

**DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE UNA
DESTILADORA
(Resumen Analítico)**

***DEVELOPMENT OF A MONITORING SYSTEM FOR A DISTILLERY
(Analytical Summary)***

Autores (*Authors*): CASTILLO CABEZAS JHOAN STIVEN
TENGANÁN PALACIOS DANIEL ANDRÉS

Facultad (*Faculty*): INGENIERÍA

Programa (*Program*): MECATRÓNICA

Asesor (*Support*): MG. ÁNGELO MARINO LÓPEZ RUBIO

Fecha de terminación del estudio (*End of the research*): JUNIO 2024

Modalidad de Investigación (*Kind of research*): Trabajo de Grado

PALABRAS CLAVE

DESTILACIÓN
CAÑA DE AZUCAR
TEMPERATURA
PRESIÓN
MEDICION
PROCESO
ETANOL
ALCOHOL
PUNTO DE EBULLICIÓN

KEY WORDS

*DISTILLATION
SUGARCANE
TEMPERATURE
PRESSURE
MEASUREMENT
PROCESS
ETHANOL
ALCOHOL
BOILING POINT*

RESUMEN: Este proyecto de investigación se centra en el desarrollo e implementación de un sistema de control y monitoreo automatizado para optimizar la producción de bioetanol a partir de caña de azúcar en el corregimiento de Llorente, municipio de Tumaco. Con el objeto de aprovechar los cultivos locales de caña que actualmente se desperdician o se procesan de manera artesanal, mediante la construcción de un prototipo de destiladora a escala de laboratorio con capacidad de 12 litros.

La metodología, de naturaleza descriptiva-experimental, se fundamenta en un sólido marco teórico que abarca desde la importancia de la caña de azúcar y sus productos derivados hasta los principios de automatización industrial y sistemas de control. Fueron cuatro fases clave para su construcción: caracterización de las variables del proceso, diseño del sistema de monitoreo, implementación del sistema en la destiladora, y verificación del funcionamiento en un entorno controlado. Las hipótesis propuestas sugieren que el sistema desarrollado mejorará significativamente la eficiencia del proceso de destilación, reduciendo el tiempo de producción y manteniendo o mejorando la calidad del producto final.

Para su validación se proponen métricas específicas para evaluar el desempeño del sistema, incluyendo la eficiencia de producción, la calidad del bioetanol obtenido, la precisión del monitoreo y la estabilidad del control.

La investigación se enmarca en la línea de diseño y desarrollo de productos mecatrónicos, buscando innovar y optimizar los procesos productivos en la industria del bioetanol. Se espera que los resultados de este estudio no solo mejoren la eficiencia y calidad de la producción local de bioetanol, sino que también contribuyan al desarrollo tecnológico y económico de la región.

En última instancia, este proyecto ofrece una solución innovadora, eficiente y sostenible para la producción de bioetanol, que supere significativamente los métodos artesanales actuales en términos de calidad. Se espera que los hallazgos de esta investigación tengan implicaciones importantes para la industria de biocombustibles y puedan servir como modelo para futuras implementaciones en otras regiones con características similares.

ABSTRACT: *This research project focuses on the development and implementation of an automated control and monitoring system to optimize bioethanol production from sugarcane in the Llorente district, municipality of Tumaco. The aim is to utilize local sugarcane crops that are currently wasted or processed manually, through the construction of a 12-liter scale laboratory distillation prototype.*

The methodology, of a descriptive-experimental nature, is based on a solid theoretical framework that covers the importance of sugarcane and its derivative products to industrial automation principles and control systems. There were four key phases for its construction: characterization of process variables, design of the monitoring system, implementation of the system in the distiller, and verification of the functioning in a controlled environment. The proposed hypotheses suggest that the developed system will significantly improve the efficiency of the distillation process, reducing production time while maintaining or improving the quality of the final product.

Specific metrics are proposed for validating the system's performance, including production efficiency, quality of the obtained bioethanol, monitoring accuracy, and control stability.

The research is framed within the line of design and development of mechatronic products, seeking to innovate and optimize production processes in the bioethanol industry. It is expected that the results of this study will not only improve the efficiency and quality of local bioethanol production but also contribute to the technological and economic development of the region.

Ultimately, this project offers an innovative, efficient, and sustainable solution for bioethanol production, which significantly surpasses current artisanal methods in terms of quality. It is hoped that the findings of this research will have significant implications for the biofuel industry and may serve as a model for future implementations in other regions with similar characteristics.

CONCLUSIONES: Se lograron identificar y caracterizar las principales variables involucradas en las etapas del proceso de destilación para la obtención de bioetanol, tales como temperatura y tiempo. Además, se establecieron las especificaciones de desempeño requeridas para un adecuado control y monitoreo de estas variables durante el proceso.

El diseño propuesto para el sistema de monitoreo y control de la destiladora de bioetanol cumple con los requerimientos establecidos. Mediante un enfoque metodológico que involucró la evaluación de alternativas, análisis técnicos y simulaciones, se logró desarrollar un diseño integral que combina componentes electrónicos y estructuras mecánicas para controlar de manera precisa los parámetros críticos del proceso por medio del control del flujo de gas.

El sistema de monitoreo y control diseñado se implementó con éxito en una destiladora de bioetanol comercial de 3 galones de capacidad. Esto se logró mediante la construcción de las estructuras de soporte, el ensamblaje de los componentes electrónicos y la programación del sistema de control basado en Arduino.

Las pruebas realizadas en entornos controlados, tanto en el laboratorio de la universidad como en un trapiche en Llorente, permitieron verificar el correcto funcionamiento del sistema de monitoreo y control implementado. Se obtuvieron muestras de destilado de bioetanol a partir de diferentes materias primas (caña de azúcar y papa), y se analizaron satisfactoriamente parámetros como pH, temperatura, grado alcohólico, balance de materia y análisis sensorial.

Para finalizar, cabe resaltar el cumplimiento de los objetivos específicos, desde la caracterización de variables hasta la implementación y verificación exitosa del sistema de monitoreo y control en la destiladora de bioetanol.

CONCLUSIONS: *The main variables involved in the stages of the distillation process for obtaining bioethanol, such as temperature and time, were identified and characterized. Additionally, the performance specifications required for adequate control and monitoring of these variables during the process were established.*

The proposed design for the bioethanol distiller monitoring and control system meets the established requirements. Through a methodological approach that involved the evaluation of alternatives, technical analysis, and simulations, an integral design was developed that combines electronic components and mechanical structures to precisely control the process's critical parameters through gas flow control.

The designed monitoring and control system was successfully implemented in a commercial 3-gallon bioethanol distiller. This was achieved through the construction of support structures, assembly of electronic components, and programming of the Arduino-based control system.

Tests conducted in controlled environments, both in the university laboratory and in a sugar mill in Llorente, verified the correct operation of the implemented monitoring and control system. Bioethanol distillate samples were obtained from different raw materials (sugarcane and potato), and parameters such as pH, temperature, alcohol content, material balance, and sensory analysis were satisfactorily analyzed.

Finally, it is worth noting the achievement of specific objectives, from the characterization of variables to the successful implementation and verification of the monitoring and control system in the bioethanol distiller.

RECOMENDACIONES: Se sugiere considerar la implementación de un sistema de enfriamiento, como un intercambiador de calor o un sistema de refrigeración activo, para mejorar la eficiencia del proceso de condensación y obtener un producto de mejor calidad.

Además, de la temperatura y el tiempo, se recomienda explorar la incorporación de otros sensores relevantes, como sensores de nivel, sensores de composición química, sensor de presión para obtener un monitoreo más completo del proceso y ajustar los parámetros de control en consecuencia.

Se sugiere explorar la implementación de una interfaz de usuario más avanzada, como una pantalla táctil o una aplicación móvil, para facilitar la interacción del operador con el sistema y mejorar la visualización de datos con un monitoreo remoto, como redes inalámbricas o internet de las cosas (IoT).

RECOMMENDATIONS: *It is suggested to consider the implementation of a cooling system, such as a heat exchanger or an active refrigeration system, to improve the efficiency of the condensation process and obtain a better quality product.*

In addition to temperature and time, it is recommended to explore the incorporation of other relevant sensors, such as level sensors, chemical composition sensors, and pressure sensors, to obtain a more complete monitoring of the process and adjust the control parameters accordingly.

Exploring the implementation of a more advanced user interface, such as a touchscreen or a mobile application, is suggested to facilitate the operator's interaction with the system and improve data visualization with remote monitoring, such as wireless networks or the Internet of Things (IoT).