

ISSN 2531-2189

Volumen 3, Número 9 — Abril — Junio - 2019

Revista de Ingeniería Mecánica



ECORFAN-Spain

Editor en Jefe

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Revista de Ingeniería Mecánica, Volumen 3, Número 9, de Abril a Junio - 2019, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Spain. Calle Matacerquillas 38, CP: 28411. Morzarzal -Madrid. WEB: www.ecorfan.org/spain, revista@ecorfan.org. Editor en Jefe: SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC. ISSN 2531-2189. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN, Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Junio 2019.

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 Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

Revista de Ingeniería Mecánica

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 de bombas y equipos para manipulación de líquidos, cojinetes, compresores de aire, engranajes, equipo de refrigeración, equipo mecánico de transmisión de potencia, equipo neumático, equipó y maquinaria industrial, maquinaria agropecuaria, maquinaria de extracción de petróleo, Maquinaria de impresión y reproducción, Maquinaria de minería, Maquinaria hidráulica, Maquinaria industrial especializada, Maquinaria nuclear, Maquinaria para fabricar papel, Maquinaria para la industria de la alimentación, Maquinaria para manejo de materiales, Maquinaria textil, Maquinarias de vapor, Máquinas expendedoras y distribuidoras, Máquinas, herramientas y accesorios, Material de calefacción, Material de construcción, Matrices, plantillas y calibres, Motores de combustión interna(general), Motores de gas, Operaciones mecanizadas.

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 de Ingeniería Mecánica es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Spain, 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 bombas y equipos para manipulación de líquidos, cojinetes, compresores de aire, engranajes, equipo de refrigeración, equipo mecánico de transmisión de potencia, equipo neumático, equipó y maquinaria industrial, maquinaria agropecuaria, maquinaria de extracción de petróleo, maquinaria de impresión y reproducción, maquinaria de minería, maquinaria hidráulica, maquinaria industrial especializada, maquinaria nuclear, maquinaria para fabricar papel, maquinaria para la industria de la alimentación, maquinaria para manejo de materiales, maquinaria textil, maquinarias de vapor, máquinas expendedoras y distribuidoras, máquinas, herramientas y accesorios, material de calefacción, material de construcción, matrices, plantillas y calibres, motores de combustión interna(general), motores de gas, operaciones mecanizadas con 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 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

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

FERNANDEZ - ZAYAS, José Luis. PhD
University of Bristol

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

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

RIVAS - PEREA, Pablo. PhD
University of Texas

ROBLEDO - VEGA, Isidro. PhD
University of South Florida

RODRIGUEZ - ROBLEDO, Gricelda. PhD
Universidad Santander

TELOXA - REYES, Julio. PhD
Advanced Technology Center

VAZQUEZ - MARTINEZ, Ernesto. PhD
University of Alberta

VEGA - PINEDA, Javier. PhD
University of Texas

Comité Arbitral

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

CHÁVEZ - GUZMÁN, Carlos Alberto. PhD
Instituto Politécnico Nacional

DURÁN - MEDINA, Pino. PhD
Instituto Politécnico Nacional

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

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

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

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

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

MORENO - RIOS, Marisa. PhD
Instituto Tecnológico de Pachuca

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

SANDOVAL - GUTIÉRREZ, Jacobo. PhD
Instituto Politécnico Nacional

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Ingeniería Mecánica emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadadas 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 Spain 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 homólogo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceanía. 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 Bombas y equipos para manipulación de líquidos, cojinetes, compresores de aire, engranajes, equipo de refrigeración, equipo mecánico de transmisión de potencia, equipo neumático, equipó y maquinaria industrial, maquinaria agropecuaria, maquinaria de extracción de petróleo, maquinaria de impresión y reproducción, maquinaria de minería, maquinaria hidráulica, maquinaria industrial especializada, maquinaria nuclear, maquinaria para fabricar papel, maquinaria para la industria de la alimentación, maquinaria para manejo de materiales, maquinaria textil, maquinarias de vapor, máquinas expendedoras y distribuidoras, máquinas, herramientas y accesorios, material de calefacción, material de construcción, matrices, plantillas y calibres, motores de combustión interna(general), motores de gas, operaciones mecanizadas y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

Presentación del Contenido

En el primer artículo se presenta *Metodología para el desarrollo de trayectorias en la aplicación por el proceso de soldadura GMAW en un robot industrial* por SÁNCHEZ-LERMA, Josué Rafael, TORRES-RICO, Luis Armando, HUERTA-GÁMEZ, Héctor y RUIZ-LÓPEZ, Ismael con adscripción Universidad Politécnica de Juventino Rosas, como siguiente artículo está *Software analizador de sistemas mecánicos desarrollado en la Universidad Tecnológica de Nayarit* por MARTINEZ-OROZCO, Omar Alexis con adscripción Universidad Tecnológica del Estado de Nayarit, como siguiente artículo está *Identificación de polaridad de los devanados en un motor trifásico de 6 terminales* por VIRAMONTES-REYNA, José Luis, MORENO-SILVA, Josafat, MONTELONGO-SIERRA, José Guadalupe y VELÁZQUEZ-LEYVA, Erasmo con adscripción U Universidad Tecnológica de San Luis Potosí como siguiente artículo está *Mantenimiento a recipiente contenedor cilíndrico vertical* por CANO-RAMÍREZ, Jaime, FLORES-PÉREZ, José Manuel, AMBRIZ-COLÍN, Fernando y ÁVILEZ-FERRERA, José Josías con adscripción Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Contenido

Artículo	Página
Metodología para el desarrollo de trayectorias en la aplicación por el proceso de soldadura GMAW en un robot industrial SÁNCHEZ-LERMA, Josué Rafael, TORRES-RICO, Luis Armando, HUERTA-GÁMEZ, Héctor y RUIZ-LÓPEZ, Ismael <i>Universidad Politécnica de Juventino Rosas</i>	1-4
Software analizador de sistemas mecánicos desarrollado en la Universidad Tecnológica de Nayarit MARTINEZ-OROZCO, Omar Alexis <i>Universidad Tecnológica del Estado de Nayarit</i>	5-12
Identificación de polaridad de los devanados en un motor trifásico de 6 terminales VIRAMONTES-REYNA, José Luis, MORENO-SILVA, Josafat, MONTELONGO-SIERRA, José Guadalupe y VELÁZQUEZ-LEYVA, Erasmo <i>Universidad Tecnológica de San Luis Potosí</i>	13-19
Mantenimiento a recipiente contenedor cilíndrico vertical CANO-RAMÍREZ, Jaime, FLORES-PÉREZ, José Manuel, AMBRIZ-COLÍN, Fernando y ÁVILEZ-FERRERA, José Josías <i>Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato</i>	20-24

Metodología para el desarrollo de trayectorias en la aplicación por el proceso de soldadura GMAW en un robot industrial

Methodology for the development of trajectories in the application by the GMAW welding process in an industrial robot

SÁNCHEZ-LERMA, Josué Rafael †, TORRES-RICO, Luis Armando, HUERTA-GÁMEZ, Héctor y RUIZ-LÓPEZ, Ismael

Universidad Politécnica de Juventino Rosas

ID 1^{er} Autor: *Josué Rafael, Sánchez-Lerma* / ORC ID: 0000-0001-7100-893X

ID 1^{er} Coautor: *Luis Armando, Torres-Rico* / ORC ID: 0000-0002-6873-0363

ID 2^{do} Coautor: *Héctor, Huerta-Gómez* / ORC ID: 0000-0002-5088-310X

ID 3^{er} Coautor: *Ismael, Ruiz-López* / ORC ID: 0000-0002-8003-3202

Recibido: 25 de Enero, 2019; Aceptado 13 de Marzo, 2019

Resumen

Este artículo plantea el desarrollo de la metodología a llevar a cabo para el proceso de unión de metales por medio del proceso de soldadura GMAW en el robot industrial Fanuc LR Mate 200iD. Se consideraron los parámetros o propiedades para que la aplicación sea lo más eficiente posible, tales parámetros como velocidad de aplicación, características del material de aporte, gas a utilizar como protección de soldadura. El proceso de soldadura GMAW puede ser aplicada en forma semiautomática usando una pistola manualmente, en la que el electrodo es alimentado por una bobina, o una forma automática que incluye equipos automatizados o robots. Se indagó sobre las ventajas y desventajas del proceso de soldadura GMAW aplicado de manera manual y automatizada. Se investigaron las propiedades mecánicas que tienen los materiales a los cuales se les puede aplicar dicha soldadura; los materiales con los que se puede trabajar este tipo de soldadura son los materiales de alta resistencia, los cuales son utilizados en la industria automotriz, para el formado de chapa metálica. Para conocer las propiedades del material, se llevaron a cabo pruebas destructivas en el material de prueba a utilizar, así como las propiedades mecánicas de la soldadura.

Metodología, GMAW, Robot

Abstract

This paper proposes the development of the methodology to be carried out for the metal joining process through the GMAW welding process in the Fanuc LR Mate 200iD industrial robot. The parameters or properties were considered for the application to be as efficient as possible, such parameters as speed of application, characteristics of the filler material, gas to be used as welding protection. The GMAW welding process can be applied semiautomatically using a hand gun, in which the electrode is fed by a coil, or an automatic form that includes automated equipment or robots. The advantages and disadvantages of the GMAW welding process applied in a manual and automated way were commented. The mechanical properties of the materials to which said welding can be applied were investigated; The materials with which this type of welding can be worked are the high strength materials, which are used in the automotive industry, for the forming of sheet metal. To know the properties of the material, destructive tests were carried out on the test material to be used, as well as the mechanical properties of the welding.

Methodology, GMAW, Robot

Citacion: SÁNCHEZ-LERMA, Josué Rafael, TORRES-RICO, Luis Armando, HUERTA-GÁMEZ, Héctor y RUIZ-LÓPEZ, Ismael. Metodología para el desarrollo de trayectorias en la aplicación por el proceso de soldadura GMAW en un robot industrial. Revista de Ingeniería Mecánica. 2019 3-9: 1-4

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En la actualidad los sistemas automatizados han cobrado mayor fuerza debido a la demanda en todos los sectores donde se utiliza. En la industria automotriz no es la excepción, debido a los altos volúmenes de producción requeridos de piezas automotrices. Es básico que hoy en día, la industria utilice el proceso de soldadura de manera automatizada, debido a factores como: índices de producción de automóviles altos, manejo de herramienta pesada y sobre todo la mayor seguridad del personal.

Objetivos

- Generar trayectorias con el robot Fanuc LR Mate 200iD para la aplicación de soldadura GMAW.
- Conocer las propiedades mecánicas y físicas del material al que se le aplicará el proceso de soldadura.
- Aplicar los diferentes tipos de transferencia del material de aporte al material de trabajo.

Metodología

Se desarrolló una metodología, la cual permitió hacer un mejor análisis para la solución de la problemática. Un procedimiento general sistemático para regresar y entender el problema, en dividirlo en sub-problemas y sub-soluciones y después combinarlos y obtener una completa solución, lo cual se puede concebir como en la figura 1.



Figura 1 Proceso de desarrollo de solución [1].

Problema completo

La generación de trayectorias de un robot industrial en la aplicación de soldadura MIG/MAG.

Sub - problemas

Variables implicadas o relacionadas con la aplicación del proceso de soldadura de manera, tales como: material a soldar, proceso de soldadura, material de aporte, gas de protección y resistencia en la soldadura.

Problemas individuales

Material a unir.

Proceso de soldadura a aplicar.

Material de aporte.

Aplicación manual o automatizada del proceso.

Soluciones individuales

Caracterización del material

El material utilizado fue un DP – 780 (Dual – Phase 780 MPa), el cual tiene la siguiente composición química que se muestra en la tabla 1.

C	0.18
Si	1
Mn	2.5
P	0.04
S	0.01
Al	0.015-2
Ti+Nb	0.15
Cr+Mo	1.4
B	0.005

Tabla 1 Composición química del acero Dual – Phase 780

Caracterización del proceso de soldadura

La soldadura metálica por arco eléctrico con protección gaseosa (Gas Metal Arc Welding - GMAW) es un proceso que produce la unión de los metales por fusión a través de un arco voltaico establecido entre un electrodo metálico continuo (consumible de soldadura) y la pieza. La protección, tanto del arco como el cordón de fusión, se consigue a través de un gas o una mezcla de gases. Si este gas es inerte, no reacciona con el metal, (Argón/Helio), el proceso también se llama MIG (Metal Inert Gas).

Por otra parte, si el gas es activo, reacciona con el metal, (Dióxido de carbono, “CO₂”, o las mezclas Argón “Ar”, Oxígeno “O₂”, CO₂), el proceso se llama MAG (Metal Active Gas). En la figura 2 se observa el equipo necesario para llevar a cabo el proceso de GMAW.

En la figura 3 se observa la nomenclatura que se utiliza para el material de aporte, es decir la simbología que se utiliza para seleccionar dicho material.

El proceso de soldadura aplicado de forma automatizada se utiliza para grandes volúmenes de producción, lo cual lo hace un proceso más eficiente. La aplicación de forma automatizada del proceso se observa en la figura 4.

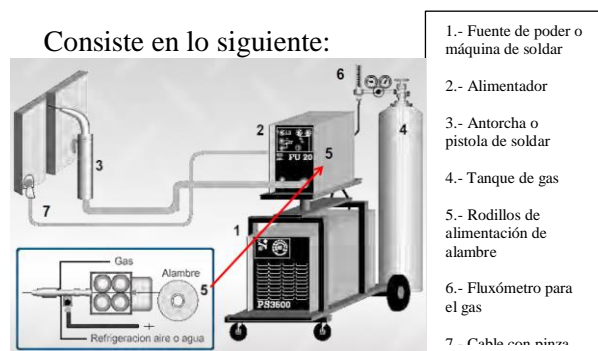


Figura 2 Diagrama del equipo de soldadura GMAW

Microalambre sólido para acero al bajo carbono

ER – 70 S - 6

Electrodo / Varilla de aporte

Resistencia a la tensión mínima 70,000 lb/pulg² (480 MPa)

Sólido

Composición química del depósito



Figura 3 Caracterización del material de aporte



Figura 4 Aplicación de soldadura automatizada

En la figura 5 se observan las probetas que se utilizaron para llevar a cabo pruebas de tensión, éstas se utilizaron como pruebas destructivas, de las cuales se obtuvieron propiedades mecánicas de alto impacto para el desarrollo del proceso.



Figura 5 Probetas para pruebas destructivas

Resultados

Las pruebas de tensión se llevaron a cabo en una máquina universal basándose en la norma ANSI/AWS B4.0-98. [3]. Las propiedades mecánicas obtenidas se muestran en la tabla 2. Cabe mencionar que se utilizó la norma ASTM E8/E8M – 09 [2] para el desarrollo de las probetas.

L_o	59.9mm
L_f	67.7mm
F_y	650kg
F_{max}	890kg
A_o	27.06mm ²
A_f	7.99mm ²
ϵ	0.130mm/mm
σ_y	235MPa
σ_{max}	322MPa

Tabla 2 Propiedades mecánicas de la probeta soldada sometida a tensión

Se obtuvo un programa mediante el cual se originaron 6 puntos para la generación de la trayectoria en el Robot Fanuc, el cual se muestra en la figura 6, los puntos obtenidos son los siguientes:

- P[1]: 313.070, 0.342, 58.448, 179.999, 0.002, -0.003
- P[2]: 561.621, 116.629, -196.906, -179.799, -17.132, 11.010
- P[3]: 561.621, -94.654, -193.906, -179.799, -18.117, -10.294
- P[4]: 439.781, -96.420, -196.906, -179.904, -9.336, -13.033
- P[5]: 439.781, 127.040, -198.906, -179.889, -10.582, -15.378
- P[6]: 313.070, 0.342, 58.448, 179.999, 0.002, -0.003

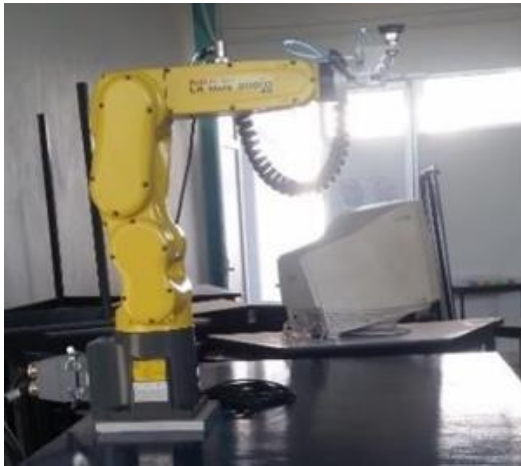


Figura 6 Generación de trayectorias con Robot Fanuc

Conclusión

Los objetivos fueron cumplidos satisfactoriamente, ya que se lograron realizar algunas pruebas de movimientos del robot para el desarrollo de las trayectorias para la aplicación de la soldadura.

Se conocieron las propiedades más importantes del material a trabajar, debido a las pruebas mecánicas desarrolladas.

Se analizaron las principales características de los diferentes tipos de transferencia del material de aporte al material de trabajo, para determinar la mejor opción.

Trabajos a futuro

1. Diseño y análisis del porta - antorcha para robot.
2. Determinación de los parámetros adecuados para la aplicación de la soldadura GMAW.

Referencias

- [1] L. Jeffus, *Soldadura: principios y aplicaciones*, 5 ed., España: Paraninfo, 2009, p. 944.
- [2] A. International, *Standard Test Methods for Testing of Metallic Materials*, 2009, p. 27.
- [3] A. W. Society, *Standard Methods for Mechanical Testing of Welds*, 7 th Edition ed., 2007.

Software analizador de sistemas mecánicos desarrollado en la Universidad Tecnológica de Nayarit

Mechanical systems analyzer software developed in the Universidad Tecnológica de Nayarit

MARTINEZ-OROZCO, Omar Alexis †*

Universidad Tecnológica del Estado de Nayarit

ID 1^{er} Autor: *Omar Alexis. Martinez-Orozco* / **ORC ID:** 0000-0002-7813-6771

Recibido: 15 de Enero, 2019; Aceptado 11 de Marzo, 2019

Resumen

Esta investigación, tiene como principal propósito haber desarrollado una herramienta de uso libre al alcance de estudiantes, educadores y profesionales por medio de un software que facilite el proceso de enseñanza y aprendizaje, mismo que fue programado con el lenguaje Visual Basic (VB), siendo una herramienta de las tecnologías de desarrollo de software eficaces y de alto rendimiento de Microsoft. Será capaz de realizar diversos análisis de sistemas mecánicos en transmisiones, y su finalidad permite al usuario calcular, comprender y comparar los análisis de forma eficaz y ordenada para implementarlos a conveniencia. Las contribuciones del proyecto pueden concederse mayormente al entorno educativo y laboral, siendo destinado a aplicar ingeniería en sectores pedagógicos y laborales. El proyecto está orientado a las necesidades de conocer características de un sistema mecánico para implementar su funcionamiento óptimo a través del software. Todo esto justificado a partir de la obtención de conocimientos en la formación académica y una investigación rigurosa de sistemas mecánicos, programación y diseño, la investigación considera información proveniente de profesores de la universidad, libros, foros web y revistas.

Sistemas Mecánicos, Herramienta de uso libre, Software

Abstract

This research, has as its main purpose to have developed a tool of free use available to students, educators and professionals through a software that facilitates the teaching and learning process. This one was programmed with the Visual Basic language (VB), being a tool of effective and high-performance software development technologies from Microsoft. It will be able to perform various analyses of mechanical systems in transmissions, and its purpose allows the user to calculate, understand and compare the analyzes in an effective and orderly way to implement them at convenience. The contributions of the project can be granted mostly to the educational and work environment, being destined to apply engineering in pedagogical and labor sectors. The project is oriented to the needs of knowing characteristics of a mechanical system to implement its optimal functioning through this software. All this is justified from the obtaining of knowledge in the academic training and a rigorous investigation of mechanical systems, programming and design, the research considers information coming from professors of the university, web forums and magazines.

Mechanical Systems, Free-use tool, Software

Citacion: MARTINEZ-OROZCO, Omar Alexis. Software Analizador de Sistemas Mecánicos Desarrollado en la Universidad Tecnológica de Nayarit. Revista de Ingeniería Mecánica. 2019 3-9: 5-12

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: omardkc07mail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El uso de software libres como recurso para la resolución de tareas es de suma utilidad para la educación y se encuentra al alcance de cualquiera, ya que no es requerido equipos potentes para su ejecución y fomentan el aprendizaje de forma gratuita.

Según Universia México (enero, 2019), haciendo uso de esta información, se ha desarrollado un software que permite realizar diversos análisis para sistemas mecánicos, tales como relación de transmisión, cálculo de velocidades, potencia, torque y desplazamiento; Se ha incorporado una herramienta de asistencia para aquellas personas inexpertas, quienes desean obtener ciertas características del sistema aun cuando no se conocen todos los parámetros del sistema de transmisión.

Por otra parte, la interacción con el software ha sido destinada a ser bastante intuitiva, esto debido a que la información mostrada ha sido programada para ajustarse con respecto a las decisiones del usuario, mostrando los datos y animaciones de forma ordenada y visualmente atractiva, mejorando el proceso de comprensión y enseñanza.

Los mecanismos, según Belen (Fajardo, 2010) están compuestos por conjuntos de elementos conectados entre sí por medio de articulaciones móviles y cuya misión es:

- Transformar una velocidad en otra velocidad
- Transformar una fuerza en otra fuerza
- Transformar una trayectoria en otra diferente o
- Transformar un tipo de energía en otro tipo distinto

Esto por medio de partes móviles llamadas eslabón y su función puede ser fija, conductora o conducida y según el número de elementos, los mecanismos se pueden clasificar como simples o complejos.

La relación existente entre los elementos de un sistema mecánico suele ser calculada para conseguir un funcionamiento deseado, por lo que es necesario realizar operaciones que nos proporcionen coeficientes de transmisión mecánica, un elemento con respecto a otro.

Sin embargo, estas operaciones suelen ser tediosas y extensas puesto que se manejan una gran cantidad de resultados, por esta razón se considera que la aplicación del software es indispensable para temas de interés, ya que garantiza simplificar este proceso, obteniendo análisis precisos de diferentes elementos en un sistema mecánico en cuestión de poco tiempo.

Términos Generales de la Interfaz

Para la interacción del usuario con el software, se creó una interfaz visualmente agradable, en la cual, este pueda navegar fácilmente, cada decisión tomada a partir de aquí, le permitirá al software reajustar su contenido para que este oculte o muestre indicaciones que se deban llevar a cabo para el correcto funcionamiento, sobre todo, esto le facilitará al usuario una mejor comprensión de lo que está sucediendo en cada evento. El primer contacto es llevado a cabo en el menú principal expuesto a continuación (Figura 1), mismo que consta de 3 botones donde cada uno representa su análisis correspondiente, en el Diagrama 1 se aprecia gráficamente los diferentes análisis que proporciona el software.

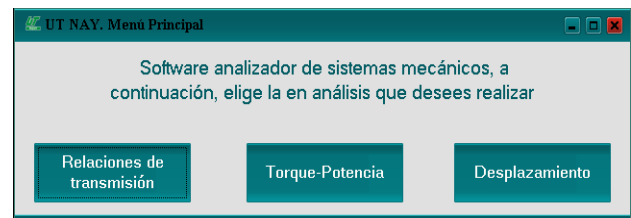


Figura 1 Menú principal del software

Fuente: Elaboración propia

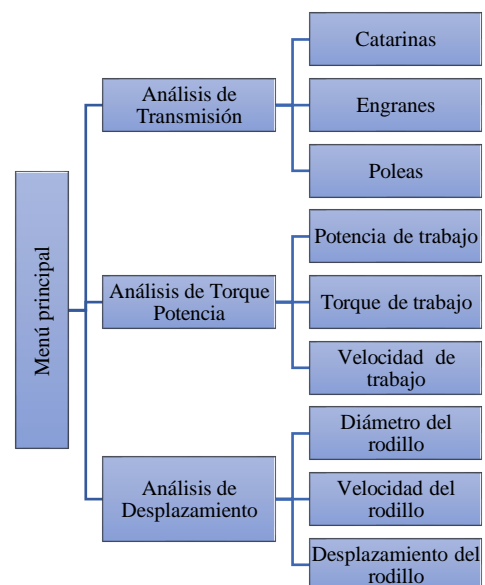


Figura 2 Representación gráfica del contenido del software

Fuente: Elaboración propia

Cada análisis cuenta con su propio contenido y le permite al usuario generar consultas, mismas que podrán ser guardadas en formato PDF según la ruta indicada.

Al momento que se deseen guardar los resultados del análisis, se ha habilitado la opción de que el documento se genere con las propiedades de autoría, asunto y título, aunque estos campos no son obligatorios para guardar.

Figura 3 Proceso para guardar un documento

Fuente: Elaboración propia

Análisis de Relaciones de Transmisión

Cómo se ha mencionado, todo mecanismo requiere de uno o más componentes para transformar el movimiento producido por un elemento motriz a un movimiento de salida deseado, sin embargo, esta transformación generada por el elemento conducido, debe ser calculado por medio de la relación de transmisión entre sus componentes y está dado por sus características, como son velocidad, longitud de diámetro de polea y/o número de dientes de la rueda dentada.

Conocer estas propiedades del mecanismo permite realizar cálculos ideales para encontrar un cociente de transmisión, siendo este el que afecta a la velocidad conducida, dicha relación permite realizar los análisis deseados y está dada por la ecuación 1.

$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{Z_1}{Z_2} \quad (1)$$

Siendo:

- D_n : El diámetro de la polea
- N_n : La velocidad del eje
- Z_n : La cantidad de dientes del engrane o Catarina

Esta herramienta es capaz de analizar sistemas de transmisión simples o complejos que estén compuestos por catarinas, engranes o poleas, realizando cálculos de velocidad motriz, velocidad conducida, elemento motriz, elemento conducido, velocidad inicial y velocidad final según se necesite. La característica especial del sistema complejo es que el usuario puede añadir infinitos juegos de transmisión y analizar cada una de sus características por separado en un solo análisis, del mismo modo, el asistente del sistema simple, el cual tiene la capacidad de crear infinitas posibles transmisiones para obtener una sola velocidad de salida deseada, si así se le indica en un solo análisis.

Para el desarrollo del análisis de transmisión es necesario que el usuario indique al software las características actuales del sistema. Una vez que se han llenado los campos para el análisis específico, el resultado se mostrará de forma automática en la parte inferior del programa con sus diferentes unidades de medida, todos los datos introducidos por el usuario pueden ser modificados a conveniencia en cualquier momento, cabe mencionar que los datos generados en el análisis y las casillas involucradas para su resolución, podrán ser guardados como consulta ya que haya concluido el análisis.

Como caso práctico en la figura 3, se desea conocer la cantidad de dientes requeridos en el engrane conducido, considerando un sistema con una velocidad motriz de 1725 RPM, una velocidad conducida de 500 RPM y un engrane motriz con 60 dientes, como resultado, el software calcula un engrane motriz con 207 dientes, para satisfacer las características planteadas.

Figura 4 Cálculo de engrane transmitido

Fuente: Elaboración propia

Como se ha mencionado, esta herramienta cuenta con un analizador de transmisiones complejas y un asistente para el análisis de transmisiones simples.

El análisis de transmisiones complejas debe ser utilizado cuando se tiene un mecanismo con trenes de engranes, catarinas o poleas, y se quiere calcular la velocidad de la transmisión en cada punto del mismo, por lo que el usuario debe añadir cada juego de transmisión a analizar en la lista.

Por otro lado, el asistente para el análisis de transmisiones simple, es utilizado cuando se quiere obtener una velocidad de salida pero se desconoce la velocidad motriz requerida y el cociente de transmisión en el sistema para obtenerla, por lo que se deben añadir en lista una colección de todos los posibles elementos conductores y conducidos a combinar en una transmisión, de esta manera, se calcula y se muestran las posibles transmisiones junto con su respectiva velocidad motriz, para obtener la velocidad conducida indicada inicialmente.

Para llenar la lista utilizada en ambas herramientas ya mencionadas, el usuario primero asigna la cantidad de elementos que esta tendrá por medio de un campo, mientras que las respectivas características de cada elemento son añadidas por medio de casillas y un botón llamado “Agregar”, los elementos añadidos podrán ser editados con el botón de “Actualizar” si es necesario.

Una vez añadidos todos los elementos en la lista, ciertos atributos del programa se desbloquearán, permitiendo así indicar la velocidad de salida deseada y calcular las transmisiones. Para el uso del asistente, se plantea un escenario donde se sabe que en el stock de un almacén se dispone exclusivamente con engranes de 10, 11 y 12 dientes, se desea conseguir una velocidad de salida de 1725 RPM por medio de una transmisión, desafortunadamente, el operador no sabe el arreglo adecuado de engranes y no sabe la velocidad motriz requerida para obtener esta velocidad conducida.

El asistente le mostrará las posibles transmisiones que se pueden armar con los elementos disponibles y la velocidad motriz necesaria en cada una.

En el software se indican y añaden estos 3 elementos a la lista (engranes de 10,11 y 12 dientes) y finalmente se indica la velocidad de salida solicitada en la casilla correspondiente, al presionar el botón “Calcular”, por medio de un arreglo matemático calcula las transmisiones y las muestra en la lista, en la figura 4 se exponen los resultados de esta consulta.

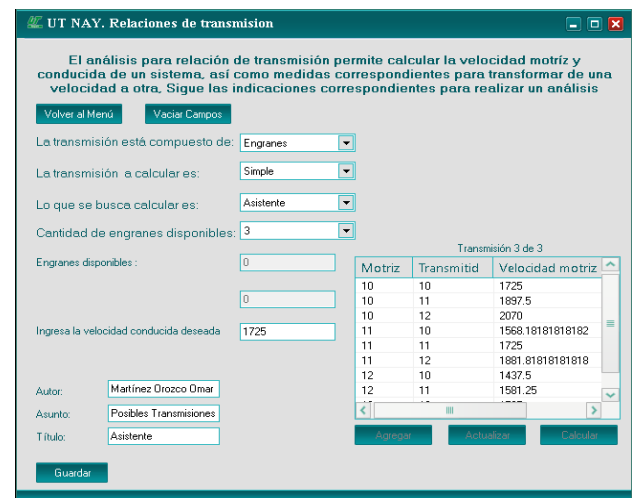


Figura 5 Uso del asistente para una transmisión simple

Fuente: Elaboración propia

Análisis de Torque y Potencia

El torque es una magnitud de trabajo necesaria para hacer girar un eje, o bien, es el esfuerzo necesario para lograr desplazar o levantar una carga física desde un eje, su unidad de medida viene comúnmente dada en Newton-metro (Nm) o libras pie (lbft) y puede ser calculado de la siguiente forma (ecuación 2):

$$Torque = \frac{K \times POTENCIA}{F} \quad (2)$$

Siendo:

- K: 5252 para Newton metro ó 7124 para libras pie
- Potencia: Potencia de trabajo del motor (HP)
- F: Revoluciones del motor (RPM).

Para calcular cualquiera de estas magnitudes es posible utilizar diferentes unidades de medida, si se trabaja con diferentes a las establecidas en la ecuación 2, será requerido realizar la conversión adecuada de datos, la tabla 1 muestra las diferentes unidades involucradas para el desarrollo de la fórmula.

Magnitud	Unidades	
Potencia	Watts	HP
Torque	Lb-ft	Nm
F	RPM	RAD/s

Tabla 1 Unidades de medida utilizadas en el análisis de torque potencia

Fuente: *Elaboración propia*

El análisis de torque-potencia permite al usuario conocer los valores de potencia, torque o velocidad que un motor necesita para desplazar una carga según se le indique al software, también posibilita al usuario trabajar con las unidades de medida mencionadas en la tabla 1, de este modo, le permite realizar el análisis de una forma más sencilla, ya que no será necesario que el usuario convierta de una unidad de medida a otra. Una vez llenados los campos solicitados para completar el análisis, los resultados se mostrarán en la parte inferior del programa, representados en dos diferentes unidades de medida para la comodidad del usuario.

Haciendo uso de esta herramienta se toma el siguiente caso: Un motor está ejerciendo 75 lb-ft de torque desplazando una carga a una velocidad de 875 RPM, Se quiere calcular la potencia requerida del motor bajo estas condiciones. La figura 5 muestra cómo calcular la potencia por medio del software habiendo llenado los campos adecuados.

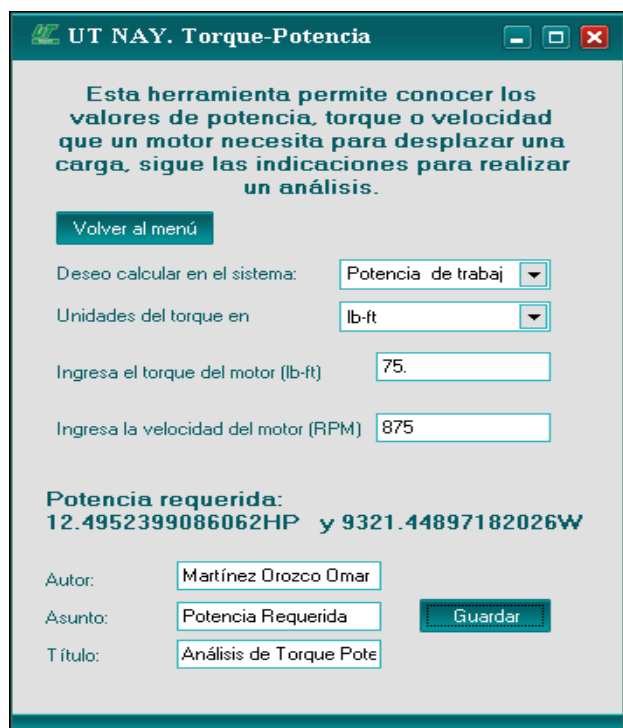


Figura 6 Cálculo de potencia requerida mediante el análisis de torque potencia

Fuente: *Elaboración propia*

Análisis de Desplazamiento

En los sistemas de transmisión, es requerido conocer el desplazamiento que recorrerá un rodillo, cilindro o eje con respecto al tiempo para estimar en donde se encontrará un objeto en determinado momento, con el fin de comprenderlo, este se expresará en velocidad (mts/min) y la ecuación para realizar esta operación es la siguiente:

$$Velocidad = F \times P \tag{3}$$

Siendo:

- Velocidad: longitud recorrida por el cilindro sobre el tiempo transcurrido (mts/min)
- F: Las revoluciones del rodillo (RPM)
- P: Perímetro del rodillo (mts)

El Análisis de Desplazamiento permite, además, calcular la velocidad del cilindro o su longitud de diámetro requeridos en una transmisión para obtener el desplazamiento deseado. Las unidades de medida con las cuales el usuario puede trabajar para calcular estas magnitudes se encuentran en la tabla 2

Magnitud	Unidades	
Velocidad	mts/m	cm/min
F	RPM	RAD/seg
P	mm	pg

Tabla 2 Unidades de medida utilizadas en el análisis de desplazamiento

Fuente: *Elaboración propia*

Haciendo uso de esta herramienta, se plantea lo siguiente: Se desea saber la distancia que recorrerá una banda transportadora en un minuto, la cual está acoplada a rodillos de 3 pulgadas, se sabe que su velocidad es de 755.9757 RPM. A continuación, se muestra en la figura 6 el análisis planteado anteriormente con sus respectivos resultados.

Figura 7 Cálculo de desplazamiento de un rodillo mediante el análisis de desplazamiento

Fuente: *Elaboración propia*

Metodología a desarrollar

El desarrollo del proyecto ha surgido de la necesidad de estudiar y comprender diferentes variables que involucran las relaciones de transmisión y como es que interactúan entre sí en un sistema mecánico. El principal objetivo del software fue mejorar la comprensión de quienes estudian o hacen uso de mecanismos, como son estudiantes de ingeniería y ciertos sectores del ámbito laboral, desarrollando una herramienta de uso libre que permita al usuario calcular de manera rápida y eficaz diversas soluciones ideales para relaciones de transmisión por correa, rueda dentada, potencia, torque, revoluciones por minuto y velocidad.

A través de clases y con ayuda de docencia se definieron los principales temas que el software debía cubrir y las respectivas variables involucradas en un sistema. Para el cálculo de relaciones de transmisión por correa o rueda dentada es siempre importante cuidar la velocidad con la que se desea trabajar, para ello se han creado ecuaciones que describen su comportamiento. La velocidad lineal es igual en cualquiera de sus puntos y que el producto de la multiplicación del diámetro conductor por su velocidad, es siempre igual al diámetro conducido por su velocidad, de la misma manera el número de dientes de la rueda dentada, siendo entonces:

$$D1 \times N1 = D2 \times N2 \quad (4)$$

De esta manera se logra obtener el despeje correspondiente a la ecuación 1.

Se encontró que, una vez calculada la velocidad de la transmisión por el análisis anterior, ésta se podía utilizar para obtener nuevos cálculos, como es el torque y potencia requeridos, un tema siempre indispensable en los sistemas mecánicos, y que, de no satisfacer las necesidades demandadas por el sistema, este podría ser sometido a sobreesfuerzos o calentamientos, causando graves daños al motor y posiblemente factores externos.

Como último tema, se consideró importante de una transmisión el desplazamiento de los objetos en determinado momento, para el cálculo de velocidad de rodillos, se debe comprender que esta depende de la frecuencia (las revoluciones por minuto) y la longitud que abarca el cuerpo del rodillo (perímetro), a menor perímetro del rodillo, menor longitud abarcará por cada revolución, la unidad de tiempo esclarece la longitud desplazada en determinado instante, de esta manera se logra comprender la ecuación 3, los demás parámetros son resultado de los despejes pertinentes.

Haciendo uso de las ecuaciones expresadas previamente, se recopiló y organizó la información, realizando diversos ejercicios para lograr comprender el comportamiento de las variables una con respecto a otra, de esta manera, tomar los coeficientes más importantes, esto con la finalidad de exponerlas visualmente para una mejor comprensión del usuario.

Para el desarrollo del software se crearon primeramente plantillas y diagramas de flujo las cuales nos permitirían conocer de primera instancia el aspecto del programa y la manera en la que el usuario interactuara sobre él, asimismo, se logró conocer la forma en la que se programarían los eventos desencadenados por las acciones del usuario, ya sea ocultando, mostrando o adaptando objetos y etiquetas de la programación.

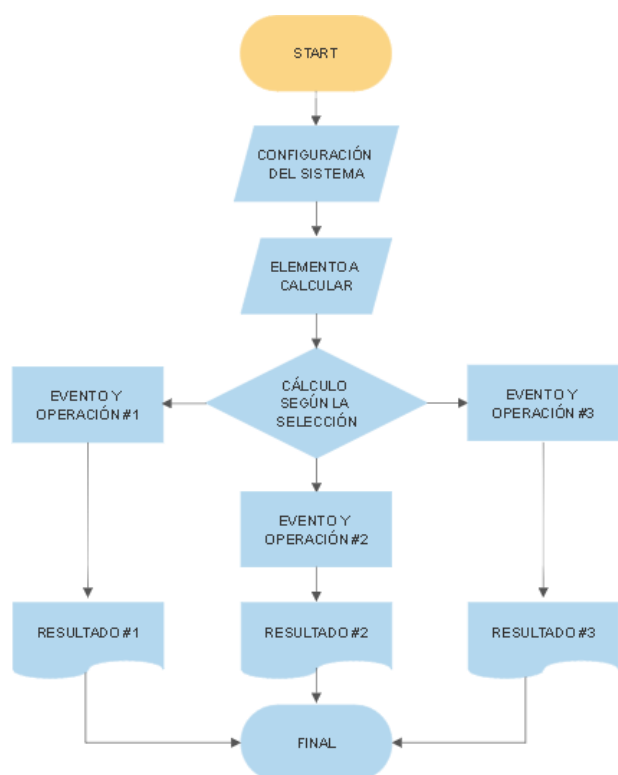


Figura 8 Diagrama de flujo representando diferentes eventos y operaciones del programa

Fuente: <https://cloud.smartdraw.com/>

Para la lectura de datos introducidos por el usuario, según lo acordado en las paltillas, la cantidad de campos utilizados debían ser los mínimos para lograr un desempeño intuitivo, por lo que se decidió hacer uso de una herramienta de matrices o “Arrays” si así se requiere, la cual mediante una sola variable permite almacenar distintos datos con respecto al índice tomado en la ejecución del programa, su longitud de datos, siempre sería determinada por el usuario, mientras que la operación realizada depende de las indicaciones del usuario y la cantidad de datos almacenados, esto por otra parte permite que el usuario no esté limitado por el espacio de distintos campos y habilita el cálculo de indeterminados procesos.

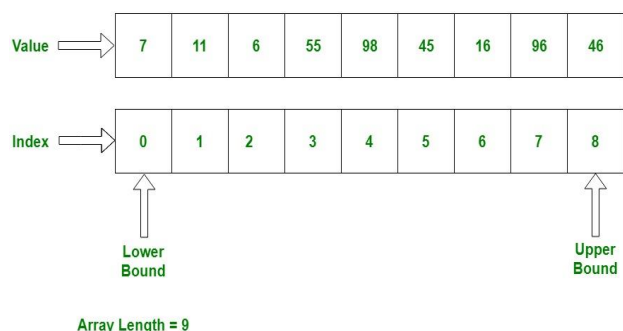


Figura 9 Ejemplo de valores, índice y longitud de un “Array”

Fuente: <https://www.geeksforgeeks.org/c-sharp-arrays/>

Una vez definido los procesos y la interfaz adecuada del programa, a través de distintas “Forms” se seccionó la información recopilada, cada botón vincula un proceso diferente tal como se muestra en el diagrama 1. Finalmente, el programa fue sometido a diferentes ejercicios para comprobar la veracidad de sus resultados.

Resultados

Los resultados fueron satisfactorios y precisos con respecto a lo esperado, los objetivos han sido cubiertos, se realizó la aplicación a un grupo de estudiantes y profesores, la interfaz ha sido de agrado para ellos, además se ha logrado manipular de forma intuitiva, no se presentó la necesidad de consultar fuentes externas, ya que cuenta con lo necesario para ello. La aplicación del software de igual manera ha demostrado que el uso de este programa les ha permitido comprender de una manera sencilla los sistemas mecánicos. Se encontró que, el usuario al modificar las características de un sistema en tiempo real, y apreciar visualmente las variaciones del resultado, ha facilitado el proceso de enseñanza y comprensión para este ámbito en particular, cabe mencionar que el guardar las consultas les ha parecido una herramienta muy útil. Probando que este software es una herramienta útil y competente, capaz de facilitar la labor pedagógica y optimizar tiempos en los análisis de sistemas mecánicos.

Agradecimiento

Se agradece a las autoridades académicas y profesores de la Universidad Tecnológica del estado de Nayarit, quienes estuvieron presentes para el desarrollo del proyecto, facilitando los medios para su publicación.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en la aplicación del software a estudiantes, permitió identificar áreas de oportunidad en el desempeño del programa, se ha sugerido añadir indicadores extras en las animaciones, que además tomen valores correspondientes a lo introducido, con respecto al desempeño del software, se ha encontrado que la resolución de las imágenes debe ser reducida, esto debido a que las animaciones elevan el consumo de memoria utilizadas por el ordenador, causando ralentizaciones o sobreesfuerzos.

Estas consideraciones serán tomadas en cuenta para la mejora continua. Se puede mencionar adicionalmente que el proyecto aún será perfeccionado, la concentración de datos en el documento PDF tendrá una plantilla que se adapte a la cantidad de datos vaciado y al tipo de análisis que se haya hecho para el caso en particular. Además, se incorporarán nuevas animaciones y unidades de medida en los análisis para una mejor comprensión y comodidad del usuario. Cabe mencionar que se añadirán nuevos análisis y métodos para calcular los ya existentes, igualmente se incorporará un asistente en cada una de los análisis si este es factible, con el objeto de que usuarios inexpertos noten las variaciones de un sistema cuando características mecánicas sean modificadas.

Por otro lado, acerca del desarrollo del software se ha concluido que el uso de un boceto previo para el entorno del programa es muy importante para evitar confusiones y pérdidas de tiempo, asimismo, la recolección anticipada de información permite abrir un panorama más amplio de las funciones y leyendas con las cuales el programa contará.

Referencias

10 ejemplos de software libre ideales para el salón de clases: UNIVERSIA México. (28 de 8 de 2019). Obtenido de UNIVERSIA México: <https://noticias.universia.net.mx/en-portada/noticia/2014/11/21/1115464/10-ejemplos-software-libre-ideales-salon-clases.html>

ANÁLISIS MECATRONICO: VIVO PARA TRANSFORMAR VIDAS. (s.f.). Obtenido de VIVO PARA TRANSFORMAR VIDAS: https://cesarruiz.webnode.com.co/_files/200000096-aa626ac2cd/TransmisionPorEngranajes.pdf

Fajardo, B. (21 de Abril de 2010). APRENDAMOS TECNOLOGÍA. Obtenido de <https://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2010/04/elementos-de-maquinas-y-sistemas.pdf>

García, J. C. (2012). Repositorio Institucional UMSA. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/15454/EG-1080-%20Flores%20Garc%3%a da%2c%20Juan%20Carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

México, U. (Enero de 2019). Obtenido de Universia México: <https://noticias.universia.net>

[mx/en-portada/noticia/2014/11/21/1115464/10-programas-software-libre-ideales-salon-clases.html](https://www.universia.net.mx/en-portada/noticia/2014/11/21/1115464/10-programas-software-libre-ideales-salon-clases.html)

Novoa, V. D. (2 de 7 de 2013). Uso del software educativo en el proceso de enseñanza y aprendizaje: gestiopolis. Obtenido de gestiopolis: <https://www.gestiopolis.com/uso-del-software-educativo-en-el-proceso-de-ensenanza-y-aprendizaje/>

Santos, M. G. (1 de 4 de 2018). Potencia mecánica: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Obtenido de Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo: https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa2/2018/Potencia_mecanica.pdf

Valcarce, A. (2014). Obtenido de http://www.astro.puc.cl/~avalcarc/FIS109A/16_Torque.pdf

Identificación de polaridad de los devanados en un motor trifásico de 6 terminales

Polarity identification of the windings in a 6-phase three-phase motor

VIRAMONTES-REYNA, José Luis †*, MORENO-SILVA, Josafat, MONTELONGO-SIERRA, José Guadalupe y VELÁZQUEZ-LEYVA, Erasmo

Universidad Tecnológica de San Luis Potosí

ID 1^{er} Autor: *José Luis, Viramontes-Reyna* / ORC ID: 0000-0003-2541-2864, CVU CONACYT ID: 288862

ID 1^{er} Coautor: *Josafat, Moreno-Silva* / ORC ID: 0000-0001-7251-6215, CVU CONACYT ID: 603092

ID 2^{do} Coautor: *José Guadalupe, Montelongo-Sierra* / ORC ID: 0000-0001-8980-2154, CVU CONACYT ID: 826645

ID 3^{er} Coautor: *Erasmo, Velazquez-Leyva* / ORC ID: 0000-0003-4732-9578, CVU CONACYT ID: 83001

Recibido: 21 de Enero, 2019; Aceptado 06 de Marzo, 2019

Resumen

En este documento se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la ley de Lens para identificar de forma correcta la polaridad de los devanados en un motor trifásico con 6 terminales expuestas, cuando no se tiene por alguna situación el etiquetado correspondiente; previo a la identificación de la polaridad se debe considerar tener ubicados los pares de los tres bobinados. Para la polaridad, se propone alimentar con un voltaje de 12 Vrms a uno de los bobinados, los cuales se identifican de forma aleatoria como W1 y W2, donde W1 se conecta a la fase del voltaje de 12 Vrms de la señal y W2 a la referencia de voltaje a 0V; por medio de la inducción de voltaje y considerando la ley de Lens, se logra identificar las 4 terminales restantes y etiquetarse como V1, V2, U1 y U2. Para este proceso se utiliza un microcontrolador y elementos de control con bajo costo.

Motor Asíncrono trifásico, Diferencia de Fase de señal eléctrica, Inducción electromagnética, Polaridad en inductor

Abstract

This document presents the results obtained from the application of the law of Lens to correctly identify the polarity of the windings in a three-phase motor with 6 exposed terminals, when the corresponding labeling is not in any situation; Prior to identifying the polarity, it should be considered to have the pairs of the three windings located. For the polarity, it is proposed to feed with a voltage of 12 Vrms to one of the windings, which are identified randomly as W1 and W2, where W1 is connected to the voltage phase of 12 Vrms of the signal and W2 to the voltage reference to 0V; by means of voltage induction and considering the law of Lens, the remaining 4 terminals can be identified and labeled as V1, V2, U1 and U2. For this process a microcontroller and control elements with low cost are used.

Three-phase asynchronous motor, Phase Difference of electrical signal, Electromagnetic induction, Inductor polarity

Citacion: VIRAMONTES-REYNA, José Luis, MORENO-SILVA, Josafat, MONTELONGO-SIERRA, José Guadalupe y VELÁZQUEZ-LEYVA, Erasmo. Identificación de polaridad de los devanados en un motor trifásico de 6 terminales. Revista de Ingeniería Mecánica. 2019 3-9: 13-19

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: jlviramontesr@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Al realizarse una búsqueda bibliográfica, tanto en publicaciones como en patentes, hasta la fecha, el autor no ha ubicado información sobre la identificación de polaridad en un motor trifásico de 6 terminales, los trabajos encontrados se basan sobre la base que ya se tienen relacionadas y en ese punto se les realizan los trabajos presentados.

Ante la situación mencionada, en el presente trabajo se presenta una propuesta de cómo identificar en un inicio, los tres pares de bobinados, en seguida, realizar la identificación de la polaridad del motor, basándose en las normas internacionales NEMA MG 1-2011 y IEC 60034-8:2007+A1:2014, las cuales marcan la base de identificación de las terminales para los diferentes tipos de motores trifásicos.

Para el proceso automático de identificación, se utiliza un microcontrolador y elementos de control eléctrico y electrónicos de bajo costo, se realiza un programa para identificar de primer orden los pares correspondientes de un motor trifásico de 6 terminales, los cuales, al alimentar con 5 VCD una de las terminales, se detecta su correspondiente par, en seguida, se alimenta otra terminal para detectar su par; una vez identificado se selecciona uno de los pares y se identifican de forma definitiva como W1 y W2, conectando la fase es una señal de 12 Vrms en W1 y la referencia a cero Volt a W2, se tiene una señal de bajo voltaje en fase con la de alimentación de 12 Vrms para ser utilizada en la comparación de fase en las bobinas donde se detectarán la polaridad.

Objetivo

Aplicar la Ley de Lens (Chapman, Motores de Inducción, 2012) para detectar la polaridad del bobinado de un motor trifásico con 6 terminales que no cuenta con un etiquetado correcto, ubicando de forma automática los pares y la polaridad de cada uno de los devanados al utilizar un microcontrolador y circuitería electrónica y eléctrica.

Metodología

En la búsqueda realizada por el autor no se encontró una investigación relacionada al tema tratado, por lo que es una contribución a la investigación al lograr realizar de manera automática la identificación y polaridad de las terminales en un tiempo de aproximadamente 3 segundos, además que se eliminan riesgos de descarga eléctrica hacia el usuario.

Para alcanzar el objetivo se utilizar equipo de medición como multiímetro, generador de funciones y osciloscopio, para realizar un análisis de las señales eléctricas presentadas en motores eléctricos trifásicos de 6 terminales, identificar y analizar el comportamiento eléctrico en las señales inducidas en los los pares de las bobinas del motor al ser alimentados un par con un voltaje bajo; desarrollar un circuito de control con un microcontrolador para identificar los tres pares de bobinados pertenecientes al motor, identificar la polaridad de cada uno de los devanados al utilizar un voltaje de 12 Vrms a uno de los devanados y detectar la polaridad de la señales inducidas en los devanados restantes, para identificarse de forma automática bajo la norma IEC 60034-8:2007+A1:2014 (IEC).

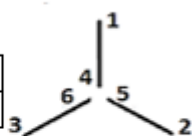
Conceptos teóricos aplicados

En esta sección se muestra las Normas a utilizarse, así como las ecuaciones correspondientes a la ley de Lens, se presentan el comportamiento de algunas señales eléctricas, donde se muestran las características de desfaseamiento entre las señales utilizadas y obtenidas en los devanados pertenecientes a los motores de inducción trifásica con 6 terminales.

La figura 1 se muestra la nomenclatura utilizada para identificar las terminales en los motores de 6 terminales así como la conexión necesaria para la alimentación a utilizarse, los cuales se basan en NEMA MG 1-2011 (NEMA); en la figura 2 se muestra la identificación de estos motores, pero utilizando la norma IEC 60034-8:2007+A1:2014 (IEC), para fines de la ejecución del programa, la identificación de polaridad se muestra en la norma IEC y NEMA.

Nomenclatura NEMA 6 Terminales
conexión en estrella,
bajo voltaje

L1	L2	L3	Unión
1	2	3	4,5,6



Conexión en Delta,
bajo voltaje

L1	L2	L3
1,6	2,4	3,5

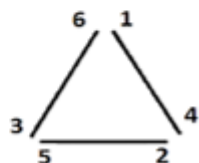
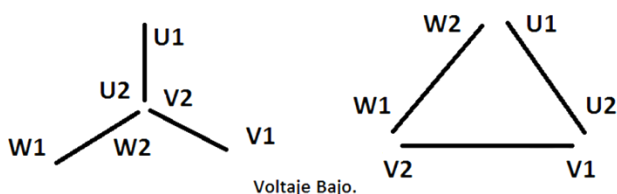


Figura 1 Nomenclatura NEMA 6 derivaciones
Fuente: NEMA MG 1-2011



Modo Operación.	Conexión	L1	L2	L3	Unión
Arranque	Estrella	U1	V1	W1	U2,V2,W2
Trabajo	Delta	U1,W2	V1,U2	W1,V2	---

Voltaje Bajo.

Voltaje	Conexión	L1	L2	L3	Unión
Alto	Estrella	U1	V1	W1	U2,V2,W2
Bajo	Delta	U1,W2	V1,U2	W1,V2	-----

Figura 2 Nomenclatura IEC de 6 derivaciones
Fuente: IEC 60034-8:2007+A1:2014

La ley de Faraday establece que si un flujo atraviesa una espira de alambre conductor, se inducirá en ésta un voltaje directamente proporcional a la tasa de cambio del flujo con respecto al tiempo. Expresado en la ecuación (1).

$$e_{ind} = -N \frac{d\Phi}{dt} \quad (1)$$

Donde

e_{ind} = voltaje inducido en la bobina.

N = número de vueltas de alambre en la bobina.

Φ = flujo que circula por la bobina.

El signo menos en la ecuación es una expresión de la Ley de Lenz, la cual establece que la dirección del voltaje inducido en la bobina es tal que si los extremos de ésta estuvieran en cortocircuito, se produciría en ella una corriente que generaría un flujo opuesto al flujo inicial.

Puesto que el voltaje inducido se opone al cambio que le produce u origina, se incluye un signo menos en la ecuación. Una corriente que fluya producirá ese flujo opuesto al incremento, y por ello el voltaje formado en la bobina deberá formarse con la polaridad indicada en la figura 3. Puesto que la polaridad del voltaje puede deducirse del análisis físico, el signo menos de la ecuación se omite frecuentemente.

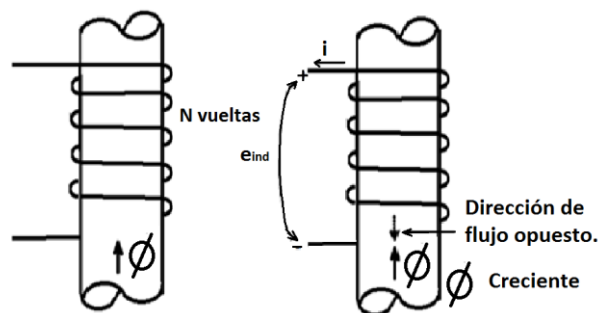


Figura 3 Significado de la ley de Lenz
Fuente: Diseño Propio

Por consiguiente, bajo los conceptos teóricos se tiene que si se alimenta un transformador por el lado primario, este induce al bobinado del secundario un voltaje invertido 180° como se muestra en la figura 4.

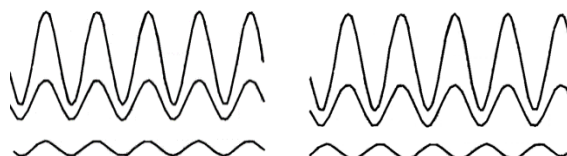


Figura 4 La señal inferior de los gráficos muestra el desfase de 0° o 180° respecto a la de 12 Vrms (superior)
Fuente: Diseño Propio

Diseño de un prototipo para detección de los tres pares de los motores

Para las pruebas realizadas se utilizaron cuatro motores de características iguales, correspondiendo a un motor marca De Lorenzo, con alimentación a 220/380 V Delta/Estrella, corrientes de 4.5/2.6 A en Delta/Estrella a 1.1 KW, f.p. de 0.86 a 3300 rpm a una frecuencia de 60Hz, el cual cuenta con bornes de conexión para 6 terminales. Como se muestra en la figura 5.



Figura 5 Motor trifásico de 6 terminales

Fuente: Diseño Propio

Se realiza un programa para el microcontrolador, el cual está seccionado de la siguiente manera: una primera sección para dar la bienvenida donde se presenta una imagen como la que se muestra en la figura 6.

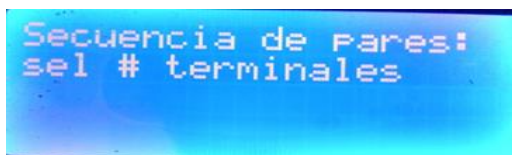


Figura 6 Pantalla de inicio en espera de Selección de terminales

Fuente: Diseño Propio

Cuando se activa en el circuito la selección de 6 terminales se muestra la figura 7.



Figura 7 Pantalla que indica el inicio de secuencia para las 6 terminales

Fuente: Diseño Propio

Cuando realiza la secuencia de detección de pares, el programa en pantalla muestra los resultados como se indica en la figura 8.



Figura 8 Pantalla con los resultados obtenidos de la identificación de pares

Fuente: Diseño Propio

Continuando con la secuencia de identificación de polaridad, se ejecuta el programa en automático, tomando el par ubicado en bobina W (1,6) para alimentarse con un voltaje de 12 Vrms, el cual se obtiene de una fuente independiente y con un punto de referencia a 0V para tomar un voltaje en sincronía con esta señal pero a un voltaje de 3 Vrms, el cual se utiliza como señal para disparo y lectura de los voltajes de los pares restantes del motor. Se obtiene una comparación de los voltajes inducidos respecto a la señal principal, ubicando las terminales que obtiene una lectura mayor de voltaje, quedando como la terminal positiva, etiquetándose como V1 y U1 respecto a la terminal que se identifica de inicio como W1 y que corresponde a la terminal con la alimentación de fase de la fuente de 12 Vrms.

La figura nueve y diez se muestran algunas de las señales obtenidas en el osciloscopio, donde se visualiza el desfaseamiento, respetando la ley de Lenz.

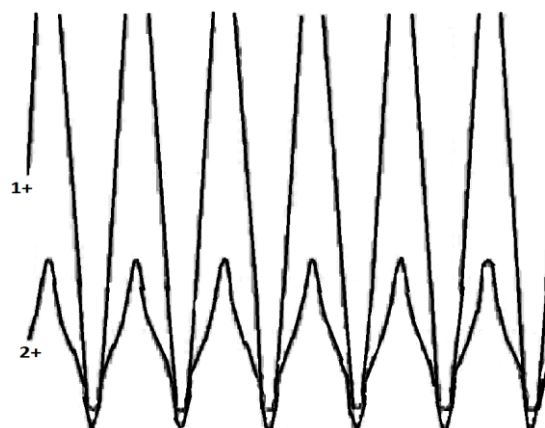


Figura 9 CH2 se presenta la señal inducida la cual se encuentra en fase con la de alimentación de CH1

Fuente: Diseño Propio

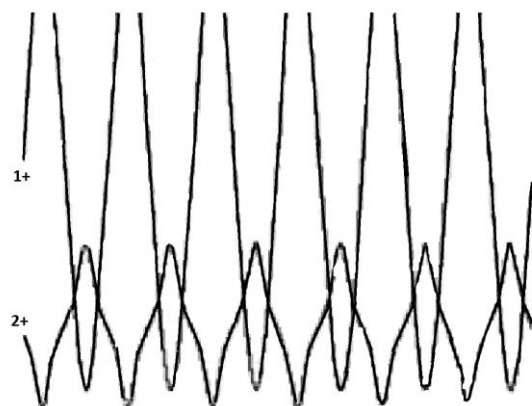


Figura 10 En CH2 se tiene la señal, pero con desfaseamiento de 180° respecto a la de alimentación en CH1

Fuente: Diseño Propio

Como se muestra en la ilustración 9 y 10, se obtienen desfases de señal, en la figura 9 no se tiene desfase, por consiguiente las puntas de prueba del osciloscopio se tienen invertidas, en la ilustración 10 las señales se encuentran desfasadas 180°, por lo tanto, las terminales de prueba de los dos canales se encuentran relacionadas de tal forma que la punta de prueba en CH2 corresponde al positivo del devanado analizado, respecto al positivo del CH1 el cual alimenta al devanado utilizado para marcar la referencia de polaridad.

Cuando se ejecuta en el programa la sección de polaridad, se muestra como resultado final la pantalla indicada en la figura 11.



Figura 11 Pantalla que muestra el resultado final del análisis

Fuente: Diseño Propio

El número que se tiene es el borne del circuito donde se tiene conectada la terminal del motor y la letra con su número corresponde a la identificación considerando la Norma IEC.

Quedando la identificación final como se indica en la tabla 1.

Borne identificado en el prototipo	Número de terminal correspondiente para el motor
1	W1
6	W2
5	V1
2	V2
4	U1
3	U2

Tabla 1 Resultados finales con la identificación correspondiente

Fuente: Diseño Propio

Resultados

Las pruebas fueron realizadas en los motores con los que se cuentan en el laboratorio, siendo satisfactorio y demuestra que es posible generalizar este procedimiento a otros motores de 6 terminales, por lo que se requiere incrementar el número de pruebas para garantizar el procedimiento indicado.

El tiempo de ejecución puede ser modificado tanto en la detección de los pares como de la lectura del voltaje al identificar la polaridad por el objetivo de poder ser utilizado en el seguimiento del proceso; si se ejecuta el programa en los tiempos mínimos recomendables, se tienen un segundo para los pares y 2 para la polaridad, dando un total de 3 segundos. El automatizar la identificación de las terminales, permite trabajar con seguridad hacia el personal. Se logra con este prototipo el presentar una propuesta para la identificación de manera automática, hasta este momento, el autor no ha encontrado un equipo o investigación enfocada en este tema, por lo que es un área de oportunidad para una patente en un futuro, así como una contribución al área eléctrica para la identificación en tiempos cortos de las terminales en los motores de inducción.

Conclusión

El proceso indicado, así como la ejecución del programa el Microcontrolador hasta este momento ha dado buenos resultados, pero se requiere incrementar el número de pruebas con otros motores para garantizar el cien por ciento su eficiencia; al utilizar este método de identificación se garantiza la seguridad del personal que opere el equipo, pues los voltajes utilizados son bajos y no se expone al usuario en voltajes que generan riesgo eléctrico por descargas. El costo del circuito es relativamente bajo, lo que permite ser aplicado en instituciones educativas.

Bibliografía

1-2011, A. M. (9 de 12 de 2012). American Electrical Manufacturers Association. Obtenido de <https://law.resource.org/pub/in/bis/S05/is/iec60034.8.2002.pdf>

Abraham S. Fontes, C. A. (26 de Junio de 2017). Comparison of techniques based on current signature analysis to fault detection and diagnosis in induction electrical motors. Electrical Engineering Conference (EECon), Electronic ISBN: 978-1-5090-5395-7, 74-79.

Angelosante, D., Fagiano, L., Grasso, F., & Ragaini, E. (26 de Octubre de 2017). Motor parameters estimation from industrial electrical measurements. 2017 25th European Signal Processing Conference (EUSIPCO)(Electronic ISSN: 2076-1465), 1006 - 1010.

VIRAMONTES-REYNA, José Luis, MORENO-SILVA, Josafat, MONTELONGO-SIERRA, José Guadalupe y VELÁZQUEZ-LEYVA, Erasmo. Identificación de polaridad de los devanados en un motor trifásico de 6 terminales. Revista de Ingeniería Mecánica. 2019

Arduino. (s.f.). Arduino Mega Schematic. Recuperado el 11 de 5 de 2016, de <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>

BradleysMotors. (15 de 09 de 2015). BradleysMotors. Obtenido de http://bradleymotors.com/PDFs/Terminal_Markings_and_Motor_Connections.pdf

Caird, K. J. (2009). Patente n° EP 2 204 658 A1. Smyrna GA.

Chapman, S. J. (2012). Motores de Inducción. En Máquinas Eléctricas (pág. 512). British Aerospace Australia: Mc Graw Hill.

Electronic Components Datasheet Search. (s.f.). Recuperado el 2 de 5 de 2017, de Electronic Components Datasheet Search

Fluke. (21 de 9 de 2015). Support Fluke. Obtenido de <http://www.fluke.com/fluke/uses/Portable-Oscilloscopes/Fluke-120.htm?PID=55999>

Fornage, M. (2009). Patente n° EP 2 101 403 A2. Petaluma CA.

IEC. (s.f.). IEC International Electrotechnical Commission. Recuperado el 18 de Enero de 2018, de <http://www.iec.ch/about/?ref=menu>

Malinowski, J., McElveen, R., & Korkeakoski, J. (7 de Nov de 2013). Electrical and mechanical differences between NEMA and IEC AC low voltage random wound induction motors. (IEEE, Ed.) Pulp and Paper Industry Technical Conference (PPIC), Conference Record of 2013 Annual IEEE (ISSN: 0190-2172), 1-10.

Microchip. (s.f.). Microchip. Recuperado el 20 de Enero de 2018, de <https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/atmel-2549-8-bit-avr-microcontroller-atmega640-1280-1281-2560-2561-datasheet.pdf>

Motors, H. E. (15 de 09 de 2015). <http://hupp-electric.com/>. Obtenido de NEMAConnections-Diagrams%20.pdf

Nandi, S., Toliyat, H. A., & Li, X. (5 de Diciembre de 2005). Condition monitoring and fault diagnosis of electrical motors-a review. IEEE Transactions on Energy Conversion, 20(Electronic ISSN: 1558-0059), 719-729.

NEMA. (s.f.). NEMA National Electrical Manufacturers Association, The Association of Electrical Equipment and Medical Imaging Manufacturers. Recuperado el 18 de Enero de 2018, de <https://www.nema.org/International/Pages/NEMA-en-Mexico.aspx>

Odawara, S., & Fujisaki, K. (7 de Noviembre de 2017). Local magnetic characteristics of electrical motor core by magnetic hysteresis analysis with inverter excitation. Linear Drives for Industry Applications (LDIA), 2017 11th International Symposium on (Electronic ISBN: 978-4-88686-400-0), 1-4.

Oliveira, B. C., Pacheco, A. L., Flesch, R. C., & Demay, M. B. (9 de Marzo de 2017). Detection of defects in the manufacturing of electric motor stators using vision systems: Electrical connectors. Industry Applications (INDUSCON), 2016 12th IEEE International Conference on (Electronic ISBN: 978-1-5090-5127-4), 1-6.

Peter, I., Scutaru, G., & Nistor, C. G. (10 de Julio de 2014). Manufacturing of asynchronous motors with squirrel cage rotor, included in the premium efficiency category IE3, at S.C. Electroprecizia Electrical-Motors S.R.L. Săcele. 2014 International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment (OPTIM)(Electronic ISBN: 978-1-4799-5183-3), 421-425.

Piesinger, G. H. (2006). Patente n° 7031859. E. Saguro Vista CT. Cave Greek AZ.

Pommato., L. A. (1996). Patente n° 005510700. Santa Ana CA.

Ramana, D. V., & Baskar, S. (9 de Marzo de 2016). Diverse fault detection techniques of three-phase induction motor — A review. Emerging Technological Trends (ICETT), International Conference on (ISBN: 978-1-5090-3751-3), 1-8.

Robert Rosenberg, B. S. (1994). Reparación de Motores Eléctricos. Cd. de México: GG/México. Rockwell Automation. (s.f.). rockwellautomation.com. (Rockwell Automation) Recuperado el 25 de 11 de 2014, de http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/wp/icg-wp000_es-p.pdf

VIRAMONTES-REYNA, José Luis, MORENO-SILVA, Josafat, MONTELONGO-SIERRA, José Guadalupe y VELÁZQUEZ-LEYVA, Erasmo. Identificación de polaridad de los devanados en un motor trifásico de 6 terminales. Revista de Ingeniería Mecánica. 2019

Ruiz, I. N. (s.f.). Física – Máquinas Eléctricas. Selahattin Güçlü, A. Ü. (23 de Junio de 2018). Vibration analysis of induction motors with unbalanced loads. (IEEE, Ed.) Electrical and Electronics Engineering (ELECO), 2017 10th International Conference on, 365 - 369.

SKF. (s.f.). Recuperado el 10 de 3 de 2015, de <http://www.skf.com/cl/products/condition-monitoring/portables-data-collectors-and-analyzers/electric-motor-analyzers/static-motor-analyzers/baker-dx/index.html>

STANDARD, B. (21 de 9 de 2015). Terminal markings for electrical machinery and apparatus. (bsi-global) Obtenido de <http://www.bsi-global.com/bsonline>.

Twilight. (21 de 9 de 2015). Twilight, instrumentos de medición industrial. Obtenido de http://www.twilight.mx/Medidores-de-Aislamiento-Meggers.html?gclid=CjwKEAjwt1f6vBRC7tLqO_aih5WISJAAE0CYwFC2k2YsxWWYzqPPZmlYMcesC-zcqOHTQKaSGI_OgFxoCUWXw_wcB

Udomsuk, S., Areerak, K., Areerak, T., & Areerak, K. (23 de Oct de 2017). Power loss identification of three-phase induction motor using adaptive tabu search. Electrical Engineering Congress (iEECON), 2017 International (ISBN: 978-1-5090-4666-9), 1-4.

Universidad Tecnológica Nacional. (s.f.). Unidad 3: Máquinas e instalaciones eléctricas. (Universidad Tecnológica Nacional) Recuperado el 24 de 11 de 2014, de http://www1.frm.utn.edu.ar/mielectricas/docs/A_PUNTES_MAQUINAS_ELECTRICAS-U_3_v1.1.pdf

Vico, J., & Hunt, R. (20 de Mayo de 2010). Protection principles for electrical motors in the cement industry. 2010 IEEE-IAS/PCA 52nd Cement Industry Technical Conference (Electronic ISBN: 978-1-4244-6409-8), 1-13.

Mantenimiento a recipiente contenedor cilíndrico vertical

Maintenance of vertical cylindrical container

CANO-RAMÍREZ, Jaime †*, FLORES-PÉREZ, José Manuel, AMBRIZ-COLÍN, Fernando y ÁVILEZ-FERRERA, José Josías

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

ID 1^{er} Autor: *Jaime, Cano-Ramírez* / ORC ID: 0000-0001-9029-3350, Researcher ID Thomson: Q-8940-2018, arXiv ID: JaimeCanoRamirez, CVU CONACYT-ID: 341820

ID 1^{er} Coautor: *José Manuel, Flores-Pérez* / ORC ID: 0000-0002-1110-9365, Researcher ID Thomson: R-2163-2018, arXiv ID arXiv 2400414, CVU CONACYT-ID: 388269

ID 2^{do} Coautor: *Fernando, Ambriz-Colín* / ORC ID: 0000-0002-4871-418X, Researcher ID Thomson: R-3696-2018, arXiv ID: fambrizc, CVU CONACYT-ID: 169757

ID 3^{er} Coautor: *José Josías, Ávilez-Ferrera* / ORC ID: 0000-0003-3503-0819, arXiv ID: 0000-0002-7970-7855, CVU CONACYT-ID: 242164

Recibido: 08 de Enero, 2019; Aceptado 09 de Marzo, 2019

Resumen

Mantener en condiciones de operabilidad segura, utilizando los cálculos para aplicar procesos mecánicos y con el fin de detectar cualquier anomalía que permitan oportunamente tomar acciones preventivas y reparar los elementos que son parte de los recipientes en mal estado o fuera de las normas que los rigen. En los anillos utilizando métodos analíticos como la verificación de espesores calculándolos por los métodos especificados en el API 653 Inspección, Reparación, Alteración y Reconstrucción de Tanques American Petroleum Institute (Instituto Americano del Petróleo), encontrando si se encuentran fuera de la normativa adecuada por comparación con lo medido en forma real en la placa del anillo del casco, por lo cual el método es no destructivo de inspección, API 650 “Tanques de Acero Soldado para el Almacenamiento del Petróleo American Petroleum Institute (Instituto Americano del Petróleo). Para efectuar las reparaciones pertinentes utilizando procesos de soldadura y corte, montaje y maniobras aplicación de recubrimientos y materiales necesarios según la reparación para mantener y asegurar la integridad del recipiente mejorando la confiabilidad de operación, contribuyendo en la seguridad de los tanques, accesorios y sistemas anexos, como contenedores de productos derivados del hidrocarburo altamente explosivos e incendiarios.

Operabilidad, Seguridad, Confiabilidad

Abstract

Keep in safe operability conditions, using the calculations to apply mechanical processes and in order to detect any anomaly that allow timely take preventive actions and repair the elements that are part of the containers in poor condition or outside the rules that govern them. In the rings using analytical methods such as the verification of thicknesses by calculating them by the methods specified in API 653 Inspection, Repair, Alteration and Reconstruction of Tanks American Petroleum Institute, finding if they are outside the appropriate regulations by comparison with what is measured in real form on the hull ring plate, whereby the method is non-destructive inspection, API 650 “Welded Steel Tanks for Petroleum Storage American Petroleum Institute (American Petroleum Institute). To carry out the relevant repairs using welding and cutting processes, assembly and maneuvers application of coatings and materials necessary according to the repair to maintain and ensure the integrity of the container improving the reliability of operation, contributing to the safety of the tanks, accessories and attached systems, as containers of highly explosive and incendiary hydrocarbon derived products.

Operability, Security, Reliability

Citacion: CANO-RAMÍREZ, Jaime, FLORES-PÉREZ, José Manuel, AMBRIZ-COLÍN, Fernando y ÁVILEZ-FERRERA, José Josías. Mantenimiento a recipiente contenedor cilíndrico vertical. Revista de Ingeniería Mecánica. 2019 3-9: 20-24.

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: jcano@utsoe.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Los recipientes contenedores (Tanques cilíndricos verticales) se encuentran en la interperie a exposición del medio ambiente, a los fluidos que contiene, derivados del hidrocarburo a fuerzas externas e internas que se traducen en esfuerzos de la presión interna y externa, peso del recipiente y lo que contiene, reacciones estáticas del equipo auxiliar, reacciones cíclicas y dinámicas debido a las fluctuaciones de la temperatura, con los cuales nos genera el tipo de material del cual son manufacturados y tener la resistencia adecuada, la confiabilidad de operación y la seguridad de ello.

La industria metalmeccánica tiene la obligación de mantener las instalaciones, en estado seguro para la operación, por lo que en el siguiente trabajo se utiliza metodologías analíticas, según API 653, para obtener los espesores de los anillos que integran al casco para cumplir con el objetivo de mantener el recipiente en condiciones de operabilidad segura haciendo uso en el mantenimiento en cuanto a los contenedores cilíndricos verticales, se refiere, esto generado a la cantidad de sustancias derivadas del hidrocarburo peligrosas incendiables, explosivas que requieren un manejo especial periódico y acertado.

Desarrollo

Para determinar los espesores en cada uno de los anillos del cuerpo cuando hay áreas corroídas de considerable tamaño, los espesores medidos deberán ser promediados de acuerdo con el siguiente procedimiento (ver figura 1).

a-e planos de inspección seleccionados por el mantenedor.

$$L = 3.7 (Dt_2)^{1/2} \tag{1}$$

L = La longitud vertical máxima, en pulgadas, sobre los cuales los esfuerzos en el anillo son asumidos “promediando” alrededor de las discontinuidades locales, no puede exceder las 40 pulgadas.

D.- El diámetro nominal del tanque.
t₂= El menor espesor, en pulgadas, en un área de corrosión, inclusive las picaduras.

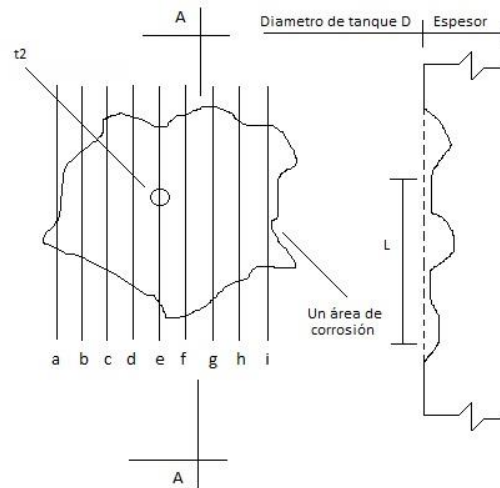


Figura 1 Área de Corrosión
 Fuente: Institute American Petroleum, 2005

Para calcular el espesor de la placa de los anillos con la fórmula 1 sabiendo la longitud en inspección, sin exceder las 40 pulgadas se debe de conocer el diámetro nominal del tanque y despejar t₂.

Se deben de hacer por lo menos 5 medidas con igual espaciamento de longitud entre L y L subsecuente según lo indica la figura 1 y tomar la menor t₂.

Cálculo del espesor mínimo para los anillos del cuerpo del tanque de acero soldado

El espesor mínimo aceptable de una lámina o placa de cuerpo este método está limitado para tanques con diámetros iguales o menores a 200 pies.

Para determinar el espesor mínimo para todos los anillos, se debe de ser calculado con la ecuación número 2.

$$T_{min} = 2.6(H-1)DG/SE \tag{2}$$

Cuando se esta determinando el espesor mínimo aceptable para cualquier otra porción de un anillo del cuerpo tal como un área localmente adelgazada o cualquier otra localización de interés, t_{min} es calculado según la ecuación 3.

$$T_{min} = 2.6HDG/SE \tag{3}$$

T_{min} de la ecuación 3, expresado en pulgadas no debe de ser 0.1 pulgadas en ningún anillo del cuerpo.

D= Diámetro nominal del tanque, en pies

H= Altura desde el fondo del anillo en consideración hasta el nivel de liquido máximo, cuando se evalúa un anillo entero, en pies.

H= Altura, en pies, desde el inicia de la longitud L, ver ecuación 1. Hasta el punto máximo del nivel del fluido.

H= Altura desde el punto mas bajo dentro de cualquier localización de interés hasta el máximo nivel de líquido, en pies.

Depende del criterio de análisis y del estado en que se encuentra el cuerpo del recipiente para hacer la medición con cinta métrica y determinar el valor de H.

G= La gravedad especifica del contenido del recipiente, en caso de que sea una mezcla se recomienda, utilizar el valor mas alto del componente.

En la gravedad específica el fluido en referencia será el agua a 4°C, con valores (ver tabla 1).

Si se requiere mayor exactitud en el cálculo del valor de la gravedad específica, se recomienda utilizar los valores del peso específico y la densidad de la tabla 2 a la temperatura que corresponda en referencia al fluido que en este caso es el agua.

Denominación Física	Sistema Internacional	Sistema Inglés
Peso específico del agua a 4°C, γ_w	9.81 KN/m ³	62.4 Lb/Ft ³
Densidad del agua a 4°C, ρ_w	1000 Kg/ m ³	1.94Slug/ Ft ³

Tabla 1 Gravedad específica del agua a 4 grados centígrados

Fuente: *Elaboración Propia*

$$G = \gamma_s / \gamma_w = \rho_s / \rho_w \quad (4)$$

Donde:

γ_s es el peso específico de la sustancia.

ρ_s es la densidad de la sustancia.

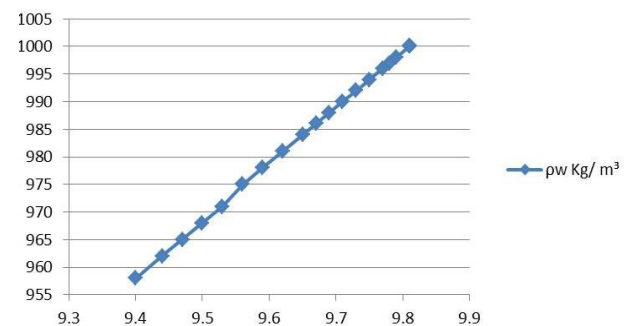
Otros valores de la densidad y peso específico del agua a diferentes temperaturas (ver tabla 2).

Temperatura (°C)	γ_w KN/m ³	ρ_w Kg/ m ³
0	9.81	1000
5	9.81	1000
10	9.81	1000
15	9.81	1000
20	9.79	998
25	9.78	997
30	9.77	996
35	9.75	994
40	9.73	992
45	9.71	990
50	9.69	988
55	9.67	986
60	9.65	984
65	9.62	981
70	9.59	978
75	9.56	975
80	9.53	971
85	9.50	968
90	9.47	965
95	9.44	962
100	9.40	958

Tabla 2 Peso específico y densidad con referencia del agua a 25 grados centígrados

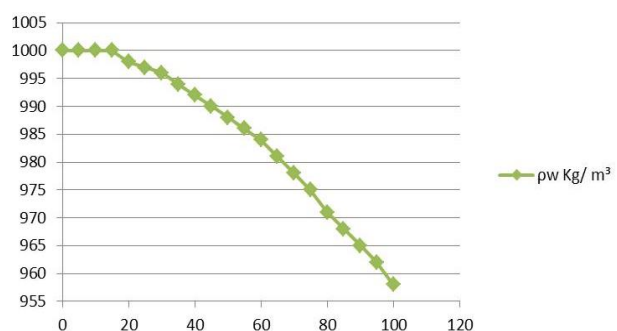
Fuente: *Mott, 2006*

En la gráfica 1 se puede apreciar la relación de peso específico y densidad.



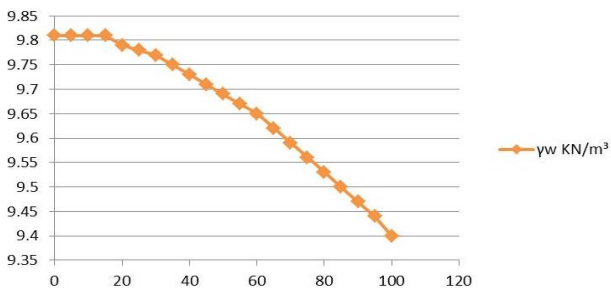
Gráfica 1 Relación de peso específico y densidad

En la gráfica 2 apreciamos la variación de la densidad con respecto a la temperatura.



Gráfica 2 Densidad con respecto a la temperatura

En la gráfica 3 apreciamos como varía el peso específico con respecto a la temperatura.



Gráfica 3 Peso específico con respecto a la temperatura

Con la siguiente tabla número 3 a 25°C, obteniendo las mediciones de diferentes sustancias derivadas del hidrocarburo para los pesos específicos y densidades encontradas, teniendo como referencia el valor de 9.78 KN/m³ y 997 Kg/ m³, respectivamente.

Sustancia	γs KN/m ³	ρsKg/ m ³
Acetona	7.72	787
Alcohol Etlíco	7.72	787
Alcohol metílico	7.74	789
Alcohol propílico	7.87	802
Amoniaco hidratado al 25%	8.93	910
Benceno	8.59	876
Tetracloruro de carbono	15.60	1590
Aceite de ricino	9.42	960
Etilenglicol	10.79	1100
Gasolina	6.67	680
Glicerina	12.34	1258
Queroseno	8.07	823
Aceite de linaza	9.12	930
Mercurio	132.8	13540
Propano	4.86	495
Agua de mar	10.10	1030
Aguarrás	8.53	870
Combustóleo medio	8.36	852
Combustóleo pesado	8.89	906

Tabla 3 Peso específico y densidad
Fuente: Mott, 2006

En la tabla 4, se calculan los de gravedad específica utilizando la ecuación 4 obteniendose los siguientes resultados.

Sustancia	Gravedad Específica "G"
Acetona	0.787
Alcohol Etlíco	0.787
Alcohol metílico	0.789
Alcohol propílico	0.802
Amoniaco hidratado al 25%	0.910
Benceno	0.876
Tetracloruro de carbono	1.590
Aceite de ricino	0.960
Etilenglicol	1.100
Gasolina	0.68
Glicerina	1.258
Queroseno	0.823
Aceite de linaza	0.930
Mercurio	13.54
Propano	0.495
Agua de mar	1.030

Aguarrás	0.870
Combustóleo medio	0.852
Combustóleo pesado	0.906

Tabla 4 Gravedad específica
Fuente: Mott, 2006

S= Máximo esfuerzo permisible en libras por pulgada cuadrada (psi); se usa el menor de 0.80Y ó 0.429T para el primero y el segundo anillo; use el menor entre 0.88 Y ó 0.472T para los otros anillos. Los esfuerzos permisibles del cuerpo son mostrados en la Tabla 5.

Especificación de material y grado	Mínimo especificado Estrés de rendimient Y(lb/in ²)	Mínimo especificado Fuerza de Tensión T(lb/in ²)	Estrés de producto permitido S(lb/in ²)	
			Dos cursos inferiores	Cursos superiores
ASTM Especificaciones				
A283-C	30,000	55,000	23,600	26,000
A285-C	30,000	55,000	23,600	26,000
A36	36,000	58,000	24,900	27,400
A131-A,B, CS	34,000	58,000	24,900	27,400
A131-EH36	51,000	71,000	30,500	33,500
A573-58	32,000	58,000	24,900	27,400
A573-65	35,000	65,000	27,900	30,700
A573-70	42,000	70,000	30,000	33,000
A516-55	30,000	55,000	23,600	26,000
A516-60	32,000	60,000	25,600	28,200
A516-65	35,000	65,000	27,900	30,700
A516-70	38,000	70,000	30,000	33,000

Tabla 5 Esfuerzos permitidos para T mínimo
Fuente: Institute American Petroleum, 2005

Y= Esfuerzo mínimo especificado, según figura 2, en caso de no tener la especificación use 30KPsi.

T se utiliza el valor según el material, haciendo uso de la figura 2.

E= La eficiencia original de la junta soldada para el tanque, si el E original es desconocido. E=1.0, cuando evalúe el espesor en una lámina corroída que haya sido retirada, cuando esté separada de soldaduras o juntas soldadas al menos en una pulgada o dos veces el espesor de la lámina o placa, la mayor de las condiciones.

Si es una junta a tope se tomará la eficiencia como 0.95 esto generado a cualquier imperfección en la junta. Se debe de cumplir que $t_2 \leq t_{min}$, para proceder a reparar el anillo analizado y que requiera de mantenimiento, ya sea reemplazo o reparación del daño que presente con proceso de corte y soldadura.

Requerimientos de Horizontalidad de la Envolvente

La orilla superior de cada anillo de la envolvente deberá de estar a nivel con una tolerancia de $\pm 3 \text{ mm} = \pm 1/8''$ en una longitud de $9 \text{ m} = 30'$, en cualquier parte del perímetro del tanque y una tolerancia de $\pm 6 \text{ mm} = \pm 1/4''$, en la circunferencia total desde un punto de referencia (PEMEX, 2016).

De no establecerse un mecanismo de homologación de procedimientos para la operación, mantenimiento y futura instalación de estaciones de servicio, causará un incremento de la probabilidad de ocurrencia de accidentes e incumplimientos de normas de seguridad industrial y requisitos técnico-legales (Dávila & Hidalgo, 2018). El espesor de borde deberá no ser menor que el espesor mínimo permisible (Institute American Petroleum, 2005)

Los métodos de calibración que existen hoy utilizan principalmente medios mecánicos y visuales. En muchos casos solo se mide la parte externa del tanque, por lo que solo se pueden estimar efectos tales como el grosor de su pared o la desviación de la forma cilíndrica ideal. El nuevo sistema de escaneo con láser en tercera dimensión determina la forma interna midiendo las distancias mediante un método de emisión de impulsos. La tridimensionalidad del escaneo se alcanza a través de la rotación del láser en segmentos de $0,25^\circ$, tanto en planos horizontales como verticales. La parte cilíndrica, así como el fondo (sumidero) se someten a calibración en un mismo proceso. Un software especial calcula el volumen del tanque en dependencia de la altura de llenado y emite la tabla de capacidad correspondiente en la forma conocida (G. Wendt).

Resultados y Conclusiones

Por la ecuación 1 $L=3.7Dt_2$, se puede calcular el espesor de la placa dependiendo de la longitud y diámetro nominal del tanque de la ecuación 3 $T_{\min}=2.6HDG/SE$, utilizando el diámetro nominal del tanque, la altura desde el fondo del anillo en consideración hasta el nivel del líquido máximo, la gravedad específica se calcula respecto al peso específico de la sustancia en relación del peso específico del agua a 4°C o la densidad de la sustancia y del agua a 4°C , el Máximo esfuerzo permisible en libras por pulgada cuadrada (psi).

Se usa el menor de $0.80Y$ ó $0.429T$ para el primero y el segundo anillo; se usa el menor entre $0.88 Y$ ó $0.472T$, donde Y y T se toman los valores de la figura 2, la eficiencia se toma el valor de 1 o 0.95 en donde la aplicación de soldadura es a tope, y el valor de t_2 de la ecuación 1 es menor que t_{\min} se sugiere aplicar las técnicas mecánicas adecuadas de corte y soldadura, cambio de piezas, montaje y aplicación de pintura necesaria, para lo cual nos da una seguridad en la operación de contenedores con derivados del hidrocarburo.

Uniones Horizontales de la aplicación de la soldadura en el casco son juntas a tope con penetración y fusión completas (Eugene F. Megyesy, 1992).

Referencias

Dávila, P., & Hidalgo, G. F. (06 de 01 de 2018). Seguridad y Salud Ocupacional. Obtenido de Seguridad y Salud Ocupacional: <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/2777>

Eugene F. Megyesy. (1992). Manual de Recipientes Sujetos a Presión. México: Editorial Limusa.

G. Wendt, R. J. (s.f.). Determinación del Volumen en Grandes Tanques de Almacenamiento a Través de un Nuevo Sistema Óptico de Escaneo en 3D. Redalyc.org. Instituto Nacional de Investigaciones de Metrología, La Habana, Cuba.

Institute American Petroleum. (01 de November de 2005). Norma API 653. Washington, Washington, USA.

Institute American Petroleum. (2005). Tanques de Acero Soldados para el Almacenamiento del Petróleo, API 650. Washington: Instituto Americano del Petróleo API.

Mott, R. L. (2006). Mecánica de Fluidos . México: Prentice Hall.

PEMEX. (2016). Tanques Cilindricos Verticales de Techo Flotante. México: Coordinación Ejecutiva de Construcción.

[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 de Ingeniería Mecánica. 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]

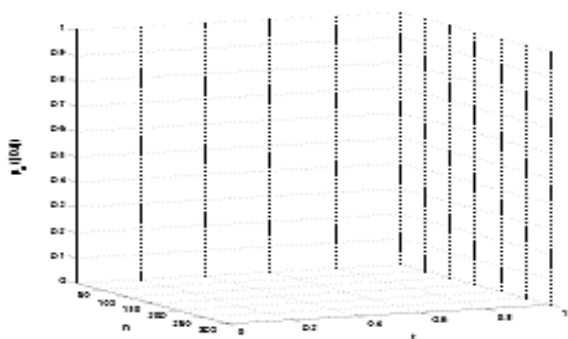


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

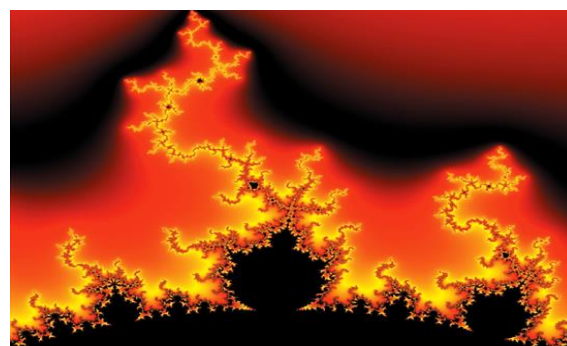


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo 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 Titulo secuencial.

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

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

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 de Ingeniería Mecánica 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 de Ingeniería Mecánica 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 Spain 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 Spain para su Revista de Ingeniería Mecánica, 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

38 Matacerquillas, CP-28411. Moralarzal –Madrid-España. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: contact@ecorfan.org www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editor en Jefe

SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN® Spain), 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

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

Revista de Ingeniería Mecánica

“Metodología para el desarrollo de trayectorias en la aplicación por el proceso de soldadura GMAW en un robot industrial”

SÁNCHEZ-LERMA, Josué Rafael, TORRES-RICO, Luis Armando, HUERTA-GÁMEZ, Héctor y RUIZ-LÓPEZ, Ismael

Universidad Politécnica de Juventino Rosas

“Software analizador de sistemas mecánicos desarrollado en la Universidad Tecnológica de Nayarit”

MARTINEZ-OROZCO, Omar Alexis

Universidad Tecnológica del Estado de Nayarit

“Identificación de polaridad de los devanados en un motor trifásico de 6 terminales”

VIRAMONTES-REYNA, José Luis, MORENO-SILVA, Josafat, MONTELONGO-SIERRA, José Guadalupe y VELÁZQUEZ-LEYVA, Erasmo

Universidad Tecnológica de San Luis Potosí

“Mantenimiento a recipiente contenedor cilíndrico vertical”

CANO-RAMÍREZ, Jaime, FLORES-PÉREZ, José Manuel, AMBRIZ-COLÍN, Fernando y ÁVILEZ-FERRERA, José Josías

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

