

ISSN: 2523-6830

Volumen 2, Número 4 — Julio — Septiembre - 2018

Revista del
Diseño
Innovativo

ECORFAN[®]

ECORFAN-Taiwán

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO Javier. BsC

Revista del Diseño Innovativo,

Volumen 2, Número 4, de Julio a Septiembre - 2018, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN- Taiwán. Taiwan, Taipei. YongHe district, ZhongXin, Street 69. Postcode: 23445. WEB: www.ecorfan.org/taiwan, revista@ecorfan.org. Editora en Jefe: RAMOS-ESCAMILLA, María, Co-Editor: VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD. ISSN: 2523-6830. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Septiembre del 2018.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Centro Español de Ciencia y Tecnología.

Revista del Diseño Innovativo

Definición del Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas Arquitectura internacional, Innovación tecnológica, Diseño Industrial, Técnicas de diseño empresarial, Diseño Multimedia, Diseño Publicitario, Diseño de sistemas Web, Arquitectura Residencial.

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista del Diseño Innovativo es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Taiwan, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de Arquitectura internacional, Innovación tecnológica, Diseño Industrial, Técnicas de diseño empresarial, Diseño Multimedia, Diseño Publicitario, Diseño de sistemas Web, Arquitectura Residencial enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias de Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

ROCHA - RANGEL, Enrique. PhD
Oak Ridge National Laboratory

CARBAJAL - DE LA TORRE, Georgina. PhD
Université des Sciences et Technologies de Lille

GUZMÁN - ARENAS, Adolfo. PhD
Institute of Technology

CASTILLO - TÉLLEZ, Beatriz. PhD
University of La Rochelle

FERNANDEZ - ZAYAS, José Luis. PhD
University of Bristol

DECTOR - ESPINOZA, Andrés. PhD
Centro de Microelectrónica de Barcelona

TELOXA - REYES, Julio. PhD
Advanced Technology Center

HERNÁNDEZ - PRIETO, María de Lourdes. PhD
Universidad Gestalt

CENDEJAS - VALDEZ, José Luis. PhD
Universidad Politécnica de Madrid

HERNANDEZ - ESCOBEDO, Quetzalcoatl Cruz. PhD
Universidad Central del Ecuador

HERRERA - DIAZ, Israel Enrique. PhD
Center of Research in Mathematics

MEDELLIN - CASTILLO, Hugo Iván. PhD
Heriot-Watt University

LAGUNA, Manuel. PhD
University of Colorado

VAZQUES - NOGUERA, José. PhD
Universidad Nacional de Asunción

VAZQUEZ - MARTINEZ, Ernesto. PhD
University of Alberta

AYALA - GARCÍA, Ivo Nefthalí. PhD
University of Southampton

LÓPEZ - HERNÁNDEZ, Juan Manuel. PhD
Institut National Polytechnique de Lorraine

MEJÍA - FIGUEROA, Andrés. PhD
Universidad de Sevilla

DIAZ - RAMIREZ, Arnoldo. PhD
Universidad Politécnica de Valencia

MARTINEZ - ALVARADO, Luis. PhD
Universidad Politécnica de Cataluña

MAYORGA - ORTIZ, Pedro. PhD
Institut National Polytechnique de Grenoble

ROBLEDO - VEGA, Isidro. PhD
University of South Florida

LARA - ROSANO, Felipe. PhD
Universidad de Aachen

TIRADO - RAMOS, Alfredo. PhD
University of Amsterdam

DE LA ROSA - VARGAS, José Ismael. PhD
Universidad París XI

CASTILLO - LÓPEZ, Oscar. PhD
Academia de Ciencias de Polonia

LÓPEZ - BONILLA, Oscar Roberto. PhD
State University of New York at Stony Brook

LÓPEZ - LÓPEZ, Aurelio. PhD
Syracuse University

RIVAS - PEREA, Pablo. PhD
University of Texas

VEGA - PINEDA, Javier. PhD
University of Texas

PÉREZ - ROBLES, Juan Francisco. PhD
Instituto Tecnológico de Saltillo

SALINAS - ÁVILES, Oscar Hilario. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados -IPN

RODRÍGUEZ - AGUILAR, Rosa María. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

BAEZA - SERRATO, Roberto. PhD
Universidad de Guanajuato

MORILLÓN - GÁLVEZ, David. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

CASTILLO - TÉLLEZ, Margarita. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

SERRANO - ARRELLANO, Juan. PhD
Universidad de Guanajuato

ZAVALA - DE PAZ, Jonny Paul. PhD
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada

ARROYO - DÍAZ, Salvador Antonio. PhD
Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

ENRÍQUEZ - ZÁRATE, Josué. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

HERNÁNDEZ - NAVA, Pablo. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica

CASTILLO - TOPETE, Víctor Hugo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CERCADO - QUEZADA, Bibiana. PhD
Intitut National Polytechnique Toulouse

QUETZALLI - AGUILAR, Virgen. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

DURÁN - MEDINA, Pino. PhD
Instituto Politécnico Nacional

PORTILLO - VÉLEZ, Rogelio de Jesús. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ROMO - GONZALEZ, Ana Eugenia. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

VASQUEZ - SANTACRUZ, J.A. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

VALENZUELA - ZAPATA, Miguel Angel. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

OCHOA - CRUZ, Genaro. PhD
Instituto Politécnico Nacional

SÁNCHEZ - HERRERA, Mauricio Alonso. PhD
Instituto Tecnológico de Tijuana

PALAFIX - MAESTRE, Luis Enrique. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AGUILAR - NORIEGA, Leocundo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GONZALEZ - BERRELLEZA, Claudia Ibeth. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

REALYVÁSQUEZ - VARGAS, Arturo. PhD
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RODRÍGUEZ - DÍAZ, Antonio. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

MALDONADO - MACÍAS, Aidé Aracely. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

LICEA - SANDOVAL, Guillermo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CASTRO - RODRÍGUEZ, Juan Ramón. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

RAMIREZ - LEAL, Roberto. PhD
Centro de Investigación en Materiales Avanzados

VALDEZ - ACOSTA, Fevrier Adolfo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Samuel. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

CORTEZ - GONZÁLEZ, Joaquín. PhD
Centro de Investigación y Estudios Avanzados

TABOADA - GONZÁLEZ, Paul Adolfo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

RODRÍGUEZ - MORALES, José Alberto. PhD
Universidad Autónoma de Querétaro

Comité Arbitral

ESCAMILLA - BOUCHÁN, Imelda. PhD
Instituto Politécnico Nacional

LUNA - SOTO, Carlos Vladimir. PhD
Instituto Politécnico Nacional

URBINA - NAJERA, Argelia Berenice. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

PEREZ - ORNELAS, Felicitas. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

CASTRO - ENCISO, Salvador Fernando. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

CASTAÑÓN - PUGA, Manuel. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

BAUTISTA - SANTOS, Horacio. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GONZÁLEZ - REYNA, Sheila Esmeralda. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

RUELAS - SANTOYO, Edgar Augusto. PhD
Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas

HERNÁNDEZ - GÓMEZ, Víctor Hugo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

OLVERA - MEJÍA, Yair Félix. PhD
Instituto Politécnico Nacional

CUAYA - SIMBRO, German. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

LOAEZA - VALERIO, Roberto. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Uruapan

ALVAREZ - SÁNCHEZ, Ervin Jesús. PhD
Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada

SALAZAR - PERALTA, Araceli. PhD
Universidad Autónoma del Estado de México

MORALES - CARBAJAL, Carlos. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

RAMÍREZ - COUTIÑO, Víctor Ángel. PhD
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica

BAUTISTA - VARGAS, María Esther. PhD
Universidad Autónoma de Tamaulipas

GAXIOLA - PACHECO, Carelia Guadalupe. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GONZÁLEZ - JASSO, Eva. PhD
Instituto Politécnico Nacional

FLORES - RAMÍREZ, Oscar. PhD
Universidad Politécnica de Amozoc

ARROYO - FIGUEROA, Gabriela. PhD
Universidad de Guadalajara

BAUTISTA - SANTOS, Horacio. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

GUTIÉRREZ - VILLEGAS, Juan Carlos. PhD
Centro de Tecnología Avanzada

HERRERA - ROMERO, José Vidal. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MARTINEZ - MENDEZ, Luis G. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

LUGO - DEL ANGEL, Fabiola Erika. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Madero

NÚÑEZ - GONZÁLEZ, Gerardo. PhD
Universidad Autónoma de Querétaro

PURATA - SIFUENTES, Omar Jair. PhD
Centro Nacional de Metrología

CALDERÓN - PALOMARES, Luis Antonio. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

TREJO - MACOTELA, Francisco Rafael. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

TZILI - CRUZ, María Patricia. PhD
Universidad ETAC

DÍAZ - CASTELLANOS, Elizabeth Eugenia. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

ORANTES - JIMÉNEZ, Sandra Dinorah. PhD
Centro de Investigación en Computación

VERA - SERNA, Pedro. PhD
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

MARTÍNEZ - RAMÍRES, Selene Marisol. PhD
Universidad Autónoma Metropolitana

OLIVARES - CEJA, Jesús Manuel. PhD
Centro de Investigación en Computación

GALAVIZ - RODRÍGUEZ, José Víctor. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

JUAREZ - SANTIAGO, Brenda. PhD
Universidad Internacional Iberoamericana

ENCISO - CONTRERAS, Ernesto. PhD
Instituto Politécnico Nacional

GUDIÑO - LAU, Jorge. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

MEJIAS - BRIZUELA, Nildia Yamileth. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

FERNÁNDEZ - GÓMEZ, Tomás. PhD
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

MENDOZA - DUARTE, Olivia. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ARREDONDO - SOTO, Karina Cecilia. PhD
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

NAKASIMA - LÓPEZ, Mydory Oyuky. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

AYALA - FIGUEROA, Rafael. PhD
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

ARCEO - OLAGUE, José Guadalupe. PhD
Instituto Politécnico Nacional

HERNÁNDEZ - MORALES, Daniel Eduardo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

AMARO - ORTEGA, Vidblain. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ÁLVAREZ - GUZMÁN, Eduardo. PhD
Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

CASTILLO - BARRÓN, Allen Alexander. PhD
Instituto Tecnológico de Morelia

CASTILLO - QUIÑONES, Javier Emmanuel. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

ROSALES - CISNEROS, Ricardo. PhD
Universidad Nacional Autónoma de México

GARCÍA - VALDEZ, José Mario. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

CHÁVEZ - GUZMÁN, Carlos Alberto. PhD
Instituto Politécnico Nacional

MÉRIDA - RUBIO, Jován Oseas. PhD
Centro de Investigación y Desarrollo de Tecnología Digital

INZUNZA - GONÁLEZ, Everardo. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

VILLATORO - Tello, Esaú. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

NAVARRO - ÁLVEREZ, Ernesto. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

ALCALÁ - RODRÍGUEZ, Janeth Aurelia. PhD
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

GONZÁLEZ - LÓPEZ, Juan Miguel. PhD
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

RODRIGUEZ - ELIAS, Oscar Mario. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

ORTEGA - CORRAL, César. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GARCÍA - GORROSTIETA, Jesús Miguel. PhD
Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista del Diseño Innovativo emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

Detección de Plagio

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homologo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceania. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de Arquitectura internacional, Innovación tecnológica, Diseño Industrial, Técnicas de diseño empresarial, Diseño Multimedia, Diseño Publicitario, Diseño de sistemas Web, Arquitectura Residencial y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

Presentación del Contenido

En el primer artículo presentamos *Afectación en la autoestima de las adolescentes a causa de los estereotipos de belleza como falsa respuesta a una imagen estructurada colectiva*, por SESENTO, Leticia & LUCIO, Rodolfo, con adscripción en el Colegio Primitivo y Nacional de San Nicolás de Hidalgo & Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, como segundo artículo presentamos *Educación profesional, emprendedor, ocio y tiempo libre: Implicaciones en la inserción laboral*, por LARA-GARCÍA, Cristian, YAÑEZ-FLORES, Sara, HERNÁNDEZ-CUETO, Jaquelina y SÁNCHEZ-RIVERA, Lilia, con adscripción en la Universidad Autónoma de Coahuila, como tercer artículo presentamos *Análisis del modelo de gestión de calidad en planteles del Colegio de Bachilleres de Chiapas*, por NANGULLASMÚ, Lizbeth & ELIZONDO, María, con adscripción en la Universidad Autónoma de Chiapas, como cuarto artículo presentamos *La dinámica en el aula, la violencia y su impacto*, por PONCE-CONTRERAS, Ma. Guadalupe, TELLO-GARCÍA, Ma. Ascención, SOLIS-COVARRUBIAS, Irma Fabiola, NUNCIO-DOMÍNGUEZ, José Luis y ACOSTA-GONZÁLEZ, Osvaldo Rogelio, con adscripción en la Universidad Autónoma de Coahuila.

Contenido

Artículo	Página
Desarrollo de un instrumento de medición de la Producción Esbelta desde una perspectiva de Sistemas CASTILLO-FLORES, Ángela Liliana, ESTRADA-CASTILLO, Francisco Javier y CASTILLO-FLORES, Esther Saraí <i>Universidad Tecnológica de Altamira</i>	1-12
Diseño de troquel progresivo de cinco pasos para la fabricación de pieza “Contacto Auxiliar” RAMOS-LÁZARO, Gabriela, DUARTE-CABRERA, Gerardo Daniel, FERRER-ALMARAZ, Miguel Ángel y LEDESMA-JAIME, Reynaldo <i>Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato</i>	13-24
Destilación solar para la recuperación del catalizador KOH del agua de lavado de biodiesel y el subproducto agua destilada PÉREZ-BRAVO, Sheila Genoveva, DELGADO-HERNÁNDEZ, Xochitl Samantha, BAUTISTA-VARGAS, María Esther y HERNÁNDEZ-SANCHEZ, Adán <i>Universidad Politécnica de Altamira</i>	25-30
Desarrollo de un sistema de generación de energía para corredores nocturnos mediante celdas Peltier ESPARZA-CAMACHO, Karla Guadalupe, ORTIZ-SIMÓN, José Luis, ROJO-VELÁZQUEZ, Gustavo Emilio y OLIVARES-CABALLERO, Daniel <i>Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo</i>	31-33

Desarrollo de un instrumento de medición de la Producción Esbelta desde una perspectiva de Sistemas

Development of a Lean Production measurement instrument from a Systems perspective

CASTILLO-FLORES, Ángela Liliana*†, ESTRADA-CASTILLO, Francisco Javier y CASTILLO-FLORES, Esther Saraí

Universidad Tecnológica de Altamira, Boulevard de los Ríos km 3+100, Puerto Industrial, Altamira, Tam.

ID 1^{er} Autor: *Ángela Liliana, Castillo-Flores*

ID 1^{er} Coautor: *Francisco Javier, Estrada-Castillo*

ID 2^{do} Coautor: *Esther Saraí, Castillo-Flores*

Recibido 23 de Junio, 2018; Aceptado 12 de Agosto, 2018

Resumen

Diseño de un Instrumento de Medición del Sistema de Producción Esbelta. Taichi Ohno, desarrollador del Sistema de producción Toyota, era fiel promotor de que los métodos de trabajo de la Ingeniería Industrial debían ponerse en práctica en los sistemas de manufactura, mismos que permitieron que este modelo fuera un sistema innovador en las empresas armadoras. Sin embargo, a pesar de que la empresa armadora, Toyota abrió sus puertas para permitir realizar diversos trabajos de investigación (Womack, Jones & Roos, 1992), se le ha criticado que el sistema de producción esbelto no ha encontrado aceptación o replicación generalizada del éxito de que tuvo la empresa (Dankbaar, 1997). Este trabajo diseña un instrumento de medición del Sistema de Producción Esbelto desde una perspectiva de sistemas, o sea considerando la estructura, las interrelaciones y la dinámica de éste.

Lean, Sistema, Instrumento

Abstract

Design of a Measurement Instrument for the Lean Production System. Taichi Ohno, developer of the Toyota Production System, was the promoter of the working methods of Industrial Engineering. They had to be put into practice in the manufacturing systems, which allowed this model to be an innovative system in the assembly companies. However, Toyota opened its doors to allow research work (Womack, Jones & Roos, 1992), it has been criticized that the slender production system has not accepted acceptance or generalized replication of the success of the company (Dankbaar, 1997). This work is an instrument for measuring the Lean Production System from a systems perspective, that is, considering the structure, interrelations and field dynamics.

Lean, System, Instrument

Citación: CASTILLO-FLORES, Ángela Liliana, ESTRADA-CASTILLO, Francisco Javier y CASTILLO-FLORES, Esther Saraí. Desarrollo de un instrumento de medición de la Producción Esbelta desde una perspectiva de Sistemas. Revista del Diseño Innovativo. 2018, 2-4: 1-12

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: acastillo@utaltamira.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Taichi Ohno, Desarrollador del Sistema de producción Toyota, era fiel promotor de que los métodos de trabajo de la Ingeniería Industrial debían ponerse en práctica en los sistemas de manufactura.

Diversos enfoques de gestión han considerado al Sistema de Producción Esbelta como un caso de éxito suscitado en la empresa Toyota, sin embargo, a pesar de que este sistema apareció a poco más de cuatro décadas, las empresas han manifestado escasos casos de éxito (Bhasin, 2012) y al replicar éste sistema de producción en muchas de estas empresas no se han observado los mismos resultados que obtuvo Toyota.

Hay autores que declaran que esto se debe a que las empresas consideran las herramientas utilizadas por la armadora como sinónimo del "sistema de producción ajustada", sin distinguir claramente entre los "medios" y los "fines" del sistema, y se ha destacado el hecho de que se ha replicado sólo la utilización las herramientas, dejando de lado el sistema (Shah & Ward, 2007; Liker, 2004; Spear, & Bowen 1999) y la parte humana de este (Coetsee, Van der Merwe & Van, 2016). De hecho a pesar de que la empresa armadora, Toyota abrió sus puertas para permitir realizar diversos trabajos de investigación (Womack, Jones & Roos, 1992), se le ha criticado que el sistema de producción esbelto no ha encontrado aceptación o replicación generalizada (Dankbaar, 1997).

Este trabajo diseña un instrumento de medición del Sistema de Producción Esbelto desde una perspectiva de sistemas, o sea considerando la estructura, las interrelaciones y la dinámica de éste, basándose principalmente en una investigación exhaustiva y profunda de la filosofía del desarrollador del sistema de Producción Toyota, Ohno (1988) y de los artículos y libros pioneros del este sistema de producción.

Con la intención de encontrar los elementos que conforman la estructura y las interrelaciones de este sistema productivo y considerarlos en el instrumento de medición.

Perspectiva de sistemas

El tejido estructural del sistema organizacional se compone por la interrelaciones de diversos elementos o subsistemas destacando la gestión los recursos humanos, materiales, financieros y de información, éstos a su vez dependen de una interrelación con otros elementos, como los de autoridad, decisiones, participación, control y comunicación (Segredo, García, López, León & Perdomo, 2015). Un sistema se fundamenta en la interacción de las partes que lo forman, y éstas relaciones son más importantes que las acciones, la cantidad de partes del sistema o el tamaño de las mismas. (Holland, 1992; Mitleton, 2003; Aracil, 1995). La dinámica de sistemas trata de poner de manifiesto cómo están relacionados su estructura y su comportamiento (Aracil, 1995). Su objetivo es el conciliar estas dos descripciones. Dentro de una organización, la cultura, en conjunto con la visión, las estrategias y las acciones, funcionan como un sistema dinámico y es un aspecto relevante para gestionar el conocimiento de la organización (Minsal, & Pérez 2007) e importante al implementar un sistema de producción esbelto (Sisson y Elshennawy, 2015). Por tanto, en un sistema organizacional tanto el pensamiento sistémico, como la percepción del todo estructural, incluyendo las partes y componentes y sus interrelaciones, y no sólo del acontecimiento parcial consiguen impactar en la estrategia. (León, Tejada, E., & Yataco, 2003).

Daft & Daft (2000) definen que las organizaciones son sistemas abiertos que existen con un propósito y la describen de la siguiente manera: las organizaciones son 1) entidades sociales que 2) están dirigidas a las metas, 3) están diseñadas como sistemas de actividades estructuradas y coordinadas en forma deliberada y 4) están vinculadas al entorno.

Sistema de Producción Esbelta.

El Sistema de Producción Esbelto es un sistema producción eficiente desarrollado por la empresa armadora Toyota, en la década de los 40's, el sistema se basa en el deseo de producir en un flujo continuo pero no cantidades en masa, diseñado para ser eficiente y crear valor en los productos para el cliente final.

La importancia del valor del cliente se muestra por los dos niveles del enfoque lean: estratégico y Operacional (Hines, Holweg, & Rich, 2004; Shah y Ward, 2007).

Stewart (2011) explica la diferencia de Lean Manufacturing y del Sistema de Producción Toyota (TPS) de la siguiente manera: "La diferencia entre Lean Manufacturing y TPS es que en Lean Manufacturing el foco está en las herramientas, y con TPS el foco está en el sistema (Liker, 2004; Liker & Morgan, 2006).

Hay muchas herramientas (just-in-time, células, 5S, kanban, etc.) que pueden utilizarse para implementar el TPS, pero no son obligatoria, incluso hay autores que declaran que lo más importante del sistema de producción esbelto está en el diseño de sus propios métodos de trabajo y herramientas ajustadas a satisfacer la problemáticas y/o solucionar que se presentan en la organización (Rother, 2011; Ohno, 1988).

A menos que las empresas se esfuercen también por comprender sistema como un todo, nunca alcanzarán el verdadero potencial que ofrece, esta práctica de seleccionar los elementos específicos de la filosofía Lean para implementar limitan los resultados y finalmente conduce al fracaso y la frustración. (Liker, 2004; Stewart, 2011; Liker & Morgan, 2006).

Daft & Daft (2000) señalan que los administradores son los encargados de estructurar y coordinar en forma deliberada los recursos organizacionales, por tanto ésta declaración supone el hecho de que la Estructura de un sistema se da a partir de la Estrategia (Mullins, Walker, and Boyd: 2008) de modo que sea posible cumplir con el propósito de la organización.

Ante la anterior información, este trabajo intenta generalizar la estructura y las interrelaciones clave del sistema de producción esbelto.

Estructura

La estructura organizacionales implica más que la simple representación gráfica conocida como organigrama (Williams & Rains, 2007).

Pertuz Belloso (2013) define la estructura como un elemento integrador de las actividades que se desarrollan en una organización, la estructura, desde el punto de vista de la teoría de la administración, es el modo en que una organización establece las relaciones entre sus componentes o sub-sistemas y sus modos de interrelación y a través de ésta se pueden alcanzar los objetivos en la organización, por ello señala indispensable considerar las organizaciones como sistemas totales que interactúan como sub-sistemas que integran la estructura organizacional.

Cultura Organizacional

Un elemento estructural que define e impulsa a la organización dentro del sistema de producción Esbelto es su cultura corporativa (Guarín, 2011)

Para Yacuzzi & Pan (2008) la "cultura corporativa", la plantean como el dominio del "cómo hacemos las cosas aquí" o sea cómo se hacen las cosas en la empresa incluso ellos hablan de una "cultura de la manufactura" revelando aspectos de trabajo, técnicas y actitudes por parte de la organización. Ellos plantean que la cultura es la forma que tienen las organizaciones de "hacer las cosas", considerando la forma en que las organizaciones desarrollan sus actividades para transformar los insumos en productos.

Las dimensiones consideradas en el factor cultura son: La filosofía, los valores, las normas y el enfoque innovador (Ohno, 1988; Yacuzzi & Pan, 2008; Sánchez, 2012; Hofstede, 1998; Deal & Kennedy, 1982; Montaña y Torres, 2015; Guarín, 2011).

Los elementos detectados en la filosofía del Sistema de Producción Esbelta son: La mejora continua (Sánchez, 2012; Suzuki, 2004; Juergensen, 2000; Ohno, 1988, Rother, 2011; Spear & Bowen, 1999; Shah & Ward, 2007; Shah & Ward, 2003; Womack, Jones, & Ross, 1992; Soriano y Forrester, 2002). La creación de valor (Womack y Jones, 1996; Spear y Bowen, 1999; Hines, Holweg, & Rich, 2004; Shah y Ward, 2003); El compromiso con el recurso humano (RH) (Sugimori, Kusunoki, Cho & Uchikawa, 1977; Sánchez, 2012; Suzuki, 2004; Farris, 2006; Rajadell y Sánchez, 2010; Ahlström, 1998).

En la dimensión de las normas se consideran los elementos de la gestión del conocimiento (Minsal & Pérez 2007; Sisson y Elshennawy, 2015; Jonsson y Kalling, 2007; Máynez-Guaderrama, Cavazos-Arroyo & Valles Monge, 2016); el compromiso por parte de los empleados (Susuki, 2004, Ohno, 1988, Stewart, 2011; Liker & Franz, 2011). Con respecto a la dimensión de los valores se consideran los elementos del respecto por las personas (Ohno, 1988; Womack, Jones y Roos, 1992; Sugimori, Kusunoki, Cho & Uchikawa, 1977; Harrison & Wicks, 2013; Shrivastava Mohanty and Lakhe, 2006; Rudd, Greenley, Beatson and Lings, 2008). El último elemento considerado en esta factor es el innovavor (Guarín, 2011; Bessant, Caffyn & Gallagher 2001).

La integración

Se ha definido la integración como “la calidad del estado de colaboración que existen entre los departamentos que se requieren para alcanzar la unidad de esfuerzos por las demandas del ambiente” (Lawrence y Lorsch, 1967: citado en Hall 1996), para este trabajo la interacción se considerará como “los procesos o mecanismos sistemáticos que vinculan y coordinan las actividades internas y externas en la empresa que permitan crear valor para la organización” (Cruz & Camps, 2003; Idarraga, 2012; Lawrence y Lorsch, 1967: citado en Hall, 1996; Jayaram, Vickery, & Droge, 2008)

Las dimensiones que se analizaron para el factor de integración son: la integración interna (Spear & Bowen, 1999; Ohno, 1988; Bhasin, & Burcher 2006; Womack, Jones, & Ross, 1992; Karlsson y Ahlström, 1996); la integración de proveedores (Jayaram, Vickery & Droge, 2008; Hofer, Eroglu & Hofer, 2012; Womack, Jones y Roos, 1992; Espejo y Moyano, 2007) y la integración con los clientes. (Jayaram, Vickery & Droge, 2008; Hofer, Eroglu & Hofer, 2012; Womack, Jones y Roos, 1992; Espejo y Moyano, 2007).

Complejidad

La complejidad se refiere a la condición de estar compuesto por muchas partes, interrelacionadas (Fredrickson, 1986). La complejidad proviene tanto del ambiente como del propio sistema. Bustamante & Opazo (2004).

La complejidad en el ambiente es causado por la multiplicidad de las entradas (proveedores y materiales) y salidas (clientes y productos) (Dess y Beard, 1984), y la interacción entre ellos limita la capacidad de identificar, evaluar y predecir qué factores afectan las operaciones de una empresa (Azadegan, Patel, y Parida, 2012).

Los elementos identificados para el factor complejidad para el instrumento propuesto son: La complejidad interna; complejidad de las entradas y complejidad de las salidas. (Bustamante & Opazo 2004; Fredrickson 1986; Dess y Beard 1984; Cruz & Camps 2003; Idarraga, 2012; Miller & Dröge, 1986).

Factor Operacional

Diversos trabajos determinan que las prácticas fundamentales del Sistema de Producción Esbelto son las prácticas de sistema Justo a tiempo (JIT); las del sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM), la Gestión de la Calidad Total (TQM); (Ahmad, Zakuan, Jusoh, & Takala, 2012; Belekoukias, Garza-Reyes & Kumar, 2014; Ward & Zhou, 2006; Brah & Chong, 2004). Cua, McKone, & Schroeder, 2001; Marin-Garcia, & Carneiro, 2010); los autores de este trabajo.

Observan escasos instrumentos de medición del grado de esbeltez de los sistemas de producción que consideren la dimensión de la Gestión del científica dentro del sistema (Spear & Bowen, 1999; Ohno, 1988; Shah y Ward, 2007; Womack, Jones y Roos, 1992; Hines, Holweg & Rich, 2004)

Sistema Justo a tiempo (JIT)

Para este trabajo se define el sistema Justo a tiempo (JIT), como un conjunto de prácticas y técnicas interrelacionadas para gestionar el flujo de la producción (Yang, Hong, & Modi, 2001; Cua, McKone & Schroeder, 2001; Belekoukias, Garza-Reyes & Kumar, 2014; Ward & Zhou, 2006;). Los elementos considerados para esta dimensión son el Sistema Pull, el Programa JIT y el Sistema JIT con los proveedores (Hofer, Eroglu & Hofer, 2012; Marin-Garcia, & Carneiro, 2010); Pettersen, 2009; Yang, Hong & Modi, 2011; Cua, McKone, & Schroeder 2001; Shah & Ward, 2007; Anand, & Kodali 2009).

El mantenimiento productivo total (TPM)

En este trabajo se definen al Mantenimiento Productivo Total (TPM) como un conjunto de prácticas interrelacionadas que gestiona la integración y la conservación de los equipos para asegurar la calidad de los productos.

Entre sus elementos se encuentran: el mantenimiento preventivo, el mantenimiento autónomo y la planeación y el control del mantenimiento (Brah & Chong, 2004; Cua, McKone, & Schroeder 2001; Marin-Garcia & Carneiro 2010; Shah & Ward, 2007; Anand, & Kodali 2009; Ahuja, & Khamba 2007; Ahmad, Zakuan, Jusoh, & Takala, 2012).

La Gestión de la Calidad Total

La Gestión de la calidad total se define como una serie de prácticas interrelacionadas que permite garantizar la calidad de los productos y de los procesos realizados. Los elementos para medir esta dimensión son.

La Gestión de la calidad de los procesos y el control de la calidad (Cua, McKone, & Schroeder, 2001; Marin-Garcia & Carneiro, 2010; Shah & Ward, 2007; Anand & Kodali, 2009; Ahmad, Zakuan, Jusoh, & Takala, 2012).

La Gestión Científica

Spear & Bowen (1999) señalan que Toyota hace uso del método científico para la solución de problemas y/o definir nuevos estándares, en este sentido los autores de este trabajo observan escasos instrumentos de medición del grado de esbeltez del sistema de producción en donde se contemple la gestión científica.

En este trabajo la Gestión Científica se define como mecanismos o procesos que permiten aplicar el método científico para la resolución de problemas (observación, hipótesis, experimentación, normas prácticas)

Entre sus elementos se observaron: el estudio del trabajo, el aprendizaje y la experimentación para la solución de problemas (Spear & Bowen, 1999; Ohno, 1988; Shah y Ward, 2007; Womack, Jones y Roos, 1992; Hines, Holweg & Rich, 2004).

Metodología a desarrollar

La metodología aplicada para el diseño del instrumento de medición del Sistema de Producción Esbelto desde una perspectiva de sistemas se realizó a través de una revisión teórica sistemática como se describe en Machi y Mcevoy (2009). Los pasos del proceso de la revisión de la literatura son:

1. Seleccione el tema: El diseño de un instrumento de medición del Sistema de Producción Esbelto desde la perspectiva de sistemas;
2. Buscar en la literatura: se efectuó una vasta revisión de la literatura relacionada los temas de estudio. Se consideraron aportaciones imprescindibles desde las pioneras hasta la literatura más reciente sobre el tema en cuestión, las fuentes bibliográficas incluyen: Revistas indexadas, tesis doctorales, artículos científicos, libros y las base de datos digitales, entre las que se encuentran Scielo México, Springer y Elsevier, Proquest, Scopus, Google escolar, entre otros;
3. Desarrolla el argumento:

Se organizó la información de los libros y artículos precursores y actuales del sistema de producción esbelto, en donde se pretendió analizar no las herramientas sino la estructura del Sistema de Producción Esbelto y las conexiones de sus elementos que les permiten alcanzar sus objetivos (4) estudiar la literatura: Se analizó a profundidad las publicaciones pioneras del desarrollador del sistema de Producción Toyota, así como se analizaron diversos instrumentos de medición que miden grado de esbeltez en una empresa; (5) criticar la literatura; y (6) se escribió la revisión: se planteó el instrumento.

Resultados

En función del análisis exhaustivo de la revisión de la literatura sobre el Sistema de Producción Esbelto, en el anexo 1 se muestra la tabla que contiene los factores, dimensiones e ítems que contiene el del instrumento de medición desarrollado.

Conclusiones

En la revisión de la literatura para diseñar el instrumento de medición propuesto en este documento se destaca que en las implementaciones de Lean se ha dejado de lado de la parte humana (Coetzee, Van der Merwe & Van, 2016) aun cuando ha sido este elemento uno de los más característicos de este sistema productivo, otro elemento escaso en las mediciones de delgadez de los sistemas productivos es la Gestión científica que tiene como objetivo solucionar los problemas (Spear & Bowen, 1999; Ohno, 1988; Shah y Ward, 2007; Womack, Jones y Roos, 1992; Hines, Holweg & Rich, 2004), los autores de este artículo consideran que este elemento puede ser la base para el diseño de herramientas “ad hoc” que han permitido que Toyota a través de sus estudios del trabajo y de la aplicación del método científico creado sus propias herramientas, sin embargo no son estos “medios” o herramientas el éxito del sistema, sino que el Sistema en sí, compuesto por estos elementos integrados, son probablemente los recursos que no se han podido replicar ni generalizar en Toyota.

Aunque el diseño de este instrumento tiene un soporte teórico bien fundamentado, aun no está validado, es por ello que se sugiere validar este instrumento en diversos sectores empresariales.

Referencias

- Ahlström, P. (1998), “Sequences in the implementation of lean production”, *European Management Journal*, Vol. 16, nº. 3, pp. 327-334
- Ahmad, M. F., Zakuan, N., Jusoh, A., & Takala, J. (2012). Relationship of TQM and business performance with mediators of SPC, lean production and TPM. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 65, 186-191.
- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2007). An evaluation of TPM implementation initiatives in an Indian manufacturing enterprise. *Journal of quality in maintenance engineering*, 13(4), 338-352.
- Anand, G., & Kodali, R. (2009). Development of a framework for lean manufacturing systems. *International Journal of Services and Operations Management*, 5(5), 687-716.
- Aracil, J., & Gordillo, F. (1995). *Dinámica de sistemas* (pp. 10-12). Madrid: Isdefe.
- Azadegan, A., Patel, P. C., & Parida, V. (2013). Operational slack and venture survival. *Production and Operations Management*, 22(1), 1-18.
- Belekoukias, I., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*, 52(18), 5346-5366.
- Bessant, J., Caffyn, S., & Gallagher, M. (2001). An evolutionary model of continuous improvement behaviour. *Technovation*, 21(2), 67-77.
- Bhasin, S., & Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of manufacturing technology management*, 17(1), 56-72.
- Bhasin, S. (2012). Prominent obstacles to lean. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 61(4), 403-425.
- Brah, S. A., & Chong, W. K. (2004). Relationship between total productive maintenance and performance. *International Journal of Production Research*, 42(12), 2383-2401.
- Bustamante, M., & Opazo, P. (2004). Hacia un concepto de complejidad: sistema, organización y empresa. *Revista FACE-Serie Documentos Docentes*, 2(3), 1-21.
- Coetzee, R., Van der Merwe, K., & Van Dyk, L. (2016). Lean implementation strategies: how are the Toyota Way principles addressed?. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27(3), 79-91.
- Cruz, S., & Camps, J. (2003). Organic vs. mechanistic structures: construction and validation of a scale of measurement. *Management Research: Journal of the Iberoamerican Academy of Management*, 1(1), 111-123.

- Cua, K. O., McKone, K. E., & Schroeder, R. G. (2001). Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. *Journal of operations management*, 19(6), 675-694.
- Dankbaar, B., 1997. Lean production: denial, confirmation or extension of sociotechnical systems design? *Human Relations* 50 (3),653–670
- Daft, R. L., & Daft, R. L. (2000). *Teoría y diseño organizacional* (No. 658 D3y.). International Thomson.
- Deal, T., & Kennedy, A. A. (1982). *Corporate cultures: The rites and rituals of corporate life*. Reading, MA: Addison- Wesley
- Dess, G. G., & Beard, D. W. (1984). Dimensions of organizational task environments. *Administrative science quarterly*, 52-73.
- Espejo Alarcón, M., & Moyano Fuentes, J. (2007). Lean Production: Estado actual y desafíos futuros de la investigación. *Investigaciones europeas de dirección y economía de la empresa*, 13(2).
- Farris, Jennifer A. (2006). An Empirical Investigation of Kaizen Event Effectiveness: Outcomes and Critical Success Factors. Tesis de Doctorado en Philosophy in Industrial and Systems Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia
- Fredrickson, J. W. (1986). The strategic decision process and organizational structure. *Academy of management review*, 11(2), 280-297.
- Guarín Salinas, A. G. (2011). Análisis de factores competitivos desarrollados al interior de toyota motor company-parte I: Orígenes y estrategia.
- Hall, R. H. (1996). Estructuras, procesos y resultados. *México: PHI*.
- Harrison, J. S., & Wicks, A. C. (2013). Stakeholder theory, value, and firm performance. *Business ethics quarterly*, 23(1), 97-124.
- Hines, P., Holweg, M., & Rich, N. (2004). Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. *International journal of operations & production management*, 24(10), 994-1011.
- Hofer, C., Eroglu, C., & Hofer, A. R. (2012). The effect of lean production on financial performance: The mediating role of inventory leanness. *International Journal of Production Economics*, 138(2), 242-253.
- Hofstede, G. (1998). Attitudes, values and organizational culture: Disentangling the concepts. *Organization studies*, 19(3), 477-493.
- Holland, J. H. (1992). Complex adaptive systems. *Daedalus*, 17-30.
- Idarraga, D. A. M. (2012). Estructura organizacional y sus parámetros de diseño: análisis descriptivo en pymes industriales de Bogotá. *Estudios Gerenciales*, 28(123), 43-63.
- Jayaram, J., Vickery, S., & Droge, C. (2008). Relationship building, lean strategy and firm performance: an exploratory study in the automotive supplier industry. *International Journal of Production Research*, 46(20), 5633-5649.
- Jonsson, A., & Kalling, T. (2007). Challenges to knowledge sharing across national and intra-organizational boundaries: case studies of IKEA and SCA Packaging. *Knowledge Management Research & Practice*, 5(3), 161-172.
- Juergensen, T. (2000) *Continuous Improvement: Mindsets, Capability, Process, Tools and Results*. The Juergensen Consulting Group Inc., Indianapolis.
- Karlsson, C., & Åhlström, P. (1996). Assessing changes towards lean production. *International Journal of Operations & Production Management*, 16(2), 24-41.
- León, R., Tejada, E., & Yataco, M. (2003). Las organizaciones inteligentes. *Industrial data*, 6(2).
- Liker, J.K. (2004), *The Toyota Way – 14. Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*, McGraw-Hill, New York, NY.

- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota way in services: the case of lean product development. *The Academy of Management Perspectives*, 20(2), 5-20
- Liker, J. K., & Franz, J. K. (2011). *The Toyota way to continuous improvement: Linking strategy and operational excellence to achieve superior performance* (Vol. 1). New York: McGraw-Hill.
- Machi, L.A. and Mcevoy, B.T. (2009), *The Literature Review: Six Steps to Success*, Corwin Press, Thousand Oaks, CA
- Máynez-Guaderrama, A. I., Cavazos-Arroyo, J., & Valles Monge, L. (2016). Transferencia de conocimiento dentro de la empresa: análisis de variables precursoras en un entorno lean-kaizen. *Nova scientia*, 8(17), 462-491.
- Marin-Garcia, J. A., & Carneiro, P. (2010). Questionnaire validation to measure the application degree of alternative tools to mass production. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 5(4), 268-277.
- Miller, D., & Dröge, C. (1986). Psychological and traditional determinants of structure. *Administrative science quarterly*, 539-560.
- Minsal Pérez, D., & Pérez Rodríguez, Y. (2007). Hacia una nueva cultura organizacional: la cultura del conocimiento. *Acimed*, 16(3), 0-0.
- Mitleton, K. E. (2003). Ten principles of Complexity & Enabling Infrastructures. In *Complex Systems and Evolucionary Perspectives of Organisations: The Application of Complexity Theory to Organisations*. London: London Shool of Economics.
- Montaña Rey, A. P., & Torres Reyes, G. A. (2015). Caracterización de la cultura organizacional y lineamientos de intervención para la implementación de procesos de cambio en las organizaciones. caso empresa sector financiero.
- Mullins, J.W., Walker, O.C. and Boyd, H.W. (2008), *Marketing*, Edinburgh Business School, Heriot-Watt University, Edinburgh
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. crc Press.
- Pettersen, J. (2009). Defining lean production: some conceptual and practical issues. *The TQM Journal*, 21(2), 127-142.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. L. (2010). Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad. *Madrid: Díaz de Santos*.
- Rother, M (2011). Method Vs Tool. Lean Enterprise Institute. Retrieved from <https://www.lean.org/balle/DisplayObject.cfm?o=1878>. [Accesado el 02 de Mayo de 2018]
- Rudd, J. M., Greenley, G. E., Beatson, A. T., & Lings, I. N. (2008). Strategic planning and performance: Extending the debate. *Journal of business research*, 61(2), 99-108.
- Sanchez, M. (2012). A Collaborative Culture: Collaboration Is Not Something Organizations Do, But a Way of Being. *OD Practitioner*, 44(2), 7-12.
- Segredo Pérez, A. M., García Milian, A. J., López Puig, P., León Cabrera, P., & Perdomo Victoria, I. (2015). Enfoque sistémico del clima organizacional y su aplicación en salud pública. *Revista Cubana de Salud Pública*, 41(1), 0-0.
- Shah, R. & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of operations management*, 25(4), 785-805.
- Spear, S., & Bowen, H. K. (1999). Decoding the DNA of the Toyota production system. *Harvard business review*, 77, 96-108.
- Shah, R., Ward, P.T., 2003. Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management* 21
- Shah, R., & Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of operations management*, 25(4), 785-805.

Shrivastava, R. L., Mohanty, R. P., & Lakhe, R. R. (2006). Linkages between total quality management and organisational performance: an empirical study for Indian industry. *Production Planning & Control*, 17(1), 13-30.

Stewart, J. (2011). *The Toyota Kaizen continuum: a practical guide to implementing lean*. Crc Press

Sisson, J., & Elshennawy, A. (2015). Achieving success with Lean: An analysis of key factors in Lean transformation at Toyota and beyond. *International Journal of Lean six sigma*, 6(3), 263-280.

Soriano-Meier, H., & Forrester, P. L. (2002). A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms. *Integrated Manufacturing Systems*, 13(2), 104-109.

Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and kanban system materialization of just-in-time and respect-for-human system. *The International Journal of Production Research*, 15(6), 553-564.

Suzuki, Y. (2004), "Structure of the Japanese Production System: Elusiveness and Reality", *Asian Business & Management*, Vol. 3, pp. 201-219

Yacuzzi, E., & Pan, C. (2008). *La cultura de la manufactura moderna* (No. 377). Serie Documentos de Trabajo, Universidad del CEMA: Área: negocios.

Yang, M. G. M., Hong, P., & Modi, S. B. (2011). Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. *International Journal of Production Economics*, 129(2), 251-261

Ward, P., & Zhou, H. (2006). Impact of information technology integration and lean/just-in-time practices on lead-time performance. *Decision Sciences*, 37(2), 177-203.

Williams, T. C., & Rains, J. (2007). Linking strategy to structure: the power of systematic organization design. *Organization Development Journal*, 25(2), P163.

Womack, J. Jones, D. y Roos, D. (1992). *La máquina que cambió el mundo*. Madrid, Serie McGraw Hill de Management.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). Beyond Toyota: how to root out waste and pursue perfection. *Harvard business review*, 74(5), 140-158.

Anexo 1. Instrumento de medición.

Autores	Factor	ITEM
(Sugimori, Kusunoki, Cho & Uchikawa, 1977; Sánchez, 2012; Suzuki, 2004; Farris, 2006; Rajadell y Sánchez, 2010; Ahlström, 1998)	Filosofía	Se consideran a los trabajadores como el activo más importante en la empresa
(Sánchez, 2012; Suzuki, 2004; Juergensen, 2000)	Filosofía	Se observa compromiso por parte de los líderes Los líderes clave aceptan que la mejora es necesaria.
(Sánchez, 2012; Suzuki, 2004; Juergensen, 2000)	Filosofía	Los líderes clave han seleccionado y empleado un proceso comprobado para la implementación de la mejora continua
(Sánchez, 2012; Suzuki, 2004; Juergensen, 2000; Ohno, 1988, Rother, 2011; Spear & Bowen, 1999; Shah & Ward, 2007; Shah & Ward, 2003; Womack, Jones, & Ross, 1992; Soriano y Forrester, 2002).	Filosofía	Tenemos y usamos las "herramientas" apropiadas para implementar y mantener continuamente
(Womack y Jones, 1996; Spear y Bowen, 1999; Hines, Holweg, & Rich, 2004; Shah y Ward, 2003)	Filosofía	Las personas a cargo en el valor de la empresa y toman en serio todas las sugerencias hechas por los trabajadores en los procesos, servicio / mejora del producto.
(Womack y Jones, 1996; Spear y Bowen, 1999; Hines, Holweg, & Rich, 2004; Shah y Ward, 2003)	Normas	Utilizamos sistemas de información y bancos de datos que permiten el conocimiento generalizado a través de la empresa
	Normas	Hay grupos de trabajadores que continuamente tienen acceso, ponen en práctica y actualización de conocimientos
Minsal, & Pérez 2007; Sisson y Elshennawy, 2015	Normas	Utilizamos todos los mecanismos formales con el fin de compartir las mejores prácticas entre el personal de la compañía
	Valores	Percepción de la equidad en la toma de decisiones procesos.
	Valores	Tratamiento percibido (es decir, respeto, inclusión)
	Valores	Autenticidad percibida (es decir, qué dice la firma, lo hace)
(Ohno, 1988; Womack, Jones y Roos, 1992; Sugimori, Kusunoki, Cho & Uchikawa, 1977; Harrison & Wicks, 2013; Shrivastava Mohanty and Lakhe, 2006; Rudd, Greenley, Beatson and Lings, 2008)	Valores cultura de cooperación	Consistencia entre la declaración de los valores de la empresa frente a la firma realizada valores (es decir, honestidad)
	Valores	• Porcentaje de empleados representados por organizaciones sindicales independientes u otros representantes de empleados de buena fe; • Porcentaje de empleados cubiertos por acuerdos de negociación colectiva;
	Valores	Número de trabajadores con trabajo vitalicio

(Guarín, 2011; Bessant, Caffyn & Gallagher 2001; Ohno, 1988; Womack, Jones y Roos, 1992).	Innovador	No de Sugerencias por empleado por año (el indicador debe de estar arriba) Porcentaje de implementaciones Ahorro o beneficios de la sugerencias de empleados por año por año (aumentar los ahorros de sugerencias implementadas por año)
	Innovador (Guarín, 2011)	Mecanismos para identificar las necesidades en los distintos procesos en la empresa
	Innovador	Diseña sus propias herramientas que permiten solucionar problemas en los distintos procesos en la empresa
	Innovador	Tenemos departamento de investigación y desarrollo (respuesta dicotómica si o no)
	Innovador	En qué medida nos ocupamos en el desarrollo del capital humano basado que permita generar conocimiento
	Innovador	En qué medida utilizamos el conocimiento generado por capital humano para realizar mejoras en el producto
	Innovador	En qué medida realizamos cambios de mejora basadas en actividades científicas en el producto
	Innovador	En qué medida utilizamos el conocimiento generado por capital humano para realizar mejoras en el proceso
	Innovador	En qué medida realizamos cambios de mejora en el proceso basadas en actividades científicas
	Innovador	De qué manera percibimos que las innovaciones de esta empresa son el resultado del aprendizaje y la creación del conocimiento desarrollados por mecanismos propios en la empresa.
	Innovador	Mecanismos para identificar el valor por parte de los clientes internos
	Innovador	Mecanismos para generar el valor en los procesos de la empresa.
	Innovador	Hacer máximo uso de la capacidad intelectual de todos para idear soluciones simples e ingeniosas
	Innovador	Diseña sus propias herramientas que permiten solucionar problemas en los distintos procesos
(Spear & Bowen, 1999; Ohno, 1988; Bhasin, & Burcher 2006; Womack, Jones, & Ross, 1992; Karlsson y Ahlström, 1996);	Integración interna	Comités interdepartamentales que se establecen para permitir que los departamentos participen en la toma de decisiones conjunta Grupos de trabajo que son cuerpos temporales establecidos para facilitar la colaboración interdepartamental sobre un proyecto específico. Personal de enlace cuyo trabajo específico es coordinar los esfuerzos de varios departamentos con el propósito de proyecto específico

(Jayaram, Vickery & Droge, 2008; Hofer, Eroglu & Hofer, 2012; Womack, Jones y Roos, 1992; Espejo y Moyano, 2007)	Integración interna	Nos preocupamos por que las conexiones cliente-proveedor debe ser directa, y debe haber sin ambigüedad un sí-o-no para enviar peticiones y obtener respuestas
	Integración interna	Preocupación por decisiones de productos o servicios producción, comercialización e I + D estrategias. Decisiones presupuestarias de capital: selección y financiación de largo plazo inversiones. Estrategias a largo plazo (de crecimiento, diversificación, etc.) y decisiones relacionadas con cambios en los filosofía de funcionamiento
	Integración interna	Planificación: para que las decisiones se coordinen a través de un plan maestro.
	Integración interna	Negociación entre los jefes de los departamentos.
	Integración interna	Cada departamento toma decisiones más o menos por sí mismo, independientemente de otros departamentos.
	Integración interna	A menudo hay una falta de complementariedad entre las decisiones de diferentes depts
	Integración Proveedores	Trabajamos conjuntamente con los proveedores para mejorar la calidad de los componentes que nos suministran
	Integración Proveedores	Nuestros proveedores están comprometidos contractualmente con las reducciones anuales de costos.
	Integración Proveedores	Tenemos corp. nivel de comunicación sobre cuestiones importantes con proveedores clave.
	Integración Proveedores	Tomamos medidas activas para reducir el número de proveedores en cada categoría.
	Integración Proveedores	Evaluamos a los proveedores sobre la base del costo total y no por precio unitario.
	Integración Proveedores	Nuestros proveedores clave administran nuestro inventario.
	Integración Proveedores	Nuestros proveedores clave están ubicados muy cerca de nuestras plantas
	Integración Proveedores	Trabajamos en conjunto con los proveedores para formarlos y capacitarlos frecuentemente
Integración Proveedores	Tenemos un programa formal de certificación de proveedores.	
Integración Proveedores	Practicamos acuerdos y/o relaciones a largo plazo con nuestros proveedores.	
Integración Proveedores	Tenemos una conexión y/o relación fuerte con los proveedores (contactos directos y frecuentes, visitas mutuas a las plantas, acuerdos de colaboración, etc.)	

	Integración Proveedores	Trabajamos conjuntamente con los proveedores para mejorar la calidad de los componentes que nos suministran.
	Integración Proveedores	Hay una participación del proveedor en diseño del producto
	Integración Proveedores	Trabajamos conjuntamente con los proveedores para mejorar la calidad de los componentes que nos suministran.
	Integración Proveedores	Intercambiamos datos e información técnica o comercial con los proveedores para desarrollar conjuntamente planes de producción o predicciones de demanda.
	Integración Proveedores	Tenemos una participación en las acciones de nuestros proveedores
	Integración Proveedores	Existe flexibilidad para integrar las operaciones de nuestra empresa con las de los proveedores (colaboración logística, sistemas de información integrados, asistencia técnica mutua...)
(Jayaram, Vickery & Droge, 2008; Hofer, Eroglu & Hofer, 2012; Womack, Jones y Roos, 1992; Espejo y Moyano, 2007).	Integración Clientes	Existe integración de las operaciones de nuestra empresa con las del cliente (colaboración logística, sistemas de información integrados, asistencia técnica mutua...)
	Integración Clientes	Tenemos relaciones estrechas con los clientes (contactos directos y frecuentes, visitas del cliente a la empresa, acuerdos de colaboración, etc.)
	Integración Clientes	Encuestamos o diagnosticamos las necesidades o requerimientos de nuestros clientes
	Integración Clientes	Nuestros clientes nos dan feedback de la calidad de si realizamos las entregas a tiempo
	Integración Clientes	Realizamos seguimiento postventa a los clientes
	Integración Clientes	Nuestros clientes frecuentemente comparten información de demanda actual / futura con el departamento de marketing.
(Bustamante & Opazo, 2004; Fredrickson, 1986; Dess y Beard, 1984; Cruz & Camps, 2003; Miller & Dröge, 1986).	Complejidad	Los departamentos de esta organización tienden a agruparse trabajadores que realizan funciones o trabajos similares, independientemente de del producto o mercado al que se atribuyen estas funciones
	Complejidad	En esta organización, los niveles jerárquicos se reducen a mínimo, de modo que entre el trabajador central y el general gerente o gerente divisional hay un número mínimo de rangos intermedios. La ruta para todo producto o servicio debe ser simple y directa.
	Complejidad	Los departamentos de esta organización tienden a agruparse trabajadores relacionados con un producto o mercado en particular.

	Complejidad	Esta organización está llena de rangos intermedios cuya contribución para los objetivos de la empresa es altamente complejo.
	Complejidad	Los gerentes de esta organización están altamente especializados en las tareas correspondientes a sus departamentos, pero fuera no tienen idea de lo que sucede en la empresa.
(Yang, Hong & Modi, 2011; Cua, McKone & Schroeder, 2001; Belekoukias, Garza-Reyes & Kumar, 2014; Ward & Zhou, 2006; Marin-Garcia, & Carneiro, 2010; Pattersen, 2009).	Jit	Nuestro programa de producción está diseñado para permitir la recuperación, debido a paradas de producción de problemas (por ejemplo, problemas de calidad).
	Jit	Por lo general, cumplimos el cronograma de producción todos los días.
	Jit	Usamos un sistema de extracción (cuadrados kanban, contenedores o señales) para el control de la producción.
	Jit	Producimos principalmente de acuerdo a las previsiones.
	Jit	Dependemos de la entrega a tiempo de nuestros proveedores.
	Jit	Valoramos las asociaciones a largo plazo con los proveedores más que los cambios frecuentes en los proveedores.
	Jit	Principalmente producimos uno hasta que el cliente lo ordena. Normalmente no producimos en stock.
	Jit	Tenemos un problemas con el control de los stock
	Jit	Los proveedores están integrados y los proveedores llenan nuestros contenedores kanban, en lugar de llenar nuestros pedidos de compra.
	(Brah & Chong, 2004; Cua, McKone, & Schroeder 2001; Marin-Garcia & Carneiro 2010; Shah & Ward, 2007; Anand, & Kodali 2009; Ahuja, & Khamba 2007; Ahmad, Zakuan, Jusoh, & Takala, 2012).	TPM
TPM		Mantenemos todos nuestros equipos regularmente.
TPM		Mantenemos excelentes registros de todas las actividades relacionadas con el mantenimiento de equipos.
TPM		Publicamos registros de mantenimiento de equipos en el taller para compartir activamente con los empleados.
TPM		Consideramos que el mantenimiento de la máquina adecuada ayuda a alcanzar altos niveles de calidad de nuestros productos o servicios y que le ayude a cumplir con el programa de producción
TPM	Los trabajadores de producción dedican parte de su tiempo de trabajo para llevar a cabo el mantenimiento de las máquinas que utilizan	

	TPM	Trabajadores del departamento de Mantenimiento (si los hay) se centran en ayudar a los trabajadores de producción para llevar a cabo un mantenimiento preventivo de las máquinas de producción que utilizan
(Cua, McKone, & Schroeder, 2001; Marin-Garcia & Carneiro, 2010; Shah & Ward, 2007; Anand & Kodali, 2009; Ahmad, Zakuan, Jusoh, & Takala, 2012).	TQM	Los diferentes departamentos de la empresa aceptan su responsabilidad en el mantenimiento y mejora de la calidad de los productos y servicios
	TQM	Tenemos sistemas para detectar los errores en el momento que se producen (JIDOKA, POKA YOKE...)
	TQM	Los operarios pueden parar la línea o interrumpir un servicio si detectan un problema de calidad.
	TQM	Las máquinas o procesos que usamos para realizar nuestros productos o servicios están supervisados por medio de "Control Estadístico de Procesos (SPC)"
	TQM	Utilizamos gráficas para identificar si nuestros procesos están "dentro de los límites de control"
	Gestión científica	En qué medida realizamos investigación y desarrollo en la empresa
	Gestión científica	Realizamos estudio de trabajo (tiempos y movimientos e innovación) para hacer cambios en los procesos.
	Gestión científica	Tenemos riguroso método de solución de problemas, que requiere una evaluación detallada del estado actual de las cosas y un plan de mejora que es, en realidad, una prueba experimental de los cambios propuestos

Diseño de troquel progresivo de cinco pasos para la fabricación de pieza “Contacto Auxiliar”

Design of progressive five-step die for the manufacture of part "Auxiliary Contact"

RAMOS-LÁZARO, Gabriela*†, DUARTE-CABRERA, Gerardo Daniel, FERRER-ALMARAZ, Miguel Ángel y LEDESMA-JAIME, Reynaldo

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Carretera Valle de Santiago-Huanímara Km. 1.2, 38400, Valle de Santiago, Gto

ID 1^{er} Autor: Gabriela, Ramos-Lázaro

ID 1^{er} Coautor: Gerardo Daniel, Duarte-Cabrera

ID 2^{do} Coautor: Miguel Ángel, Ferrer-Almaraz

ID 3^{er} Coautor: Reynaldo, Ledesma-Jaime

Recibido 23 de Junio, 2018; Aceptado 12 de Agosto, 2018

Resumen

Como parte de una investigación para un proyecto de transferencia tecnológica para la empresa Grupo Multico S.A. de C.V., se reporta en este artículo los resultados obtenidos con respecto al diseño de un troquel progresivo de cinco pasos para cubrir la necesidad de un herramental que produzca la pieza denominada “Contacto auxiliar”. Previo al diseño se realizaron los cálculos correspondientes y el modelado en 3D validando el diseño por medio del análisis de elemento finito.

Diseño, Troquel, análisis FEA

Abstract

As part of an investigation for a technology transfer project for the company Grupo Multico S.A. de C.V., reports in this article the results obtained with respect to the design of a progressive five-step die to cover the need for a tooling that produces the piece called "Auxiliary contact". Prior to the design, the corresponding calculations and 3D modeling were performed, validating the design through finite element analysis.

Design, die, FEA Simulation

Citación: RAMOS-LÁZARO, Gabriela, DUARTE-CABRERA, Gerardo Daniel, FERRER-ALMARAZ, Miguel Ángel y LEDESMA-JAIME, Reynaldo. Diseño de troquel progresivo de cinco pasos para la fabricación de pieza “Contacto Auxiliar”. Revista del Diseño Innovativo. 2018, 2-4: 13-24

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: gramosla@utsoe.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La empresa Grupo Multico posee líneas de ensamble para la empresa Maclean Power Systems en procesos de troquelado, donde se detectó que uno de los componentes estaba saliendo fuera de dimensiones. La pieza involucrada está denominada como “Contacto Auxiliar”, analizando los factores influyentes en estas variaciones se determinó que la razón de la falla es el herramental utilizado, por lo que se diseñó un troquel progresivo de cinco pasos para corregir dicha pieza.

La pieza denominada “Contacto Auxiliar” parte de una cinta de cobre calibre #16 (0.0508”) con un ancho de 7/16”.

Dentro de los problemas encontrados en el herramental, es la falta de sujeción durante los procesos de conformado (cortes, dobleces, embutido); otro detalle es la forma con la que se obtienen los dobleces, en este proceso no se tiene considerado el “spring-back” o también conocido como retroceso elástico, lo que origina que la pieza no entre en un comparador pasa-no pasa. Cabe mencionar que los dobleces que lleva la pieza se realizan en el mismo lugar y en un solo paso, por lo tanto, no se controla el proceso de doblez.

Existe también en la pieza final un desplazamiento en el conformado de un nervio, existencia de viruta en los cortes, lo que da una mala estética de la misma.

El último problema detectado y que causa desplazamientos en la pieza, es la falta de repetitividad de la colocación de los componentes del troquel; esto se debe a la ausencia de pernos guía, como consecuencia los punzones y matrices varían su posición cada vez que se le da mantenimiento al herramental.

Con este herramental se cubrieron los requisitos de fabricación y redujeron los tiempos de manufactura con respecto a las vibraciones y distorsiones, así como el máximo aprovechamiento de material.

Desarrollo

Metodología de la Investigación

Se plantea una metodología sistemática y ordenada, la cual se describe a continuación.

Tipo de Investigación

En este documento se reportan algunos resultados sobre el proyecto en base a una investigación tipo aplicada, centrándose en la selección de componentes mecánicos, cálculo de esfuerzo, momentos y su validación mediante el análisis de elemento finito. Misma que fue soportada por una fuerte investigación documental para desarrollar la mejor alternativa al problema, dando una solución concreta para satisfacer una necesidad específica.

Metodología del diseño

Se realizó una memoria de cálculos para el dimensionamiento de la banda y del troquel, dando énfasis en el anidamiento, secuencia de operaciones, elección de punzones, herramientas de corte, doblado, embutido, roscado y abocardado de la parte inferior y superior del troquel. Ver Figura 1.

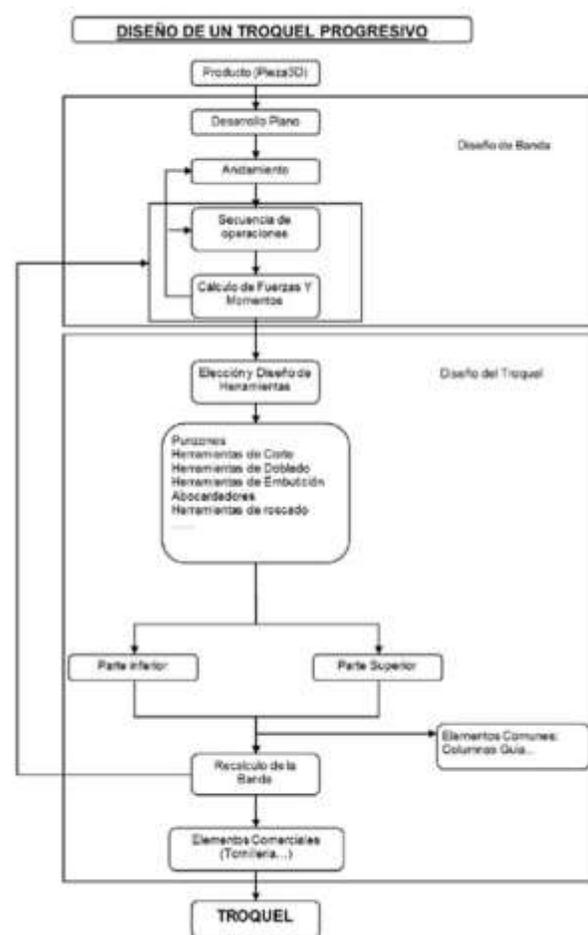


Figura 1 Metodología de diseño

Especificaciones a tomar en cuenta para el diseño del troquel:

- Crear un nervio mediante embutido.
- Realizar barrenos.

- Ejecutar corte de chaflanes a 45°.
- Imprimir dobleces de 88° y 31°.
- Desprender material mediante corte.

Diseño de banda

Etapa inicial en el diseño de un troquel. La observación del diseño de banda informa de la evolución que se produce en la tira de chapa a medida que ésta va recorriendo el troquel, así como el efecto que tienen las diferentes operaciones que la transforman desde una tira plana hasta la pieza acabada.

En el diseño de banda los datos de partida surgen de la configuración y las características de la pieza que se va a fabricar. Antes de proceder a su diseño se realiza un análisis, del que se obtendrá la información para diseñar la banda y el troquel correspondiente.

El diseño de banda se inicia con el desarrollo plano de la pieza, incluyendo a la última el cálculo de las fuerzas y momentos que intervienen en el proceso.

Desarrollo en plano

El elemento a fabricar parte de una tira plana de chapa, por lo tanto, es necesario obtener su desarrollo plano, el cual se transformará mediante las operaciones a las que se somete en el interior del troquel hasta obtener la pieza deseada.

En la Figura 2 se muestra el plano de una pieza, cuyas dimensiones se observan para posteriormente realizar el desarrollo en plano de la pieza.



Figura 2 Dimensionamiento de pieza Contacto Auxiliar

El desarrollo plano de la pieza se obtiene “desdoblando” los dobleces de la pieza, los demás elementos que cambian la forma de la chapa no se tienen en cuenta al trazar el desarrollo, por lo que dichas operaciones se agregan posteriormente.

Para determinar el desarrollo plano de una pieza se determina la longitud de las partes dobladas como se ilustra en la Figura 3. Es necesario conocer la posición de la fibra neutra del elemento doblado; este depende principalmente de la relación entre el espesor y el radio interior de la chapa, aplicándose para su determinación tablas experimentales.

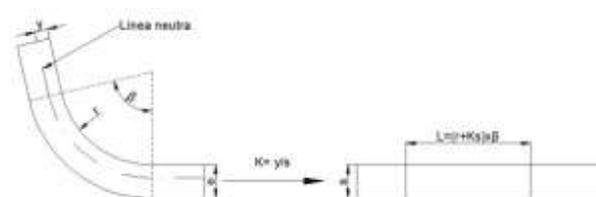


Figura 3 Desarrollo plano

Al tener determinada la posición de la fibra neutra, la longitud de los elementos doblados se obtiene por medio de la ecuación 1:

$$L = (r + Ks)\beta \quad (1)$$

Donde:

L= Longitud desplegada

r= Radio interior

K= y/s , factor que indica la posición de la fibra neutra

β = Ángulo de doblado

s= Espesor de la chapa

y= distancia entre la fibra neutra y el exterior de la chapa

Factor K

El método clásico indica directamente el valor del factor K, el cual determina la posición de la fibra neutra. Este factor depende del material, espesor, del radio de curvado y de la amplitud del ángulo.

La norma DIN 6935 sobre el conformado en frío, incluye un factor de calibración K, este tiene en cuenta las variaciones longitudinales de generadas en el plegado. El factor K considerado es $K= y/(s/2)$.

Esta norma proporciona unas fórmulas empíricas para su determinación, dependiendo de la relación entre el radio de doblado y el espesor de la chapa:

Si $r/s > 5$ $K=1$

Si $r/s \leq 5$

Entonces se utiliza la ecuación 2.

$$K = 0.65 + \frac{1}{2} \log \left(\frac{r}{s} \right) \quad (2)$$

La longitud desplegada $L = a + b + V$ que se muestra en la Figura 4.

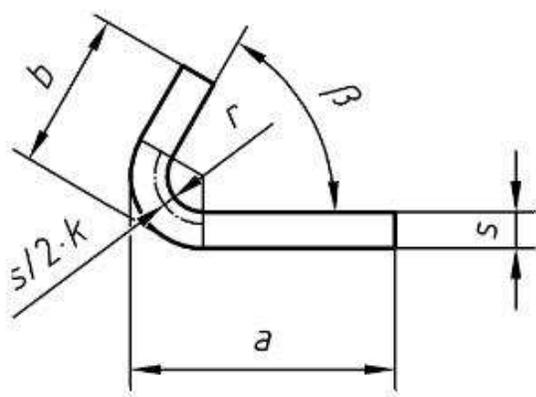


Figura 4 Longitud desplegada (DIN 6935)

V se obtiene con la ecuación 2 y 3 según aplique el caso:

Para $0 < \beta \leq 90^\circ$

$$V = \pi \left(\frac{180^\circ - \beta}{180^\circ} \right) \circ \left(r + \frac{Ks}{2} \right) - 2(r + 2) \quad (2)$$

Para $90^\circ < \beta \leq 165^\circ$

$$V = \pi \left(\frac{180^\circ - \beta}{180^\circ} \right) \circ \left(r + \frac{Ks}{2} \right) - 2(r + 2) \tan \left(\frac{180^\circ - \beta}{2} \right) \quad (3)$$

Anidamiento

Debido a que un troquel progresivo tiene diferentes etapas, en las que se va modificando la tira de chapa a medida que se desplaza, se ha de determinar la separación mínima entre posiciones contiguas. La distancia mínima entre dos piezas contiguas se recomienda que sea al menos 1.5 veces el espesor de la chapa (Oehler-Kaiser 1977).

Sabiendo que la longitud total de la pieza en plano es de 2.3107" se realiza un arreglo para obtener el paso, este se observa en la figura 27.

Las características de la pieza se adecuan para que la solera de cobre se alinee de acuerdo al sentido del grano del material como se muestra en la Figura 5. Con esto se evita que el material sufra y tienda a fracturarse al momento de realizar las operaciones de doblado.



Figura 5 Anidamiento "Contacto Auxiliar"

Secuencia de operaciones "Contacto Auxiliar"

En la Figura 6 se muestra la secuencia de operaciones que se lleva a cabo para la obtención de la pieza "Contacto Auxiliar".

Enseguida se detalla la secuencia de operaciones:

- Paso 1. Realización del embutido (nervio)
- Paso 2. Barrenos de $\varnothing 0.128$ "
- Paso 3. Corte de triángulos a 45° (chaflanes)
- Paso 4. Desprendimiento de la pieza (Corte).
- Paso 5. Primer doblé (88°)
- Paso 6. Segundo doblé (31°)

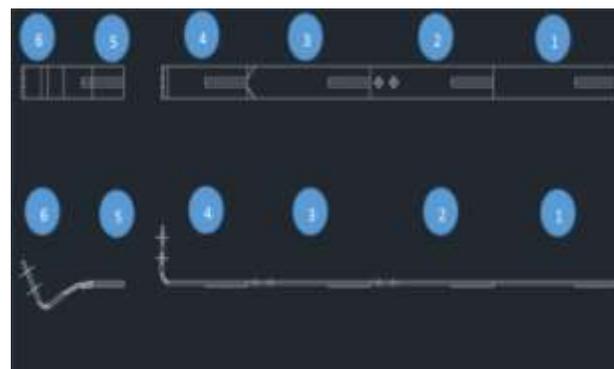


Figura 6 Secuencia de operaciones para la obtención de la pieza "contacto Auxiliar"

Cálculo de fuerzas

Para obtener las fuerzas que intervienen en el proceso de conformado, se toma en cuenta el material, las propiedades del cobre C-110-00.

A continuación, se describen el procedimiento para la obtención de las fuerzas necesarias.

Proceso de conformado

Barrenos de Ø 0.128in

$$P = S_s LT \quad (4)$$

$$S_s = 28.0 \times 10^3 \text{ PSI}$$

$$L = 0.4021248 \text{ in}$$

$$T = 0.0508 \text{ in}$$

$$P = (28.0 \times 10^3 \text{ PSI})(0.4021248 \text{ in})(0.0508 \text{ in})$$

$$P = 571.981 \text{ Lb}$$

Corte de chaflán a 45°

$$P = S_s LT \quad (5)$$

$$S_s = 28.0 \times 10^3 \text{ PSI}$$

$$L = 0.22097 \text{ in}$$

$$T = 0.0508 \text{ in}$$

$$P = (28.0 \times 10^3 \text{ PSI})(0.22097 \text{ in})(0.0508 \text{ in})$$

$$P = 314.308 \text{ Lb}$$

Corte de material (desprendimiento)

$$P = S_s LT \quad (6)$$

$$S_s = 28.0 \times 10^3 \text{ PSI}$$

$$D = 0.4375 \text{ in}$$

$$T = 0.0508 \text{ in}$$

$$P = (28.0 \times 10^3 \text{ PSI})(0.4375 \text{ in})(0.0508 \text{ in})$$

$$P = 622.3 \text{ Lb}$$

Estampado

$$P = \frac{TS_T}{R} \quad (7)$$

$$T = 0.0508 \text{ in}$$

$$S_T = 50.0 \times 10^3 \text{ PSI}$$

$$R = 0.0625 \text{ in}$$

$$P = \frac{(0.0508 \text{ in})(50.0 \times 10^3 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2})}{0.0625 \text{ in}}$$

$$P = 40640 \text{ PSI}$$

Primer doblez (88°)

$$P = \frac{1.33LS_T T^2}{w} \quad (8)$$

$$S_T = 50.0 \times 10^3 \text{ PSI}$$

$$T = 0.0508 \text{ in}$$

$$L = 0.0961 \text{ in}$$

$$W = 0.4375 \text{ in}$$

$$K = 1.33$$

$$ISSN 2523-6830$$

$$ECORFAN \text{®} \text{ Todos los derechos reservados}$$

$$P = \frac{1.33(0.0961 \text{ in})(50.0 \times 10^3 \text{ PSI})(0.0508 \text{ in})^2}{0.4375 \text{ in}}$$

$$P = 69.704 \text{ Lb}$$

Segundo Doblez (31°)

$$P = \frac{1.33LS_T T^2}{w} \quad (9)$$

$$S_T = 50.0 \times 10^3 \text{ PSI}$$

$$T = 0.0508 \text{ in}$$

$$L = 0.5548 \text{ in}$$

$$W = 0.4375 \text{ in}$$

$$K = 1.33$$

$$P = \frac{1.33(0.5548 \text{ in})(50.0 \times 10^3 \text{ PSI})(0.0508 \text{ in})^2}{0.4375 \text{ in}}$$

$$P = 217.624 \text{ Lb}$$

En la tabla 1 se muestra un concentrado de las fuerzas requeridas para el conformado del "Contacto Auxiliar".

Proceso de conformado	Fuerza (lb)
Barreno de Ø0.128"	571.981
Corte de chaflán a 45°	314.308
Corte de material (Desprendimiento)	622.3
Primer doblez (88°)	69.704
Segundo doblez (31°)	217.624

Tabla 1 Fuerzas requeridas para el proceso de conformado

Determinación del modelo conceptual

Una vez que se realizó la investigación documental y de campo, se determinó el modelo conceptual final del troquel progresivo. Ver Figura 7.

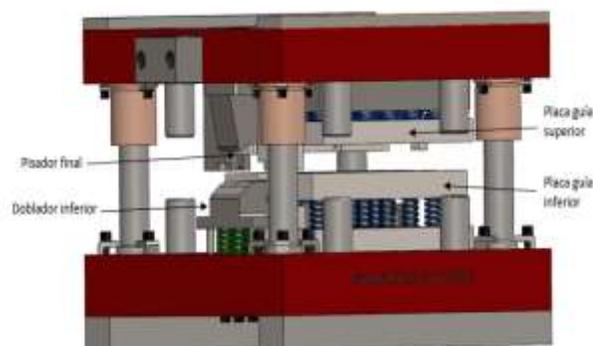


Figura 7 Modelo del troquel progresivo

Desarrollo de la ingeniería de detalle

En esta etapa se desarrollaron los planos de fabricación (véase gráfico 9), para determinar las dimensiones y se realizó la lista de materiales y el despiece de la misma, como muestra de ensamble. Ver Figura 8 y 10.

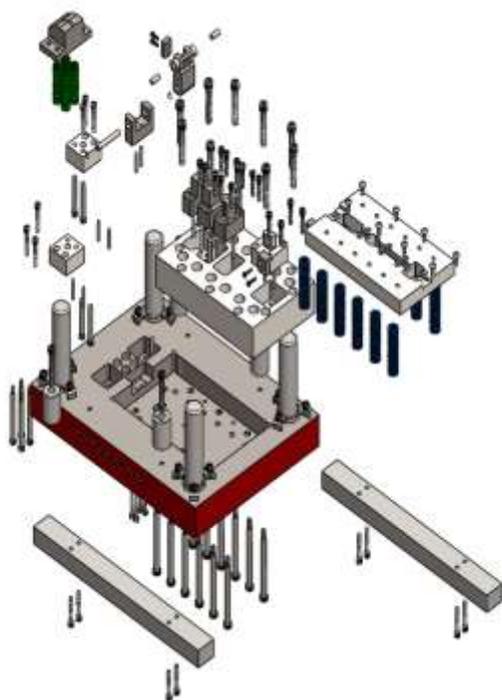


Figura 8 Vista explosionada de la parte inferior, troquel progresivo

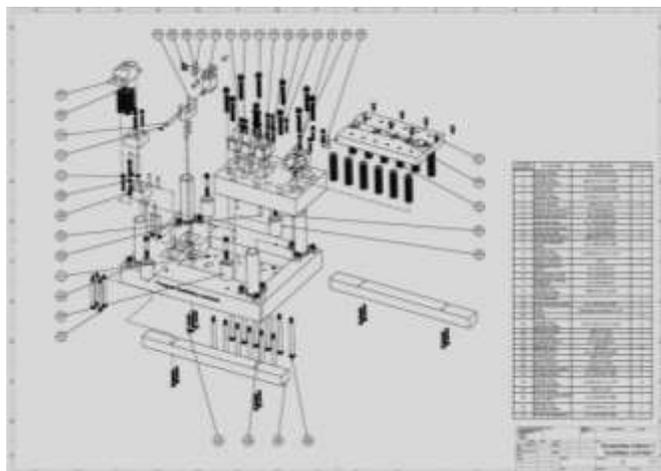


Figura 9 Plano vista explosionada de la parte inferior, troquel progresivo

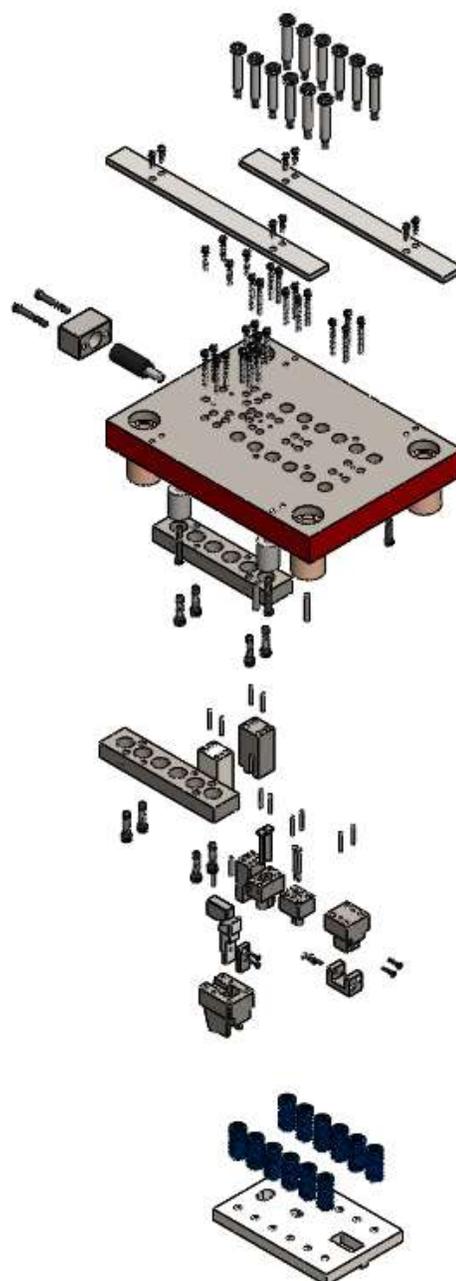


Figura 10 Vista explosionada de la parte superior, troquel progresivo

Con un total de 72 piezas modeladas para su fabricación.

Resultados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de este proyecto. En primer lugar, se detalla el análisis de elemento finito realizado a las piezas críticas y se detallan los pasos que realiza el troquel progresivo durante el conformado de la pieza.

Selección de material

Para obtener los resultados de deformación y resistencias de las piezas se seleccionaron los materiales de acuerdo a la norma ANSI B94.14-1968. Ver tabla 2.

Pieza	Material
Punzón de nervio	AISI SAE 4140 T
Punzón de doblez	AISI SAE A2
Doblador móvil y corte	AISI SAE A2
Doblador inferior	AISI SAE 4140 T
Matriz corte de triángulo	AISI SAE A2
Punzón de barrenos	AISI SAE A2

Tabla 1 Lista de materiales de piezas críticas a evaluar

Teniendo estos datos del material se procede a verificar el diseño de las piezas críticas.

Verificación del diseño

Mediante el software de SolidWorks se resolvieron todas las ecuaciones diferenciales que enlazan la geometría de piezas, la estabilidad y sus propiedades constitutivas (método de elemento finito). Se obtienen los siguientes resultados en tensiones.

La validación se realiza en base a la tensión máxima del material contra la fuerza aplicada durante el conformado en cada una de las anteriores y corroborar que soporten la carga aplicada para su correcto funcionamiento.

Análisis de elemento finito a matriz de triángulo

El siguiente análisis fue realizado al conjunto que forma la matriz de corte de triángulo. El conjunto incluye la matriz de triángulo I y la matriz de triángulo II. Los anteriores realizan el corte de chaflán a 45°. La fuerza requerida para un corte es de 314.308 lb; la matriz hace dos cortes e incorporando un factor de 1.5, la fuerza de análisis será de 942.924 lb.

En la Figura 11 se muestra la distribución de esfuerzos. La fuerza fue aplicada sobre la parte superior en color verde. La tensión mínima es de 1.67 PSI (zona azul) y la tensión máxima de 1,641.59 PSI (zona roja), con un límite elástico de 229,000 PSI, por lo tanto, soportará la carga de trabajo.

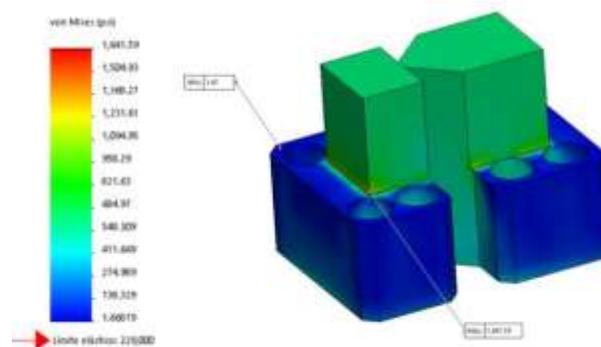


Figura 11 Distribución de esfuerzos resultante en matriz de corte triángulo

Análisis de elemento finito a doblador móvil y corte

El doblador móvil y corte realiza dos procesos de conformado: doblez y corte; en este análisis solo se incluye el proceso de doblez. La fuerza implicada es la calculada para el primer doblez (88°), para este análisis se toma la fuerza con un factor de seguridad de 1.5, quedando en 104.556 lb. En la Figura 12 se presenta la distribución de esfuerzos resultante en el doblador móvil y corte.

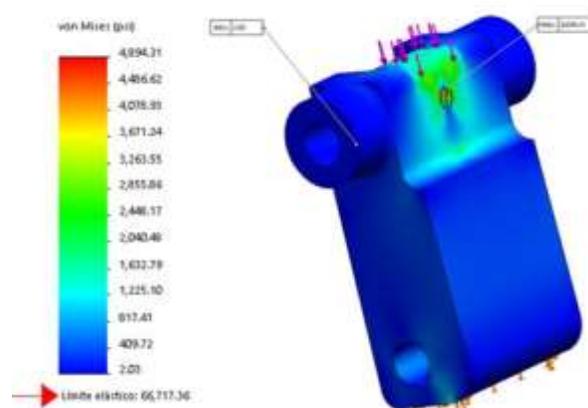


Figura 12 Distribución de esfuerzos resultante en el doblador móvil y corte

La sujeción fija se realizó sobre la parte inferior (flechas naranjas) y la fuerza fue aplicada sobre la parte superior (flechas rosas), con esto se obtuvo una tensión mínima de 2.03 PSI (zona azul) y una tensión máxima de 4,894.31 PSI, el límite elástico del material es de 66,717.36 PSI; por lo tanto, la pieza soporta las cargas de trabajo.

Análisis de elemento finito al doblador inferior

La fuerza aplicada en este análisis es igual a la fuerza para el segundo doblado (31°), aplicando un factor de seguridad de 1.5, la fuerza de estudio será de 326.436 lb. En la Figura 13 se muestra la distribución de esfuerzos resultante del doblador inferior.

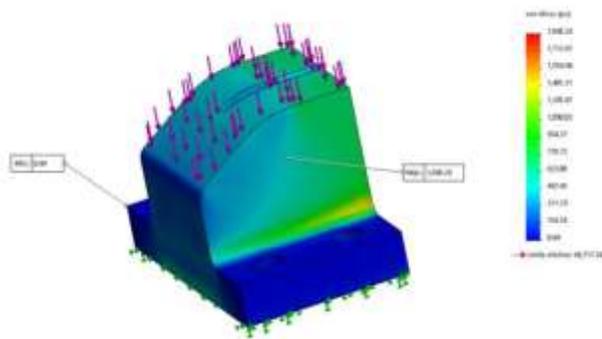


Figura 13 Distribución de esfuerzos resultante en el doblador inferior

Como se observa la tensión mínima es de 0.49 PSI (zona azul) y la tensión máxima es de 1868.26 PSI, cuyo límite elástico del material es de 66,717.36 PSI; por lo tanto, la pieza soportará las cargas de trabajo.

Análisis de elemento finito a punzón de nervio

Se efectúa una presión de trabajo de 48,973 PSI. En la Figura 14 se muestra la distribución de esfuerzos resultante en el punzón de nervio. La tensión mínima es de 0 (zona azul) y la máxima de 57,088.24 PSI, el límite elástico es de 229,000 PSI, por lo tanto, soporta la carga de trabajo.

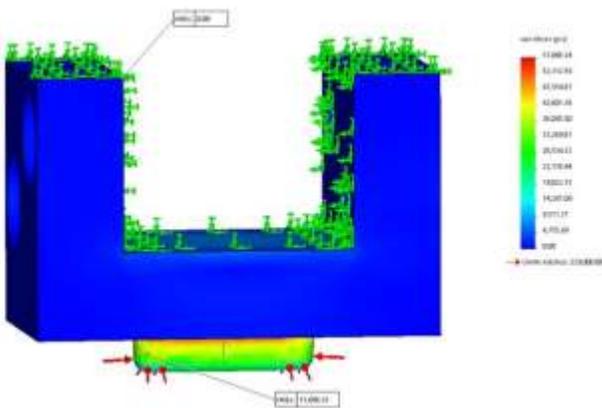


Figura 14 Distribución de esfuerzos resultante en el punzón de nervio

Análisis de elemento finito a punzón de barrenos de Ø0.128”

La fuerza para este proceso es igual a 571.981 lb; aplicando un factor de seguridad de 1.5, la fuerza será de 857.97 lb. Para este estudio se utilizará la fuerza con un factor de seguridad de 1.5, en la Figura 15 se muestra la distribución de esfuerzos resultante.

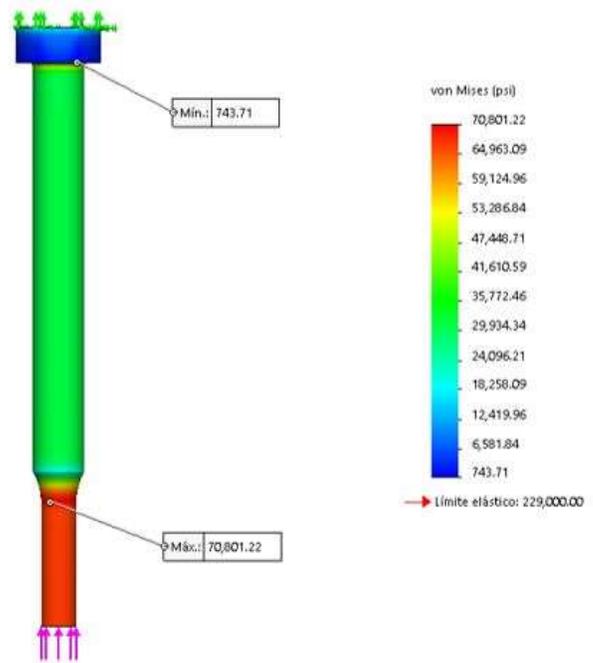


Figura 15 Distribución de esfuerzos resultante en el punzón de barrenos de Ø 0.128”

Como se observa, la tensión mínima es de 743.71 PSI (zona azul) y la tensión máxima de 70,801.22 PSI (zona roja), el límite elástico del material es de 229,000 PSI; por lo tanto, soportará la carga de trabajo.

Análisis de elemento finito a punzón de doblado 88°

Para el siguiente análisis se aplicó la fuerza para el primer doblado (88°), con un factor de seguridad de 1.5 siendo la fuerza de estudio igual a 104.556 lb. En la Figura 16 se muestra la distribución de esfuerzos resultante en el punzón de doblado 88°.

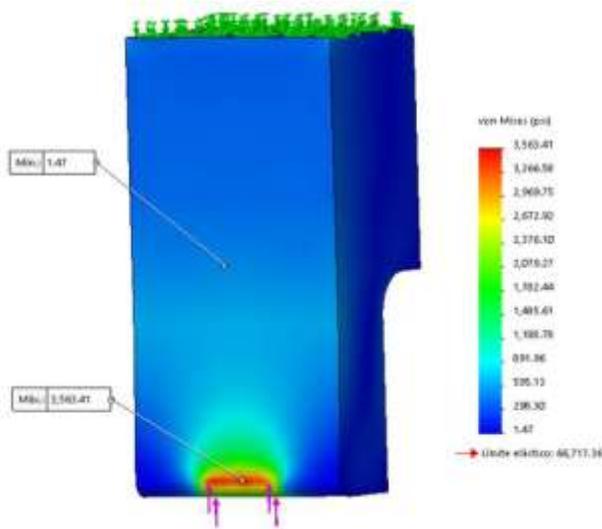


Figura 16 Distribución de esfuerzos resultante en el punzón de doblez 88°

La tensión mínima es de 1.47 PSI (zona azul) y la tensión máxima de 3,563.41 PSI (zona roja), el límite elástico del material es de 66,717.36 PSI; por lo tanto, funcionará en condiciones de trabajo.

Funcionamiento

El herramental está diseñado para realizar la pieza “contacto auxiliar” en seis pasos. Los pasos que se realizan, son los siguientes:

- Paso 1: Embutido (nervio)
- Paso 2: Barrenado
- Paso 3: Corte de chaflanes a 45°
- Paso 4: Primer doblez (88°)
- Paso 5: Desprendimiento del material (corte)
- Paso 6: Segundo doblez (31°)

La solera de cobre inicia el viaje en la placa guía inferior, esto se puede apreciar (ver Figura 17), así mismo cabe señalar que el material no saldrá de la placa guía inferior, ya que se le adicionaron cuatro pares de tornillos cabeza de botón, que servirán como retén de la solera.

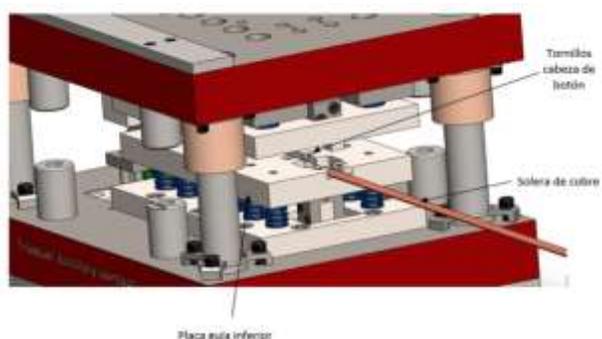


Figura 17 Entrada del material al herramental

El pisado se lleva a cabo con la placa guía inferior y superior, el pisador final y el doblador inferior; en la Figura 18 se muestra la ubicación de los anteriores en el herramental.

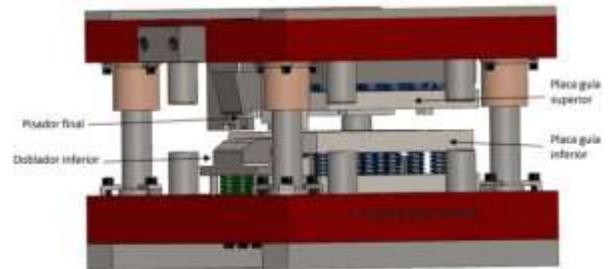


Figura 18 Elementos de sujeción en el herramental

A Continuación, se detalla el proceso de conformado.

Paso 1. Embutido (nervio)

En esta etapa se realiza el nervio que lleva la pieza “contacto auxiliar”, este se ilustra en la Figura 19.

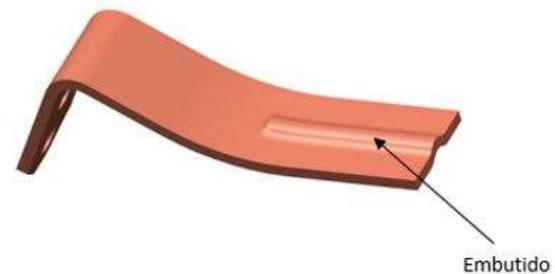


Figura 19 Embutido en pieza “contacto auxiliar”

La Figura 20 muestra como interactúan los componentes anteriores con la solera de cobre.

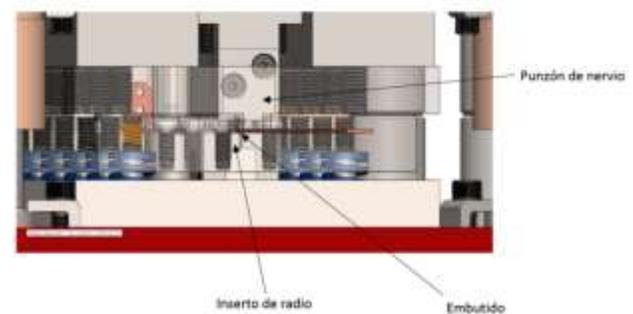


Figura 20 Embutido nervio

Paso 2. Barrenado

El “contacto auxiliar incluye dos barrenados, ver Figura 21.

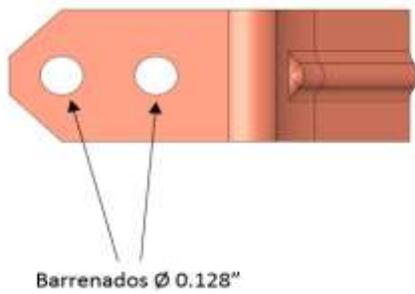


Figura 21 Barrenado en pieza

Los encargados de realizar este proceso son los dos punzones de $\text{Ø } 0.128''$ y la matriz de barrenado $\text{Ø } 0.128''$. Este proceso se lleva a cabo después de haberse realizado el primer paso. La figura 78 esquematiza la interacción de los dos punzones con la matriz para realizar este corte.



Figura 22 Proceso de barrenado

Paso 3. Corte de chaflanes a 45°

El "contacto auxiliar" requiere dos cortes de chaflanes a 45° ver Figura 23.



Figura 23 Chaflanes a 45° en pieza "contacto auxiliar"

Para hacer los chaflanes a 45° en la pieza, se hace uso de dos punzones cuya forma da el corte necesario y una matriz compuesta por la matriz de corte de triángulos I y II, como se mencionó anteriormente. En el Figura 24 se observa la operación realizada.



Figura 24 Proceso de corte de chaflanes a 45°

Paso 4. Primer dobléz (88°)

Este dobléz es realizado mediante un doblador móvil con dos pernos que se incluyen en las orejas y dos guías en la parte superior del herramental; estas dos últimas tienen mecanizada la ruta a seguir por los pernos incrustados en el doblador móvil y corte. Véase Figura 25.



Figura 25 Doblez a 88° en pieza "contacto auxiliar"

En primera estancia se coloca en posición a 90° el doblador móvil y corte, y se mantiene en esta posición hasta un momento en el cual el herramental casi termina todos los pasos, antes de llegar al final de la carrera, el doblador móvil y corte hace un cierre a 88° , para hacer el conformado a 88° en la pieza, con el punzón de dobléz a 88° .

En la Figura 26 se muestra la ubicación del proceso mencionado, así como la ubicación de los elementos involucrados.

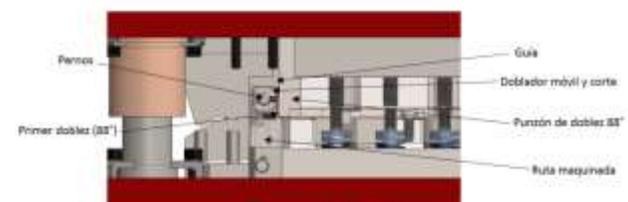


Figura 26 Proceso dobléz a 88°

Paso 5. Desprendimiento del material (corte)

El material se corta en el antepenúltimo paso. Para desprender la pieza primero llega el pisador final con su inserto de corte, que se encuentran encajonados en el punzón de dobléz con radio, y hacen contacto con el doblador inferior; posteriormente la placa guía superior hace contacto con la placa guía inferior, con la finalidad de hacer sujeción a la pieza previo a realizar la operación. Antes de que haga contacto el inserto del pisador, el doblador móvil se pone en posición (90°) por medio de las guías, como se explicó en la operación anterior.

Por medio de los insertos de corte que se incluyen en el pisador con corte y el doblador móvil y corte, se realiza el proceso de desprendimiento del material.

Por las condiciones de trabajo, para que el pisador con corte se mantenga rígido al momento de llevar a cabo la operación, se hace uso de una leva y un cilindro de nitrógeno, este último hace la función de comportarse como un sólido. En la Figura 27 se ilustra la ubicación del desprendimiento del material y de los componentes que lo llevan a cabo.

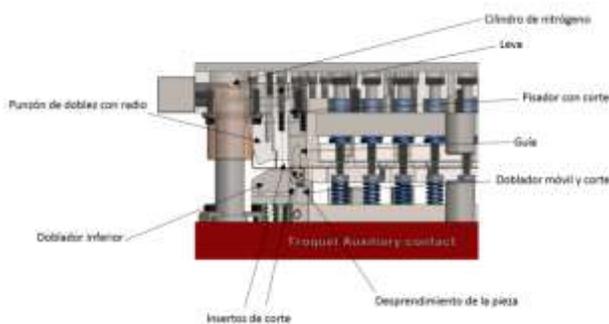


Gráfico 27 Proceso de desprendimiento del material

Como se observa, una vez que el proceso de corte es finalizado, se comienza a comprimir el doblador inferior, esto se debe a que también tiene un sistema flotante, para encontrarse al mismo nivel que la placa guía inferior y permitir que la solera avance en la misma línea.

Paso 6. Segundo doblaz (31°)

Al tener la pieza desprendida se comienza el segundo doblaz, éste se realiza por medio del doblador inferior y el punzón de doblaz con radio.

Antes del conformado, la pieza viaja de manera vertical descendente sobre el doblador inferior sujeto con el pisador con corte, esto se debe a las condiciones del cilindro.

El comportamiento de cilindro se menciona en el apartado anterior. Para que el vástago del cilindro se comprima, la presión debe de ser mayor a la presión máxima de trabajo por parte del cilindro.

El vástago del cilindro se retrae a 350 lb. Por lo tanto, el conformado final se dará hasta que el doblador inferior haga coincidencia con la zapata inferior.

El funcionamiento del doblador inferior es igual al de la placa guía inferior, este se encuentra en un sistema flotante, por medio de cuatro resortes verdes y cuatro tornillos guía. Para dar soporte al doblador inferior, se le adicionaron cuatro tornillos guías modificados. Ver Figura 28 se muestra la posición del proceso descrito y los elementos que interaccionan.

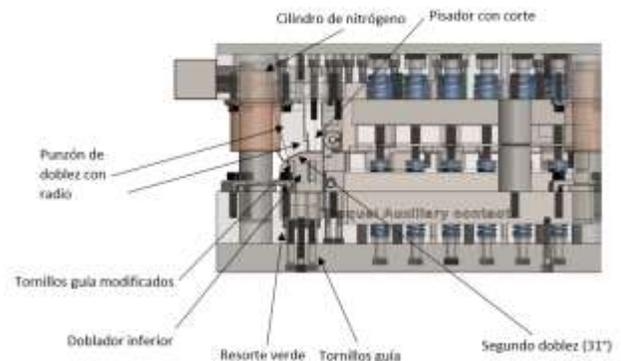


Gráfico 28 Proceso de segundo doblaz 31°

Conclusiones

El troquel progresivo diseñado cumplirá con los requisitos de producción de la pieza “contacto auxiliar”. La validación del diseño se realizó mediante el análisis de elemento finito en el software de Solidworks, por lo cual se garantizará a funcionalidad del herramental, aun cuando los componentes críticos estén sometidos a cargas derivadas de los procesos de conformado.

El modelado en 3D, también realizado en el mismo programa, permitió verificar las posibles interferencias en el diseño, las cuales fueron descartadas.

Por medio de los planos generados, se facilitará el maquinado del herramental completo.

Todas las piezas son de fácil fabricación mediante maquinado en fresadora y torno. Cabe destacar que las piezas de constante fatiga, se les ha agregado un sobre material, con el objetivo de poder ser rectificadas y dar mayor vida a los componentes.

Referencias

AMAR, K. (2013). Introduction to finite element analysis using Matlab and Abaqus. Boca Raton: CRC Press.

Arnold, J. (first edition) (1980). Library of Congress Catalog Card Number: A-694197, Pan-American Copyright Conventions.

BEER, F., RUSSELL, J., & D. MAZUREK. (2010). Mecánica de materiales. México: Mc Graw Hill.

Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2008). Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. México: Mc Graw Hill.

HIBBELER, R. C. (2010). Mecánica de materiales. México, D.F.: Ed. Prentice Hall.

MOTT, R. L. (2006). Diseño de elementos de máquinas. México: Pearson Education.

NORTON, R. L. (2004). Diseño de Maquinaria. Síntesis y Análisis de Máquinas y Mecanismos. México: Mc Graw Hill.

Oehler-Kaiser, G. (1977). Herramientas de troquelar, estampar y embutir, Editorial Gustavo Gili. 6a. ed. Barcelona.

SHIH, R. H. (2012). Introduction to finite element using Solidworks Simulation 2012. SDC Publications.

Wilson, F. W. (second edition) (1965). Die Design Handbook. New York, United States of America: McGraw-Hill, Inc.

Destilación solar para la recuperación del catalizador KOH del agua de lavado de biodiesel y el subproducto agua destilada

Solar distillation for the recovery of the KOH catalyst from the biodiesel washing water and the by-product distilled water

PÉREZ-BRAVO, Sheila Genoveva†, DELGADO-HERNÁNDEZ, Xochitl Samantha, BAUTISTA-VARGAS, María Esther* y HERNÁNDEZ-SANCHEZ, Adán

Universidad Politécnica de Altamira, Nuevo Libramiento Altamira KM3 Santa Amalia, Altamira, Tamaulipas, México. CP 89602

ID 1^{er} Autor: *Sheila Genoveva, Pérez-Bravo* / ORC ID: 0000-0001-5333-3763, Researcher ID Thomson: I-5924-2018, CVU CONACYT ID: 728001

ID 1^{er} Coautor: *Xochitl Samantha, Delgado-Hernández* / ORC ID: 0000-0001-6103-1650, Researcher ID Thomson: L-1143-2018, CVU CONACYT ID: 828822

ID 2^{do} Coautor: *María Esther, Bautista-Vargas* / ORC ID: 0000-0002-0857-3888, Researcher ID Thomson: K-8125-2018, CVU CONACYT ID: 380282

ID 3^{er} Coautor: *Adán, Hernández-Sánchez* / ORC ID: 0000-0001-6431-5229, Researcher ID Thomson: S-7967-2018, CVU CONACYT ID: 176275

Recibido 23 de Junio, 2018; Aceptado 12 de Agosto, 2018

Resumen

En la búsqueda de la implementación de biocombustibles tales como el biodiesel, la principal limitante es un precio competitivo con el petrodiesel, una alternativa a la reducción de los costos de producción de dicho biocombustible es la recuperación del catalizador alcalino KOH utilizado en el proceso por su alto rendimiento de conversión, la desventaja de esta catálisis homogénea, es su arrastre en los productos al término de la conversión, es necesaria la etapa de purificación para evitar la corrosión de los vehículos automotores, generalmente se hace mediante lavados con agua destilada, el método propuesto es la destilación solar como alternativa al tratamiento del efluente, mediante un prototipo de doble vertiente se demuestra que es posible la recuperación diaria de 0.95 gr del álcali y 1.13 L del agua destilada, significando un doble ahorro económico en los costos de las materias primas requeridas en el proceso de producción del biodiesel.

Biodiesel, Recuperación, Destilación

Abstract

In the search for the implementation of biofuels such as biodiesel, the main limitation is a competitive price with the petrodiesel; An alternative to reducing the production costs of this biofuel is the recovery of the alkaline KOH catalyst used in the process due to its high conversion efficiency, the disadvantage of this homogeneous catalysis, is its drag on the products at the end of conversion. The stage of purification is necessary to avoid the corrosion of the automotive vehicles, generally it is done by means of distilled water washes, the proposed method is the solar distillation as an alternative to the treatment of the effluent, by means of a prototype of double slope it is demonstrated that it is possible the daily recovery of 0.95 gr of the alkali and 1.13 L of the distilled water, meaning a double economic saving in the costs of the raw materials required in the biodiesel production process.

Biodiesel, Recovery, Distillation

Citación: PÉREZ-BRAVO, Sheila Genoveva, DELGADO-HERNÁNDEZ, Xochitl Samantha, BAUTISTA-VARGAS, María Esther y HERNÁNDEZ-SANCHEZ, Adán. Destilación solar para la recuperación del catalizador KOH del agua de lavado de biodiesel y el subproducto agua destilada. Revista del Diseño Innovativo. 2018, 2-4: 25-30

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: esther.bautista@upalt.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En la actualidad la demanda energética aumenta cada día más, así como el precio de los combustibles fósiles, la alternativa químicamente viable a la sustitución del diésel es el biodiesel, las principales desventajas por las cuales no es competitivo económicamente es su mayor precio, el cambio climático es otro tema de gran importancia en nuestra sociedad. Una manera de lograr satisfacer la demanda energética sin emisiones de gases de efecto invernadero, es por medio de la utilización de fuentes de energía renovable, como la energía solar y los biocombustibles. Sin embargo, durante cualquier actividad o proceso que realice el ser humano, es imposible no dejar una huella ecológica.

El biodiesel es una alternativa sustentable para reemplazar el combustible diésel de los motores de auto ignición ya sea usado total o parcialmente sin requerir una modificación sustancial de los mismos; este biocombustible es considerado como amigable para el medio ambiente (Avellaneda F., 2010).

Se define como los ésteres monoalquílicos de aceites vegetales o grasas animales. Las propiedades de los aceites varían con la ubicación donde se cultiva la semilla oleaginosa, otras fuentes tales como aceites reciclados están ganando continuamente interés, es importante poseer datos sobre cómo los diferentes perfiles de ácidos grasos de las diferentes fuentes pueden influir en las propiedades del combustible final.

Las propiedades de los diversos ésteres grasos individuales que comprenden los aceites determinan las propiedades globales del biodiesel final (Knothe G., 2005).

A nivel químico la obtención del Biodiesel se realiza básicamente mediante una reacción de transesterificación a partir de un aceite vegetal junto con un alcohol de cadena corta, principalmente metanol, en presencia de catalizador, ácido o básico según la tecnología empleada, obteniéndose como productos de la reacción los ésteres metílicos y el glicerol (utilizable como producto secundario).

Posteriormente, se realiza un proceso de separación donde se forman dos fases: la superior (biodiesel) y la inferior (glicerol); finalmente se realiza el lavado o purificación de la fase éster, en la cual se arrastran las trazas de metanol y de catalizador para pasar a ser un desecho. (López L., 2015). Siendo este paso muy importante para evitar los depósitos no deseables, en el proceso de combustión en los motores diésel.

El catalizador hidróxido de potasio (KOH, potasa cáustica), de grado industrial, en escamas o en perlas es el catalizador preferido, ya que presenta ventajas al momento de disolverlo en el alcohol: favorece una transformación más completa del aceite en biodiesel, en caso de que se desee purificar la glicerina para su venta. Usualmente el agua de lavado residual es almacenada en contenedores para evitar su contacto con el medio ambiente, sin embargo, es posible el tratamiento de esta agua con diversos métodos como fitorremediación, algunos procesos químicos o incluso destilación solar. La destilación constituye el método más frecuente para la purificación de líquidos (Molina *et.al.*, 1991).

La cantidad por aplicar de catalizador depende de la acidez del aceite a tratar. Tanto el NaOH como el KOH son corrosivos para diversos materiales, y resultan irritantes para la piel y las mucosas nasales (Acosta F., 2008).

La etapa de purificación del biodiesel es esencial para la eliminación del catalizador, otra técnica es lavar el biodiesel con el 5% en volumen de agua a 60°C por medio de un sistema de burbujeo de aire, se deja separar por 24 horas y se decanta; se repite este lavado hasta que el pH del agua descartada sea cercano al neutro para garantizar principalmente la remoción del catalizador (Hincapié-Mejía G., 2011).

La cantidad de catalizador que se debiera encontrar en el agua de lavado es una proporción de 3.5gr por cada 3L de agua de lavado, cuando el biodiesel es producido por la transesterificación de aceite nuevo, cuando se utiliza aceite vegetal usado se utiliza mayor cantidad en el proceso.

Evidentemente el agua con que se lava el biocombustible es agua destilada, la cual se obtiene utilizando generalmente energía convencional en destiladores eléctricos, y en algunos casos condensando vapor de agua obtenido directamente de calderas, proceso que se realiza consumiendo gran cantidad de energía, ya sea eléctrica en los destiladores o petróleo en las calderas, esta etapa de purificación involucra un gasto más en el proceso de producción del biodiesel.

El agua obtenida de este tratamiento, es decir, el agua de lavado de biodiesel puede utilizarse para la recuperación de catalizador (KOH) y agua destilada utilizando destiladores solares, ya que estos tienen la cualidad de evaporar el agua que se encuentra almacenada en la superficie del contenedor y condensar en forma de gotas por las paredes.

Los destiladores multietapa son capaces de producir agua potable con un consumo energético inferior, pero involucran la utilización de tecnologías relativamente complicadas y de considerable costo. En general, el uso a nivel mundial de sistemas de destilación a pequeña escala se ha centrado en los equipos de tipo invernadero, dado por la sencillez de construcción y operación de estos destiladores solares, consisten en una bandeja oscura, usualmente de poca profundidad, donde se coloca el agua a destilar expuesta a la radiación solar. Ésta se absorbe en dicha bandeja, calienta y evapora el agua, quedando las sales concentradas en el fondo. El agua evaporada se condensa en la cubierta de vidrio, escurre por ella y se recoge en canales que la llevan al exterior donde se colecta (Fonseca-Fonseca S., 2009).

Es necesario tener en cuenta que el Sol, para un observador situado en la Tierra, sigue una trayectoria circular a través del firmamento, alcanzando su punto más alto al mediodía y su posición en el firmamento queda descrita mediante dos variables angulares: la altura solar y el acimut solar. El cálculo preciso de estas variables depende fundamentalmente de tres parámetros: la latitud del lugar, la declinación y el ángulo horario. La declinación define la posición angular del Sol al medio día solar, es decir, en el momento en que el Sol está más alto en el firmamento con respecto al plano del Ecuador (Huezo F., 2013).

El tener en cuenta esto es de gran relevancia cuando se requiere del aprovechamiento de la radiación solar ya que dependiendo del lugar y de donde sea localizado el destilador solar, el potencial de radiación varía. En Tamaulipas se cuenta con una radiación solar promedio de 4.8 kWh/m^2 .

El producto principal a obtener, partiendo del agua de lavado de biodiesel, es el catalizador (KOH) potasa, este producto al utilizar el destilador solar es contenido en el fondo del contenedor, una vez que se ha evaporado el agua se observa un polvo blanco, al mismo tiempo que se obtiene agua destilada, obteniendo así el ahorro en dos reactivos utilizados en el proceso de producción de biodiesel, gracias a la irradiación solar que existe de la zona, la radiación solar es muy importante ya que determinará la fiabilidad del uso de destiladores solares.

Esta es la fuente de energía básica para procesos tales como evaporación, transpiración, calentamiento del suelo y capas bajas de la atmósfera, crecimiento y producción en vegetales, y formación de vientos locales. (Fonseca-Fonseca S., 2009).

En la zona de Altamira, Tamaulipas, la irradiación solar promedio es $5.18 \text{ kWh/m}^2 \text{ día}$, siendo la mínima de $3.327 \text{ kWh/m}^2 \text{ día}$ en el mes de diciembre y la máxima $6.782 \text{ kWh/m}^2 \text{ día}$ en el mes de mayo.

La destilación solar es uno de los mejores métodos de purificación del agua, la presente investigación plantea usar la destilación para recuperar el catalizador KOH del agua de lavado de biodiesel, en un destilador solar, obteniendo así dos productos en el mismo proceso sin incrementar el gasto económico, y disminuyendo la huella ecológica del proceso de producción del biocombustible.

La principal barrera para el uso de los bioenergéticos es su falta de competitividad económica, es necesario reducir los costos de producción, sin perder el sentido de la prevención de la contaminación ambiental, en esta investigación demostramos la hipótesis de que es posible recuperar el catalizador del agua de lavado de biodiesel mediante destilación solar, el prototipo diseñado tiene un periodo corto de recuperación de la inversión.

Metodología a desarrollar

Diseño y fabricación

Se construye el prototipo de destilador solar de doble vertiente, con cuatro canaletas de recolección de agua destilada, de 50 cm x 80 cm, con una bandeja de 5 cm de altura., una de las vertientes tiene la característica de una ventana, diseñada para abrirse completamente con la intención de servir para la carga del agua de lavado y descarga del catalizador KOH recuperado.



Figura 1 Destilador solar
Fuente: Elaboración propia

Destilación

La materia prima agua de lavado del biodiesel se obtiene lavando biodiesel producido anteriormente en otra investigación, en una relación 1:3, biodiesel: agua destilada, se realiza un pre-tratamiento, utilizando un filtro de algodón como trampa de ésteres para prevenir el arrastre de estos en la etapa de destilación.

Se realiza la carga diaria de 3 litros de agua de lavado de biodiesel filtrada para su exposición a la radiación solar en el transcurso del día, el destilador está ubicado en el área de Laboratorios y Talleres 2, de la Universidad Politécnica de Altamira, Tamaulipas.

Resultados

En esta investigación se comprueba que la zona cuenta con un potencial solar suficiente para destilar la carga de 3 L alimentada al prototipo, los resultados se presentan en la Tabla 1.

En el cual se observa que en tres ocasiones no fue necesario alimentar agua de lavado de biodiesel, esto debido a las condiciones climatológicas presentes en la zona, que evitaron la evaporación total de la carga anterior.

Prueba	Carga (L)	Agua destilada (L)	Catalizador (gr)
1	3	1.4	0.9876
2	3	1.5	0.9965
3	3	1.5	0.9020
4	3	0.8	0
5	0	0.745	0.8782
6	3	1.4	0.8965
7	3	0.6	0
8	0	0.835	0.9541
9	3	0.92	0
10	0	0.5	0.8763
11	3	1.6	1.1865
12	3	1.4	0.8436
13	3	1.5	0.9823

Tabla 1 Recuperación
Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la investigación muestran que es posible la recuperación del catalizador KOH y Agua Destilada, obteniendo en promedio 0.95 gr del catalizador y 1.13 L de agua destilada.

El KOH obtenido es un polvo blanco higroscópico con densidad de 2.09 g/cm³, correspondiente a las características fisicoquímicas del producto original, sólido blanco en escamas, higroscópico con densidad de 2.04 g/cm³, al agua destilada se le midió el pH, siendo 7 el resultado, indicador de agua neutra, es decir, libre de catalizador, sus propiedades organolépticas son líquido incoloro e inodoro.

El precio de 500gr de KOH es de \$374 +IVA, y el precio de 20 L de agua destilada es de \$270 +IVA cotizado con un conocido proveedor de reactivos de laboratorio en Tampico, México.

Considerando los resultados promedio y el costo de los productos, el ahorro diario de KOH es de \$0.82 y \$17.70 M.N en agua destilada. El prototipo de destilador solar tuvo un costo de \$1, 600 M.N. Se determina el periodo de recuperación con la ecuación 1.

$$P. R. = \frac{\text{costo del equipo}}{\text{ahorro de productos}} \quad (1)$$

Donde se tiene un periodo de recuperación inferior a 3 meses. (Ecuación 2)

$$P.R. = \frac{1600}{(0.82+17.70)*365} = 0.236 \text{ años} \quad (2)$$

Agradecimiento

Al Laboratorio de energías renovables de la Universidad Politécnica de Altamira, a los colaboradores Sánchez Benavides Carlos Osvaldo y Hernández Hernández Bryan Azael.

Conclusiones

Se comprueba que la destilación solar es un método de obtención de agua destilada y recuperación del catalizador KOH utilizado en el proceso de transesterificación de triglicéridos, y desechado en la etapa de purificación del biodiesel obtenido, es un método limpio ya que utiliza el recurso renovable solar térmico, y una excelente alternativa al tratamiento del efluente agua de lavado de biodiesel, previniendo un impacto ambiental, permitiendo doble ahorro económico en el costo del catalizador y agua destilada, el periodo de recuperación es una herramienta que permite evaluar la viabilidad de un proyecto, es este caso, se demuestra que es viable económicamente, el periodo de recuperación es de 0.236 años, el cual es inferior a los tres meses.

El prototipo diseñado y fabricado es capaz de recuperar el catalizador KOH y producir agua destilada a partir de un desecho, con sólo un aporte de energía solar, la cual es abundante y gratuita, el uso de esta técnica contribuiría a la disminución de costos y disminución de impacto ambiental en la producción del biodiesel, contribuyendo al beneficio social, es decir, al desarrollo sustentable.

Recomendaciones

Se observó una pérdida de volumen de agua, posiblemente debido a fugas en la parte superior que no fueron detectadas a tiempo, al incrementar la superficie del destilador solar se concentraría una mayor energía radiante para obtener mejores resultados, o bien, utilizar un destilador multiefecto a pesar de requerir una mayor inversión.

Referencias

Acosta, F. C. (2008). Manual de construcción y uso de reactor para producción de biodiésel a pequeña escala. *Soluciones practicas*, 54.

Avellaneda, F. (2010). Producción y caracterización de biodiesel de palma y de aceite reciclado mediante un proceso batch y un proceso continuo con un reactor helicoidal. Ph.D. Thesis, Departament d'Enginyeria Química, Universitat Rovira i Virgili.

Armendáriz, S. I.-G.-M. (2003). Comportamiento isotérmico de la precipitación salina en un destilador solar experimental. *Revista de la Sociedad Química de México*, 47(3), 287-294.

Bravo, J. L. (2000). Relaciones entre la magnitud del valor máximo de ozono, la radiación solar y la temperatura ambiente en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 16(2), 45-54.

Chavez, S., (2015), Diseño, construcción y evaluación experimental y exergética de un destilador solar, D.F., México, Instituto Politécnico Nacional.

Fonseca Fonseca, S. B. (2009). Andión Torres, R., Perdomo Miranda, E., & Fernandez Parra, M. I. (2009). Análisis Exergetico del destilador solar de bandeja de fibra de vidrio. *Tecnología Química*, 29(3).

Fuentes Díaz, M. G. (2006). Destilación solar tubular una opción para obtener agua potable a partir de aguas salobres para comunidades rurales. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: investigación, desarrollo y práctica*, 1(3).

García Noriega Nieto, F. (1998). *Diseño y fabricación de dos calentadores solares autocontenidos y un destilador solar*. Mexico: Secretaria de desarrollo urbano y ecología/ Instituto SEDUE.

García Pérez, J., García Lara, C., Nájera Aguilar, H., Vera Toledo, P., & Vázquez Sánchez, R. (2017). Desarrollo y caracterización de un destilador solar para su aprovechamiento en el tratamiento de agua contaminada. *Lacandonia*, 4(2), 71-78.

Garrido, S. L. (2010). Instalación de destiladores solares en el noreste de la provincia de Mendoza—transferencia vs. adecuación socio-técnica. En S. L. Garrido, *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* (págs. 14, 33-39).

Hincapié-Mejía, G. M. (2011). Fotocatálisis heterogénea y foto-Fenton aplicadas al tratamiento de aguas de lavado de la producción de biodiesel. En G. M. Hincapié-Mejía, *Información tecnológica* (págs. 33-42).

Huezo F. R., Morán J.I. (2013). Diseño, construcción y validación de un destilador solar para uso en los laboratorios de la planta piloto de la escuela de ingeniería química, San Salvador, El Salvador, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

Knothe, G. (2005). Dependence of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters. En G. Knothe, *Fuel processing technology* (págs. 86(10) 1059-1070).

López L., Bocanegra J. y Malagón-Romero D., (2015), Obtención de biodiesel por transesterificación de aceite de cocina usado, Bogotá, Colombia, Universidad Santo Tomás.

Marchesi, J. D. (2007). Sistematización de las mediciones de producción y temperaturas de destiladores solares en la UNRC. En *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* (págs. 11, 3-123.).

Marín, S. S. ((2001). *Caracterización del clima en el norte de Tamaulipas y su relación con la agricultura*. Tamaulipas.

Molina P., Lorenzo A., Velasco M.D., Tárraga A., Alejarin M., Lidon J. y Guirado A., (1991). *Prácticas de química orgánica*, Universidad de Murcia.

Moustafa, S. M. (1979). Direct use of solar energy for water desalination. En H. Zheng, *Solar Energy* (págs. 141-148). Elsevier.

Rivera, M. E., Murillo, C. A., & 3, H. G. (2009). Prevención del riesgo por desabastecimiento de agua en agricultura ante el cambio climático. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 62.

Vicente A.C.D., (2012), Obtención de biodiesel por transesterificación de aceites vegetales: nuevos métodos de síntesis, Badajoz, España, Universidad de Extremadura.

Desarrollo de un sistema de generación de energía para corredores nocturnos mediante celdas Peltier

Development of a power generation system for night runners using Peltier cells

ESPARZA-CAMACHO, Karla Guadalupe*†, ORTIZ-SIMÓN, José Luis, ROJO-VELÁZQUEZ, Gustavo Emilio y OLIVARES-CABALLERO, Daniel

Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo

ID 1^{er} Autor: *Karla Guadalupe, Esparza-Camacho* / ORC ID: 0000-0001-9200-003X, Researcher ID Thomson: S-7791-2018

ID 1^{er} Coautor: *José Luis, Ortiz-Simón* / Researcher ID Thomson: S-7037-2018, Research Gate: Jose_Luis_Ortiz_Simon, CVU CONACYT ID: 289883

ID 2^{do} Coautor: *Gustavo Emilio, Rojo-Velázquez* / ORC ID: 0000-0002-7792-1436, Researcher ID Thomson: S-6815-2018, CVU CONACYT ID: 26367

ID 3^{er} Coautor: *Daniel, Olivares-Caballero* / ORC ID: 0000-0003-2029-1098, Researcher ID Thomson: S-7785-2018, CVU CONACYT ID: 63921

Recibido 23 de Junio, 2018; Aceptado 12 de Agosto, 2018

Resumen

Objetivos, metodología. El presente artículo muestra el diseño y desarrollo de un sistema que al ser utilizado por los corredores genera energía para excitar lámparas LED y poder distinguirse o iluminar el trayecto por el que corren. Un arreglo serie-paralelo de celdas peltier son colocadas en la zona abdominal de tal forma que una cara de las celdas está a temperatura corporal y la otra cara está a la temperatura del aire que la golpea al ir corriendo el usuario. Debido al efecto Seebeck, el gradiente de temperatura entre las dos caras de las celdas, se genera una energía eléctrica con la que se energizan lámparas LED. Contribución. Si una persona que gusta de salir a correr por las noches no dispone de los accesorios adecuados como chalecos o ropa reflejante, al utilizar esta faja podrá identificarse a los automovilistas que puedan transitar por la zona en el caso de que se corra a un lado de la calle.

Corredores nocturnos, Generación de energía, Efecto Seebeck

Abstract

Objectives, methodology: The present article shows the design and development of a system that when used by runners generates energy to excite LED lamps and distinguish or illuminate the path through which they run. A series-parallel arrangement of peltier cells are placed in the abdominal area in such a way that one face of the cells is at body temperature and the other face is at the temperature of the air that hits it when the user is running. Due to the Seebeck effect, the temperature gradient between the two faces of the cells, an electrical energy is generated with which LED lamps are energized. Contribution: If a person who likes to go for a run at night does not have the appropriate accessories such as vests or reflective clothing, by using this belt can identify the motorists who can transit through the area in the event that you run to the side of the street.

Night runners, Energy, Seebeck effect

Citación: ESPARZA-CAMACHO, Karla Guadalupe, ORTIZ-SIMÓN, José Luis, ROJO-VELÁZQUEZ, Gustavo Emilio y OLIVARES-CABALLERO, Daniel. Desarrollo de un sistema de generación de energía para corredores nocturnos mediante celdas Peltier. Revista del Diseño Innovativo. 2018, 2-4: 31-33

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: karla.esparzacam@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El circuito que incorpora efectos térmicos además de eléctricos se denomina circuito termoeléctrico y un dispositivo que opera con este circuito se denomina dispositivo termoeléctrico.

Este prototipo se realiza para demostrar el efecto Seebeck mediante las celdas Peltier, es decir producir electricidad al utilizar el calor corporal de un corredor y la temperatura del medio ambiente. Funcionando con el choque de temperaturas en las celdas, colocando la faja en el área abdominal.

El efecto Seebeck tiene dos aplicaciones principales: la medición de temperatura y la generación de potencia. Cuando el circuito termoeléctrico se rompe, como se muestra en la imagen (figura 2), la corriente deja de fluir y es posible medir la fuerza impulsora (la fuerza electromotriz) o voltaje generado en el circuito mediante un voltímetro. El voltaje generado es una función de la diferencia de temperatura y de los materiales de los alambres utilizados.

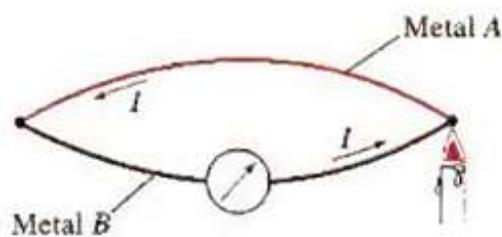


Figura 1. Circuito cerrado

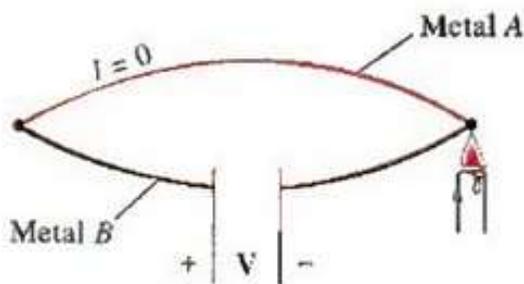


Figura 2 Circuito abierto

La celda Peltier se compone de dos materiales semiconductores, uno con canal N y otro con canal P, unidos entre sí por una lámina de cobre como se muestra en la imagen (figura 3), comúnmente los semiconductores están fabricados con Teluro y Bismuto para ser tipo P o N.

Físicamente los elementos de una celda Peltier son bloques de cerámica de 40mm x 40mm conectado eléctricamente en serie y térmicamente en paralelo.

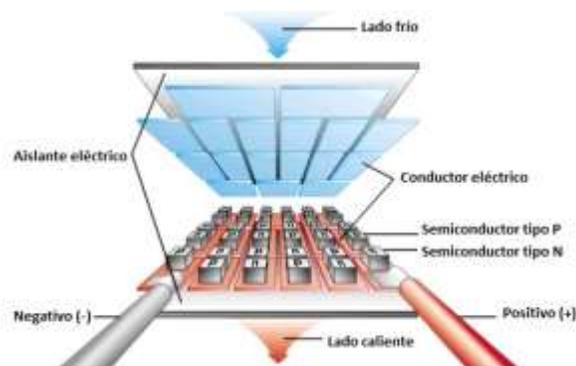


Figura 3 Celda Peltier

La temperatura corporal normal promedio aceptada es generalmente de 30°C. Normalmente, la temperatura corporal cambia a lo largo del día y dependiendo las actividades. El clima de la ciudad se considera el más seco y extremo del estado, llegando en la actualidad a los -2°C en invierno y 45°C en verano.

Materiales y métodos

Se utilizan para este prototipo celdas Peltier modelo SP1848 SA27145, por lo cual tomando en cuenta las especificaciones expedidas por el fabricante, al utilizar las celdas térmicamente es necesario tener una diferencia de temperaturas entre las dos caras de 20 °C para alcanzar un 1V aproximadamente por cada celda.

Se realizó un análisis con respecto a la posible diferencia de temperaturas que se pueden dar considerando la temperatura local lo que dio como resultado la siguiente relación temperatura-voltaje mostrada en la siguiente tabla (Tabla 1)

Diferencia de temperatura	Voltaje generado
20°C	970 V
10°C	485 mV
7°C	339 mV
5°C	242 mV
3°C	145 mV
2°C	97 mV
1°C	48 mV

Tabla 1 Temperatura-Voltaje

Tomando en cuenta la información anterior, se colocaron en el dispositivo un total de 23 celdas en una sección de plástico que en los extremos cuenta con elástico y velcro para así poder disminuir la dificultad de ponerlo y quitarlo, y en la parte central del frente se hicieron cortes de 30x30 mm para evitar obstrucción a las celdas y el contacto sea el mejor y mayor posible con el cuerpo de corredor.



Figura 4 A) Plástico utilizado B) Velcro

Las celdas están conectadas en serie para tener mejores resultados en cuanto al voltaje, cuidando no dañarlas durante la instalación, se conectó un LED en el circuito y se colocó en la orilla del dispositivo añadiendo una tira de plástico para así aumentar la visibilidad. Se redujeron los cables y pegaron los dos lados de la faja, para así mantener las celdas en un solo lugar, esto con el fin de no perder el contacto con el cuerpo.



Figura 5 A) Celdas conectadas B) LED

Se utilizó pegamento epóxico transparente para pegar todos los elementos y así evitar que se vean los residuos.

Resultados

Dado que la temperatura local en verano llega a los 45°C durante el día y 36°C durante la noche el dispositivo fue probado en una sala con temperatura regulable para así poder alcanzar la diferencia de temperatura necesaria para conseguir el voltaje y poder encender la lámpara led.

Con una temperatura de 25°C en el ambiente y los 32°C de calor corporal se logró el resultado deseado.



Figura 6 A) Dispositivo terminado B) Funcionalidad del LED

Discusión

Aunque el prototipo no se probó en un ambiente natural, se espera poder probarlo en lugares con temperaturas menores a los 30°C y en la temporada de invierno local ya que se tendrán aproximadamente 7-10 grados de diferencia.



Figura 7 Prueba con multímetro en mano

Referencias

McGraw Hill / Interamericana editores. (2009). Termodinámica sexta edición, México, D.F.

Temperatura local. (2016). Servicio meteorológico nacional, información climatológica por estado. Sitio web: <http://smn.cna.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=tamps>

Datasheet Peltier SP14848 27145SA <https://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Sp1848>

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)

Citación: Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista del Diseño Innovativo. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]

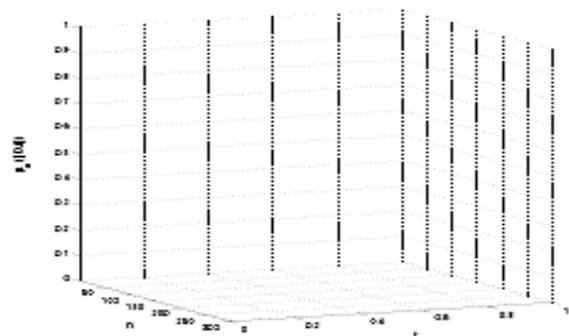


Gráfico 1 Título y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.



Figura 1 Título y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Título y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción.*
2. *Descripción del método.*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda.*
4. *Resultados.*
5. *Agradecimiento.*
6. *Conclusiones.*
7. *Referencias.*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

Revista del Diseño Innovativo se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista del Diseño Innovativo emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-México, S.C en su Holding Taiwan para su Revista del Diseño Innovativo, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

Servicios Editoriales

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Artículo con PLAGSCAN

Evaluación de Artículo

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Artículo

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Traducción

Publicación de Obra

Certificado de Obra

Facturación por Servicio de Edición

Política Editorial y Administración

244 - 2 Itzopan Calle. La Florida, Ecatepec Municipio México Estado, 55120 Código postal, MX. Tel: +52 1 55 2024 3918, +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 4640 1298; Correo electrónico: contact@ecorfan.org www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editora en Jefe

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Redactor Principal

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Asistente Editorial

ROSALES-BORBOR, Eleana. BsC

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Editor Ejecutivo

VARGAS-DELGADO, Oscar. PhD

Editores de Producción

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Administración Empresarial

REYES-VILLAO, Angélica. BsC

Control de Producción

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Editores Asociados

OLIVES-MALDONADO, Carlos. MsC

MIRANDA-GARCIA, Marta. PhD

CHIATCHOUA, Cesaire. PhD

SUYO-CRUZ, Gabriel. PhD

CENTENO-ROA, Ramona. MsC

ZAPATA-MONTES, Nery Javier. PhD

VALLE-CORNAVACA, Ana Lorena. PhD

ALAS-SOLA, Gilberto Américo. PhD

MARTÍNEZ-HERRERA, Erick Obed. MsC

ILUNGA-MBUYAMBA, Elisée. MsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN®- Mexico- Bolivia- Spain- Ecuador- Cameroon- Colombia- El Salvador- Guatemala- Nicaragua- Peru- Paraguay- Democratic Republic of The Congo- Taiwan),sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

244 Itzopan, Ecatepec de Morelos–México.

21 Santa Lucía, CP-5220. Libertadores -Sucre–Bolivia.

38 Matacerquillas, CP-28411. Morazarzal –Madrid-España.

18 Marcial Romero, CP-241550. Avenue, Salinas 1 - Santa Elena-Ecuador.

1047 La Raza Avenue -Santa Ana, Cusco-Peru.

Boulevard de la Liberté, Immeuble Kassap, CP-5963.Akwa- Douala-Cameroon.

Southwest Avenue, San Sebastian – León-Nicaragua.

6593 Kinshasa 31 – Republique Démocratique du Congo.

San Quentin Avenue, R 1-17 Miralvalle - San Salvador-El Salvador.

16 Kilometro, American Highway, House Terra Alta, D7 Mixco Zona 1-Guatemala.

105 Alberdi Rivarola Captain, CP-2060. Luque City- Paraguay.

Distrito YongHe, Zhongxin, calle 69. Taipei-Taiwán.

Revista del Diseño Innovativo

“Desarrollo de un instrumento de medición de la Producción Esbelta desde una perspectiva de Sistemas”

CASTILLO-FLORES, Ángela Liliana, ESTRADA-CASTILLO, Francisco Javier y CASTILLO-FLORES, Esther Saraí

Universidad Tecnológica de Altamira

“Diseño de troquel progresivo de cinco pasos para la fabricación de pieza ‘Contacto Auxiliar’”

RAMOS-LÁZARO, Gabriela, DUARTE-CABRERA, Gerardo Daniel, FERRER-ALMARAZ, Miguel Ángel y LEDESMA-JAIME, Reynaldo

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

“Destilación solar para la recuperación del catalizador KOH del agua de lavado de biodiesel y el subproducto agua destilada”

PÉREZ-BRAVO, Sheila Genoveva, DELGADO-HERNÁNDEZ, Xochitl Samantha, BAUTISTA-VARGAS, María Esther y HERNÁNDEZ-SANCHEZ, Adán

Universidad Politécnica de Altamira

“Desarrollo de un sistema de generación de energía para corredores nocturnos mediante celdas Peltier”

ESPARZA-CAMACHO, Karla Guadalupe, ORTIZ-SIMÓN, José Luis, ROJO-VELÁZQUEZ, Gustavo Emilio y OLIVARES-CABALLERO, Daniel

Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo

