugo

Los molinos y difusores tienen diferentes requerimientos de energía, aunque ambos requieren un tratamiento previo de caña que se realiza con cuchillos y trituradoras. Los molinos funcionan por compresión y, por lo tanto, demandan más energía mecánica (Pacheco, y otros, 2006). Los difusores que extraen jugo crudo por lixiviación, usando agua caliente de imbibición y recirculación del jugo extraído, requieren más energía térmica. La Tabla I presenta datos de consumo energético de molinos y difusores, considerando la preparación de la caña.

Tabla 1 Consumo energético para molinos y difusores.

	Thermal Energy (kWh/t cane) ^{1,2}	Mechanical Energy (kWh/t cane) ¹
Mill	0	16
Diffuser	36.3	9

Elaborado por: Ortega; Romero.

Las imbibiciones de demanda de agua de cada sistema son diferentes. Los molinos demandan 295.5 kg de agua / t de caña y los difusores, 358.4 kg de agua / t de caña. Entonces, la producción de jugo es mayor para los difusores, pero con un contenido sólido más bajo.

Para facilitar la comparación, se supuso que ambos sistemas tienen la misma eficiencia de extracción, 97%, como se verifica en las industrias reales de caña de azúcar en Ecuador.

Las demandas de energía mecánica de estos sistemas se atienden mediante turbinas de vapor de accionamiento directo o motores eléctricos (Rosero & Ramirez, 2009). La primera opción, con turbinas de vapor de baja eficiencia, es la más tradicional y se utiliza en casi todas las industrias de la caña de azúcar en Ecuador. Los motores eléctricos comienzan a usarse en los últimos años. Estos sistemas promueven mejores eficiencias de conversión de energía, lo cual es atractivo para aquellas plantas que tienen inversiones en nuevos sistemas de cogeneración y pretenden vender electricidad a la red.

2.2.4. PROCESO DE FABRICACIÓN DEL AZÚCAR.

Una fábrica de azúcar puede considerarse globalmente como una unidad de procesamiento de una materia prima: caña de azúcar, en un producto semiacabado: azúcar cristalizado (sacarosa). La cantidad de sacarosa contenida en la caña de azúcar es en promedio del 12% al 15%. Para extraer este azúcar, la caña de azúcar debe someterse a un tratamiento que se ha vuelto más complejo con los años.

Hoy, el proceso ha sido altamente mecanizado y produce un producto de gran pureza en seis etapas principales, (Febles, de Medina, & Orozco, 1987), (Benne, Grondin-Perez, Chabriat, & Herve, 2000):

1) Descargar la caña de azúcar

La caña de azúcar, generalmente aserrada por la extensión de la mecanización del corte, se pesa corriente arriba de la línea de producción y se deposita en la plataforma alimentaria de la refinería de azúcar.

2) Preparación

Después de eliminar las impurezas físicas más importantes (guijarros, pajitas, tierra), la caña de azúcar se tritura mecánicamente para facilitar la extracción de sacarosa.

3) Extracción

El jugo de caña de azúcar se puede extraer de la fibra vegetal mediante dos métodos:

Extracción a presión, donde la caña preparada se muele en molinos;

O la extracción por difusión obtenida por la imbibición del bastón preparado.

El residuo del taller de extracción es el bagazo.

4) Aclaración (purificación)

El jugo contiene una gran cantidad de impurezas minerales y orgánicas (ácidos orgánicos, almidón). Los materiales fibrosos y celulósicos, así como algunas de las impurezas, se

eliminan tamizando, calentando y agregando cal (encalado). Para evitar las reacciones inversas de la sacarosa, se neutraliza el jugo de la caña de azúcar, que es naturalmente ácido (pH = 5.5) (Van der Poel, Schiweck, & Schwartz, 1998). El residuo orgánico del taller de clarificación es el pastel.

5) Evaporación

La evaporación es la penúltima etapa de la fabricación de azúcar antes de la cristalización. Se lleva a cabo de acuerdo con un método de efectos múltiples: el jugo transparente se calienta a diferentes temperaturas en una serie de evaporadores alimentados con vapor a baja presión. El agua se evapora hirviendo el jugo y el último evaporador produce el jarabe.

6) Cristalización

El jarabe se calienta a presión reducida en calderas alimentadas con vapor a baja presión. La cristalización es la última etapa de transformación del jarabe de caña. El funcionamiento de esta unidad consiste en un cambio de fase líquido-sólido realizado de acuerdo con un protocolo definido por el fabricante y en condiciones termodinámicas precisas. Entonces se obtiene una masacre. Se compone de una fase sólida: los cristales, y una fase líquida: las aguas madres. Se necesitan algunos pasos adicionales para producir azúcar de cristal comercializable.

7) Mezcla-Turbinage

La masacre se amasa y se turbinan en una centrífuga para separar la fase sólida: los cristales, de la fase líquida: la alcantarilla.

8) Secado y almacenamiento

El azúcar, humedecida por los escurridores, se seca con aire caliente y se seca, luego se enfría con aire frío y se seca. El azúcar se almacena en silos cuyo aire está acondicionado en temperatura y humedad para evitar la formación de aglomeraciones.

2.2.5. EL PROCESO INDUSTRIAL DE LAS TRES MASACRES.

La producción de azúcar se lleva a cabo en etapas sucesivas de cristalización del jarabe de la planta de evaporación. De hecho, cuando el contenido de cristal de una masacre es mayor del 50%, el aumento de la viscosidad del medio obstaculiza el fenómeno de difusión de las moléculas de sacarosa a los cristales. La cristalización fraccionada consiste en centrifugar la masacre que se ha vuelto demasiado viscosa para separar los cristales del licor madre. El licor madre cuya concentración de sacarosa aún es alta, se agota en los siguientes pasos. Por lo tanto, se utiliza como alcantarilla de alimentación durante la fase de crecimiento del

siguiente paso. Cuando estos pasos se repiten tres veces, se llama "proceso de tres masacres".

Es una configuración clásica y de uso frecuente en el campo del azúcar, (Hugot, 1950).

El proceso de tres masacres comprende tres ciclos completos de cristalización. Cada ciclo comienza con la formación de cristales en la solución de azúcar y termina con la separación de las fases sólida y líquida. Cada ciclo tiene lugar en tres etapas:

- a. cristalización de la sacarosa en estado líquido en la solución por el proceso de cristalización;
- b. mezcla que permite agotar las aguas madres tanto como sea posible practicando el proceso de cristalización de enfriamiento;
- c. y la turbina, o centrifugación, que es el paso de separar los cristales contenidos en la masacre.

Licores madre sucesivos se agotan en sacarosa disuelta.

2.2.6. MÉTODO POR ALCALINIZACIÓN

La extracción de azúcar en medio alcalino (pH superior a 7,0) obtenida al agregar cal, se ha informado en la literatura, particularmente para extraer azúcar de la caña azucarera, pero los resultados son contradictorios ((Accorsi & Zama, 1993); (Broughton, Sargent, Houghton, & Sissons, 1986); (Schmidt, 2012); (Esnault, Foissac, & Ponant, 1988); Stanek y Pavlas, 1938). El calor es necesario en el proceso de difusión para controlar la actividad microbiana ((Long, Walsh, Rogers, & Midmore, 2005); (Broughton, Sargent, Houghton, & Sissons, 1986)) y hacer que las células ininterrumpidas sean permeables a las moléculas de sacarosa desnaturalizando su revestimiento de protoplasma, acción conocida como "matar las células". se necesitan al menos 70 ° C para que las células ininterrumpidas sean permeables ((Broughton, Sargent, Houghton, & Sissons, 1986)).

Sin embargo, (Long, Walsh, Rogers, & Midmore, 2005) sugiere que la extracción de azúcar de la caña de azúcar bien preparada (finamente triturada y quizás triturada previamente para lograr un alto grado de ruptura celular) se mejora de manera casi insignificante por la temperatura y que podría realizarse a temperatura ambiente si la residencia El tiempo del material en el difusor podría reducirse para evitar el crecimiento microbiano.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Afinidad: Tratamiento de cristales de azúcar en bruto para eliminar la película de melaza adherida. Esto se logra mezclando azúcar con un jarabe concentrado y luego centrifugando el magma con o sin lavado con agua.

Brix: porcentaje de masa de materia seca

Licor madre Brix: porcentaje en masa de sólidos en la solución

Masacre Brix: porcentaje de masa de sólidos en la masacre

Diferencia técnica: diferencia entre la cantidad estimada de azúcar de una muestra de caña de azúcar y la cantidad de azúcar cristalizada realmente eliminada de esa caña

Falsos granos o finos: gérmenes creados por nucleación.

Granulado: inoculación de la solución.

Lavado: agregar agua a la solución

Licor madre: jarabe que rodea los cristales

Magma: Azúcar mezclado con licor madre o jarabe (reposición)

Masacre: suspensión cristalina en las aguas madres

Melaza: Alcantarilla que no puede ser reprocesada. Está destinado a la destilería.

Ascenso: desde una base para hornear, alimentándose en almíbar o alcantarilla (fase de crecimiento de cristales)

Pie de cocción: volumen inicial en el aparato de cocción

Pureza: porcentaje de masa de sacarosa en materia seca

Ralliage: fase de estabilización, permite el desarrollo de gérmenes.

Refundición: consiste en refundir azúcar que no es comercializable (volver al circuito de fabricación)

Jarabe: jugo de caña concentrado

Contenido de cristal: porcentaje de cristales en la masacre

Turbinage: operación de centrifugación

Carbonatación: Proceso que implica la introducción de gas de dióxido de carbono en jugo de cal o jarabe para eliminar el color y los sólidos no azucarados.

Gas de carbonatación: Gas rico en dióxido de carbono para uso en carbonatación.

Centrífugo: La centrífuga solía separar el azúcar del licor madre.

Clarificador: Aparato para la separación por sedimentación de sólidos en suspensión de una solución de azúcar turbia.

Jugo clarificado: Jugo de clarificadores, también conocido como jugo claro.

2.4. HIPOTESIS O PREMISAS

2.4.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

El diseño del difusor debe tener en cuenta una serie de factores que afectan la transferencia de azúcar y no azúcares.

2.4.2. VARIABLE DEPENDIENTE

La transferencia de agua se produce mediante la sustitución del azúcar que se elimina durante las primeras etapas del proceso.

2.4.3. HIPOTESIS

¿Con la regulación de la temperatura en el difusor para el proceso de extracción de caña de azúcar se tendrá un manejo adecuado del mismo?

¿Se logrará mantener la temperatura adecuada en el difusor por medio de la implementación de control de temperatura?

¿Brindará mejoras en la extracción del azúcar al analizar los valores de temperaturas que mantiene el difusor en la actualidad en el proceso de extracción?

Tabla 2 VARIABLES E HIPÓTESIS

N.	Variables	Conceptos
1	Temperatura Irregular en el Difusor	Esto se da por varias razones, pero la principal se da al momento del riego del agua que tiene una temperatura más alta en ciertos momentos en el proceso de extracción.
2	Escaso control del área	El no tener un control de temperatura en el área del difusor las industrias azucareras poseen una pérdida de sacarosa que da como resultado desperdicio de material.
3	Escasez de dispositivos para control de temperatura.	Al no tener un dispositivo que permita que exista un control de temperatura existe un desbalance al momento de la extracción del azúcar.

Elaborado por: Ortega; Romero.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Para adaptar su confort térmico y realizar ahorros de energía, existen diferentes soluciones más o menos potentes, que se denomina "regulación de la calefacción". Es uno de los dispositivos más importantes en un sistema capaz de mantener una temperatura constante de agua, por lo cual que debe elegirse con cuidado, particularmente dependiendo del tipo de generador y su hábitat.

El control de una temperatura es importante ya que al implementar un sistema este permitirá la programación y la configuración de la temperatura. Ya que este actúa en particular en el quemador para variar su potencia, así como en las bombas para hacer circular agua caliente en el circuito de calefacción. Permitiendo mantener la temperatura ambiente en un nivel determinado (es la temperatura establecida). Por lo cual a continuación se plantean las siguientes alternativas que permitirán este control en el área del difusor.

3.1. VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS

Las válvulas termostáticas permiten ajustar la temperatura de la habitación según el uso (habitación, estancia ...) y valorar las entradas de calor libre. Una válvula termostática ajusta el flujo de agua caliente que fluye a través del radiador para alcanzar la temperatura deseada en el lugar donde se encuentra:

- si no se alcanza la temperatura establecida, la válvula se abre para permitir que fluya más agua caliente;
- Si se excede la temperatura, se cierra.

Pero no confunde una válvula termostática con un termostato de ambiente: ¡no controla el generador de calefacción sino el emisor de calor (radiador)! Si el calentador no está funcionando, la válvula no tendrá efecto. Del mismo modo, no tiene sentido mover la posición de la válvula cuando hace demasiado calor o demasiado frío:

- Si la parte es más fría que la temperatura indicada en la válvula, la válvula ya está abierta. Dé tiempo para que llegue agua caliente al radiador, o verifique el control central: si el calentador está funcionando, si la temperatura del agua es correcta, el termostato está configurado correctamente.

Las válvulas termostáticas miden una temperatura representativa de la temperatura ambiente real. La cabeza de la válvula, incluido el elemento sensor de temperatura, no debe ser alterada.

La válvula termostática ajusta el flujo de agua caliente en el radiador por medio de una pieza (aguja) que se mueve de acuerdo con la temperatura alcanzada en la habitación.

En la posición cerrada, la pieza de trabajo puede atascarse / atascarse cuando se abre nuevamente la válvula. Por otro lado, en la posición abierta, la aguja se desbloqueará automáticamente cuando la válvula se manibre para ajustarse.

3.2. SENSOR PT100 PARA LA INDUSTRIA ALIMENTARIA / ACERO INOXIDABLE / 3 HILOS / PREPARADO PARA LA CONEXIÓN A PROCESOS

El sensor Pt100 WTR 140 es muy adecuado para su uso en la industria alimentaria, ya que toda su carcasa está hecha de acero inoxidable. La sonda del sensor Pt100 puede cambiarse; Además, tiene una base de cerámica que se puede cambiar con un transductor KMU 100.

El rango de medición del sensor Pt100 es de -50 a +400 °C y, por lo tanto, es adecuado para muchas aplicaciones. especialmente en el sector de la industria alimentaria. El sensor Pt100 WTR 140 está completamente aislado del manguito soldado. El manguito tiene un diámetro de 25 mm. La sonda, que es intercambiable, es de 3 hilos y pertenece al grado de precisión A. Siga el siguiente enlace para ver más

El sensor Pt100 WTR 140 está completamente aislado del manguito soldado. El manguito tiene un diámetro de 25 mm. La sonda, que es intercambiable, es de 3 hilos y pertenece al grado de precisión A. Siga el siguiente enlace para ver más El sensor Pt100 WTR 140 está completamente aislado del manguito soldado. El manguito tiene un diámetro de 25 mm. La sonda, que es intercambiable, es de 3 hilos y pertenece al grado de precisión A.

3.3. SENSOR DE TEMPERATURA Y RESISTENCIA PARA DISPOSITIVOS Y SISTEMAS CERTIFICADOS

Los sensores de temperatura se utilizan para medir la temperatura en una amplia variedad de aplicaciones de proceso. Las sondas de resistencia o temperatura de se pueden usar con y sin protectores.

El sensor de resistencia para la medición de temperatura de la superficie de la tubería tipo TR57-M consta de un sensor de temperatura y un dispositivo de sujeción (adaptador de

tubería). Cualquier cambio en la temperatura provoca un cambio en la resistencia del sensor en el sensor de temperatura.

Esta modificación puede medirse directamente o, opcionalmente, convertirse en una señal de 4 ... 20 mA proporcional a la temperatura mediante un transmisor de temperatura.

El dispositivo de sujeción sirve para adaptar la sonda de temperatura al proceso y está provisto de una conexión extraíble que permite el desmontaje del sensor de temperatura.

Toda la cadena de medición (sensor, transmisor si es necesario, cable de conexión) se puede calibrar en el sitio, sin tener que desconectar las conexiones eléctricas.

PROPIEDADES

Para sistemas de transferencia de calor

Para temperaturas de hasta 700 ° C

Elemento de medición simple, doble o triple

Utilice medios: agua, aceite o aire.

Para reguladores y limitadores certificados

Aplicaciones

Estos sensores de temperatura se utilizan, entre otros, en el campo del aire acondicionado, refrigeración industrial, instalación de calentadores, construcción de hornos y máquinas especiales.

Estos termopares y sondas de resistencia son dispositivos sensibles que contienen, cuando corresponde, piezas, internas de vidrio o cerámica. Deben manejarse con el máximo cuidado.

3.4. INTERCAMBIADOR DE CALOR

Un intercambiador de calor es un sistema para transferir energía térmica de un fluido a otro sin mezclarlos. El flujo de calor pasa a través de la superficie de intercambio que separa los fluidos.

La mayoría de las veces, este método se usa para enfriar o calentar un líquido o un gas que es imposible o complejo de enfriar o calentar directamente, por ejemplo, el agua de un circuito de enfriamiento primario, una planta de energía nuclear.

3.4.1. INTERCAMBIADOR TUBULAR

Un intercambiador tubular puede reconocerse como el intercambiador de calor más simple: consta de 2 tubos concéntricos. Un fluido fluye en el tubo interno mientras que el segundo pasa al espacio entre los dos tubos. Fácil de limpiar o reparar, se utiliza para trabajar con líquidos a altas presiones. Solo permite un intercambio de calor limitado y tiene solo un área de intercambio pequeña (máximo 50 m²)

3.4.2. INTERCAMBIADOR DE ESPIRAL

Un intercambiador de calor en espiral consta de 2 placas de metal enrolladas helicoidalmente para formar un par de canales en espiral. El diámetro del intercambiador es lo suficientemente grande con una superficie de intercambio máxima de aproximadamente 185 m² para un diámetro de 1.5 m, lo que lo ubica en la categoría de intercambiadores de calor no compactos.

El intercambio de calor no es tan bueno como el del intercambiador de calor de placas, porque la superficie de intercambio generalmente no tiene un perfil, pero para la misma capacidad de intercambio, un intercambiador en espiral requiere un 20% menos superficie de intercambio que un intercambiador de calor tubular.

Se puede usar para líquidos viscosos o para mezclas líquido-sólidas y tiene una capacidad de autolimpieza que le brinda la posibilidad de reducir el ensuciamiento en comparación con el intercambiador de calor de tubo y carcasa. Solo puede funcionar con diferencias limitadas de temperatura y presión.

3.4.3. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS

El intercambiador de calor de placas es un tipo de intercambiador de calor que se utiliza cada vez más en la industria. Se compone de la mayoría de las placas dispuestas en forma de milhojas y separadas entre sí en un espacio pequeño (unos pocos milímetros) donde circulan los fluidos. El perímetro de las placas está revestido con una junta que permite la compresión de la estructura para evitar fugas.

Las placas no son planas, pero tienen una superficie corrugada en un patrón muy específico para crear un flujo turbulento sinónimo de mejor transferencia de calor, pero también canalizan los fluidos que se mueven hacia la superficie hacia las esquinas de la placa. El fluido se mueve, por ejemplo, desde la esquina inferior izquierda a la esquina superior

derecha de la placa, donde se usa un agujero conectado a una tubería para pasar el otro lado de la placa y saltar una capa de la milenrama (un espacio entre 2 placas) antes de fluir nuevamente a lo largo de la siguiente placa. Por lo tanto, cada fluido circula en paralelo a una placa que los 2 espacios.

Las ventajas de este tipo de intercambiador es su simplicidad, que se convierte en un intercambiador económico y fácilmente adaptable agregando / quitando placas para aumentar / disminuir la superficie de intercambio según sea necesario (Atención: la superficie no se puede aumentar de forma ilimitada debido a la pérdida de carga). La superficie con el exterior se reduce al mínimo, lo que sirve para limitar las pérdidas térmicas y la estrechez del espacio donde circulan los fluidos, pero también el perfil de las placas asegura un flujo turbulento que permite una excelente transferencia de calor.

3.5. SELECCIÓN DE ALTERNATIVA

Para el desarrollo de este trabajo se utilizará para controlar la temperatura del agua que se suministra al difusor en el área del difusor la implementación de un sensor de temperatura el cual regule que el flujo del agua y vapor en la caña no sobrepase los 90° C además que también se utilizará un intercambiador de placas para que ayude cumpliendo el estándar de mantener un flujo pertinente de agua en la caña de azúcar.

CAPÍTULO 4

DESARROLLO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

4.1. TÍTULO Y DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.

Este tipo de intercambiador es particularmente adecuado para la recuperación de calor de efluentes líquidos o cambio de fase, para calentar agua. Estos intercambiadores, ampliamente utilizados en la industria, consisten en una gran cantidad de placas paralelas entre las cuales fluye el fluido. Estas placas tienen una superficie corrugada en un perfil destinado a facilitar el flujo de fluidos y a aumentar el coeficiente de intercambio creando un régimen de flujo turbulento. Los intercambiadores de este tipo son convencionalmente placas y sellos o placas soldadas.

4.2. PROPÓSITO

Los intercambiadores de calor de placas proporcionan una relación superficie / volumen muy alta, lo que contribuye a su creciente éxito, particularmente en los sectores industrial y de la construcción.

Se utilizan principalmente para la transferencia de calor entre dos fluidos de la misma naturaleza: gas / gas o líquido / líquido.

Para completar la operación de los intercambiadores de calor de placas, se instalan juntas.

Fabricados en polímero en la mayoría de los casos, proporcionan un doble papel: el sellado de piezas por un lado, y la distribución de fluidos en el intercambiador por el otro.

4.3. DESARROLLO EN DETALLE DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.

En el siguiente capítulo vamos a describir la simulación la cual hicimos en el SIMULINK de MATLAB 2018 mediante un diagrama de bloques, donde colocamos los diferentes dispositivos que vamos a utilizar y sus respectivos valores de cada ecuación los cuales encontramos mediante operaciones matemáticas.

- Ecuación del intercambiador:

$$\frac{Kp * e^{-Ls}}{(TaS + 1)(TvS + 1)}$$

1. Kp.- ganancia del proceso Ta.- agua
2. Ls.- retardo de transporte Tv.- vapor

- Ecuación de la válvula globo:

$$\frac{Kv}{TvS + 1}$$

1. Kv.- ganancia de la válvula Tv.- constante de tiempo de la válvula

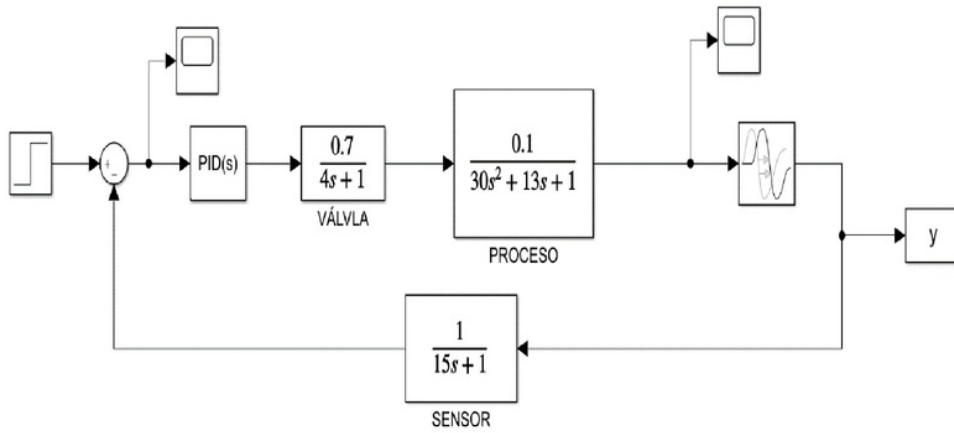
- Ecuación del sensor:

$$\frac{Km}{TmS + 1}$$

1. Km.- ganancia del sensor Tm.- constante de tiempo del sensor

Hicimos el diagrama de bloque en el cual colocamos un controlador PID para el sistema, seguido del bloque de entrada que en nuestro caso es la válvula, luego el de proceso que es el intercambiador de calor por placas y el de medición que es la resistencia.

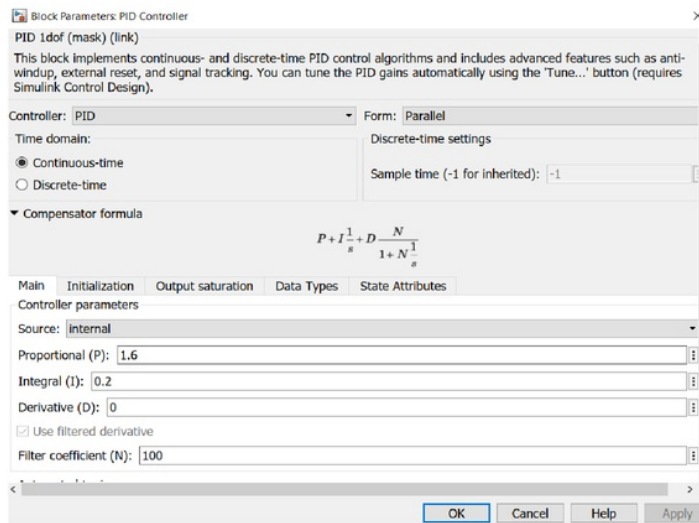
Figura 3 DIAGRAMA DE BLOQUE



Elaborado por: Ortega; Romero.

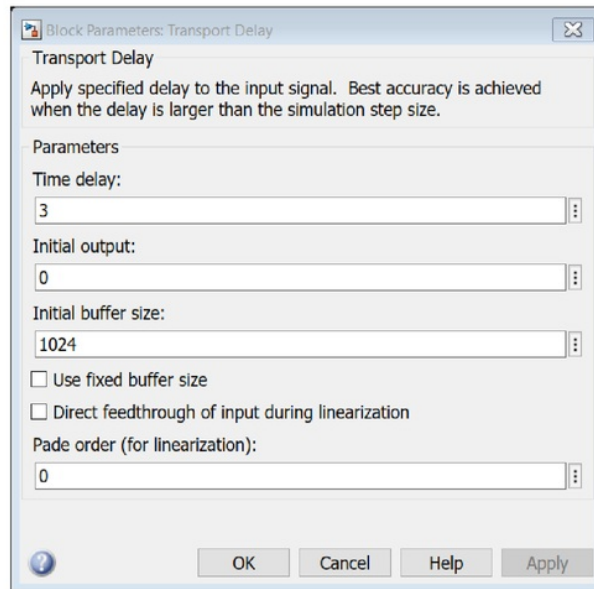
Para nuestra gráfica vamos a tener un tiempo cogimos un tiempo de inicio de 0 segundos y un final en 500 segundos para que sea más precisa nuestra gráfica, en el PID vamos a tener un valor proporcional de 1.6 e integral de 0.2, también vamos a tener un tiempo de retardo en el intercambiador de 3 segundos

Figura 4 PARÁMETROS PARA PID



Elaborado por: Ortega; Romero.

Figura 5 TIEMPO DE TRANSPORTE

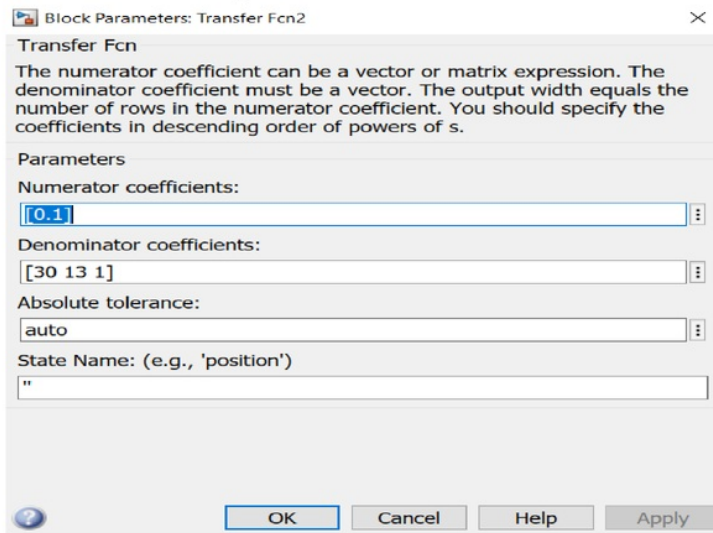


Elaborado por: Ortega; Romero.

Para la válvula, intercambiador y resistencia los valores son los siguientes:

- $\frac{0.7}{4s+1}$; valores de la ecuación de la válvula
- $\frac{0.1e}{(3s+1)(10s+1)}$; valores de la ecuación del intercambiador donde “e” es el tiempo de retardo que es igual a 3
- $\frac{1}{15s+1}$; valores de la ecuación de la resistencia

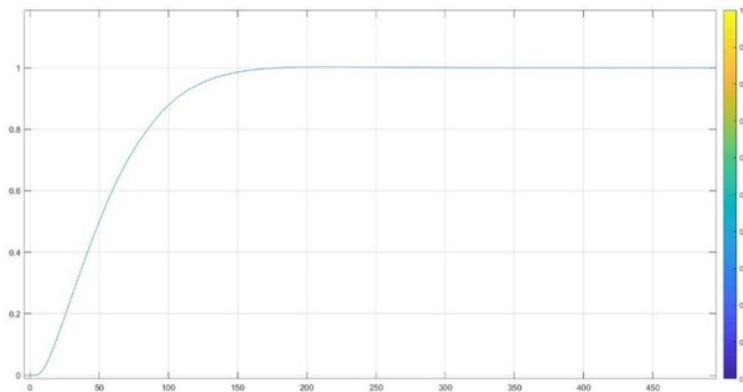
Figura 6 TRANSFER FCN2



Elaborado por: Ortega; Romero.

Luego de hacer todos los ajustes para la simulación ésta es nuestra gráfica del sistema que es controlar la temperatura que se suministra al difusor, de manera que esta sea 90°C.

Figura 7 GRÁFICA DE CONTROL DE TEMPERATURA



Elaborado por: Ortega; Romero.

Características

Características de la válvula de globo

- Modelo 87/88
- Tamaño ¾ "a 8" (20 a 200 mm)

- **Materiales del cuerpo** Acero carbono; Acero inoxidable; Cromo-molibdeno
- Es Rugoso, pesado tapón superior de guiado proporciona el máximo apoyo para asegurar la estabilidad de enchufe
- **Actuadores** Modelo 87/88 diafragma de muelles múltiples; cilindro
- Su recorte endurecido proporcionado como estándar para manejar aplicaciones de alta caída de presión.
- Ofrece un rendimiento de control más fiable
- De simple y doble etapa de bajo ruido y Anti-Cavitación
- Quick-Change o anillos de asiento roscado
- Diseño de asiento blando
- Conexiones finales múltiples

Características de la termo-resistencia

- Los sensores Pt 100 son común en la industria en general.
- Los sensores Pt100 son un tipo específico de detector de temperatura RTD (detector de temperatura por resistencia).
- Los sensores Pt100 es que están fabricados con platino con una resistencia eléctrica de 100 ohmios a una temperatura de 0 °C.
- **PT100 3 hilos:** El modo de conexión de 3 hilos es el más común y más utilizado para procesos industriales resuelve bien el problema de error generado por los cables. El único requisito es que los tres cables tengan la misma resistencia eléctrica pues el sistema de medición se basa (casi siempre) en el “puente de Wheatstone”. Por supuesto el lector de temperatura debe ser para este tipo de conexión. La mayoría de los equipos industriales vienen preparados para conexión PT100 3 hilos.

Características de intercambiador de placas

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Los modelos son: CT 95; CT 110; CT 210; CT 160; CT 170
- La presión Máxima De Trabajo 2.5 Mpa (dependiendo del tipo de conjunto bastidor)
- Su temperatura Máxima 110 °C (con juntas NBR) y 150 °C (con juntas EPDM). Las temperaturas máximas de trabajo de las juntas pueden ser más bajas que los valores indicados, dependiendo de la presión de funcionamiento.

- Las placas del intercambiador de calor son de metal corrugado en forma de espina de pez, la cual proporciona rigidez y crea condiciones de turbulencia que mejoran la eficiencia de la transferencia de calor ayudando a mantener las superficies limpias.
- Los materiales de las placas estándar son AISI 316 y TITANIO.
- Para fluidos especiales se dispone de otros materiales.
- Las placas se suministran con las juntas sujetas mediante clips (no pegadas).
- Las placas con su diseño en forma de V se ensamblan apuntando alternativamente hacia arriba y hacia abajo, consiguiendo un gran número de puntos de contacto que aportan un elevado soporte mecánico.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

La función de producción general también puede ser un instrumento para comparar productividades a nivel internacional y las estructuras de precios relativos de ciertos productos en diferentes países.

Las empresas que han adoptado tecnologías digitales han logrado resultados impresionantes, incluida una mayor productividad, menores costos operativos y productos de mayor calidad, señalando que el factor principal para aumentar la productividad es la capacidad de anticipar y prevenir el tiempo de inactividad y optimizar la eficiencia y el mantenimiento del equipo.

Tabla 3 CARACTERISTICAS GENERALES

Características	Difusor
Instalación	Fundación mucho más simple. No requiere cobertura, ni puente rodante. Instalación similar para los molinos de secado.
Costo operacional	Para la misma capacidad de procesamiento 60% a 80% comparado a los molinos.
Costo en manutención	Para la misma capacidad de procesamiento 50 a 65% comparado a los molinos
Costo en la inversión	Igual o ligeramente menor cuando se compara a un tándem completo

Elaborado por: Ortega; Romero.

El último enfoque analiza varias características del proceso de fabricación e involucra factores relacionados con la selección de tecnologías de producción para la producción final del producto (azúcar blanca).

Por lo cual a continuación se adjunta un presupuesto estimado de la implementación de la propuesta planteada en el área del difusor de una industria azucarera:

Tabla 4 PRESUPUESTO ESTIMADO

ELEMENTOS	Valor del Producto
SENSOR DE TERMORESISTENCIA PT100	\$ 320,00
INTERCAMBIADOR POR PLACAS	\$ 3.500,00
VALVULAS DE GLOBO MODELO 87/88	\$ 300,00
PLACAS ESTANDAR AISI316	\$ 200,00
RESISTENCIAS 18kw ELECTRICA RESISTENTE A LA OXIDACIÓN	\$ 583,00
PLACA INTERCAMBIADORA 24/28 MCR	\$ 376,18
CIRCUITO DEL RADIADOR	\$ 10.000,00
DIFUSOR TIPO DE SMET CON FONDO MÓVIL	\$ 7.815,00
CALENTADORES	\$ 15.000,00
CENTRIFUGADOR	\$ 8.474,00
SISTEMA DE IMHIBICION	\$ 5.100,00
TAMIZ ROTATIVO	\$ 1.500,00
TINAS RECEPTORAS DE AGUA	\$ 2.860,00
TOTAL	\$56.028,18

Elaborado por: Ortega; Romero.

El equipo adecuado al implementarse permite ayudar a mejorar sus procesos, aumentar su productividad y su capacidad de innovar, así como sus resultados. En este caso la inversión que se generará a las empresas que deseen implementar esta propuesta será de un valor de \$56.028,18 el cual se deberá indicar a los altos mandos de las empresas que este valor representa un control que permite aprovechar al máximo la materia prima que se utiliza para la fabricación del producto final.

CONCLUSIONES

- Mejorar el rendimiento de las turbo-máquinas requiere un control de los fenómenos inestables que tienen lugar en sus flujos internos. Estos fenómenos son particularmente intensos cuando la máquina está funcionando lejos de su punto de operación nominal. El estudio propuesto aquí inicialmente consistió en implementar un punto de control en el área del difusor que regule que el flujo del agua y el vapor no pase de 90°.
- En particular, estos estudios mostraron la presencia de un desprendimiento de alta velocidad en el lado de presión de las palas del difusor. Se realizaron nuevas campañas de prueba. Exigieron el diseño y la implementación de muchas piezas de adaptación para permitir la instalación de sensores de presión en los lados de la brida, en el lado de la carcasa y en los de las paletas del difusor.
- El análisis de las fluctuaciones de presión y los sondeos permitieron mostrar que al aplicar varias fórmulas que introduzcan al intercambiador de placa esta existe y ocupa la misma posición independientemente del flujo. Está claramente relacionado con la forma muy curva de las paletas en la salida del difusor.

RECOMENDACIONES

- La recuperación de presión mejorada en las cuchillas es mejor a media altura del difusor y del lado del cárter. La comparación de esta configuración con los resultados PIV obtenidos previamente en la rueda muestra que, por lo tanto, es necesario que el actuador sea lo suficientemente grande (aproximadamente del tamaño del área eliminada), probablemente para poder actuar fuera de ella. Estos primeros resultados alentadores sugieren un trabajo futuro.
- También podrían considerarse mediciones más completas, al reiterar las mediciones de recuperación de presión para cada configuración, a fin de poder analizar mejor los efectos de las diferentes configuraciones probadas.
- Una vez que se optimiza este posicionamiento, se puede implementar un estudio de PIV para comprender con precisión los mecanismos de acción de los generadores de vórtices en la configuración seleccionada.
- Además se debería implementar en un segundo paso, para poder activar los dispositivos de control solo en las configuraciones donde son útiles y realizar un estudio paramétrico sobre la frecuencia de los chorros, su fase con respecto a la posición de la rueda y su intensidad para optimizar el comportamiento de estos actuadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Banat, B. M., Hoshida, H., Ano, A., Nonklang, S., & Akada, R. (2010). High-temperature fermentation: how can processes for ethanol production at high temperatures become superior to the traditional process using mesophilic yeast?. *Applied microbiology and biotechnology*, 861-867.
- Accorsi, C. A., & Zama, F. (1993). *Experiments on alkaline extraction*. Germany: Zuckerindustrie.
- Aldana, D. M., & La Madrid, R. (2013). Metodología unidimensional para el cálculo del coeficiente global de transferencia de calor para pailas de hornillas paneleras. *17 th Latin American and Caribbean conference for engineering and technology LACCEI*. Puerto Rico.
- Benne, M., Grondin-Perez, B., Chabriat, J. P., & Herve, P. (2000). Artificial neural networks for modelling and predictive control of an industrial evaporation process. *Journal of Food Engineering*, págs. 227-234.
- BMA. (2006). *BMA technical brochures for extraction towers*. . Obtenido de <https://www.bma-worldwide.com/extraction-plants-for-sugar-beet-factories.html>
- Broughton, N., Sargent, D., Houghton, B., & Sissons, A. (1986). Studies of the colour of U.K. white sugar. *Proc. Sugar Processing Research Conference*, (págs. 174-209). United Kindom.
- Bula-Meyer, G. (1994). Notas sobre Dictyota pfaffii y D. humifusa (Dictyotales, Phaeophyta). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, 177-181.
- Champoiseau, P., Daugrois, J. H., Girard, J. C., Royer, M., & Rott, P. C. (2006). Variation in albicidin biosynthesis genes and in pathogenicity of Xanthomonas albilineans, the sugarcane leaf scald pathogen. . *Phytopathology*, 33-45.
- Daniels, J., Roach, B. T., & Heinz, D. J. (1987). *Sugarcane improvement through breeding*. Amsterdam: Elsevier.

- Danso, S. K., Habte, M., & Alexander, M. (1973). Estimating the density of individual bacterial populations introduced into natural ecosystems. *Canadian journal of microbiology*, págs. 1450-1451.
- De Vries, S. J., Van Dijk, M., & Bonvin, A. M. (2010). The HADDOCK web server for data-driven biomolecular docking. *Nature protocols*, 883.
- Dias, M. O., Modesto, M., Ensinas, A. V., Nebra, S. A., Maciel Filho, R., & Rossell, C. E. (2011). Improving bioethanol production from sugarcane: evaluation of distillation, thermal integration and cogeneration systems. *Energy*, 3691-3703.
- Díaz, A., & Iglesias, C. (2012). Dinámica del proceso de extracción de jugo a compresión de la caña de azúcar para la producción de panela. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 81-85.
- Eleonskii, V. M., Zyryanov, P. S., & Silin, V. P. (1967). Zh. eksper. teor. *Fiz*, 592.
- Esnault, A., Foissac, S., & Ponant, J. (1988). The alkaline extraction of sugar beet. *Zuckerindustrie*.
- FAO. (2009). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/i0680s/i0680s.pdf>
- Fauconnier, G. (1991). Roles and values: The case of French copula constructions. *Interdisciplinary Approaches to Language*, 181-206.
- Fauconnier, R., & BASSEREAU, D. (1970). Sugar cane. *Sugar cane*.
- Febles, J. S., de Medina, L. G., & Orozco, J. L. (1987). ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AZÚCAR CRUDO EN UN CENTRAL DE LA PROVINCIA DE MATANZAS. *UMCC*.
- Flores Rodríguez, P., Gavi Reyes, F., Torres Benites, E., & Hernández Acosta, E. (2012). Lixiviación de potasio y contenidos nutrimentales en suelo y alfalfa en respuesta a dosis de vinaza. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 833-846.
- Flores, F. O., Galicia, L. G., Lassmann, A. M., Osorio, R. T., & Senties, O. B. (2008). Disminución de Pérdidas de Sacarosa en la Elaboración de Meladura en un Ingenio Azucarero. *Revista de la Ingeniería Industrial*, Vol. 2.

- García, A., García, M. A., Ribas, M., & Brown, A. (2003). Recuperación de cera de cutícula de caña de azúcar mediante separación mecánica y extracción con solventes. *Grasas y aceites*, 169-174.
- García, S. S., Escobar, R. N., Cabriales, J. J., Barra, J. D., López, D. J., & Soto, R. M. (2001). Eficiencia de recuperación del nitrógeno fertilizante en soca de caña de azúcar sometida a diferentes manejos de fertilización. *Terra Latinoamericana*, 155-162.
- García-Loureiro, A., Seoane, N., Aldegunde, M., Valin, R., Asenov, A., Martínez, A., & Kalna, K. (2011). Implementación de las correcciones cuánticas de gradiente de densidad para simulaciones tridimensionales de transistores multinivel escalados. *Transacciones IEEE sobre diseño asistido por computadora de circuitos y sistemas integrados*, 841-851.
- Hubert, J., Porcher, J., & Volbach, W. F. (1968). *L'impero carolingio*. Schmid.
- Hugot, É. (1950). La Sucrierie de cannes: manuel de l'ingénieur, par E. Hugot. *Dunod*.
- Jemai, A. B. (2006). Pulsed electric field assisted pressing of sugar beet slices: towards a novel process of cold juice extraction. *Biosystems Engineering*, 57-68.
- Loginova, K. V., Vorobiev, E., Bals, O., & Lebovka, N. I. (2011). Pilot study of countercurrent cold and mild heat extraction of sugar from sugar beets, assisted by pulsed electric fields. *Journal of Food Engineering*, págs. 340-347.
- Long, R. L., Walsh, K. B., Rogers, G., & Midmore, D. J. (2005). Source-sink manipulation to increase melon (*Cucumis melo* L.) fruit biomass and soluble sugar content. *Australian Journal of Agricultural Research*, págs. 1241-1251.
- Lu, Y. H., D'Hont, A., Paulet, F., Grivet, L., Arnaud, M., & Glaszmann, J. (1994). Molecular diversity and genome structure in modern sugarcane varieties. *Euphytica*, 217-226.
- Meyer, J. H., Schumann, A. W., Wood, R. A., Nixon, D. J., & Van Den Berg, M. (2007). Recent advances to improve nitrogen use efficiency of sugarcane in the South African sugar industry. *Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists*, 238-246.

- Pacheco, J. R., Martínez, F. P., Ávila, I. O., Montaña, J. L., Romo, E. R., Rosales, A. H., & Uscanga, B. A. (2006). Descripción de un proceso tecnificado para la elaboración de piloncillo a partir de caña de azúcar. *e-Gnosis*, Vol.4 .
- Rodríguez-Fernández, D. E., Rodríguez-León, J. A., De Carvalho, J. C., Sturm, W., & Soccol, C. R. (2011). The behavior of kinetic parameters in production of pectinase and xylanase by solid-state fermentation. *Bioresource Technology*, 10657-10662.
- Rosero, E., & Ramirez, J. (2009). Modelado y control de molinos de caña de azúcar usando accionamientos eléctricos. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, 44-53.
- Schmidt, P. P. (2012). Recurrence relations for one-dimensional harmonic oscillator matrix elements of Gaussian and exponential operators. *Molecular Physics*, 633-661.
- Simeonov, E., Tsibranska, I., & Minchev, A. (1999). Solid-liquid extraction from plants—experimental kinetics and modelling. . *Chemical Engineering Journal*, págs. 255-259.
- Soopramanien, D. G., & Johnes, G. (2000). *A new look at gender effects in participation and occupation choice*. Lancaster: The Department of Economics.
- Stevenson, G. (1965). Genetics and breeding of sugar cane. *Genetics and breeding of sugar cane*.
- Van der Poel, P. W., Schiweck, H., & Schwartz, T. (1998). Sugar technology. *Beet and Cane Sugar Manufacture.*, 88-107.
- van Dillewijn, C. (1960). Botanique de la canne à sucre. *H. Veenman*.
- Whitmarsh, J., & Govindjee, J. A. (1999). Concepts in Photobiology. *Photosynthesis and Photomorphogenesis*, 11-51.

TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

www.interempresas.net

Fuente de Internet

1%

2

srcsl.com

Fuente de Internet

1%

3

www.aeta.org.ec

Fuente de Internet

<1%

4

es.omega.com

Fuente de Internet

<1%

5

www.wika.bg

Fuente de Internet

<1%

6

academica-e.unavarra.es

Fuente de Internet

<1%

7

comunidadpmpca.uaslp.mx

Fuente de Internet

<1%

8

Submitted to Universidad Santiago de Cali

Trabajo del estudiante

<1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 20 words

Excluir bibliografía

Activo