



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
PASCUAL BRAVO®



20 Y 21 DE AGOSTO

MEMORIAS

Resumen de los trabajos aceptados en el
XV Simposio Internacional de Energías Expotecnológica

ISSN: 2422-3891

MEMORIAS EXPOTECNOLÓGICA

Institución Universitaria Pascual Bravo (I.U. Pascual Bravo), 2020

Vigilada Mineducación

Diseño, diagramación: Oficina Asesora de Comunicaciones

Medellín, Colombia

PBX: (+57 4) 448 0520

Fax: (+57 4) 493 6363

Dirección: Calle 73 No. 73A - 226, Robledo, Vía El Volador

Web: www.pascualbravo.edu.co

Nota: las opiniones y los artículos publicados en el libro son de responsabilidad exclusiva de los autores; así mismo: estos se responsabilizarán de obtener el permiso correspondiente para poner material publicado en otro lugar.



ORGANIZING COMMITTEE

General Chair

PhD. ANDRÉS BENAVIDES ARÉVALO

Program Chair

PhD. ROSALBA RÍOS GALVIS

SYMPOSIUM CHAIRS

PhD. Carlos David Zuluaga Ríos

PhD. Adrián Augusto Gómez Zapata

PhD. Sandra Liliana Amaya Bustos

M. Sc. Fabián Vargas Álvarez

M. Sc. Carlos Alberto Valencia Hernández

M. Sc. Oscar Julián Galeano Echeverri

Vice-Chair Poster Session

M. Sc. Oscar Ignacio Botero Henao

Publications Chair

PhD. Julián Alberto Patiño Murillo

Revista CINTEX,

FONDO EDITORIAL PASCUAL BRAVO.

compilation: PhD. Rosalba Ríos Galvis

CONTENIDO

- 1** DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SONDA DE MEDIDA PARA MEDIA TENSIÓN EN DC.
- 2** HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA PARA APLICACIONES EN BAJA TENSIÓN.
- 3** COMPARACIÓN DE EFICIENCIA Y POTENCIA DE SALIDA SEGÚN ÁNGULOS A Y B EN UNA TURBINA MICHELL BANKI.
- 4** ANÁLISIS DINÁMICO DE SISTEMAS MECÁNICOS UTILIZANDO PROCESAMIENTO DE IMÁGENES.
- 5** CARACTERIZACIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO CICLO OTTO OPERANDO EN MEDELLÍN BAJO UN CICLO DE CONDUCCIÓN URBANO.
- 6** IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO A LAS HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS DE UNA LÍNEA DE ENSAMBLE EN ORGANIZACIONES DEL SECTOR AUTOMOTRIZ.
- 7** ANÁLISIS CFD DE LAS CORRIENTES SECUNDARIAS EN UN INYECTOR DE TURBINA PELTON.
- 8** SIMULACIÓN CFD DE UNA TURBINA ESFÉRICA BASADA EN SUSTENTACIÓN IMPLEMENTADA EN TUBERÍAS DE SUMINISTRO DE AGUA.
- 9** ANÁLISIS FLUIDO-DINÁMICO DE UNA BOMBA CHORRO PARA APLICACIONES DE VACÍO MEDIANTE DOS ENFOQUES: MODELADO ANALÍTICO UNIDIMENSIONAL Y SIMULACIÓN CFD TRIDIMENSIONAL.
- 10** MODELO MATEMÁTICO PARA EL ALMACENAMIENTO Y GENERACIÓN DE ENERGÍA EN SISTEMAS HÍDRICOS.
- 11** COMPARACIÓN NUMÉRICA DE DOS ROTORES PARA UNA TURBINA DE VÓRTICE GRAVITACIONAL.
- 12** EL EFECTO DE LA RELACIÓN DE ABERTURA Y LA UBICACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE UNA NUEVA TURBINA DARRIEUS DE EJE VERTICAL.
- 13** GESTIÓN DE ACTIVOS Y EL MANTENIMIENTO DE QUINTA GENERACIÓN: DECISIONES SOBRE LOS ACTIVOS.
- 14** SEPARACIÓN DE CARVONA, MEDIANTE DESTILACIÓN POR LOTES, DE LA MEZCLA OBTENIDA DE LA OXIDACIÓN CATALÍTICA DE LIMONENO.
- 15** PREDICCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO EN CENTRO DE MECANIZADO CNC LEADWELL V-40IT POR MEDIO DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES.
- 16** TRABAJOS EN MODALIDAD PÓSTER



RESÚMENES

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SONDA DE MEDIDA PARA MEDIA TENSIÓN EN DC

AUTORES

Santiago Gómez Arango Facultad de Ingenierías - Instituto Tecnológico Metropolitano
santiagogomez@itm.edu.co, Manuel Alejandro Ospina Alarcón Facultad de Ingenierías - Instituto Tecnológico Metropolitano, manuelospina@itm.edu.co Eficiente y Racional de la Energía, Universidad de Antioquia, Calle 67 No. 53 - 108 Medellín, Antioquia, Colombia

RESUMEN

El aislamiento eléctrico en equipos y elementos de media y alta tensión (transformadores, aisladores y conductores) es un factor sensible debido a los altos costos de los equipos y a las características y resistencia mecánica de los materiales.

En la actualidad las pruebas realizadas para determinar el aislamiento, involucran instrumentos de medición de tensión convencional diseñados para medir máximo 600V (baja tensión). Cuando se pretende medir tensiones superiores a los 1000 V (considerados como media tensión) es necesario utilizar un atenuador (sonda) entre la fuente de tensión y el instrumento de medición (voltímetro) que por lo general es costoso.

En este artículo se presenta el diseño y la implementación de una sonda de media tensión (máximo 15 kV) en corriente continua, utilizando un arreglo netamente resistivo. La sonda diseñada tiene la capacidad de adaptarse a equipos de medición convencionales (multímetros y osciloscopios) sin alterar la precisión y exactitud en la medida, permitiendo dar una solución a partir de materiales y dispositivos de bajo costo disponibles en el mercado, además de unas dimensiones que permiten su movilidad a diferentes escenarios industriales.

El arreglo final tiene una relación de 1:100, con medidas de 700 mm de largo y diámetro de 38.1 mm, con aislamiento de poliuretano rígido con espesor 30 mm y conexiones en borna hembra.

Palabras clave

Sonda divisora de Tensión, Medida, Aislamiento, Media Tensión, Corriente continua.

Bibliografía

- [1] F. Kushnir, "Medidas Radioeléctricas (1st ed.). Moscú: Mir Moscú, 1978.
- [2] RETIE. "Resolución 9 0708 de agosto 30 de 2013 con sus ajustes". Resolución 90708, 127, 2013.
- [3] A. Velázquez, "Sonda de medición para alto voltaje y alta frecuencia", 2015.
- [4] I. Usunariz, "Una aproximación al mundo de las Sondas". Madrid, 2011.
- [5] P. Vega, "Trabajo Fin de Grado en Ingeniería Aeroespacial Medidas en Circuitos Digitales de Alta Velocidad", 2015.
- [6] R. Contreras, "La Sonda de Prueba del Osciloscopio". Researchgates, 2017.
- [7] E. Zapata, J. Gutiérrez, S. Gómez & J. Valencia, "Design and construction of a measurement probe for ac medium voltage", 2017.
- [8] A. Salazar, "Leyes de voltajes y corrientes de Kirchhoff", 1, 13–34. 2010.
- [9] C. K. Alexander & M. N. O. Sadiku, "Fundamentos de Circuitos Eléctricos". Book, 2013.
- [10] J. Alexander, "Valores comerciales de las resistencias", Retrieved from <http://www.electrontools.com/Home/WP/2016/04/14/valores-comerciales-de-resistencias/>, 2013.
- [11] C. Benítez, S. Charry, S. Gómez & J. Valencia, "Design and construction of a medium voltage source", 2017.

HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN DE SISTEMAS DE PUESTA A TIERRA PARA APLICACIONES DE BAJA TENSIÓN

AUTORES

Santiago Gómez Arango, Cristian Agudelo Carvajal, Germán Hincapié Bernal -Departamento de Mecatrónica y Electromecánica, Facultad de Ingenierías, Instituto Tecnológico Metropolitano. Calle 73 No. 76A - 354, Vía al Volador. C. P. 050036. Medellín, Colombia. Manuel Ospina Alarcón-Departamento de Ingeniería de Sistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Cartagena. Carrera 6 No. 36-100, Calle de la Universidad. C. P. 130001. Cartagena, Colombia. Liliana Usuga Manco-Departamento de Educación y Ciencias Básicas, Facultad de Ciencias Exactas y Aplicadas, Instituto Tecnológico Metropolitano, Calle 73 No. 76A - 354, Vía al Volador. C.P. 050036. Medellín, Colombia. E-mail: santiagomez@itm.edu.co, manuelospina@itm.edu.co

RESUMEN

Un sistema de puesta a tierra apropiado debe considerar la resistividad del terreno, los tipos de electrodos a utilizar y sus configuraciones (mallas, barras, contra peso), debiendo estudiar cada sistema de forma particular. En este artículo se presenta el desarrollo de una herramienta de simulación que permite realizar los cálculos de los sistemas de puesta tierra, orientado a aplicaciones residenciales en baja tensión. El algoritmo se implementó bajo la plataforma GUIDE de Matlab, buscando agilizar el proceso de cálculo y servir de soporte para el diseño de sistemas de puesta a tierra simples y compuestos en baja tensión, en donde el personal involucrado pueda necesitar apoyo para implementar la puesta a tierra con las condiciones que exige la norma. Las ecuaciones usadas para esta herramienta se basan en las planteadas por Sverak y Schwarz, las cuales permiten calcular la resistencia total de un sistema de puesta a tierra, ya que este valor es el que determina si está dentro o fuera del rango que las normas permiten. Con el fin de validar la funcionalidad de la herramienta de simulación, se llevaron a cabo comparaciones con diferentes aplicaciones encontradas en la literatura, tomando como referencia los casos y tipos de sistemas de varillas, mallas y sus combinaciones. Las pruebas realizadas arrojaron resultados aproximados para cada una de las condiciones planteadas, con un porcentaje de error máximo, inferior al 16%.

Palabras clave

Electrodo de puesta a tierra, Resistividad, Baja Tensión, Descargas Atmosféricas, Grid System.

Bibliografía

- [1] K. M. Michaels., "Earth ground resistance testing for low-voltage power systems. IEEE Transactions on Industry Applications, 31(1), 206–213. <https://doi.org/10.1109/28.363027>, 1995.
- [2] R. Castaño & E. A. Cano., "Sistemas de Puesta a Tierra: Diseñado con IEEE-80 y evaluado con MEF". Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/4770/>, 2010.
- [3] Ministerio de minas y energía. REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE), Resolución 90708 §. Colombia. 2013.
- [4] Ministerio de desarrollo económico. NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 2050. Medellín, Colombia. 1998).
- [1] A. American and N. Standard, "An American National Standard IEEE Guide for Measuring Earth Resistivity , Ground Impedance , and Earth Surface Potentials of a Ground System," 1984.
- [2] ASTM, "Standard Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity Using the Wenner Four-Electrode Method," 2015.
- [3] R. Jurado and J. Jiménez, "Diseño De Sistemas De Puesta a Tierra Partiendo De Un Modelo Biestratificado De Terreno, Aplicando Un Software Computacional En El Sector Industrial," no. May 2014, 2013.
- [4] G. Moreno, J. Valencia, and F. Villada, "Modelación de puestas a tierra para simulación de sobretensiones transitorias en transmisión de energía," Rev. Fac. Ing., vol. 25, pp. 106–116, 2002.
- [8] R. Jurado and J. Jiménez, "Diseño De Sistemas De Puesta a Tierra Partiendo De Un Modelo Biestratificado De Terreno, Aplicando Un Software Computacional En El Sector Industrial," no. May 2014, 2013.
- [9] G. Moreno, "Anotaciones sobre algunos metodos de calculo de la resistencia de puesta a tierra". Medellín, 1988.
- [10] V. Maier, S. G. Pavel, and H. G. Beleiu, "Considerations Regarding the Characterization and Design of Vertical Earth Grounding," pp. 1–11.
- [11] R. Ruelas, "Teoría y diseños de sistemas de tierras." 2012.
- [12] J. D. Cárdenas & E. Galvis, "Manual para la interpretación del perfil de resistividad obtenido al realizar el estudio de la resistividad del suelo a partir de las configuraciones del método de Wenner. Universidad Tecnológica de Pereira. Retrieved from <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/2568>. 2011
- [13] Área Ingeniería Distribución EPM. RA6-015. EPM. 2008.
- [14] G. Moreno, J. Valencia, and F. Villada, "Modelación de puestas a tierra para simulación de sobretensiones transitorias en transmisión de energía," Rev. Fac. Ing., vol. 25, pp. 106–116, 2002.
- [15] S. Gómez, "Notas del curso Instalaciones Eléctricas Industriales - ITM". Medellín, 2017
- [16] G. Rojas, "Manual De Sistemas De Puesta a Tierra" Vol. 1.2016.

COMPARACIÓN DE EFICIENCIA Y POTENCIA DE SALIDA SEGÚN ÁNGULOS ALFA Y BETA EN UNA TURBINA MICHELL BANKI

AUTORES

Andrés J. Pérez-Rodríguez, Jorge A. Sierra-Del Río, Diego A. Hincapié-Zuluaga. Línea de Investigación en Computación Avanzada y Diseño Digital CADD. Instituto Tecnológico Metropolitano E-mail: andresperez219964@correo.itm.edu.co, Jorgesierra@itm.edu.co.

RESUMEN

El abastecimiento de energía en los diferentes sectores poblacionales sin el daño significativo del medio ambiente es uno de los retos más importantes del presente siglo, por esta causa, diversos mecanismos para la generación hidroeléctrica han sido diseñados para abarcar una alta gama de condiciones de ríos, entre ellas, la turbina Michell Banki es una turbina con unas condiciones de operación intermedias en comparación con otras tecnologías; diversos estudios han sido realizados en el intento de mejorar la eficiencia y la potencia de salida de la turbina variando sus condiciones de operación y sus parámetros geométricas, entre ellos, el ángulo de ataque del agua α y el ángulo externo del álabe β tienen una incidencia significativa tanto en la eficiencia de la turbina como en su potencia de salida.

El objetivo de este trabajo es definir una relación del ángulo α , la eficiencia de la turbina y la potencia salida que ayude a seleccionar los ángulos α y β apropiados para la turbina Michell Banki. Para la implementación del estudio, se define la formulación matemática que calcule la eficiencia y la potencia de salida en términos de los ángulos α y β , Se tiene como resultado que la eficiencia óptima de la turbina se encuentra en un valor de α de 15° , mientras que la potencia de salida tiene un valor óptimo con un ángulo α de 24° .

Palabras clave

Turbina Michell Banki, eficiencia hidráulica, potencia de salida, optimización, ángulos α y β .

Bibliografía

- [1] L. D. Claxton, "The history, genotoxicity, and carcinogenicity of carbon-based fuels and their emissions: Part 5. Summary, comparisons, and conclusions," *Mutat. Res. - Rev. Mutat. Res.*, vol. 763, pp. 103–147, 2015.
- [2] U. N. I. D. O. (UNIDO)., "World Small Hydropower Development Report," *Smallhydropower.org*, 2016.
- [3] J. I. Gómez Gómez, E. A. Palacio Higueta, and C. A. Paredes Gutiérrez, "La turbina Michell-Banki y su presencia en Colombia," *Av. Recur. Hidraul.*, vol. 17, pp. 33–42, 2008.
- [4] J. De Andrade, C. Curiel, F. Kenyery, O. Aguill, and M. Asuaje, "Numerical Investigation of the Internal Flow in a Banki Turbine," *Int. J. Rotating Mach.*, vol. 2011, 2011.
- [5] Y. C. Ceballos, M. C. Valencia, D. H. Zuluaga, and J. S. Del, "Influence of the Number of Blades in the Power Generated by a Michell Banki Turbine," *Int. J. Renew. Energy Res.*, vol. 7, no. 4, 2017.
- [6] C. A. Mockmore and F. Merryfield, "Banki Water Turbine," no. February, 1949.
- [7] V. R. Desai and N. M. Aziz, "Parametric Evaluation of Cross-Flow Turbine Performance," *J. Energy Eng. - ASCE*, vol. 120, no. 1, pp. 17–34, 1994.
- [8] H. Olgun, "Investigation of the performance of a cross-flow turbine," *Int. J. Energy Res.*, vol. 22, no. 11, pp. 953–964, 1998.
- [9] N. H. Costa Pereira and J. E. Borges, "Study of the nozzle flow in a cross-flow turbine," *Int. J. Mech. Sci.*, vol. 38, no. 3, pp. 283–302, 1996.
- [10] C. L. Rantererung, S. Soeparman, R. Soenoko, and S. Wahyudi, "IMPROVEMENT OF PERFORMANCE CROSS FLOW TURBINE WITH DUAL NOZZLE," *ARPN J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 13, no. 7, pp. 2364–2368, 2018.
- [11] M. Cardona, "Desarrollo de un Método de Diseño y Análisis por Simulación Numérica de de Acción de Flujo Cruzado para Pico Centrales Hidroeléctricas," 2016.
- [12] L. Jasa, R. I. Putri, P. N. Malang, A. Priyadi, and M. H. Purnomo, "Design Optimization Of Micro Hydro Turbine Using Artificial Particle Swarm Optimization And Artificial Neural Network," *KURSUSOR J.*, no. October, 2014.
- [13] L. Jasa, I. P. Ardana, A. Priyadi, and M. H. Purnomo, "Investigate Curvature Angle of the Blade of Banki's Water Turbine Model for Improving Efficiency by Means Particle Swarm Optimization," *Int. J. Renew. Energy Res.*, vol. 7, no. 1, pp. 170–177, 2017.

ANÁLISIS DINÁMICO DE SISTEMAS MECÁNICOS UTILIZANDO PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

AUTORES

Juan Diego Pérez Álvarez, Cristian Cardona-Mancilla, Diego Andrés Hincapié Zuluaga. Departamento de Mecatrónica y Electromecánica, Instituto Tecnológico Metropolitano, Calle 73 No. 76A-354, vía al volador, Medellín, Colombia. E-mail: cristiancardona@itm.edu.co, juanperez238421@correo.itm.edu.co, diegohincapie@itm.edu.co

RESUMEN

Gracias a que hoy en día se ha avanzado sustancialmente en nuevas maneras de analizar nuestro entorno utilizando las técnicas de procesamiento de imágenes, estudiar un método para analizar el comportamiento dinámico de los mecanismos implementados en diversos sectores, como lo son el industrial, automovilístico, educativo, etc. Este artículo propone un método para analizar mecanismos a partir de la técnica de procesamiento de imágenes, donde la información de entrada serán una serie de imágenes secuenciales las cuales serán sometidas a diversos filtros de corrección de imagen, con el objetivo de poder sustraer información esencial para el análisis de las magnitudes dinámicas a estudiar y poder así comparar la información encontrada con una simulación de un software CAD/CAE, en este caso siemens NX 12®.

Palabras clave

Análisis dinámico, sistema mecánico, sensor, imágenes.

Bibliografía

- [1] R. Gonzalez and R. Woods, "Digital Image Processing". 2 nd ed. New Jersey, USA: Prentice Hall, 2002, pp. 2.
- [2] U. Qidwai and C. Chen, "Digital Image Processing An Algorithmic Approach With MATLAB". 1 th ed. Boca Ratón, USA: Chapman and Hall, 2009, pp. 2.
- [3] R. Hibbeler, "Planar Kinematics of a Rigid Body", in dynamics, 12 th ed., R. Hibbeler, New Jersey, USA: Pearson Education, Inc, 2010, pp. 311-393.
- [4] E. Gedraite and M. Hadad, "Investigation on the Effect of a Gaussian Blur in Image Filtering and Segmentation", University of São Paulo, São Paulo, Brazil, October, 2011.

CARACTERIZACIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES DE UN VEHÍCULO CICLO OTTO OPERANDO EN MEDELLÍN BAJO UN CICLO DE CONDUCCIÓN URBANO

AUTORES

Santiago Echeverry Miranda, I. U. Pascual Bravo, santiagooecheverry.se@gmail.com, Kenny Gallego Hoyos, I. U. Pascual Bravo, k.gallego@pascualbravo.edu.co, Álvaro Delgado Mejía, I. U. Pascual Bravo, alvaro.delgado@pascualbravo.edu.co, Yuhan Arley Lenis, I. U. Pascual Bravo, alvaro.delgado@pascualbravo.edu.co

RESUMEN

Considerando la problemática ambiental asociada a las fuentes móviles, además del bajo nivel de rigurosidad en la realización de las pruebas de emisiones contaminantes definidas por la ley colombiana (Resolución 210 de 2008), en este trabajo se busca determinar los índices de emisión de hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂) para un vehículo típico del parque automotor colombiano operando tanto en estado estable como en operación dinámica bajo ciclo de conducción urbano. Lo anterior, empleando una metodología que pueda ser replicada utilizando analizadores de concentración volumétrica para los gases producto de la combustión. Las pruebas a régimen constante se realizaron en diferentes modos de operación fijando la velocidad del motor y el grado de carga constante. Respecto a la operación dinámica las pruebas se desarrollan siguiendo el ciclo de conducción Urbano, ECE-15. De acuerdo con los resultados, los índices de emisión en operación transitoria, son comparables con los asociados a la operación estable. Sin embargo, para modos de operación dinámica, con bajo nivel de exigencia del motor, las emisiones en transitorio llegan a ser menores que las obtenidas en una operación estable de mayor exigencia.

Palabras clave

Pruebas en estado estable, pruebas en dinámico, índices de emisiones, ciclo de conducción.

Bibliografía

- [1] International Energy Agency (IEA), Global EV Outlook 2019, (2019). <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>.
- [2] Ministerio de Ambiente Colombia, RESOLUCIÓN NÚMERO 910 de 2008, Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones., (2008).
- [3] E.G. Giakoumis, *Driving and Engine Cycles*, Springer, 2017.
- [4] D. Choi, M. Beardsley, D. Brzezinski, J. Koupal, J. Warila, MOVES Sensitivity Analysis : The Impacts of Temperature and Humidity on Emissions, 19th Int. Emiss. Invent. Conf. San Antonio, Texas. (2010).
- [5] S.K. Grange, N.J. Farren, A.R. Vaughan, R.A. Rose, D.C. Carslaw, Strong Temperature Dependence for Light-Duty Diesel Vehicle NO_x Emissions, *Environ. Sci. Technol.* 53 (2019) 6587–6596. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b01024>.
- [6] T. Donato, M. Giovinazzi, Building a cycle for Real Driving Emissions, *Energy Procedia.* 126 (2017) 891–898. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.08.307>.
- [7] Institute for Environment and Sustainability, Regulated emissions of a Euro 5 passenger car measured over different driving cycles, (2010) 23.
- [8] A. Hurtado Gómez, DESARROLLO DE CICLOS DE CONDUCCION PARA EL ÁREA METROPOLITANA CENTRO OCCIDENTE - AMCO, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, 2014.
- [9] A. Restrepo Victoria, Y. Carranza Sánchez, J. Tibaquirá, Design and application of methodology to determine vehicular conduction cycles in Pereira city, (2007) 229–234.
- [10] M. V. Prati, G. Zamboni, M.A. Costagliola, G. Meccariello, C. Carraro, M. Capobianco, Influence of driving cycles on Euro 3 scooter emissions and fuel consumption, *Energy Convers. Manag.* 52 (2011) 3327–3336. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2011.06.004>.
- [11] J.D.K. Bishop, M.E.J. Stettler, N. Molden, A.M. Boies, Engine maps of fuel use and emissions from transient driving cycles, *Appl. Energy.* 183 (2016) 202–217. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.08.175>.
- [12] Y. Yang, T. Li, H. Hu, T. Zhang, X. Cai, S. Chen, F. Qiao, Development and emissions performance analysis of local driving cycle for small-sized passenger cars in Nanjing, China, *Atmos. Pollut. Res.* 10 (2019) 1514–1523. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2019.04.009>.
- [13] J.H. Tsai, P.H. Huang, H.L. Chiang, Air pollutants and toxic emissions of various mileage motorcycles for ECE driving cycles, *Atmos. Environ.* 153 (2017) 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.01.019>.

IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO A LAS HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS DE UNA LÍNEA DE ENSAMBLE EN ORGANIZACIONES DEL SECTOR AUTOMOTRIZ

AUTORES

Santiago Gallego Valencia, Yeny Patricia Arboleda Urrea, Daniel Sanin Villa. Tecnología Electromecánica, Instituto Tecnológico Metropolitano, Calle 73 No. 76A - 354, Vía al Volador, Colombia. Email: danielsanin@itm.edu.co, santiagogallego225575@correo.itm.edu.co, yenyarboleda198196@correo.itm.edu.co

RESUMEN

AUTECO MOBILITY SAS, es una compañía dedicada al ensamble y comercialización de motocicletas, con presencia en varias zonas del país; para la implementación del presente proyecto nos centraremos en la línea de ensamble; para este proceso la compañía cuenta con una red neumática, la cual consta de redes de tubería y mangueras, además de herramientas de impacto e impulso neumático; las cuales se emplean para el proceso de ajuste y ensamble de las motocicletas, esta red neumática trabaja en un turno de 10 horas de lunes a viernes.

En los equipos antes mencionados solo se le realiza mantenimiento correctivo, es decir se atiende solo cuando se presenta una parada imprevista, debido a esto, al presentarse una falla se detiene de forma no programada la línea de ensamble, ocasionando altos costos en las reparaciones y pérdidas de tiempo de producción y pérdidas en la calidad del producto ensamblado, además se presentan altos costos de consumo energético por fugas de aire en la red neumática; adicional a esto las pistolas se encuentran muy deterioradas, lo cual afecta el cumplimiento de entrega del producto terminado y la satisfacción de los clientes internos y externos.

Por esta razón se pensó implementar un proyecto de mejora enfocada para la red de aire comprimido y especialmente las herramientas neumáticas de la línea de ensamble de motocicletas de la empresa AUTECO, donde sea el operador de la línea el directo responsable de inspeccionar los equipos de la red neumática, con el fin de identificar de manera anticipada las fallas potenciales y de esta forma realizar paradas de forma programada para la intervención de los equipos de la línea, así no afectar la disponibilidad de los equipos, mejorar la calidad del producto terminado y evitar accidentes y/o pérdidas por averías.

La acción de mejora se realizará implementando la estrategia de mantenimiento TPM (Mantenimiento Total Productivo) la cual surge en los años 70's con la finalidad de mejorar la productividad de las compañías, esta metodología busca la mejora continua, orientando las actividades de mantenimiento en pro de optimizar la disponibilidad de la maquinaria y equipo, garantizando alta calidad y eficiencia de producción.

Uno de los pilares de esta estrategia de mantenimiento es el autónomo, en el cual se busca involucrar al operador del equipo, para que este sea parte importante en el proceso de mantenimiento a través de actividades de limpieza, inspección y ajuste siempre buscando el mejoramiento del equipo; para esto se requiere un amplio trabajo de capacitación en las áreas de producción y mantenimiento.

Por consiguiente, se visualiza con este proyecto la estandarización de un proceso inexistente, el ahorro en la mano de obra de mantenimiento, ahorro en la compra de pistolas, ahorro en repuestos, ahorro en el consumo de aire, mejoramiento continuo y específicamente se visualiza mejoramiento en la disponibilidad y mantenibilidad de dichos equipos con el fin de optimizar el tiempo del personal de mantenimiento, haciendo que el operador del equipo sea el primer responsable de las tareas básicas de mantenimiento como son la limpieza, inspección y ajuste; con esto el personal del área de mantenimiento se puede enfocar en realizar actividades preventivas y mejora de equipos.

Palabras clave

Pruebas en estado estable, pruebas en dinámico, índices de emisiones, ciclo de conducción.

Bibliografía

- [1] Améndola, L. (2002). Modelos Mixtos de Confiabilidad. España: PMM Institute for Learning.
- [2] Imai, M. Kaizen: La Clave de la Ventaja Competitiva Japonesa. Traducido por Alfonso Vasseur W. 13ª ed. México, MX: Editorial Continental, 2000. 298p. ISBN 968-66- 1128-8.
- [3] Tavares, L. (2003). Auditorías de mantenimiento. En Tavares (Presidencia). Primer congreso mexicano de confiabilidad y mantenimiento. Conferencia llevada a cabo por el Comité Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento, México.
- [4] Japan Institute of Plant Maintenance. (2019). About JIMP. Recuperado de: <https://www.jipm.or.jp/en/company/issues/>
- [5] Vargas, L. (2016). Implementación del pilar "Mantenimiento Autónomo" en El Centro de proceso vibrado de la empresa Finart S.A.S. (Tesis de ingeniería). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica.
- [6] EUSKALIT, Fundación Vasca para la Excelencia. Metodología 5S EUSKALIT <https://www.euskalit.net/es/>
- [7] Garrido, S. (2013) Ingeniería de Mantenimiento, Madrid, RENOVATEC.
- [8] Calle, J. (2019). Los 8 pilares del TPM. BSG Institute. Recuperado de: <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/Los-8-Pilares-del-TPM-1134>
- [9] Valdez, J. (2017). Implementación del mantenimiento autónomo para aumentar la disponibilidad de equipos Trackless en Uchucchacua. (Tesis de maestría). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Mecánica.
- [10] Valdez, J. (2017). Implementación del mantenimiento autónomo para aumentar la disponibilidad de equipos Trackless en Uchucchacua. (Tesis de maestría). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Mecánica.
- [11] Moubray, J traducido y adaptado por Carlos Mario Pérez J., El Camino hacia el RCM - mantenimiento centrado en la confiabilidad. www.soporteycia.com.co

ANÁLISIS CFD DE LAS CORRIENTES SECUNDARIAS EN UN INYECTOR DE TURBINA PELTON

AUTORES

Daniel Giraldo Taborda, Jorge A. Sierra Del Rio, Diego Andrés Hincapie Zuluaga danielgiraldo209012@correo.itm.edu.co, diegohincapie@itm.edu.co, jorgesierra@itm.edu.co, Departamento de Mecatrónica y Electromecánica. Instituto Tecnológico Metropolitano Calle 73 No. 76A-354, vía al volador, Medellín, Colombia.

RESUMEN

Las turbinas hidráulicas, se han convertido en una de las fuentes de energía renovable más viable para la generación de energía en Colombia, reduciendo la generación de contaminantes expulsados a la atmósfera y a la producción de gases de efecto invernadero[1]. Las turbinas Pelton, aceleran el flujo de agua hacia los cangilones mediante un inyector, convirtiendo la energía cinética en energía mecánica rotacional [2]. Este trabajo analiza mediante simulación computacional las corrientes secundarias producidas por los elementos en el interior del inyector de turbina Pelton.

Para esto, se diseñan tres (3) inyectores de turbina Pelton variando el ángulo de la conicidad de la aguja en 55°, 60° y 75°. Luego, se extrae el volumen de control de la geometría en 3D, los cuales son discretizados en el módulo ANSYS ICEM, donde el mallado es analizado mediante un estudio computacional de fluidos mediante ANSYS FLUENT®, configurando las condiciones de frontera, como entrada, salida, interfaz agua-aire y el modelo de turbulencia en k-e multi fase para analizar las corrientes secundarias en el inyector. Finalmente, las corrientes secundarias son ocasionadas por la variación de la longitud y ángulo de la conicidad de la aguja, obteniendo mayores velocidades de 1.30 m/s cerca de las paredes y menores velocidades de 0.24 m/s hacia el centro de la tubería, revelando una velocidad aproximada del 35% en las corrientes secundarias respecto a la velocidad del flujo principal.

Palabras clave

Energía, simulación, rotación, turbulencia, hidráulica.

Bibliografía

- [1] E. Barrera-Cabal, "Revisión de emisiones de CO2 en Colombia por la generación energía eléctrica para el sistema interconectado nacional en época de fenómeno del El Niño entre los años 1990-2016," p. 27, 2017.
- [2] J. Larios Lagos, "Diseño, Montaje Y Pruebas De Un Prototipo De Microcentral Hidroeléctrica Con Turbina Pelton," 2007.
- [3] R. Fiereder, S. Riemann, and R. Schilling, "Numerical and experimental investigation of the 3D free surface flow in a model Pelton turbine," IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci., vol. 12, p. 012072, 2010.
- [4] Z. Chongji et al., "Numerical Analysis of Pelton Nozzle Jet Flow Behavior Considering Elbow Pipe," in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2016, vol. 49, no. 2.
- [5] J. Zhang et al., "Optimal design of a pelton turbine nozzle via 3D numerical simulation," in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018, vol. 163, no. 1.
- [6] M. Peron, E. Parkinson, L. Geppert, and T. Staubli, "Importance of jet quality on Pelton efficiency and cavitation," Int. Conf. Hydraul. Effic. Meas., pp. 1-9, 2008.
- [7] E. Parkinson, F. Technology, and S. Innotec, "LDA application and the dual-measurement-method in experimental investigations of the free surface jet at a model nozzle of a Pelton turbine," 11th Int. Symp. Appl. Laser Anemometry to Fluid Mech., pp. 1-7, 2002.
- [8] K. Theint and L. Myo, "Design of Speed Control System for Pelton Turbine," Int. J. Sci. Res. Publ., vol. 8, no. 7, p. 312, 2018.
- [9] W. S. Janna, "Introduction to fluid mechanics, Fifth edition," Introduction to Fluid Mechanics, Fifth Edition. pp. 1-745, 2015.
- [10] D. S. Benzon, "The Turgo impulse turbine; a CFD based approach to the design improvement with experimental validation," p. 4, 2016.
- [11] A. V. Nesiadis, J. S. Anagnostopoulos, and D. E. Papantonis, "Study of the injector design in impulse hydro turbines," AIP Conf. Proc., vol. 1558, pp. 2297-2300, 2013.

SIMULACIÓN CFD DE UNA TURBINA ESFÉRICA BASADA EN SUSTENTACIÓN IMPLEMENTADA EN TUBERÍAS DE SUMINISTRO DE AGUA CFD

AUTORES

Oscar D. Monsalve-Cifuentes – Jonathan Graciano-Uribe – Diego Andrés Hincapié Zuluaga Departamento de Mecatrónica y Electromecánica, Facultad de Ingenierías, Instituto Tecnológico Metropolitano. Calle 73 No. 76A - 354, Vía al Volador. Medellín, Colombia. E-mail: oscarmonsalve204998@correo.itm.edu.co, jonathangraciano@itm.edu.co, diegohincapie@itm.edu.co

RESUMEN

En este artículo, un estudio numérico fue llevado a cabo para una turbina esférica basada en sustentación, la cual está destinada a ser instalada en tuberías de agua para aprovechar el exceso de energía contenida en estos sistemas.

Un estudio de malla fue realizado, definiendo que la simulación es de malla independiente para aproximadamente 20 millones de elementos. Seguidamente, valores numéricos fueron obtenidos para la operación óptima de la turbina analizando diferentes relaciones de velocidad de punta y velocidades del fluido a la entrada.

La turbina logró un máximo coeficiente de potencia de 0.016, el cual corresponde a 239 W de potencia generada a $\eta=0.33$ para una velocidad angular de 200 rpm con una velocidad de fluido de 8.5 m/s. Finalmente, la caída de presión generada por la turbina fue obtenida con un valor promedio de 54%.

Palabras clave

Turbina esférica. Micro generación. Turbina en tubería.

Bibliografía

- [1] O. Paish, "Small hydro power: technology and current status," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 6, no. 6, pp. 537–556, 2002.
- [2] R. Weijermars, P. Taylor, O. Bahn, S. R. Das, and Y. Wei, "Review of models and actors in energy mix optimization – can leader visions and decisions align with optimum model strategies for our future energy systems?," *Energy Strateg. Rev.*, vol. 1, no. 1, pp. 5–18, 2012.
- [3] J. Chen, H. X. Yang, C. P. Liu, C. H. Lau, and M. Lo, "A novel vertical axis water turbine for power generation from water pipelines," *Energy*, vol. 54, pp. 184–193, 2013.
- [4] V. Sammartano, C. Aricò, A. Carravetta, O. Fecarotta, and T. Tucciarelli, "Banki-Michell optimal design by computational fluid dynamics testing and hydrodynamic analysis," *Energies*, vol. 6, no. 5, pp. 2362–2385, 2013.
- [5] H. M. Ramos, M. Mello, and P. K. De, "Clean power in water supply systems as a sustainable solution: From planning to practical implementation," *Water Sci. Technol. Water Supply*, vol. 10, no. 1, pp. 39–49, 2010.
- [6] T. L. Oladosu and O. A. Koya, "Numerical analysis of lift-based in-pipe turbine for predicting hydropower harnessing potential in selected water distribution networks for waterlines optimization," *Eng. Sci. Technol. an Int. J.*, vol. 21, no. 4, pp. 672–678, 2018.
- [7] H. Yeo et al., "Computational analysis of the performance of a vertical axis turbine in a water pipe," *Energies*, vol. 12, no. 20, pp. 1–15, 2019.
- [8] A. Tahadjodi Langroudi, F. Zare Afifi, A. Heyrani Nobari, and A. F. Najafi, "Modeling and numerical investigation on multi-objective design improvement of a novel cross-flow lift-based turbine for in-pipe hydro energy harvesting applications," *Energy Convers. Manag.*, vol. 203, no. November 2019, 2020.
- [9] P. Bachant and M. Wosnik, "Performance measurements of cylindrical- and spherical-helical cross-flow marine hydrokinetic turbines, with estimates of exergy efficiency," *Renew. Energy*, vol. 74, pp. 318–325, 2015.
- [10] R. A. Schlaback, "In-Pipe Hydro-Electric Power System and Turbine," p. 11, 2011.
- [11] I. Samora, V. Hasmatuchi, C. Münch-Alligné, M. J. Franca, A. J. Schleiss, and H. M. Ramos, "Experimental characterization of a five blade tubular propeller turbine for pipe inline installation," *Renew. Energy*, vol. 95, pp. 356–366, 2016.
- [12] P. Bachant and M. Wosnik, "Hydrokinetic Turbines , Including Effects of Waves and," *Proc. ASME-JSME-KSME 2011 Jt. Fluids Eng. Conf.*, pp. 1–12, 2011.

ANÁLISIS FLUIDO - DINÁMICO DE UNA BOMBA CHORRO PARA APLICACIONES DE VACÍO MEDIANTE DOS ENFOQUES: MODELADO ANALÍTICO UNIDIMENSIONAL Y SIMULACIÓN CFD TRIDIMENSIONAL

AUTORES

Johan Steven Zapata Monsalve j.zapata781@pascualbravo.edu.co, John Alexander Hincapié Isaza j.hincapie697@pascualbravo.edu.co, Iván David Patiño Arcila i.patinoar@pascualbravo.edu.co, William Orozco Murillo william.orozco@pascualbravo.edu.co, José Alfredo Palacio Fernández josealpa@pascualbravo.edu.co. Grupo de Investigación e Innovación Ambiental (GIAM), Institución Universitaria Pascual Bravo. Calle 73 No. 73A - 226

RESUMEN

Una bomba a chorro es un tipo de bomba de vacío que opera bajo el principio de un chorro fluido a alta presión y el efecto Venturi que éste genera, donde un fluido motriz ingresa por una boquilla primaria a alta presión y baja velocidad, pero al pasar por una boquilla convergente-divergente, alcanza condiciones supersónicas y disminuye su presión, lo que origina una presión de vacío en otro fluido originalmente en reposo.

En el presente trabajo, simulaciones fluido-dinámicas (CFD) de bombas chorro son realizadas, usando el modelo de turbulencia $k-\epsilon$ estándar. Los resultados numéricos CFD son comparados con los obtenidos en un modelo analítico unidimensional previamente desarrollado, concluyendo que ambos enfoques predicen un comportamiento similar del número de Mach, presión y velocidad del fluido en la dirección longitudinal de la bomba chorro, aunque diferencias significativas entre ambos son obtenidas para algunas variables locales debido al cambio de las mismas en la dirección transversal.

Usando los resultados de las simulaciones CFD, un estudio paramétrico es llevado a cabo para determinar la influencia de la presión de entrada, P_p , y de la posición de la boquilla primaria, X_p , en el desempeño de la bomba chorro, el campo de número de Mach y el perfil de presión total en la dirección longitudinal. En general, estos dos parámetros, P_p y X_p , tienen una influencia importante en las variables mencionadas, pero la misma no siempre es monotónica.

Palabras clave

Bomba; Dinámica de fluidos; Fluid; Presión Bomba; Dinámica de fluidos; Flujo; Presión.

Bibliografía

- [1] G. Besagni., "Ejectors on the cutting edge: the past, the present and the perspective", Energy, vol 170, pp. 998-1003, 2019. DOI: 10.1016/j.energy.2018.12.214.
- [2] Z. Aidoun, et al., "Current Advances in Ejector Modeling, Experimentation and Applications for Refrigeration and Heat Pumps. Part 1: Single-Phase Ejectors", Inventions vol 4, no.15; pp. 2 -73, 2019. doi:10.3390/inventions4010015.
- [3] Y. Tang, et al., "A novel steam ejector with pressure regulation to optimize the entrained flow passage for performance improvement in MED-TVC desalination system" Energy, vol 158; pp. 305-316., 2018. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.06.028>
- [4] P. Zheng, et al., "CFD simulation of two-phase ejector performance influenced by different operation conditions", Energy; vol. 155, pp. 1129-1145, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.04.066>.
- [5] X. Deng, et al., "Numerical analysis of an annular water-air jet pump with self-induced oscillation mixing chamber", Journal of Computational Multiphase Flows; vol 9, no 1, pp. 47-53, 2017. <https://doi.org/10.1177/1757482X16688476>.
- [6] S. Varga, et al., "Experimental and numerical analysis of a variable area ratio steam ejector", International Journal of Refrigeration, vol 34, no 7, pp. 1668-1675, 2011 <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2010.12.020>
- [7] H. Momeni, et al., "CFD simulation of transport solid particles by jet pumps", Retrieved 2015. [Online]. from http://www.ejournals.eu/sj/index.php/Cz/article/view/5958/pdf_475
- [8] W. Liu, et al., "A methodology for the prediction of back-pressure induced stall in inductor-jet pumps", International Journal of Refrigeration, vol 95, pp. 165-174, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2018.08.007>.
- [9] V. Chandra, et al., "Experimental and computational studies on a steam jet refrigeration system with constant area and variable area ejectors", Energy Conversion and Management, vol 79, no 3, pp.377-386, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.12.035>.
- [10] A. Adam, et al., "Simulation of Ejector Flow Behavior Which Produce Vacuum in Power Plants Condenser". 2018.
- [11] J. Chen, et al., "Investigation of ejectors in refrigeration system: Optimum performance evaluation and ejector area ratios perspectives", Applied Thermal Engineering, vol 64, no 1-2, pp. 182-191, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2013.12.034>.
- [12] T. Thongtip, et al., "An experimental analysis of the impact of primary nozzle geometries on the ejector performance used in R141b ejector refrigerator," Applied Thermal Engineering; vol 110, pp.89-101, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.08.100>
- [13] Z. Chen, et al., "Ejector performance analysis under overall operating conditions considering adjustable nozzle structure," International Journal of Refrigeration; vol 84, pp. 1-22, 2017. <http://dx.doi.org/doi: 10.1016/j.ijrefrig.2017.08.005>.

MODELO MATEMÁTICO PARA EL ALMACENAMIENTO Y GENERACIÓN DE ENERGÍA EN SISTEMAS HÍDRICOS

AUTORES

María Paulina Córdoba Uribe Ingeniería Mecánica, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia. Daniel Sanin Villa Departamento de Mecatrónica y Electromecánica, Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Colombia.
E-mail: danielsanin@itm.edu.co

RESUMEN

En el presente trabajo, se realiza un análisis del sistema conjunto de almacenamiento/generación eléctrica, teniendo en cuenta variación de parámetros de diseño tales como la capacidad de almacenamiento, la disposición geométrica de los equipos, costos y gastos de operación. Se plantea el modelo matemático empleando sistemas de generación con turbinas tipo Pelton y se desarrollan las ecuaciones necesarias para estimar los costos y ganancias en la operación; a partir de este modelo se realiza un análisis de sensibilidad de variables con el fin de identificar qué parámetros de diseño tienen mayor incidencia dentro del sistema planteado. Con el desarrollo del modelo, se logró estimar las ganancias producidas para un caso de estudio particular y determinar los consumos energéticos del sistema de impulsión y almacenamiento empleando un sistema de bombeo en paralelo.

Palabras clave

Generación eléctrica; sistemas de bombeo; turbinas Pelton.

Bibliografía

- [1] K. Sun, K.-J. Li, J. Pan, Y. Liu y Y. Liu, «An optimal combined operation scheme for pumped storage and hybrid wind-photovoltaic complementary power generation system,» *Applied Energy*, pp. 1155-1163, 2019.
- [2] X. Luo, J. Wang, M. Dooner y J. Clarke, «Overview of current development in electrical energy storage technologies and the application potential in power system operation,» *Applied Energy*, n° 137, p. 511-536, 2015.
- [3] B. S. & V. S. Pali, «A novel pumped hydro-energy storage scheme with wind energy for power generation at constant voltage in rural areas,» *Renewable Energy*, vol. 28, n° 127, p. 802-810, 2018.
- [4] L. & M. K. Gaudard, «Energy storage race: Has the monopoly of pumped-storage in Europe come to an end?,» *Energy Policy*, n° 126, pp. 22-29, 2019.
- [5] J. D. P. B. K. B. K. A. & W. M. Jurasz, «Large scale complementary solar and wind energy sources coupled with pumped-storage hydroelectricity for Lower Silesia (Poland),» *Energy*, vol. 161, p. 183-192, 2018.
- [6] M. W. K. & M. W. Khalkhali, «The water-energy nexus at water supply and its implications on the integrated water and energy management,» *Science of the Total Environment*, vol. 636, pp. 1257-1267, 2018.
- [7] A. S. S. A. M. E. H. & M. M. Khosravi, «Thermodynamic and economic analysis of a hybrid ocean thermal energy conversion/photovoltaic system with hydrogen-based energy storage system,» *Energy*, vol. 172, p. 304-319, 2019.
- [8] J. B. A. M. V. M. C. & S. G. Wang, «Impact of Wind Power Forecasting on Unit Commitment and Dispatch,» 8th Int. Workshop Large-Scale Integration of Wind Power into Power Systems, pp. 1-8, 2009.
- [9] G. S. A. P. G. & A. G. Cavazzini, «Accurate estimation model for small and micro hydropower plants costs in hybrid energy systems modelling,» *Energy*, vol. 103, p. 746-757, 2016.
- [10] Y. J. M. A. L. & M. T. Fan, «Modeling and control of a hybrid wind- tidal turbine with hydraulic accumulator,» *Energy*, n° 112, p. 188-199.
- [11] H. M. I. P. R. M. a. V. M. F. M. P. Cruz, «Optimal coordination on wind-pumped-hydro operation,» *Procedia Technol.*, vol. 17, pp. 455-451, 2014.
- [12] B. R. Munson, W. W. Huebsch, T. H. Okiishi y A. P. Rothmayer, *Fundamentals of Fluid Mechanics*, Jefferson City: John Wiley & Sons, Inc., 2013.

COMPARACIÓN NUMÉRICA DE DOS ROTORES PARA UNA TURBINA DE VÓRTICE GRAVITACIONAL

AUTORES

Angie J. Guevara-Muñoz, Alejandro Ruiz Sánchez, Jorge A. Sierra Del Rio, Alejandro Posada-Montoya, Línea de Investigación en Computación Avanzada, Diseño Digital CADD Instituto Tecnológico Metropolitano, ITM Calle 73 No. 76A - 354, Medellín, Antioquia, Colombia.

E-mail: angieguevara220191@correo.itm.edu.co, alejandroruiz190787@correo.itm.edu.co, jorgesierra@correo.itm.edu.co, Grupo de Investigación e Innovación Ambiental - GIAM.

RESUMEN

El objetivo del estudio consiste en evaluar y comparar numéricamente el torque generado por dos rotores para una Turbina de Vórtice Gravitacional. EL primer rotor estudiado fue un H-Darrieus debido al flujo rotacional en la cámara, esto ayuda a disminuir el torque negativo en él. Este rotor se comparó con un rotor estándar para determinar el comportamiento del torque en ambos casos. El estudio se realizó en el software ANSYS ® en su módulo CFX, donde se configuró el modelo a condiciones de operación constantes e iguales para ambos casos. Un dominio estático y otro rotativo fueron configurados con una velocidad de giro de 25 hasta 100 rpm.

El rotor estándar logró obtener un 78% más de torque con respecto al rotor H-Darrieus. El torque máximo para el rotor estándar y H-Darrieus, se presentó a una velocidad de giro de 25 rpm con 0.76 y 0.16 Nm respectivamente. Este resultado se debe a la mayor área de contacto que tiene el rotor estándar con respecto al H-Darrieus, lo que posibilita extraer más energía. Por otro lado, el bajo rendimiento del rotor H-Darrieus se debe a que funciona bajo el principio de sustentación y dada la rotación del fluido se presenta mayor fuerza de arrastre. Adicionalmente, no se garantizó un ángulo de ataque adecuado para los álabes, lo que afecta el rendimiento en el rotor.

Palabras clave

PCH's, Vórtice gravitacional, Tanque cónico, H-Darrieus, Alabes rectos, CFD.

Bibliografía

- [1] IRENA International Renewable Energy Agency, "Renewable capacity highlights," no. March, p. 2, 2018.
- [2] Renewable Energy Agency and International, "Renewable capacity highlights," 2018. .
- [3] J. Millán, "Agua y Energía," Aug. 2015.
- [4] I. Dyner, C. Alvarez, and J. Cherni, "Energy Contribution to Sustainable Rural Livelihoods in Developing Countries: A System Dynamics Approach."
- [5] M. R. PERIUS and J. B. CARREGARO, "Pequenas centrais hidrelétricas como forma de redução de impactos ambientais e crises energéticas," *Ensaio e Ciência Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, vol. 16, núm. 2, no. 1415–6938, pp. 135–150, 2012.
- [6] H. feng LI, H. xun CHEN, Z. MA, and Y. ZHOU, "Formation and Influencing Factors of Free Surface Vortex in a Barrel with a Central Orifice at Bottom," *J. Hydrodyn.*, 2009.
- [7] H. M. Shabara, O. B. Yaakob, Y. M. Ahmed, A. H. Elbatran, and M. S. M. Faddir, "CFD validation for efficient gravitational vortex pool system," *J. Teknol.*, vol. 74, pp. 97–100, 2015.
- [8] S. Mulligan, J. Casserly, and R. Sherlock, "Experimental and numerical modelling of Free-Surface Turbulent Flows in Full Air-Core Water Vortices," *Adv. Hydroinformatics*, pp. 549–569, 2014.
- [9] S. Wanchat and R. Suntivarakorn, "Preliminary design of a vortex pool for electrical generation," *J. Comput. Theor. Nanosci.*, vol. 13, pp. 173–177, 2012.
- [10] S. Dhakal et al., "Comparison of cylindrical and conical basins with optimum position of runner: Gravitational water vortex power plant," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 2015.
- [11] A. Ruiz Sánchez and A. J. Guevara Muñoz, "Numerical and Experimental Evaluation of Concave and Convex Designs for Gravitational Water Vortex Turbine," *Akad. Baru*, vol. 64, no. 1, pp. 160–172, 2019.
- [12] S. Dhakal, A. B. Timilsina, R. Dhakal, D. Fuyal, T. R. Bajracharya, and H. P. Pandit, "Effect of Dominant Parameters for Conical Basin : Gravitational Water Vortex Power Plant," in *International Conference on Technol and Innovation Management & IOE*, 2014, vol. 1, pp. 380–386.
- [13] S. R. S, R. C. K, and J. B. S, "EFFECT OF OUTLET DIAMETER ON THE PERFORMANCE OF GRAVITATIONAL VORTEX TURBINE WITH CONICAL BASIN," *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 7, no. 4, 2016.

EL EFECTO DE LA RELACIÓN DE ABERTURA Y LA UBICACIÓN EN EL RENDIMIENTO DE UNA NUEVA TURBINA DARRIEUS DE EJE VERTICAL

AUTORES

Andrés Burbano Hernández, Diego Hincapié, Jonathan Graciano Uribe Departamento de Electromecánica y Mecatrónica, Facultad de Ingenierías, Instituto Tecnológico Metropolitano. Cra. 74d #732. Medellín, Colombia. E-mail: andresburbano249993@correo.itm.edu.co, diego.hincapie@itm.edu.co, jonathangraciano@itm.edu.co

RESUMEN

La utilización de energías renovables inagotables (aire, agua, solar) indicará un futuro sostenible para el desarrollo energético en los entornos urbanos, este estudio se centra en la energía eólica. Las turbinas eólicas apropiadas para la generación eléctrica son las Darrieus tipo H, debido a sus propiedades como: independencia de la dirección del viento, bajo nivel de ruido, baja vibración, entre otros [1],[2]. En la literatura se ha propuesto diferentes enfoques para mejorar la capacidad de arranque de la turbina, es el caso de W.Tjiu et al. [3] el cual propone perfiles de álabes de la siguiente manera: aerodinámicos curvos, flexibles, variables, helicoidales, entre otros.

El objetivo de este trabajo es encontrar un nuevo tipo de turbina H-Darrieus que tenga buena capacidad de arranque produciendo una menor pérdida de coeficiente de potencia. Para cumplir este objetivo, se propone un nuevo diseño de turbina H-Darrieus se presenta, con la modificación de un parámetro geométrico el cual es la abertura en el alabe. Este nuevo tipo de alabe usa un perfil estándar NACA0015 y un perfil con una abertura ubicada en el borde posterior de este mismo. Se evalúan diferentes tamaños y ubicaciones de la abertura en un perfil simétrico a través del método CFD para predecir el C_p y el C_{ts} de este nuevo tipo de turbina H-Darrieus.

Cinco secciones fueron diseñadas para describir la investigación de este nuevo rotor HDarrieus. En la segunda sección se modela la geometría usando un NACA0015 con una cuerda de 250 mm, el radio y el alto de la turbina son 1.25m y 2.5m respectivamente la relación de montaje son de 1/8, 1/4 y 3/8. La tercera sección presenta diferentes estrategias de CFD suministradas por el software ANSYS, una vez obtenido el volumen de control se discretiza en ICEM y se asegura que cumpla con unas métricas aceptables, siendo así aspecto ratio menor de 20 y un determinante 2x2x2 mayor que 0.5, consecuentemente se lleva al software FLUENT para su simulación, para el cálculo de C_p Es usada una velocidad de viento de 10 m/s. El C_r

instantáneo (IC_r) de cada alabe se obtuvo en un ángulo de azimut diferente. Y el C_{ts} del rotor se simula a una velocidad del viento de 2.5 m/s para evaluar el par de arranque a una velocidad del viento relativamente baja. Los resultados de la simulación mostraron que el C_{ts} de un rotor con una abertura es menor que el de un rotor sin abertura. Sin embargo, la abertura aumenta el C_{ts} del rotor, especialmente cuando la abertura se encuentra en la superficie externa del perfil aerodinámico. Los rotores deseables para la abertura interior son 0,48 y 0,60, y para la abertura exterior son 0.72 y 0.84. Se concluye que este tipo de turbinas pueden considerarse dispositivos prometedores para reemplazar el rotor Savonius-Darrieus considerando la pérdida de C_p , el aumento de C_{ts} y el aumento de ($SOIC_{ts}$) [4].

Palabras clave

Rotor Darrieus, Autoarranque, Coeficiente de potencia, Superficie aerodinámica con apertura, Investigación CFD.

Bibliografía

- [1] L. Pérez-Lombard, J. Ortiz, and C. Pout, "A review on buildings energy consumption information," *Energy Build.*, vol. 40, no. 3, pp. 394–398, 2008.
- [2] A. D. Peacock, D. Jenkins, M. Ahadzi, A. Berry, and S. Turan, "Micro wind turbines in the UK domestic sector," *Energy Build.*, vol. 40, no. 7, pp. 1324–1333, 2008.
- [3] W. Tjiu, T. Marnoto, S. Mat, M. H. Ruslan, and K. Sopian, "Darrieus vertical axis wind turbine for power generation I: Assessment of Darrieus VAWT configurations," *Renewable Energy*, vol. 75. Elsevier Ltd, pp. 50–67, 01-Mar-2015.
- [4] J. Chen, H. Yang, M. Yang, and H. Xu, "The effect of the opening ratio and location on the performance of a novel vertical axis Darrieus turbine," *Energy*, vol. 89, pp. 819–834, Sep. 2015.

GESTIÓN DE ACTIVOS Y EL MANTENIMIENTO DE QUINTA GENERACIÓN: DECISIONES SOBRE LOS ACTIVOS

AUTORES

Dra. C. Ing. Estrella María de la Paz Martínez Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas
(UCLV) Santa Clara, Cuba estrella@uclv.edu.cu.

RESUMEN

El mantenimiento ha cobrado tal importancia, que a las empresas más competitivas del mundo les sería imposible mantenerse por mucho tiempo sin una eficiente estrategia de mantenimiento y esto es debido a que el proceso de mantenimiento es un eslabón intermedio de la cadena de relaciones entre proveedores y clientes por lo cual, una afectación en el mismo puede significar, no solamente bajos ingresos, más costo de mano de obra y altos niveles de inventario, sino también clientes insatisfechos y productos de mala calidad. Sin embargo, en la evolución histórica del mantenimiento, descrita en sus etapas por numerosos autores a través del término “generaciones”, fue determinante el entendimiento de la necesidad de la integración entre los procesos de Operaciones (Producción o Manufactura) y Mantenimiento que solo se logra durante la primera década de los años 2000. Por otra parte, aunque se lograra ese entendimiento, existía una gran dificultad para integrar esos procesos.

La autora considera que desde el 2008 se ha pasado a una “quinta generación” de mantenimiento, tomando como punto de referencia que en ese año, el estándar británico PAS 55 para la gestión de activos fue

reeditado y estructurado de forma que se pudo interconectar de manera natural con los sistemas de gestión de calidad tales como ISO 9001 y otras plataformas ISO, lo cual indudablemente aceleró la introducción de estos conceptos en las industrias y otras organizaciones de numerosos países. En la “quinta generación” se plantean las bases y reglas para la creación de un modelo de gestión integral del mantenimiento, basado en la Gestión de Activos (Asset Management) y el estándar para su implementación fue la Norma ISO 55000 que integra las actividades y prácticas coordinadas a través de las cuales una organización puede gestionar de forma óptima sus activos físicos considerando los aspectos asociados al desempeño, riesgos, gestión de su ciclo de vida con el propósito de apoyar el logro de los planes estratégicos de la organización. Para llevar a cabo dichas actividades y prácticas en lo que a la gestión del mantenimiento se refiere, es esencial, no solo coordinarlas con los otros procesos, sino también formar y capacitar continuamente a las personas que las llevan a cabo o están involucradas con la toma de decisiones relativas a este proceso.

SEPARACIÓN DE CARVONA, MEDIANTE DESTILACIÓN POR LOTES, DE LA MEZCLA OBTENIDA DE LA OXIDACIÓN CATALÍTICA DE LIMONENO

AUTORES

Jaime Andrés Becerra, Elena Stashenko, Aída Luz Villa. Grupo Catálisis Ambiental, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia UdeA, Calle 70 No. 52-21, Medellín, Colombia. Centro Nacional de Investigaciones para la Agroindustrialización de Especies Vegetales Aromáticas y Medicinales Tropicales (CENIVAM), Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia. E-mail: aida.villa@udea.edu.co

RESUMEN

El limoneno es el principal componente de los aceites esenciales de cítricos extraídos de las cáscaras de naranja, mandarina, limón, lima y pomelos. De su oxidación vía catálisis química o empleando microorganismos se obtienen compuestos de química fina tales como carvona, carveol, 1,2-epóxido de limoneno, entre otros; los cuales poseen un alto valor comercial (> 10 USD/kg) y son utilizados en la síntesis de nuevos productos para las industrias de alimentos, farmacéutica, de agroquímicos y perfumes. El objetivo de esta contribución es reportar los resultados preliminares de la evaluación técnica de la separación experimental de carvona en un destilador discontinuo de columna rotatoria B/R 800 Micro-Distillation® de la mezcla obtenida en un reactor por lotes de la oxidación de limoneno con una solución acuosa de hidroperóxido de terc-butilo (TBHP), empleando una ftalocianina clorada de hierro soportada en sílice modificada (FePcCl16-NH2-SiO2) como catalizador heterogéneo, y con acetona como solvente.

Adicionalmente, se realizó la modelación y simulación computacional en el programa Matlab® del proceso de separación, para determinar las condiciones de operación con las cuales es posible incrementar la recuperación de carvona empleando un modelo aproximado del destilador con operación a reflujo constante/corte y volatilidades relativas constantes estimadas empleando el software Aspen Plus®. Experimentalmente se encontró que, al destilar la mezcla de la reacción, la concentración de carvona en el rehervidor del equipo aumentó de 4 a 14% (composición libre de agua) en 5.5 h, al variar la presión de operación desde 680 a 2 torr. Mediante la simulación computacional del destilador por lotes se encontró que la separación de carvona se puede llevar a cabo en 4 etapas si se retira previamente de la mezcla de reacción la mayor cantidad posible de agua, solvente acetona y terc-butanol.

Así, la mezcla residual con una fracción molar de 4% de carvona se puede enriquecer en los fondos hasta un 50% después de 5.0 h de operación. La primera etapa corresponde al arranque del equipo a reflujo total interno ($r = 1$), en la segunda y tercera etapa se disminuye el reflujo total interno ($r = 0.084$) para recolectar la primera y segunda fracción de destilado respectivamente, y en la cuarta etapa se incrementa el reflujo total interno ($r = 0.5$) para recuperar la carvona como una fracción individual de destilado con una pureza del 86.5% después de 5.08 h de operación. De los resultados de la investigación se concluye que es factible

técnicamente incrementar la cadena de valor agregado de residuos agroindustriales de la industria de cítricos en la producción de compuestos de química fina aplicando soluciones tecnológicas, pero evidenciando la necesidad de implementar unidades de procesos con modelos más rigurosos que permitan escalar, optimizar las condiciones de operación y estimar los requerimientos energéticos para incrementar la eficiencia en la producción de este tipo de compuestos.

Palabras clave

Destilación por lotes, Carvona, Catálisis heterogénea, Limoneno, Simulación.

Bibliografía

- [1] Y. Xiong, Z. Zhao, L. Zhu, Y. Chen, H. Ji, and D. Yang, "Removal of three kinds of phthalates from sweet orange oil by molecular distillation," *LWT-Food Sci. Technol.*, vol. 53, pp. 487-491, 2013.
- [2] J.-A. Becerra and A. L. Villa, "Chapter 1. Clean Limonene Transformations into Added-Value Compounds of Fine Chemistry Using Heterogeneous Catalysis," in *Advances in Chemistry Research. Volume 47*, J. C. Taylor, Ed., ed: Nova Science Publishers, 2019, p. 234.
- [3] P. N. Davey, C. P. Newman, W. A. Thiam, and C.-L. Tse, "Preparation of carveone. European Patent Office," France, EP1165479 B1 Patent EP 1 165 479 B1, 2003.
- [4] D. P. de Sousa, N. de Farias, and R. N. de Almeida, "Influence of the chirality of (R)-(-)- and (S)-(+)-carvone in the central nervous system: a comparative study," *Chirality*, vol. 19, pp. 264-268, 2007.
- [5] P. M. Rhodes and N. Winskill, "Microbiological process for the preparation of 1-carvone. United States Patent," USA, US4495284 Patent US4495284, 1985.
- [6] J.-A. Becerra, L.-M. González, and A.-L. Villa, "A bio-inspired heterogeneous catalyst for the transformation of limonene from orange peel waste biomass into value-added products," *Catal. Today*, vol. 302, pp. 250-260, 2018.

PREDICCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO EN CENTRO DE MECANIZADO CNC LEADWELL V-40IT POR MEDIO DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES

AUTORES

M. A. Rodríguez^{+,1}, J. G. Ardila Marín^{+,2}, L. F. Grisales^{+,3}, E. J. Núñez^{*,4}, M. I. Ardila Marín^{*,5}, J. S. Rudas^{*,6}. ⁺Instituto Tecnológico Metropolitano, Facultad de Ingenierías, Medellín, Colombia. ^{*}Institución Universitaria Pascual Bravo, Facultad de Ingenierías, Medellín, Colombia. 1 miguelrodriguez220490@correo.itm.edu.co, 2 juanardila@itm.edu.co, 3 luisgrisales@itm.edu.co, 4 e.nunez2629@pascualbravo.edu.co, 5 isabel.ardila@pascualbravo.edu.co, 6 ju.rudas@pascualbravo.edu.co.

RESUMEN

Los elevados consumos energéticos en los procesos de mecanizado se han vuelto un problema para la industria manufacturera actual. El uso de redes neuronales y algoritmos de optimización para el modelamiento y la predicción de los consumos en función de los parámetros de corte en procesos de este tipo viene despertando el interés de los grupos de investigación. En el presente trabajo se utilizó redes neuronales artificiales (ANN) para predecir el consumo energético de un centro de mecanizado CNC de cinco ejes Leadwell V-40iT®, a partir de set de datos obtenidos mediante un diseño experimental tipo factorial 53 y la posterior programación de la ANN en el software Matlab®. Del estudio se pudo concluir que la profundidad por pasada (Ap) es la variable que más influencia tiene sobre el modelo de predicción del consumo energético con un 77% de importancia, mientras la velocidad de avance es la que menos relevancia tiene con un valor de 9%.

Palabras clave

Mecanizado, Consumo de energía, Algoritmos de predicción, Industria 4.0, Inteligencia Computacional.

Bibliografía

- [1] Hu, Luoke, Peng, Chen, Evans, Steve, Peng, Tao, Liu, Ying, Tang, Renzhong and Tiwari, Ashutosh, "Minimising the machining energy consumption of a machine tool by sequencing the features of a part," *Energy*, vol. 121, pp. 292–305, 2017.
- [2] L. Li, C. Li, Y. Tang, and L. Li, "Integration of process planning and cutting parameter optimization for energy-aware CNC machining," *IEEE Int. Conf. Autom. Sci. Eng.*, vol. 2017-Augus, pp. 263–268, 2018.
- [3] F. Ma, H. Zhang, H. Cao, and K. K. B. Hon, "An energy consumption optimization strategy for CNC milling," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 90, no. 5–8, pp. 1715–1726, 2017.
- [4] M. Vishnu Vardhan, G. Sankaraiah, and M. Yohan, "Optimization of cutting Parameters and Prediction of Ra & MRR for machining of P20 Steel on CNC milling using Artificial Neural Networks," *Mater. Today Proc.*, vol. 5, no. 13, pp. 27058–27064, 2018.
- [5] A. Zerti, M. A. Yallese, O. Zerti, M. Nouioua, and R. Khettabi, "Prediction of machining performance using RSM and ANN models in hard turning of martensitic stainless steel AISI 420," *Proc. Inst. Mech. Eng. Part C J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 233, no. 13, pp. 4439–4462, 2019.
- [6] N. Harsha, I. A. Kumar, K. S. R. Raju, and S. Rajesh, "Prediction of Machinability characteristics of Ti6Al4V alloy using Neural Networks and Neuro-Fuzzy techniques," *Mater. Today Proc.*, vol. 5, no. 2, pp. 8454–8463, 2018.
- [7] D. Karayel, "Prediction and control of surface roughness in CNC lathe using artificial neural network," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 209, no. 7, pp. 3125–3137, 2009.
- [8] H. El-Mounayri, H. Kishawy, and J. Briceno, "Optimization of CNC ball end milling: A neural network-based model," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 166, no. 1, pp. 50–62, 2005.
- [9] J. A. Hernández, W. Rivera, D. Colorado, and G. Moreno-Quintanar, "Optimal COP prediction of a solar intermittent refrigeration system for ice production by means of direct and inverse artificial neural networks," *Sol. Energy*, vol. 86, no. 4, pp. 1108–1117, 2012.
- [10] A. R. Khataee and O. Mirzajani, "UV/peroxydisulfate oxidation of C. I. Basic Blue 3: Modeling of key factors by artificial neural network," *Desalination*, vol. 251, no. 1–3, pp. 64–69, 2010.
- [11] L. Yang and S. Z. Sun, "Seismic horizon tracking using a deep convolutional neural network," *J. Pet. Sci. Eng.*, vol. 187, no. November 2019, p. 106709, 2020.
- [12] J. A. Hernández, "Use of neural networks and neural network inverse in optimizing food processes," *CAB Rev. Perspect. Agric. Vet. Sci. Nutr. Nat. Resour.*, vol. 4, no. 2009.
- [13] A. R. Khataee and M. B. Kasiri, "Artificial neural networks modeling of contaminated water treatment processes by homogeneous and heterogeneous nanocatalysis," *J. Mol. Catal. A Chem.*, vol. 331, no. 1–2, pp. 86–100, 2010.

Presentación en modalidad de

POSTER

MODELO PARA UN CONTROL DE TEMPERATURA DE POLIOLEFINAS EN EXTRUSIÓN A GAS

AUTORES

Gloria Cruz-Riaño
Bernardo Herrera
Byron Alvarez

Problema o necesidad

El potencial de ahorro en costo de energía que se puede obtener mediante la conversión a gas en extrusión de plástico ha motivado el estudio de un control de temperatura para esta aplicación^[1]. Actualmente se han estudiado modelos predictivos para el control de temperatura en extrusión de plástico con resistencias eléctricas, siendo estas una fuente de calor que favorece la homogeneidad en el perfil de temperaturas mientras que las temperaturas de llama en la combustión a gas tienen perfiles no homogéneos. La conversión a gas se ha estudiado para la inyección de plástico, el cual es un proceso de plastificación discontinuo en el tiempo, con alternancia de etapas de enfriamiento que favorecen el control de temperatura y el ahorro energético en la conversión a gas. Mientras que la extrusión de plástico es un proceso continuo, lo cual dificulta el control de temperatura y el ahorro energético en dicha conversión.

Palabras clave

Extrusión de plástico, modelo predictivo, control de temperatura, conversión a gas.

Marco teórico y Estado del arte

En el proceso de extrusión, como se muestra en la figura 1, el polímero es transportado por un tornillo y fundido por la fricción generada en dicho movimiento y por un sistema de calentamiento, cuya fuente de energía puede ser la electricidad o un combustible como el gas natural^[2]. Los modelos predictivos para el control de temperatura en calentamiento con resistencias eléctricas han sido ampliamente estudiados y se han obtenido modelos que van desde de la sintonización de los parámetros de control proporcional, integral y derivativo (PID)^[3] hasta algoritmos de optimización evolutiva recomendados para determinar soluciones no lineales^[4]. En estudios sobre la conversión a gas^[5] se han obtenido valores experimentales del coeficiente global de transferencia de calor para plastificación con gas en función del coeficiente de transferencia interno (correspondiente a la transferencia de calor entre el polímero fundido y el barril de extrusión) y el coeficiente de calor externo.

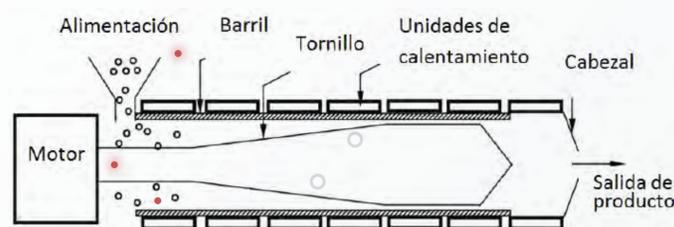


Figura 1. Proceso de extrusión.

Objetivos

Objetivo general:

Desarrollar un modelo predictivo para el control de temperatura en calentamiento a gas de poliolefinas mediante herramientas computacionales de dinámica de fluidos y el método de Küpfmüller.

Objetivos específicos:

1. Simular en Ansys-fluent experimentos de lazo abierto con escalones de potencia para calentamiento de polímero hasta alcanzar una temperatura estable.
2. Determinar los parámetros de la curva de reacción del proceso térmico.

Metodología

De acuerdo a^[6] se realizaron experimentos en estado estacionario para combustión parcial metano –aire con un dosado relativo (λ) igual a 3.5 y con valores de potencia de entrada de 100%, 90% y 80%; para un valor de potencia nominal de 3 kW. Se excitaron los sistemas estacionarios con escalones de potencia de la siguiente forma: 90-100%, 100-80% y 80-90% a partir de experimentos de lazo abierto hasta alcanzar una temperatura estable. Se graficó la temperatura del polímero en el tiempo para cada caso y se escogió el escalón más cercano a la temperatura de proceso.

Se obtuvo una ecuación diferencial para el sistema y se utilizó una herramienta de simulación de Matlab para obtener el modelo de la curva de reacción que soluciona la ecuación diferencial a partir de los datos de las simulaciones.

Resultados y Conclusiones

Se obtuvieron sistemas de combustión estable a 100%, 90% y 80% de potencia. Esta estabilidad se evidenció en los perfiles de temperatura obtenidos en la figura 2 y en los perfiles de fracción másica de CH₄, CO y CO₂ de la figura 3. En las gráficas de fracción másica de las especies se observó la disminución de las cantidades de CO y CH₄ en la segunda etapa de reacción dando paso a una concentración homogénea de CO₂ dentro de la cámara de combustión.

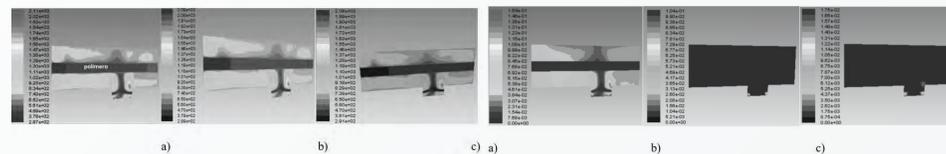


Figura 2. Perfil de temperatura del polímero y la cámara de combustión. a) 100%, b) 90% y c) 80% de potencia.

Figura 3. Perfil de fracción másica de especies en los humos a 100% de potencia. a) CO₂, b) CH₄ y c) CO.

De acuerdo al modelo obtenido, variaciones de 10% de potencia permiten operar el sistema con variaciones de 3°C en la temperatura del polímero. Se dieron condiciones de combustión estables y seguras dentro de un rango de temperaturas típico en el proceso de extrusión, estas condiciones se evidenciaron en los perfiles de temperatura y composición de las especies de combustión. Si bien el modelo estimado se ajusta al modelo simulado en la mayor parte de la curva de temperatura en estado transitorio, se recomienda para futuras investigaciones estudiar modelos de orden superior que permitan disminuir el error en los valores iniciales ya que el modelo estimado tiende a un comportamiento lineal en el comienzo de la curva y no muestra las ondulaciones que si muestra el modelo simulado a lo largo de toda la curva.

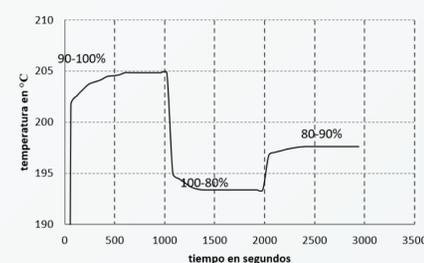


Figura 4. Variación de la temperatura en el tiempo para diferentes escalones de potencia.

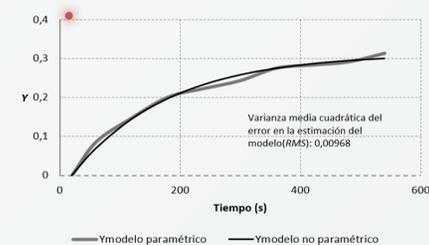


Figura 5. Comparación de Modelo estimado (Paramétrico) y Modelo simulado (no Paramétrico).

Referencias

- [1] Cruz-Riaño, G. & Mira-Pérez, R., 2012. Viabilidad de la conversión a gas en extrusión de plásticos. En: Memorias III Congreso de Inteligencia Computacional. Medellín: IU Pascual Bravo, pp. 64-66.
- [2] Cruz, G. Una Revisión de Sistemas de Calentamiento y Control de Temperatura. Revista Cintex. Institución Universitaria Pascual Bravo, Vol. 19, 2014.
- [3] Predivi, F., Savaresi, M. & Paronotto, A., 2006. Design of a feedback control system for real time control of flow in a single - screw extruder. Control Engineering Practice, 14, pp. 345-355.
- [4] C. Abeykoon, et al., "A new model based approach for the prediction and optimization of thermal homogeneity in single screw extrusion", Control Engineering Practice, n°19, pp. 862-874, 2011.
- [5] J. Wortberg, M. Bussmann, "An alternative plastification system based on natural gas", Journal of Plastic Technology, vol. 6, n°2, pp. 92-111, 2010.
- [6] Cruz-Riaño, G., Herrera, B. & Valencia, J. A., 2013. Simulación de un quemador a gas en estado estacionario para extrusión de plástico. En: I Encuentro de Tecnología e Ingeniería & IX Simposio Internacional en Energías. Medellín: IU Pascual Bravo, pp. 14-16.

Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM

MODELADO Y PROTOTIPADO DE MAPA TOPOGRÁFICO 3D DEL VALLE DE ABURRÁ PARA EL ESTUDIO Y ENSEÑANZA DE LAS DINÁMICAS DE LA CALIDAD DEL AIRE

AUTORES

Arcenio De J. Montoya-Mora
arceniomontoya237343@correo.itm.edu.co
Franco Bertaiola-Ríos
francobertaiola239752@correo.itm.edu.co
Emanuel Chaverra-Zuleta
emanuelchaverra251327@correo.itm.edu.co
Jhon A. Isaza-Hurtado
jhonisaza@itm.edu.co

Problema o necesidad

Uno de los factores más influyentes en la calidad del aire en el Valle de Aburrá es la topografía. Esto debido a que se encuentra ubicada en medio de la cordillera central de los Andes y además se encuentra enmarcado en una topografía irregular, con desniveles que oscilan entre los 1300 y 2800 metros sobre el nivel del mar [1].

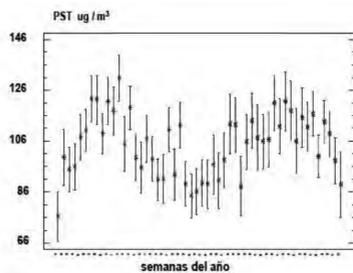


Fig.1 Comportamiento cíclico anual del material particulado en el aire. Medellín 2001-007, fuente [2].

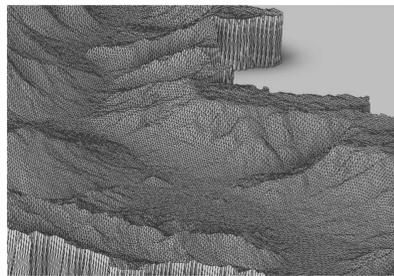


Fig.2 Fragmento digital 3D del valle de Aburrá, fuente Autor.

Estudios muestran variación de material particulado en diferentes épocas del año, durante las temporadas de verano se evidencia un descenso en la cantidad de material particulado [2].

Palabras clave

Valle de Aburrá, Contaminación del aire, Material particulado, Modelado 3D, Topografía, Mecanizado.

Marco teórico y Estado del arte

A. Fenómeno de la contaminación y polución del aire

La contaminación del aire tiene efectos adversos en la salud humana y en el medio ambiente, al igual que en la disminución de la productividad en un 6 a 9% como se indica en [3]. Monitorear la calidad del aire es de gran importancia para la regulación de las fuentes de emisión y/o generación de políticas públicas de forma predictiva. Las estrategias de predicción requieren considerar modelos matemáticos que caractericen el fenómeno de polución del aire teniendo en cuenta diferentes tipos de contaminantes, ya sea material particulado como el PM_{2.5} o el PM₁₀, o gases como O₃, CO, NO_x, SO_x.

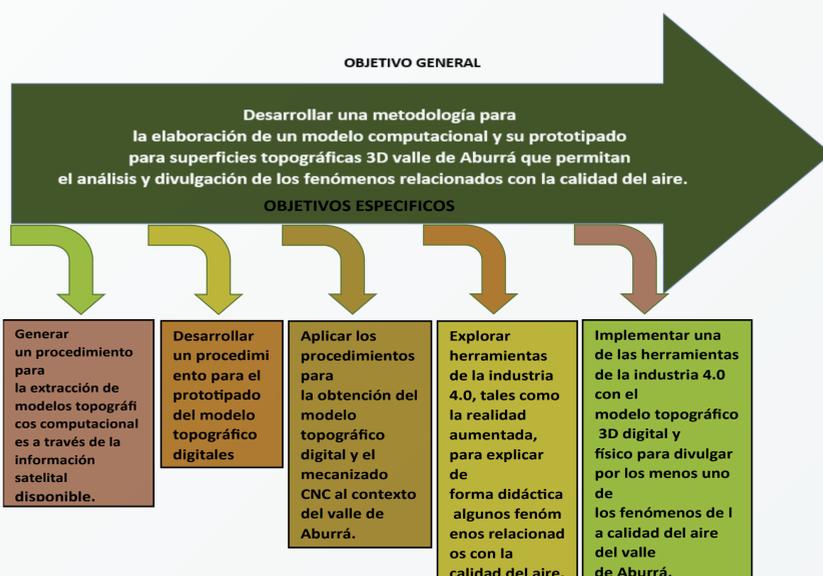
B. Digitalización y prototipado de modelos topográficos

Otra estrategia para prevenir y mitigar el impacto de la contaminación del aire es la educación, este proceso puede ser llevado a cabo a partir de un modelo topográfico. En la actualidad hay diferentes métodos de digitalización de datos topográficos y su respectivo prototipado entre estos (mecanizado e impresión 3D). En la literatura se busca diferentes estrategias que logren representar de forma fiel determinados datos obtenidos de forma teórica y empírica, pues esto busca que esta información sea tratada e implementada en diferentes aplicaciones, investigaciones y manufactura de dichos modelos [4].

C. Industria 4.0 en la educación

La industria 4.0 o revolución digital y sus avances tecnológicos han transformado además la forma de educar y la investigación [5]. En este sentido, herramientas como la visión artificial, la realidad aumentada y la computación en la nube permiten desarrollar aplicativos de carácter educativo en temas de estudio y enseñanza de las dinámicas de calidad del aire apoyadas en el modelo topográfico 3D.

Objetivos



Metodología



Fig.4 proceso metodológico, fuente Autor

Resultados y Conclusiones

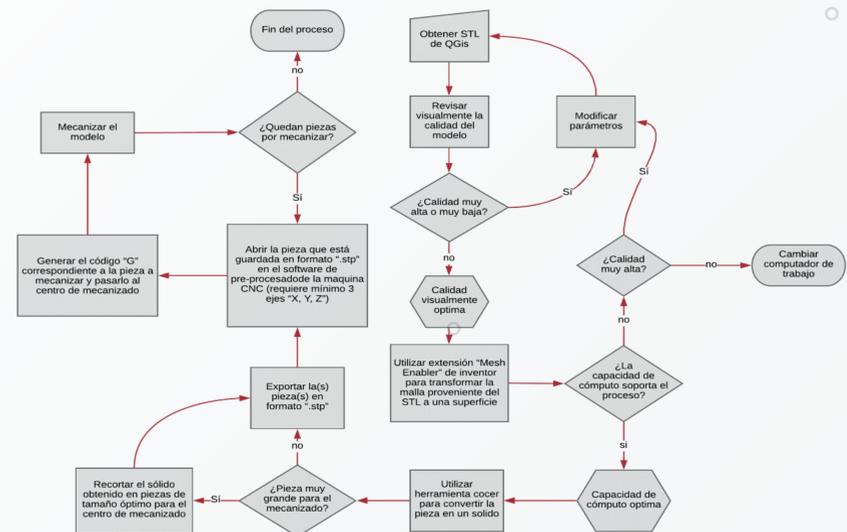


Fig.5 Metodología de mecanizado, fuente Autor

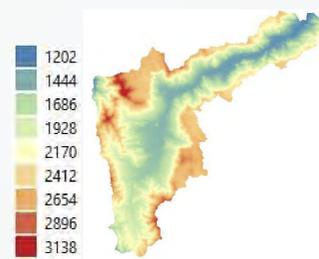


Fig.6 Modelo digital de elevación del valle de Aburrá, escala en metros, fuente Autor



Fig.7 Prueba de mecanizado, fuente Autor

Referencias

- [1] D. A. Gil, MEDELLIN Y SU CALIDAD DEL AIRE, MEDELLÍN, ANTIOQUIA, 2017.
- [2] J. BEDOYA y E. MARTÍNEZ, CALIDAD DEL AIRE EN EL VALLE DE ABURRÁ, MEDELLÍN: Dyna, 2009.
- [3] M. Frešer, B. Cvelković, A. Gradišek y M. Luštrek, Anticipatory system for T-H-C dynamics in room with real and virtual sensors, 2016.
- [4] D. Mencías Carrizosa, P. Cassinello Plaza y I. Payá Zaforteza, Principles and characteristics of CAD geometric modelling of historical buildings, 2018.
- [5] E. Martínez Bahena, A. E. Campos Perez y D. Escamilla Regis, Industry 4.0 and the digital transformation... A new challenge for higher education, ECONFAN, 2019.

EXERGY ANALYSIS OF A POWER PRODUCTION PLANT FROM A GEOTHERMAL SOURCE

AUTORES

Daniel Sanin Villa
Adrian Felipe Martinez
Juan Camilo Bedoya

Problem of research

This paper presents a power production study of a turbine installed in a geothermal plant with a single instantaneous vaporization chamber, using water from a geothermal source, as well as the mathematical model and the update of the overall efficiency of Second law of the entire cogeneration plant based on an exergetic analysis.

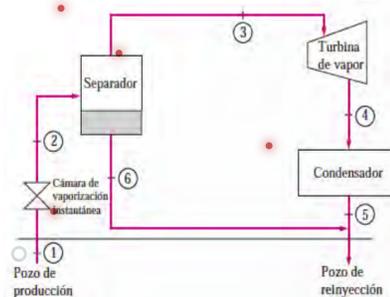


Figure 1. Generation processes from geothermal sources

Key Words

Geothermal energy, exergy analysis, thermodynamic modeling.

Background and Literature review

The energy obtained from the use of earth's heat core is called "geothermal energy" [1]. This energy is transmitted through the rocky bodies that make up the earth by heat transfer methods such as convection and conduction [2]. There are different types of geothermal deposits, such as: hot, dry and geyser deposits; according to Ghaebi et al. [3] these deposits can be classified according to the temperature of the water: high temperature reservoir (between 150 and 400°C), medium temperature geothermal reservoir (between 65 and 172°C), and low temperature geothermal reservoir (between 40 and 68°C). Recently, there has been an increase in the use of geothermal energy sources as an alternative energy; the main reason is due to the use of solar energy may become restricted in some days where the sky is opaque in some places [4]. Currently, Iceland is enshrined as the country that most uses this type of renewable energy; its greatest achievement has been a well located in the volcanic zone of the Reykjanes peninsula, drilling more than 4,000 meters to take advantage of this type of energy; the fluid is at 427°C and 340 bar pressure [5]. Artis et al. [6] studied the energy and exergy production performance of an integrated system based on a low temperature geothermal resource and solar energy, the configuration is shown in Figure 2.

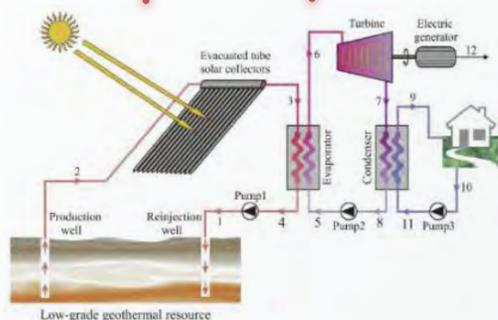


Figure 2. Low-grade geothermal resource integrated system [6]

Objectives

Overall objective:

Perform a thermodynamic analysis of an energy production plant from a geothermal source.

Specific objectives:

1. Determine the equations that model the thermodynamic phenomenon.
2. Define the relevant operation variables in the process.
3. Perform a sensitivity analysis of variables relative to performance parameters such as Efficiency, Power and destroyed Exergise.

Methodology

The power production of a turbine installed in a geothermal plant with a single instantaneous vaporization chamber is calculated. The geothermal resource is as a saturated liquid at 230°C, which is removed from the production well at a rate of 230 kg/s and in the vaporization chamber it is throttled at a pressure of 500 kPa towards the separator where it separates from the vapor liquid and enters the turbine. From the turbine the steam leaves at 10 kPa with 5% humidity and enters the condenser where it condenses and leads to a reinjection well along with the liquid that remained in the separator. It is also necessary to know the exergy of the geothermal liquid and the exit of the vaporization chamber and the exergy destruction and the exergy efficiency for the turbine, the separation chamber and for the whole plant in general, The thermodynamic model is presented as follows:

$$\frac{dE}{dt} = \dot{Q} + \dot{W} + \sum_e \dot{m}_e \left(h_e + \frac{\dot{V}_e^2}{2} + g z_e \right) - \sum_s \dot{m}_s \left(h_s + \frac{V_s^2}{2} + g z_s \right)$$

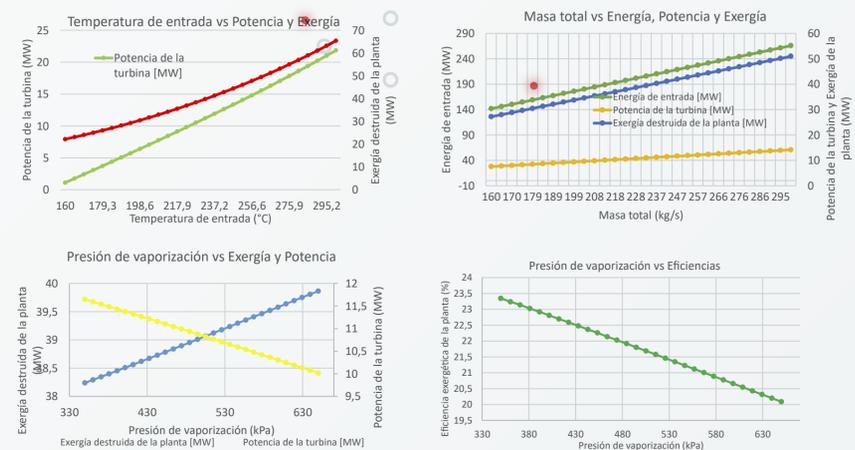
$$\eta = \frac{W_u}{W_{rev}}$$

$$X_{destr} = T_o * S_{gen}$$

Methodology

A sensitivity variable analysis is presented. Parameters such as mass flow, inlet temperature of steam and vaporization pressure were considered. The output parameters taken into account were the second law thermal efficiency, turbine power generation and the destroyed exergy of the plant. The input data varied between 30% lower and 30% upper values respect the original values.

The increase in temperature inlet and mass flow increases the energy produced, the exergy destroyed and thermal efficiency. The increase in pressure inlet, increases the destroyed exergy and decreases the production of power and efficiency.



Bibliography

- [1] Ciriaco, A. E., Zarrouk, S. J., & Zakeri, G. (2020). Geothermal resource and reserve assessment methodology: Overview, analysis and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 119, 109515
- [2] Ghaebi, H., Saidi, M. H., & Ahmadi, P. (2012). Exergoeconomic optimization of a trigeneration system for heating, cooling and power production purpose based on TRR method and using evolutionary algorithm. *Applied Thermal Engineering*, 36, 113–125.
- [3] Ghaebi, H., Farhang, B., Parikhani, T., & Rostamzadeh, H. (2018). Energy, exergy and exergoeconomic analysis of a cogeneration system for power and hydrogen production purpose based on TRR method and using low grade geothermal source. *Geothermics*, 71, 132–145..
- [4] Wang, J., & Yang, Y. (2016). Energy, exergy and environmental analysis of a hybrid combined cooling heating and power system utilizing biomass and solar energy. *Energy Conversion and Management*, 124, 566–577.
- [5] Okamoto, K., Asanuma, H., Ishibashi, T., Yamaya, Y., Saishu, H., Yanagisawa, N., ... Shimada, K. (2019). Geological and engineering features of developing ultra-high-temperature geothermal systems in the world. *Geothermics*, 82, 267–281
- [6] Atiz, A., Karakilcik, H., Erden, M., & Karakilcik, M. (2019). Investigation energy, exergy and electricity production performance of an integrated system based on a low-temperature geothermal resource and solar energy. *Energy Conversion and Management*, 195, 798–809.



**Gracias a todos los que participaron
en la realización de este evento, que
se ha convertido en toda una proeza
de innovación**



Hacia la
Acreditación
Institucional



IUPascualBravo

Vigilada Mineducación

Teléfono:

(+57 4) 448 0520

Calle 73 # 73a - 226 Robledo, Vía El Volador

Medellín - Colombia



Alcaldía de Medellín