

ISSN 2523-0344

Volumen 3, Número 7 — Enero — Marzo — 2019

# Revista de Ingeniería Industrial



## **ECORFAN-Perú**

### **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 Industrial**, Volumen 3, Número 7, de Enero a Marzo 2019, es una revista editada trimestralmente por ECORFAN-Perú. 1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú. WEB: [www.ecorfan.org/republicofperu](http://www.ecorfan.org/republicofperu), [revista@ecorfan.org](mailto:revista@ecorfan.org). Editor en Jefe: SERRUDO-GONZALES, Javier. BsC. ISSN: 2523-0344. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 30 de Marzo del 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 Industrial**

## **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 diseño de sistemas de producción, gestión de calidad en los productos, investigación de operaciones, simulación informática, cadenas de suministros, certificación de calidad, hidrometeorología.

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 Industrial es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Perú, 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 Diseño de sistemas de producción, gestión de calidad en los productos, investigación de operaciones, simulación informática, cadenas de suministros, certificación de calidad, hidrometeorología 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 Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-Mexico® 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**

AYALA - GARCÍA, Ivo Neftalí. PhD  
University of Southampton

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

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

DIAZ - RAMIREZ, Arnoldo. PhD  
Universidad Politécnica de Valencia

HERNÁNDEZ - PRIETO, María de Lourdes. PhD  
Universidad Gestalt

LAGUNA, Manuel. PhD  
University of Colorado

LARA - ROSANO, Felipe. PhD  
Universidad de Aachen

RIVAS - PEREA, Pablo. PhD  
University of Texas

TIRADO - RAMOS, Alfredo. PhD  
University of Amsterdam

VEGA - PINEDA, Javier. PhD  
University of Texas

## **Comité Arbitral**

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

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

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

OCHOA - CRUZ, Genaro. PhD  
Instituto Politécnico Nacional

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

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

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

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

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

RODRÍGUEZ – DÍAZ, Antonio. PhD  
Universidad Autónoma de Baja California

RUELAS-SANTOYO, Edgar Augusto. PhD  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

## **Cesión de Derechos**

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

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Perú 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 diseño de sistemas de producción, gestión de calidad en los productos, investigación de operaciones, simulación informática, cadenas de suministros, certificación de calidad, hidrometeorología y a otros temas vinculados a las Ingeniería y Tecnología.

## **Presentación del Contenido**

Como primer artículo presentamos, *Transición de la Norma TS 16949:2009 A IATF 16949:2016 en las Empresas Automotrices del Parque Industrial del Valle de Aguascalientes*, por VAZQUEZ-GUTIERREZ, Rosa Inés, FLORES-AGUILAR, Mauricio y NÚÑEZ-MONTALVO, Juan Manuel, con adscripción en la Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes, como segundo artículo presentamos, *Detección de fugas de vacío con ultrasonido en moldes para fabricación de asientos de avión en Planta Safran Seats Shells*, por DÍAZ-RIVERA, Abelardo, DUARTE-LOERA, Jorge y SILVA-GARCÍA, David, con adscripción en la Universidad Tecnológica de Chihuahua, como tercer artículo presentamos *La Industria 4.0 en el Mantenimiento Industrial*, por MERAZ-MENDEZ, Manuel, LERMA-HERNANDEZ, Claudia y CORRAL-RAMIREZ, Guadalupe, con adscripción en la Universidad Tecnológica de Chihuahua, como cuarto artículo presentamos, *Innovación y desarrollo de sistema ArduinLSPC para implementación en sistemas hidráulicos de maquinaria pesada*, por BANDERAS-MENDOZA, Alexis Alfredo, RAMIREZ-ALONSO, Daniel Martin, JIMENEZ-VARGAS, Saúl y GARCÍA-MARTINEZ, Erick Oswaldo, con adscripción en la Universidad Tecnológica de Jalisco.

## Contenido

Artículo	Página
<b>Transición de la Norma TS 16949:2009 A IATF 16949:2016 en las Empresas Automotrices del Parque Industrial del Valle de Aguascalientes</b> VAZQUEZ-GUTIERREZ, Rosa Inés, FLORES-AGUILAR, Mauricio y NÚÑEZ-MONTALVO, Juan Manuel <i>Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes</i>	1-10
<b>Detección de fugas de vacío con ultrasonido en moldes para fabricación de asientos de avión en Planta Safran Seats Shells</b> DÍAZ-RIVERA, Abelardo, DUARTE-LOERA, Jorge y SILVA-GARCÍA, David <i>Universidad Tecnológica de Chihuahua</i>	11-16
<b>La Industria 4.0 en el Mantenimiento Industrial</b> MERAZ-MENDEZ, Manuel, LERMA-HERNANDEZ, Claudia y CORRAL-RAMIREZ, Guadalupe <i>Universidad Tecnológica de Chihuahua</i>	17-24
<b>Innovación y desarrollo de sistema ArduinLSPC para implementación en sistemas hidráulicos de maquinaria pesada</b> BANDERAS-MENDOZA, Alexis Alfredo, RAMIREZ-ALONSO, Daniel Martin, JIMENEZ-VARGAS, Saúl y GARCÍA-MARTINEZ, Erick Oswaldo <i>Universidad Tecnológica de Jalisco</i>	25-28

## Transición de la Norma TS 16949:2009 A IATF 16949:2016 en las Empresas Automotrices del Parque Industrial del Valle de Aguascalientes

### Transition from TS 16949: 2009 to IATF 16949: 2016 in the Automotive Companies in the Industrial Park of the Valley of Aguascalientes

VAZQUEZ-GUTIERREZ, Rosa Inés<sup>†\*</sup>, FLORES-AGUILAR, Mauricio y NÚÑEZ-MONTALVO, Juan Manuel

*Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Rosa Inés, Vazquez-Gutierrez/* ORC ID: 0000-0001-8774-7737, Researcher ID Thomson: X-2867-2018, CVU CONACYT ID: 529498

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Mauricio, Flores-Aguilar/* ORC ID: 0000-0003-0846-3803, Researcher ID Thomson: X-2169-2018, CVU CONACYT ID: 687471

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Juan Manuel, Núñez-Montalvo /* ORC ID: 0000-0003-1053-8843, Researcher ID Thomson: X-3186-2018, CVU CONACYT ID: 260539

DOI: 10.35429/JIE.2019.7.3.1.10

Recibido 25 de Enero, 2019; Aceptado 02 Marzo, 2019

#### Resumen

Esta investigación es el resultado de 3 investigaciones realizadas en dos de los principales Parques Industriales del estado de Aguascalientes, México. Los parques industriales en los cuales se basa esta investigación son el San Francisco de los Romo y el Parque Industrial del Valle de Aguascalientes, conocido como PIVA, además del parque Santa Clara. El presente trabajo tiene como objeto investigar cuales son los aspectos más importantes sobre los elementos que se integraron para la transición de la Norma TS 16949 a la IAFT 16949 en el Parque Industrial del Valle de Aguascalientes. Se analiza los aspectos más importantes de las empresas en los que incurren al implementar esta norma automotriz como en los siguientes capítulos de la norma: Capítulo 4: Contexto de la organización, Capítulo 5: Liderazgo, Capítulo 6: Planificaciones, Capítulo 7: Apoyo, Capítulo 8: Operación, Capítulo 9: Evaluación del desempeño, Capítulo 10: Mejora

**Calidad, Industria Automotriz, IAFT 16949**

#### Abstract

This investigation is the result of three investigations carried out in two of the Main Industrial Parks of the State of Aguascalientes, México. The industrial parks on which this research is based are the Industrial Park of San Francisco de los Romos and the Industrial Park of the Valley of Aguascalientes, known as PIVA also other investigation of Santa Clara Park. The purpose of this paper is to investigate what are the most important aspects about the elements that were integrated for the transition from TS 16949 to IAFT 16949 in the Industrial Park of the Valley of Aguascalientes. The most important aspects of the companies they incur when implementing this automotive standard are analyzed as in the following chapters of the standard: Chapter 4: Context of the organization, Chapter 5: Leadership, Chapter 6: Planning, Chapter 7: Support, Chapter 8: Operation, Chapter 9: Performance evaluation, Chapter 10: Improvement

**Quality, Automotive Industry, IAFT 16949**

**Citación:** VAZQUEZ-GUTIERREZ, Rosa Inés, FLORES-AGUILAR, Mauricio y NÚÑEZ-MONTALVO, Juan Manuel. Transición de la Norma TS 16949:2009 A IATF 16949:2016 en las Empresas Automotrices del Parque Industrial del Valle de Aguascalientes. Revista de Ingeniería Industrial. 2019. 3-7:1-10

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: rosa.vazquez@utna.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El presente informe expone un análisis de la Transición de la norma TS 16949:2009 a la IATF 16949:2016 en las empresas automotrices del Parque Industrial del Valle de Aguascalientes.

Se realizó una encuesta de para realizar el análisis de la transición de la norma TS16949 a IATF16949, aquí se formularon las preguntas necesarias para contemplar los puntos más importantes de la norma desde el capítulo 4 al 10 de dicha norma.

Los capítulos de la norma son:

- Capítulo 4: Contexto de la organización
- Capítulo 5: Liderazgo
- Capítulo 6: Planificaciones
- Capítulo 7: Apoyo
- Capítulo 8: Operación
- Capítulo 9: Evaluación del desempeño
- Capítulo 10: Mejora

Enseguida se muestran los resultados de la encuesta aplicada a una muestra de 4 empresas de un universo de 7 empresas que corresponden al 57% de ramo automotriz en dicho parque.

Este proyecto beneficia a la industria automotriz y metal mecánica pues permite conocer cuáles son las fortalezas y debilidades sobre la aplicación de la transición de la norma del corazón automotriz IATF 16949:2016.

### 1. Metodología

De acuerdo a Hernández Sampieri (2010) el estudio que se aplicó fue un estudio "Exploratorio Cuantitativo" donde se utilizará una herramienta de recuperación de datos tipo encuesta.

### 2. Muestreo

El tipo de muestreo que se realizó fue estratificado.

La ventaja de este tipo de muestreo es que tiende a asegurar que la muestra represente adecuadamente a la población en función de unas variables seleccionadas.

También permite obtener estimaciones más precisas y su objetivo es conseguir una muestra lo más semejante posible a la población en lo que a la o las variables estratificadas se refiere.

El resultado fue una muestra de 4 empresas de 7 registradas como empresas automotrices.

### Empresas automotrices en el parque industrial del valle de Aguascalientes

1. Sakaiya de mexico sa de cv
2. Nicometal mexicana sa de cv
3. Tenneco aguascalientes
4. Robert bosch méxico sa de cv
5. Tachi-s mexico
6. Sanoh industrial de mexico
7. Calsonic kansei planta Aguascalientes

### 3. Antecedentes

La norma automotriz original fue implementada por primera vez en 1999 por la IATF en conjunto con el comité técnico de la ISO para la gestión de la calidad, ISO/TC 176 con el objetivo de ajustar los sistemas de evaluación y certificación dentro de la cadena de suministro automotriz global.

Dicha norma, la ISO/TS 16949 fue una de las normas internacionales más ampliamente utilizadas para la gestión de la calidad dentro del sector automotriz.

Esta norma fue remplazada por la nueva norma de la industria automotriz IATF 16949:2016 publicada el 1 de octubre de 2016 por la International Automotive Task Force (IATF).

Todas las empresas automotrices debieron haber completado su transición a la norma 16949:2016 antes del 14 de septiembre de 2018.

Enseguida se muestra un resumen de lo que debe contemplar cada uno de los capítulos de esta norma.

### Capítulo 4. Contexto de la organización

Este capítulo establece el contexto del SGC y como la estrategia empresarial lo soporta.

Da a una organización la oportunidad de identificar y comprender los factores y partes en su entorno que apoyan al sistema de gestión de la calidad.

La organización tendrá que identificar las partes interesadas que son relevantes para su SGC, estos podrían incluir accionistas, empleados, clientes, proveedores, órganos estatuarios y reguladores.

También se debe determinar el alcance del SGC. Esto podría incluir el conjunto de la organización o funciones específicas identificadas.

### Capítulo 5: Liderazgo

La alta dirección debe mostrar liderazgo y compromiso. El líder (o el jefe) de la organización no solo debe demostrar que lo es, sino que debe estar comprometido.

La alta dirección debe mostrar el liderazgo y compromiso a través de:

- La integración de los requisitos del sistema de gestión de la calidad en los procesos de negocio de la organización.
- Definiendo la política de calidad.
- Estableciendo roles, responsabilidades y autoridades.
- Promoviendo el uso del enfoque a procesos (Dueño del proceso) y el pensamiento basado en riesgos.

### Capítulo 6: Planificaciones

La planificación es la etapa más importante, pues de ella depende el éxito de la implementación del sistema.

Algunos de los hitos críticos son:

- Riesgos y oportunidades. Acciones a llevar a cabo.
- Acción preventiva para la eliminación de las causas de no conformidades potenciales.
- Establecimiento de objetivos estratégicos de la gestión de la calidad y la importancia de comunicarlos al personal.
- Plan de contingencia.

- Planificación de los cambios. Los cambios se deben llevar a cabo de manera planificada y sistemática.

### Capítulo 7: Apoyo

El sistema de gestión se fundamenta en el uso eficiente de los siguientes recursos:

- Recursos: humanos, infraestructuras y medio ambiente para la operación de los procesos de seguimiento y medición (análisis del sistema de medición. MSA), conocimientos organizativos.
- Laboratorio interno y externo (recomendable acreditación ISO 17025)
- Competencia. Se ha de determinar la competencia necesaria de las personas que realizan su trabajo que afecta al desempeño y eficacia del sistema.
- Se ha de proporcionar al personal, formación para su puesto de trabajo (se debe incluir la formación en los requisitos del cliente).
- Requisitos específicos relativos a la competencia del auditor interno y del auditor de segunda parte.

### Capítulo 8: Operación

Estas son algunas de las cláusulas más importantes de la norma:

- Planificación y control operacional.
- Requisitos y especificaciones técnicas del producto del cliente.
- Requisitos de logística.
- Factibilidad de la fabricación.
- Planificación del proyecto.
- Criterios de aceptación.

La organización debe determinar los requisitos para los productos y servicios (factibilidad de la fabricación).

Diseño y desarrollo de los productos y servicios (desarrollo de productos con software)

### Capítulo 9: Evaluación del desempeño

Una vez implementado el sistema de gestión, la norma exige un seguimiento permanente y revisiones periódicas para mejorar su desempeño:

- Seguimiento, medición, análisis y evaluación de procesos y satisfacción del cliente.
- Auditorías internas a intervalos planificados
- Revisión del sistema por la dirección. Se han de definir las entradas y salidas de la revisión.

### Capítulo 10: Mejora

La compañía debe asegurarse de mejorar continuamente la eficacia de los procesos.

- No conformidades y acciones correctivas ya no aparecen como tal, las acciones preventivas
- Mejora continua

### 4. Resultados

Enseguida se muestran los resultados del instrumento de evaluación aplicado a las empresas del Parque Industrial de Aguascalientes.

Se mostraran los resultados desglosandolos en cada capítulo de la nueva norma de IAFT 16949:2016.

### Capítulo 4: Contexto de la organización

De las empresas encuestadas, el 100% en el parque industrial de Aguascalientes son de capital foráneo.

Tomando en cuenta que las empresas TIER 1 son aquellas empresas que son proveedoras de primer nivel a las ensambladoras principalmente a subensambles y tienen capacidad de diseño por otro lado TIER 2 y 3 son proveedores de partes con diseños suministrados por TIER 1 que por lo general suministran productos relativamente básicos y partes individuales. La encuesta arrojó que el 50% de las empresas analizadas son TIER 1, el 25% es TIER 1 y TIER 2, el otro 25% se considera TIER 1, TIER 2 y TIER 3 pues trabaja a diferentes tipos de empresas.

Así mismo, de estas empresas el 75% está certificada con TS16949 desde hace más de 10 años y el 25% está certificada desde hace menos de 10 años.

Teniendo en cuenta, la importancia y la necesidad de que los proveedores estén certificados, se preguntó con qué certificación cuentan sus proveedores. Su respuesta fue que de las empresas encuestadas en el Parque Industrial del Valle de Aguascalientes el 50% de sus proveedores cuenta con la certificación IATF 16949:2016, el 25% cuenta con la certificación ISO 9001:2015 y el otro 25% cuenta con la certificación IATF 16949:2016 e ISO 9001:2015.

Otro resultado fue que estas empresas manifiestan que un 75% sus clientes le solicitan tener la certificación IATF 16949:2016 y el 25% dice que ninguno de sus clientes le solicita tener la certificación IATF 16949:2016.

De las empresas encuestadas en el Parque Industrial del Valle de Aguascalientes el 100% utiliza indicadores en calidad y producción.

El 75% de las empresas encuestadas utiliza OFFICE como sistema de cómputo en el cual administran sus documentos, el 25% utiliza como sistema de cómputo el TIPIS.

### Capítulo 5: Liderazgo

El 75% de las empresas encuestadas utilizan como instrumentos para comunicarse entre departamento, tablón de anuncios, correo electrónico y línea telefónica, el 25 % utiliza como medio principal el correo electrónico.

Las empresas encuestadas contestaron que para garantizar que la política de calidad sea conocida por sus empleados realizan utilizan las pancartas y los gafetes institucionales con el uso de la misma.

Para que el personal conozca sus roles y sus responsabilidades, estas instituciones utilizan en un 50% la herramienta de DNC (Detección de Necesidades de Capacitación), el 25% utiliza capacitación especializada y el otro 25% utiliza diagramas de flujo y capacitación especializada.

A las empresas consultadas se le pregunto qué hacían para prevenir y reducir los efectos indeseados en la realización de sus productos de lo cual en su mayoría contesto que realizaban acciones preventivas y auditorias.

## Capítulo 6: Planificaciones

En seguida se mencionan 3 actividades que en su mayoría consideran las empresas consultadas que han disminuido los problemas en planta a través del análisis de riesgo las cuales fueron siguientes:

- Auditorias del producto
- Reclamos
- Retrabajo

Así mismo, se cuestionó con que herramienta documentaban una acción preventiva, a lo cual en la mayoría de las empresas encuestadas mencionaron el AMEF.

De las empresas encuestadas en su mayoría mencionaron que cuando se hace un plan de contingencia se consideran prioritarios los productos, los procesos y los servicios.

Respecto al uso de medios de comunicación internos, las empresas respondieron que el 50% de las empresas encuestadas utilizan para comunicar los objetivos de la calidad: capacitación inicial, materia de difusión y gafetes. El 25% utiliza capacitación inicial y materia de difusión. Por último, el otro 25% utiliza capacitación inicial y gafete.

De las empresas encuestadas el 25% utiliza dinámicas de integración y escapes de rutina como incentivo para reducir el estrés y prevenir el burnout, el 50% utiliza bonificaciones y el 25% utiliza cursos de cambio de actitud.

## Capítulo 7: Apoyo

Sobre el uso de laboratorios, el 25% de las empresas encuestadas cuenta con laboratorio externo, el 50% cuenta con laboratorio interno y el 25% cuenta con ambos laboratorios (interno y externo).

De las empresas que se encuestaron en el Parque Industrial de Valle de Aguascalientes el 25% realiza como servicio de laboratorio: pruebas y calibración, el 25% realiza calibración, el 50% realiza inspección, pruebas y calibración.

Así mismo, de estas empresas el 50% no cuentan con certificación de laboratorio.

Sin embargo el 25% cuenta con certificación de laboratorio con la norma ISO 17025 y el otro 25% cuenta con la certificación ISO 9001:2015.

También estas empresas mencionaron que en su mayoría que aplica la capacitación interna para adquirir conocimiento interno en la empresa.

De las empresas consultadas en el Parque Industrial del Valle de Aguascalientes en su mayoría contestó que utiliza cursos de universidades, cursos de instituciones privadas y la capacitación por cliente para adquirir conocimiento externo a la empresa.

El 100% de las empresas encuestadas realiza la validación del diseño y desarrollo de acuerdo a las especificaciones del cliente incluidas las normas reglamentarias aplicables.

El 100% de las empresas encuestadas en el Parque Industrial del Valle de Aguascalientes cuentan con un programa de prototipos y plan de control.

De las empresas encuestadas el 100% siempre establecen, implementan y mantienen un proceso de aprobación del producto de su fabricación.

Además, las empresas encuestadas el 100% se aseguran de que los procesos, productos y servicios suministrados externamente estén conforme a los requisitos del cliente de acuerdo al diseño y desarrollo del producto.

El 75% de las empresas encuestadas en el Parque Industrial del Valle de Aguascalientes cuenta con un proceso documentado para identificar los procesos contratados externamente, el 25% lo ha tratado de implementar.

El 100% de las empresas encuestadas tienen documentado un proceso para asegurar que los productos, procesos y servicios comprados este apegados a los requisitos legales y reglamentarios del país.

El 75% de las empresas encuestadas aseguran que sus proveedores externos desarrollen un Sistema de Gestión de la Calidad, el 25% rara vez lo asegura.

El 75% de las empresas encuestadas asegura un software para productos automotrices o productos automotrices con software integrado, el 25% no se asegura ya que no se tiene un software para productos automotrices.

De las empresas encuestadas, el 100% cuenta con un proceso documentado y criterios para evaluar el desempeño de sus proveedores externos para asegurar la conformidad de los procesos.

El 100% de las empresas encuestadas tiene un proceso de auditoría de segunda parte en sus acciones de gestión de proveedores externos.

De las empresas encuestadas el 100% tiene auditores internos.

El 50% de las empresas encuestadas capacita a sus auditores en IATF el 25% capacita a sus auditores en IATF, ISO 9001 e ISO 19011 y el 25% en ISO 9001 e IATF.

El 100% de las empresas encuestadas considera que sus auditores están más capacitados en conducir auditorías, preparar auditorías y cerrar auditorías.

De las empresas encuestadas el 75% mantiene la comunicación de los cambios del Sistema de Gestión de Calidad mediante vía E-mail y el 25% mediante vía E-mail e Intranet.

El 100% de las empresas encuestadas en el Parque Industrial del Valle de Aguascalientes cuenta con manual de calidad.

De las empresas encuestadas el 100% tiene algún capítulo excluido en el manual de calidad de los cuales. Una de las empresas mencionó que el capítulo excluido fue la sección de Diseño.

El 50% de las empresas encuestadas tiene un sistema electrónico para mantener los documentos o registros, mientras el otro 50% tiene un sistema físico para almacenarlos.

El 75% de las empresas encuestadas almacena la información más de 10 años y el otro 25% lo almacenan menos de 10 años.

## Capítulo 8: Operación

El 100% de las empresas encuestadas al lanzar un nuevo producto generalmente tienen de 1 a 4 corridas antes de poner producir en masa.

De las empresas encuestadas el 100% no realiza el diseño de sus productos, de lo cual se infiere que las empresas en Aguascalientes son únicamente maquiladoras.

De las empresas encuestadas el 50% aplica el APQP para administrar sus proyectos el 25% aplica un VDA –RGA y APQP y el otro 25% aplica el APQP y el ANPQP pues es proveedor directo de Nissan.

Estas son las 3 herramientas que las empresas consideran que utilizan más para el diseño del análisis de riesgo. Lo cual en su mayoría contestaron las siguientes:

- AMEF
- Control Plan
- Diagrama de flujo.

El 75% de las empresas encuestadas no cuenta con un software para evaluar el análisis de riesgo sin embargo el 25% si cuenta con un software el cual es el IQRM-AMEF.

Sobre las actividades que realizan las empresas cuando hay un acuerdo de servicio con el cliente, las empresas encuestadas mencionaron que por lo general en un 50% verifican que los centros de servicio satisfagan los requisitos del cliente, mientras el 25% se asegura que las personas de servicio estén certificadas en el uso herramental o equipo, y el otro 25% valida los nuevos productos con el cambio actualizado.

El 100% de las empresas encuestadas tiene evidencia histórica de herramientas y equipos cuando menos 2 años.

Una de las actividades de las empresas es mantener el control de cambios. Sobre esta actividad, el 75% de las empresas encuestadas menciona que existe un proceso documentado de los cambios que afectan la realización del producto, mientras el 25 % no.

Así mismo, otra actividad fue el tener una evidencia documentada de que los requisitos de productos y servicios que estén de conformidad a lo solicitado por el cliente, de esta opción las empresas contestaron en un 50% tenerlo y el otro el 50% no.

Además, el 50% señaló que conserva información documentada de los resultados de los cambios durante más de 10 años.

De las empresas encuestadas, cuando realizan un control de cambio en el diseño del producto, los resultados fueron:

Opción A) 2 de cada 4 mencionó que realiza una notificación al cliente de los cambios en la realización del producto después de la aprobación del producto más reciente.

Opción B) 3 de 4 empresas dijeron que deben de contar con la aprobación del cliente antes de la aplicación de los cambios.

Opción C) 2 de cada 4, mencionó que realiza una corrida de prueba con los cambios autorizados.

Opción D) 2 de cada 4 dijo que toman como acciones la validación de los nuevos productos con el cambio actualizado.

También fue cuestionado que acciones realizan las empresas cuando el proceso de producción realiza cambios temporales del cual contestaron:

Opción A) 3 de 4 que se tiene identificado, documentado y guardado un listado de controles del proceso.

Opción B) mencionaron 2 de 4 empresas encuestadas que se mantiene y revisa periódicamente los métodos de control de los procesos alternativo.

Opción C) 2 de 4 dijeron que se tiene documentación de los equipos de inspección.

Opción D) 2 de 4 dijo que se tiene documentación de los equipos de ensayo aprueba de error.

Opción E) 2 de cada 4, mencionó que se mantiene documentación de métodos de respaldo aprobados.

Opción F), 2 de cada 4 señaló que se mantiene documentación de métodos alternativos aprobados.

El 100% de las empresas encuestadas menciona que existe trazabilidad de todos los productos producidos como retención de la primera y última pieza de cada turno, sin embargo la manera de aprobar la liberación de sus productos es diferente:

Opción A) 1 de cada 4 de las empresas encuestadas menciona que para la liberación de productos y servicios se lleva a cabo cuando se han completado satisfactoriamente las disposiciones planificadas.

Opción B) 2 de 4 dijo que se lleva a cabo cuando se aprueba por una autoridad.

Opción C) 2 de cada 4 señaló que se lleva a cabo cuando lo realiza el cliente.

De las empresas encuestadas el 100% conserva documentación de la liberación de los productos y servicios mediante evidencias de conformidad (aprobación) y la trazabilidad de las personas que autorizan la liberación.

El 75% de las empresas encuestadas menciona que la inspección dimensional de los productos verifica la aplicación de normas técnicas y pruebas de desempeño; sin embargo, el 25% señala que se verifica la aplicación de normas técnicas.

El 100% de las empresas encuestadas señala que las inspecciones dimensionales así como las funcionales están disponibles para su revisión por parte del cliente.

De las empresas encuestadas en su mayoría contestó que para la revisión del producto de apariencia se cuenta con la iluminación apropiada para realizar la evaluación de piezas de apariencia

Así mismo, las empresas encuestadas señalaron en su mayoría que para garantizar el control de la revisión por apariencia se mantiene capacitada a las personas que realizan las evaluaciones.

Para asegurar la calidad de los productos o servicios.

Las empresas encuestadas contestaron utilizan los siguientes métodos: la inspección y/o ensayos en el recibo y la evaluación de piezas por un laboratorio designado.

El 75% de las empresas encuestas menciona que los productos, servicios y procesos muestran evidencia de conformidad con requisitos legales de acuerdo a los países indicados por el cliente como destino final mientras el 25% señalo que muestran evidencia de conformidad con requisitos legales de acuerdo a los países de procedencia.

El 100% de las empresas encuestadas menciona que lo criterios de aceptación están definidos y aprobados por el cliente final.

De las empresas encuestadas en el Parque Industrial del Valle de Aguascalientes, se les pregunto qué acciones realizan las empresas cuando se detectaban productos no conformes con el cliente de las cuales en su mayoría contestaron las siguientes actividades: contención, autorización, corrección y separación.

También fue cuestionado que acciones realizan las empresas cuando el cliente autoriza la concesión de un producto no conforme del cual contestaron:

Opción A) 6 de cada 8 señalo la autorización de desviación del producto por el cliente.

Opción B) 5 de 8 empresas encuestadas menciono la identificación del material desviado en el contenedor o embalaje.

Opción C) 4 de cada 8 contesto el registro de lote indicando cantidad autorizada para desvió.

De las empresas encuestadas el 25% tiene controles especificados por el cliente para los productos no conformes. Sin embargo, el 75% no tiene controles especificados por el cliente para los productos no conformes.

De las empresas encuestadas en el Parque Industrial del Valle de Aguascalientes se les pregunto qué acciones cumplen las empresas para el control de producto reprocesado del cual respondieron que realizan las siguientes acciones:

Que las instrucciones de reproceso y desensamblado, incluidos los requisitos de re inspección y trazabilidad son comprensibles para el personal autorizado y la información sobre la disposición del producto re procesado, incluidas cantidad, disposición, fecha de disposición e información de trazabilidad se conservan.

El 50% de las empresas encuestadas tiene un proceso documentado, aprobado por el cliente, para la disposición del producto no conforme, que no pueda repararse o reprocesarse, por lo tanto el otro 50% no.

Las empresas encuestadas en el Parque Industrial del Valle de Aguascalientes índico que cumple la información documentada de las empresas para la disposición del producto no conforme para lo cual realiza acciones para la disposición de la no conformidad y dispone del nombre de la persona que autorizo la disposición de la no conformidad.

## Capítulo 9: Evaluación del desempeño

El 100% de las empresas encuestadas señalo que cumple con tener un diagrama de flujo del proceso, la implementación de PFMEA, un plan de control implementado, planes de muestreo, criterios de aceptación, registros de valores de medición actuales y/o resultados de ensayos para datos variables, planes de reacción cuando no se cumplen los criterios de aceptación y planes de proceso de escalamiento cuando no se cumplen los criterios de aceptación.

En su mayoría de las empresas encuestadas señalaron que la organización verifica y asegura que las técnicas estadísticas utilizadas estén incluidas en parte del proceso de planificación avanzada de la calidad del producto y en el plan control.

De las empresas encuestadas, en su mayoría señalo que el personal involucrado en la obtención, análisis y gestión de los datos estadísticos conoce y maneja los conceptos estadísticos de:

- Variación
- Control (estabilidad)
- Habilidad del proceso

Las empresas encuestadas señalaron los siguientes indicadores de desempeño utilizados por la organización:

- Garantías
- Desempeño del programa de entregas
- Notificaciones del cliente de problemas de calidad o entregas incluidas las condiciones especiales.

De las empresas encuestadas en el Parque Industrial del Valle de Aguascalientes, en su mayoría mencionó que el resultado del análisis y evaluación de datos evalúan la conformidad de los productos y servicios, el grado de satisfacción del cliente y la necesidad de mejoras del sistema de gestión de la calidad.

Los 4 aspectos más importantes de las empresas encuestadas al planificar, establecer, implementar y mantener programas de auditorías, las empresas señalaron:

- La frecuencia de aplicación.
- Asegurar que los resultados de las auditorías se informen a la dirección pertinente.
- La realización de correcciones, así como la toma de acciones correctivas adecuadas sin demora injustificada.
- La conservación de la información documentada de la implementación del programa de auditoría y de los resultados de las auditorías

De las empresas encuestadas, cuando se tiene un proceso documentado de auditoría interna, las empresas contestaron:

Opción A) 4 de cada 4 empresas mencionaron que se incluye un desarrollo e implementación de un programa de auditoría interna contemplando la totalidad del sistema de gestión de la calidad.

Opción B) 4 de 4 empresas señalaron el uso de las auditorías al sistemas de gestión de la calidad.

Opción C) 4 de cada 4 señalaron el uso de auditorías a los procesos de fabricación.

Opción D) 3 de 4 mencionaron el uso de las auditorías del producto.

De las empresas encuestadas, mencionaron para garantizar el pensamiento basado en riesgos realizan:

Opción A) 3 de cada 4 que el programa de auditorías se prioriza basándose en los riesgos.

Opción B) 3 de 4 señalaron las tendencias del desempeño interno y externo.

Opción C) 2 de cada 4 contestaron la criticidad de los procesos.

De las empresas encuestadas en su mayoría contestó que la frecuencia de las auditorías se revisa de acuerdo a las no conformidades internas y externas.

La organización audita todos los procesos de fabricación en periodos de tres años para determinar su eficacia y eficiencia utilizando el enfoque específico del cliente, por lo tanto se les cuestiono a las empresas que incluyen las auditorías del proceso de fabricación por lo que el 100% de las empresas encuestadas contesto que incluyen:

- Una auditoría de implementación eficaz del análisis de riesgos del proceso.
- Plan de control
- Documentos asociados.

De las empresas encuestadas el 100% menciona que realiza la revisión por la dirección anualmente.

Los 5 aspectos más importantes de las empresas encuestadas para la revisión por la dirección, en su mayoría contesto que se planifica y se lleva a cabo considerando:

1. El estado de las acciones de las revisiones por la dirección previas
2. La información sobre el desempeño y la eficacia del sistema de gestión de la calidad.
3. La satisfacción del cliente y la retroalimentación de las partes interesadas pertinentes.
4. El grado en que se han logrado los objetivos de la calidad.
5. El desempeño de los procesos y conformidad de los productos y servicios.

**Capítulo 10: Mejora**

Las empresas encuestadas señaló que para mejorar e implementar el cumplimiento de los requisitos del cliente y así aumentar su satisfacción, mejora el desempeño y la eficacia de su sistema de gestión de la calidad.

Las 3 ventajas principales sobre la IATF 16949 para las empresas encuestadas en el Parque Industrial del Valle, en su mayoría mencionaron las siguientes:

- Mayor confianza en el proveedor.
- Mayor calidad del producto y menos devoluciones.
- Reducción de auditorías por parte del cliente.

**Conclusiones**

Las empresas automotrices analizadas son de capital extranjero, tienen como fortaleza la experiencia en el certificación de esta norma pues un 75% de ellas tienen como fortalece estar certificados con esta norma desde hace más de 10 años.

Estas empresas tienen bien identificado el análisis de riesgo el cual disminuyen a través de auditorías al producto y atendiendo las acciones correctiva de los reclamos. La herramienta que más utilizan para el análisis de riesgo es el AMEF.

Otro punto fuerte de estas empresas es que el 100% de las mismas realiza la validación del diseño y desarrollo de acuerdo a las especificaciones de sus clientes.

Además, las empresas entrevistadas consideran que sus auditores internos están bien capacitados para realizar sus funciones en las auditorías internas, aunque un 25% manifestó que si capacita a su personal en la norma ISO 19011, mientras el otro restante manifestó capacitarlo en la norma ISO 9001 y IAFT 16949.

Así mismo, las empresas manifestaron el uso de documentación de problemas detectados para mejorar y saber qué hacer en caso de que ocurran nuevamente los problemas.

La organización audita todos los procesos de fabricación en periodos de tres años para determinar su eficacia y eficiencia utilizando el enfoque específico del cliente. Hay trazabilidad en los procesos y se tiene un pensamiento basado en riesgos.

**Recomendaciones**

Se recomienda exigir a todos sus proveedores estén certificados en la norma IAFT 16949 para garantizar el cumplimiento de los objetivos de la industria automotriz en cuanto a calidad.

Además en el uso de laboratorios de calidad, se recomienda la certificación de los mismos, pues solo el 25% cuenta con la certificación ISO 17025.

También se recomienda garantizar la trazabilidad del producto en cada uno de sus procesos así como tener un pensamiento basado en riesgos en lugar de acción preventiva o correctiva.

**Agradecimientos**

Se agradece la colaboración de la alumna Reyna Abigail Esparza Vázquez, así como la de las autoridades de la UTNA que nos apoyaron para poder realizar esta investigación.

**Referencias**

Ads Quality. (2002) Enciclopedia de la Calidad. España.

Gutiérrez Pulido, Humberto. (2010).Calidad Total y Productividad México, D.F.: McGraw-Hill Education.

Hernández Sampieri, Roberto. Metodología de la investigación México, D.F.: McGraw-Hill, 2010.

IATF 16949:2016. (01 de octubre 2016). Sistema de Gestión Automotriz. International Automotive Task Force. Primera Edición-traducción no oficial.

INEGI. (2017). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE).

## Detección de fugas de vacío con ultrasonido en moldes para fabricación de asientos de avión en Planta Safran Seats Shells

### Ultrasonic vacuum leak detection in molds for aircraft seat manufacturing at Safran Seats Shells Plant

DÍAZ-RIVERA, Abelardo†\*, DUARTE-LOERA, Jorge y SILVA-GARCÍA, David

*Universidad Tecnológica de Chihuahua*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Abelardo, Díaz-Rivera* / ORC ID: 0000-0001-7511-2697, Researcher ID Thomson: X-9791-2019

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Jorge, Duarte-Loera* / ORC ID: 0000-0002-6721-1406, Researcher ID Thomson: X-9796-2019, CVU CONACYT ID: 69449

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *David, Silva-García* / ORC ID: 0000-0003-1725-6339, Researcher ID Thomson: X-9789-2019, CVU CONACYT ID: 988099

DOI: 10.35429/JIE.2019.7.3.11.16

Recibido 12 de Enero, 2019; Aceptado 08 Marzo, 2019

#### Resumen

Se describe la aplicación de prototipo de ultrasonido, para detectar fugas de vacío en moldes utilizados en la fabricación de asientos de avión, en la Planta Safran Seats Shells. El prototipo fue diseñado y fabricado por el Cuerpo Académico "Sistemas de Mantenimiento Predictivo", UTCH-CA-13, de la Universidad Tecnológica de Chihuahua, en la carrera de Mantenimiento Industrial. La Empresa Safran contacta a la UTCH carrera de Mantenimiento Industrial solicitando asesoría en fugas en moldes para fabricación de asientos para avión. La metodología seguida por el Cuerpo Académico consiste en visita a la planta para visualizar la falla, desarrollo de un sistema hermético en la UTCH simulando condiciones de pruebas de moldes, pruebas iniciales para la detección de fugas de vacío en laboratorio usando prototipo de ultrasonido y sistema hermético de prueba. En piso de producción de planta Safran se realizan pruebas de ubicación de fugas en los moldes. Como resultado final se logra la detección exitosa de fuga de vacío en molde considerado como crítico en la producción de planta Safran. Lo anterior contribuye al cumplimiento de las metas de la empresa logrando la disminución de tiempos de reparación de moldes, así como a la mejora de la calidad del producto evitando el uso de herramental dañado.

**Ultrasonido, Vacío, Moldes**

#### Abstract

The Application of ultrasound prototype is described to detect vacuum leaks in molds used in the manufacturing of aircraft seats, at the Safran Seats Shells Plant. A prototype has been designed and manufactured by the Academic Group(CA) named "Predictive Maintenance Systems", UTCH-CA-13", belonging to the Technological University of Chihuahua(UTCH), in the career of Industrial Maintenance. Safran Company contacted the UTCH Industrial Maintenance career, requiring support on leaking in molds. The methodology followed by the Academic Group consists of a visit to the plant in order to visualize the leaking failures on molds , then developed of a hermetic system in the UTCH simulating the mold test conditions, initial tests for the detection of vacuum leaks starts in the laboratory using an ultrasound prototype and hermetic system tester. In the production floor at Safran plant, leakage tests were carried out on the molds using the prototype. Final results were the successful detection of mold vacuum leakage considered as critical issue in the production of the Safran plant. This detection contributes to shorten the mold repair time also improving the quality product and avoid the use of defective tooling.

**Ultrasound, Vacuum, Mold**

**Citación:** DÍAZ-RIVERA, Abelardo, DUARTE-LOERA, Jorge y SILVA-GARCÍA, David. Detección de fugas de vacío con ultrasonido en moldes para fabricación de asientos de avión en Planta Safran Seats Shells. Revista de Ingeniería Industrial. 2019. 3-7: 11-16

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: adiaz@utch.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La inspección por Ultrasonido Industrial (UT) es un procedimiento no destructivo, que utiliza la generación y propagación de ondas elásticas (sonido) a través de los materiales.

La historia del Ultrasonido Industrial como disciplina científica pertenece al siglo XX. En 1924, el Dr. S. Y. Sokolov, científico ruso, desarrollo las primeras técnicas de inspección empleando ondas ultrasónicas. Los experimentos iniciales se basaron en la medición de la pérdida de la intensidad de la energía acústica al viajar en un material. Para tal procedimiento se requería del empleo de un emisor y un receptor de la onda ultrasónica.

Posteriormente, durante la Segunda Guerra Mundial, los ingenieros alemanes y soviéticos se dedicaron a desarrollar equipos de inspección ultrasónica para aplicaciones militares. En ese entonces la técnica seguía empleando un emisor y un receptor (técnica de transparencia) en la realización de los ensayos.

No fue sino hasta la década de 1940 cuando el Dr. Floyd Firestone logró desarrollar el primer equipo que empleaba un mismo palpador como emisor y receptor, basando su técnica de inspección en la propiedad característica del sonido para reflejarse al alcanzar una interfase acústica. Es así como nace la inspección de pulso eco; esta nueva opción permitió al ultrasonido competir y en muchas ocasiones superar las limitaciones técnicas de la radiografía, ya que se podían inspeccionar piezas de gran espesor o de configuración que sólo permitían el acceso por un lado.

El ultrasonido se define como “Ondas de sonido con frecuencias por encima del límite audible humano, o en exceso de 20.000 ciclos por segundo (Hertz).” Debido a esto, se debe transformar ese sonido inaudible a frecuencias o señales que podamos detectar. Los detectores ultrasónicos realizan ese cambio.

Esta técnica utilizada en el mantenimiento predictivo y que forma parte de los llamados Ensayos no destructivos, permite la detección de fallas en múltiples sistemas y mecanismos de manera aún más temprana que, por ejemplo, el análisis de vibraciones.

La detección de fallas incipientes permite la programación de acciones correctivas sin afectación a la producción, sin tiempos muertos y previendo suministro de refacciones en tiempo.

Mediante la detección y análisis de ultrasonido es posible detectar fallas en:

Rodamientos mal lubricados o defectuosos, fugas en sistemas de tubería presurizados por cualquier tipo de gas, presencia de arcos eléctricos en motores e instalaciones eléctricas, etc.

## Fugas de presión y vacío

Al pasar cualquier gas (aire, oxígeno, nitrógeno, etc.) a través de un orificio de fuga, genera un flujo turbulento con componentes detectables de alta frecuencia. Escaneando el área de prueba con un medidor de ultrasonido, puede escucharse una fuga a través de los audífonos como un sonido de caudal que puede observarse en la pantalla/medidor. Mientras más cercano esté el sensor de la fuga, más fuerte es el sonido de caudal y más alta es la lectura. En caso de que sea un problema el ruido ambiental, puede utilizarse una sonda de enfoque de caucho para reducir el campo de recepción de los instrumentos y para protegerlo contra ultrasonidos conflictivos. Además, la sintonización de frecuencia reduce en forma drástica la interferencia del ruido de fondo para facilitar la detección ultrasónica de fugas de manera más eficiente.

Todos los problemas mecánicos, eléctricos, así como las fugas de presión o de vacío generan ondas ultrasónicas las cuales son detectables mediante medidores de ultrasonido con el fin de ubicar el problema y tomar las acciones correctivas pertinentes para su solución.

Existen varios modos de utilizar el ultrasonido, en función del problema a resolver.

El método tradicional, es la utilización de equipos que emiten señales de ultrasonido que viajan por un medio hasta encontrar una superficie con un medio diferente, lo cual ocasiona el regreso de la señal emitida que es recibida por el equipo, pudiendo traducirse a distancia recorrida o incluso grosor de la superficie en cuestión.

Otro uso del ultrasonido es en la detección de señales emitidas por el objeto bajo prueba como es el caso de fallas en rodamientos, fugas de vacío entre otros.

En la Planta Safran Seats Shells, industria maquiladora del estado de Chihuahua se presenta una falla en la integridad de los moldes utilizados para la fabricación de piezas de asientos de avión. Los moldes son fabricados de fibra de carbono y deben ser capaces de mantener niveles de vacío especificados por el fabricante para asegurar una correcta formación de los asientos.

Las fugas de vacío consisten en fisuras no perceptibles a simple vista lo que dificulta enormemente su detección y posterior corrección. Cuando los niveles requeridos de vacío no se mantienen en el proceso, el molde, que es una parte crítica del proceso, se declara en riesgo y, es retirado de la línea causando retrasos de producción y la necesidad de programar tiempos extras para poder cumplirla.

La hipótesis es que la detección de la falla mediante uso de ultrasonido es alternativa viable para resolver el problema de fuga.

### Objetivo general

Probar la eficiencia del prototipo detector de ultrasonido, en campo.

### Objetivo específico

Reducir significativamente el tiempo de detección de fugas de vacío, que se presentan en moldes utilizados para fabricación de piezas de asientos de avión, en la Planta Safran Seats Shells.

### Metodología

La metodología que se lleva a cabo es del tipo analítico y resolutivo.

Se tiene un problema de difícil solución en la planta, se da el apoyo en forma de asesoría y de aplicación práctica, utilizando la técnica de detección de ultrasonido.

## Desarrollo

### 1.1. Contacto inicial Safran – UTCH

En la UTCH se lleva a cabo una semana académica anual con exposición de proyectos llamados integradores en los cuales participan alumnos asesorados por sus maestros y representantes de la industria.

En las jornadas académicas de 2019, personal de la empresa Safran, recibió información acerca del trabajo de investigación en diferentes áreas, de los cuerpos académicos de la Universidad.

El representante de la empresa da a conocer una problemática que se presenta de manera frecuente en la planta y las dificultades a que se han enfrentado para resolverla.

### 1.2. Enlace del Cuerpo Académico con la Empresa

Posteriormente y analizando las áreas de investigación de los diferentes cuerpos académicos la empresa solicita información acerca del Cuerpo Académico (C.A.) “Sistemas de Mantenimiento Predictivo”, de la carrera de Mantenimiento Industrial, cuyas áreas de investigación son: Análisis de vibraciones, ultrasonido y ruido.

En base a lo anterior la empresa, representada por la Ing. Diana Ramírez Ramírez, solicita a la dirección de la carrera el apoyo para la realización de un proyecto de colaboración para la solución del problema de detección de fugas dentro de la planta Safran. Se contacta al C. A. “Sistemas de Mantenimiento Predictivo”, el cual trabaja actualmente en el desarrollo de prototipos de ultrasonido y de análisis de vibraciones.

### 1.3. Descripción del problema dentro de la empresa

Al momento de solicitar el apoyo del C. A. la planta cuenta solo con un molde en producción para un modelo en específico, dado que el resto de los moldes se encuentran fuera de servicio por fugas, lo cual hace necesario producir en tiempo extra los asientos necesarios para cumplir los requerimientos de producción con los correspondientes e indeseables gastos involucrados.

El proceso de detección de fugas en moldes se realiza por parte del Departamento de Mantenimiento de la planta y consiste en múltiples intentos buscando sellar zonas donde se sospecha que existen fugas, sin un procedimiento que asegure con precisión su ubicación exacta. Las zonas más comunes de fugas son en las costillas del molde y donde existen pernos que al ser ajustados por parte del personal de la planta pueden causar un daño al molde originando posibles fugas. Sin embargo, este método puede tomar semanas en ubicar y reparar la fuga, tiempo demasiado largo para mantener moldes fuera del proceso productivo, además de que no ha sido suficientemente efectivo en la localización precisa de las fugas. Por esta razón se está requiriendo por parte de la empresa una solución mediante un sistema de ubicación de fugas más preciso y confiable.

La figura 1 muestra uno de los moldes de la empresa que presenta fugas de vacío.



**Figura 1** Molde para fabricación de asientos de avión

Una vez establecido el contacto y acordado el apoyo del C.A. se realizan visitas a la planta para visualizar claramente el problema in situ así como el ambiente donde se utilizan los moldes y las condiciones en que se presenta la falla.

#### 1.4. Selección del método a utilizar en la solución del problema

Posteriormente se realiza un análisis de posibles técnicas a utilizar, entre ellas, termografía, líquidos penetrantes y nuestra línea de investigación con ultrasonido.

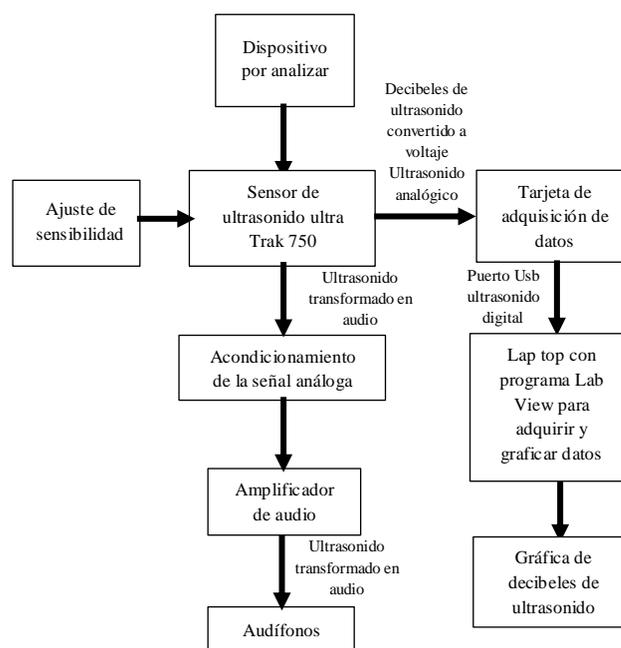
Se sabe que en sistemas neumáticos con presión y con vacío, las fugas generan sonidos de alta frecuencia, entre 38 y 40 kHz, los cuales pueden ser detectados con sensores de ultrasonido por lo que se toma la decisión de emplear este método para detectar las fugas en los moldes considerando que es el campo en que actualmente se está trabajando.

El C.A. diseñó y construyó un prototipo detector de ultrasonido, como se muestra en la figura 3.

Este sistema se utiliza tanto para la detección de fallas en Mantenimiento Predictivo Mecánico, como para prácticas de laboratorio con alumnos.

#### 1.5. Prototipo desarrollado

En la figura 2 se puede observar el diagrama de bloques del funcionamiento del prototipo.



**Figura 2** Diagrama de bloques del prototipo

Al sistema mecánico que se le pretende sensar el ultrasonido que emite, se le coloca un sensor ULTRA-TRAK 750 UE System. Este sensor es de contacto.

El sensor cuenta con una fuente de corriente proporcional a los decibeles de ultrasonido que se detectan, el rango de operación de esta fuente fluctúa entre 0 y 30 mili amperes (mA) y es proporcional a los picos de ultrasonido detectados en decibeles (dB).

Con la corriente de salida se calcula el voltaje de salida que es proporcional a los decibeles de ultrasonido detectados, y es digitalizado por una tarjeta de adquisición de datos de la National Instruments NI USB-6008 y los datos son alimentados en tiempo real a una Lap Top. La Lap Top tiene un programa en el lenguaje gráfico de Lab View el cual adquiere los datos del Voltaje de Salida y con ellos calcula y grafica los decibeles de ultrasonido que se detectan.

El sensor ULTRA-TRAK 750 está equipado internamente con una salida de Audio. Esta salida es proporcional al ultrasonido que se detecta. La salida de audio es acondicionada por un pre amplificador y un filtro pasabajas, para después ser amplificada y canalizada a unos audífonos. Entonces se cuentan con dos indicadores de que se detecta ultrasonido, las gráficas de decibeles en la Lap Top y el audio presente en los audífonos.

El sensor ULTRA-TRAK 750 cuenta también internamente con 2 líneas para ajustar la sensibilidad del mismo, por una línea es posible ajustarla manualmente y por la otra línea es posible ajustarla desde la Lap Top.

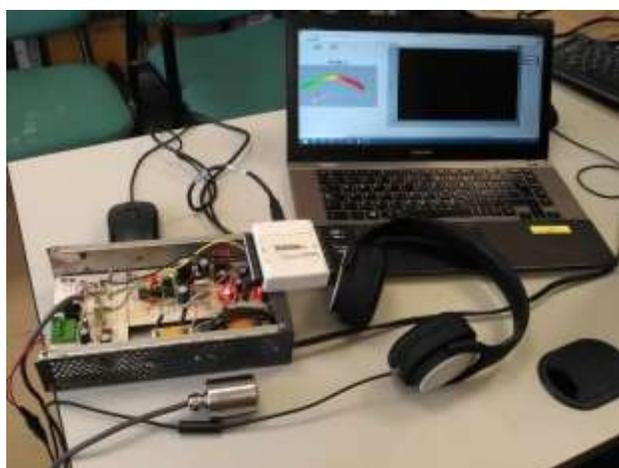


Figura 3 Prototipo detector de ultrasonido

### 1.5. Realización de pruebas con el prototipo y ajustes al mismo

Se desarrolla un sistema de tuberías a las cuales se le aplican 25 pulgadas de mercurio de presión de vacío como plataforma de pruebas, como se muestra en la figura 4.



Figura 4 Sistema de tuberías desarrollado

En el sistema inicialmente hermético se colocan de manera intencional puntos de fugas para realizar pruebas en laboratorio con el prototipo de ultrasonido. El sistema desarrollado detecta el ultrasonido que las fugas de vacío emiten, simulando así las condiciones reales de pruebas de los moldes.

Se realizan visitas a la planta Safran para llevar a cabo pruebas de ubicación de fugas en los moldes usando el prototipo de ultrasonido como se muestra en la Figura 5.

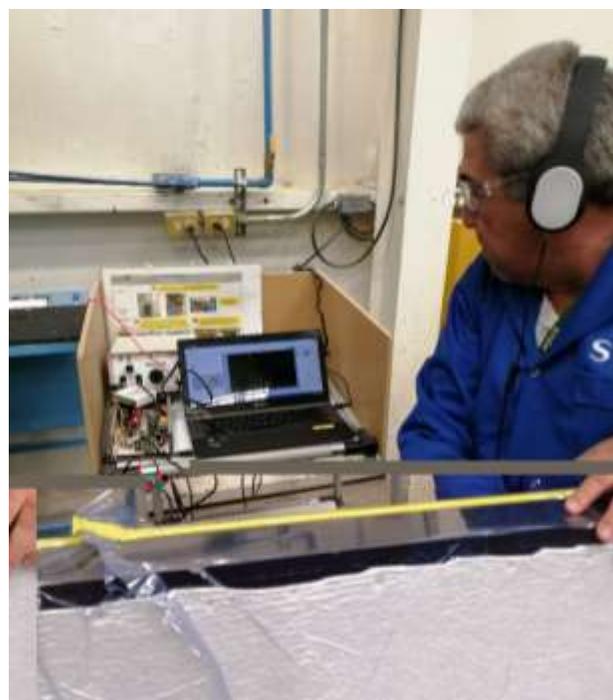


Figura 5 Pruebas en molde

Cabe mencionar que se realizan ajustes al diseño del prototipo para su adecuación al tipo de falla específica presentada en los moldes.

### **1.6. Pruebas finales y detección de fuga en molde crítico**

Posteriormente a la adecuación del prototipo se tiene acceso a un molde al cual el personal de la empresa había intentado localizar la fuga sin éxito por varias semanas. El C. A. acude a la empresa y utilizando el prototipo desarrollado detecta la fuga en un período de tres horas por lo cual se concluye que el prototipo desarrollado es una valiosa herramienta para la detección de fugas de vacío en la planta Safran Seats Shells

### **Referencias**

<http://www.sedipsanoreste.com.mx/ultrasonido.html>

National Instrument. (2015). Manual de Lab View.

Rienstra, A. Hall, J. (2004) Applying acoustic vibration monitoring to predictive maintenance

*SDT North America*

UE SYSTEM. (2016). Manual del sensor ultrasónico ULTRA TRAK 750.

## La Industria 4.0 en el Mantenimiento Industrial

### Industry 4.0 in Industrial Maintenance

MERAZ-MENDEZ, Manuel†\*, LERMA-HERNANDEZ, Claudia y CORRAL-RAMIREZ, Guadalupe

*Universidad Tecnológica de Chihuahua, Avenida Montes Americanos 9501, Sector 35, C.P.31216*

ID 1<sup>er</sup> Autor: *Manuel, Meraz-Mendez* / **ORC ID:** 0000-0001-8254-957, **Researcher ID Thomson:** S-4565-2018, **CVU CONACYT ID:** 250582

ID 1<sup>er</sup> Coautor: *Claudia, Lerma-Hernández* / **ORC ID:** 0000-0003-3232-0431, **CVU CONACYT ID:** 216319

ID 2<sup>do</sup> Coautor: *Guadalupe, Corral-Ramírez* / **ORC ID:** 0000-0003-4874-4036, **CVU CONACYT ID:** 520946

**DOI:** 10.35429/JIE.2019.7.3.17.24

Recibido 15 de Enero, 2019; Aceptado 22 Marzo, 2019

#### Resumen

La industrial 4.0 es la incorporación de tecnologías digitales en las fábricas como: la inteligencia artificial, machine learning, impresión 3D, drones, robótica, IOT, big data, realidad virtual, automatización, entre otros, que tienen como objetivo la digitalización de los procesos productivos en las fábricas, a estas también se les denomina fábricas inteligentes (Garatu, 2016). El presente artículo tiene como objetivo identificar las tecnologías aplicables al mantenimiento industrial en la industria 4.0, para determinar si los docentes de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial de la Universidad Tecnológica de Chihuahua están aplicando en sus prácticas de enseñanza estas tecnologías usadas por empresas que utilizan Industria 4.0, como resultado final de esta investigación se identificaron los factores que involucran el por qué no se aplican estas tecnologías en el aula, así como las competencias y habilidades que necesitan los estudiantes para enfrentar este reto, para finalmente dar una recomendación a la institución para lograr el objetivo a cumplir con las necesidades de la industria de la región.

**Industria 4.0, Mantenimiento, Nuevas prácticas**

#### Abstract

Industry 4.0 is the incorporation of digital technologies in factories such as: artificial intelligence, machine learning, 3D printing, drones, robotics, IOT, big data, virtual reality, automation, among others, which aim to digitalize processes productive in the factories, these are also called smart factories. The objective of this article is to identify the technologies applicable to industrial maintenance in Industry 4.0, the final result of this research determine the teaching practices that must be carried out in the Industrial Maintenance Engineering career at the Technological University of Chihuahua, and how the students must be prepared with the competences and skills necessary to face this challenge, at the same time the new teaching practices and strategies that a teacher in the technical area of Industrial Maintenance must apply in laboratory practices with a focus on Industry 4.0.

**Industry 4.0, Maintenance, Teaching practices**

**Citación:** MERAZ-MENDEZ, Manuel, LERMA-HERNANDEZ, Claudia y CORRAL-RAMIREZ, Guadalupe. La Industria 4.0 en el Mantenimiento Industrial. Revista de Ingeniería Industrial. 2019. 3-7: 17-24

\*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: mmeraz@utch.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Hoy en día, es muy común hablar de la Industria 4.0 (I4.0), también llamada la cuarta revolución industrial, en la cual las grandes fábricas Industriales cuentan en sus procesos de producción la intercomunicación de equipos, máquinas y líneas de producción, esto ofrece la ventaja de una fábrica flexible para seguir adaptándose a las circunstancias y conseguir en todo momento el máximo rendimiento, las nuevas tecnologías se basan en la conexión a internet y la transferencia de datos se realiza de manera digital, esto quiere decir que no es necesario hacer intervenciones en la maquinaria para poder tomar mediciones de esos parámetros físicos, las máquinas ya se los comunican entre sí, y de esta manera lo aprovechamos para aplicar el mantenimiento industrial de I4.0 (Ibérica, 2018)

Por lo tanto, el tipo de mantenimiento industrial más adecuado para las fábricas inteligentes es precisamente el mantenimiento predictivo. Gracias a softwares de análisis, se tiene en todo momento los datos del estado de las máquinas, el sistema informático ayuda a predecir cuándo una máquina tiene desgaste o presenta una falla o anomalía en su funcionamiento. También ayuda a decidir cuándo es el momento idóneo para hacer una reparación o sustitución antes de que se produzca una avería que ponga en riesgo el buen funcionamiento de la fábrica., además, gracias a las particularidades de la I4.0, el resto de la maquinaria podrá adaptarse a la circunstancia y conseguir el máximo rendimiento mientras esa parte del proceso de producción está en reparación.

¿Pero están las instituciones educativas encargadas de formar profesionales técnicos e ingenieros preparados para formar a sus estudiantes ante este nuevo reto? En caso particular, la Universidad Tecnológica de Chihuahua (UTCH) sus programas de estudio se han actualizado con un enfoque en la I4.0, es por ellos que en esta investigación se identificara el papel del Mantenimiento en la I4.0, que permita identificar el grado de conocimiento de los maestros en esta nueva era y si están preparados técnicamente, para proponer que tipo de prácticas de enseñanza los docentes deben aplicar en sus materias para impartir la cátedra con un enfoque centrado en la I4.0.

## Objetivo

Identificar las tecnologías aplicadas al mantenimiento en la industria 4.0 susceptibles de ser utilizadas por los docentes en las prácticas de enseñanza en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial de la UTCH.

## Metodología

La metodología que se utiliza en esta investigación, como se observa en la figura 1, consta de una serie de pasos y tiene un enfoque de tipo descriptivo mismo que permite identificar la utilización del mantenimiento en la industria 4.0 para que docentes y alumnos de la carrera de Mantenimiento Industrial de la UTCH lo apliquen en su quehacer académico.

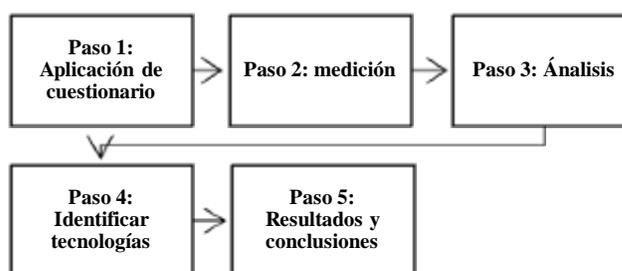


Figura 1 Metodología y pasos a seguir

## Paso 1 aplicación del cuestionario

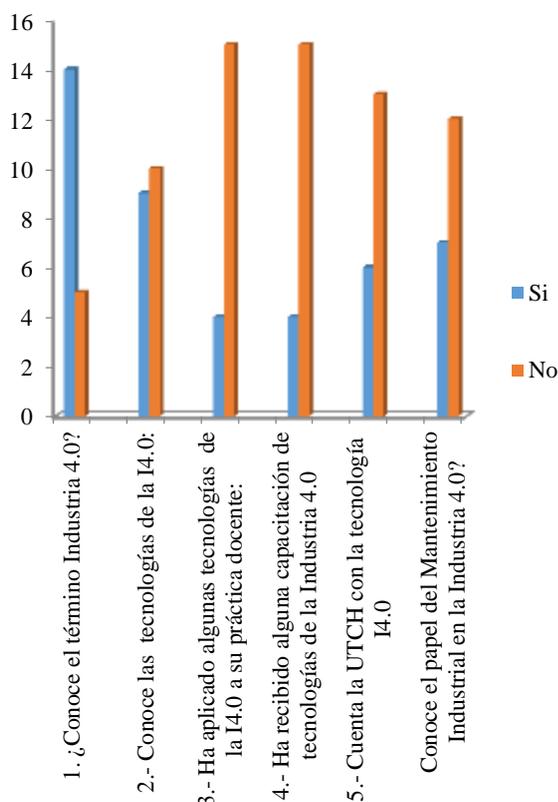
Para esta investigación el siguiente cuestionario (Tabla 1.) fue aplicado a docentes de la carrera de Mantenimiento Industrial de la UTCH con el objetivo de determinar el grado de conocimientos de la I4.0 y su aplicación en la práctica docente.

Cuestionario I4.0			
	Si	No	
1. - ¿Conoce el término Industria 4.0?	14	5	
2.- Conoce las tecnologías de la I4.0:	9	10	
3.- Ha aplicado algunas tecnologías de la I4.0 a su práctica docente:	4	15	
4.- Ha recibido alguna capacitación de tecnologías de la Industria 4.0	4	15	
5.- Cuenta la UTCH con la tecnología I4.0	6	13	
6.- ¿Conoce el papel del Mantenimiento Industrial en la Industria 4.0?	7	12	

Tabla 1 Cuestionario de la Industria 4.0

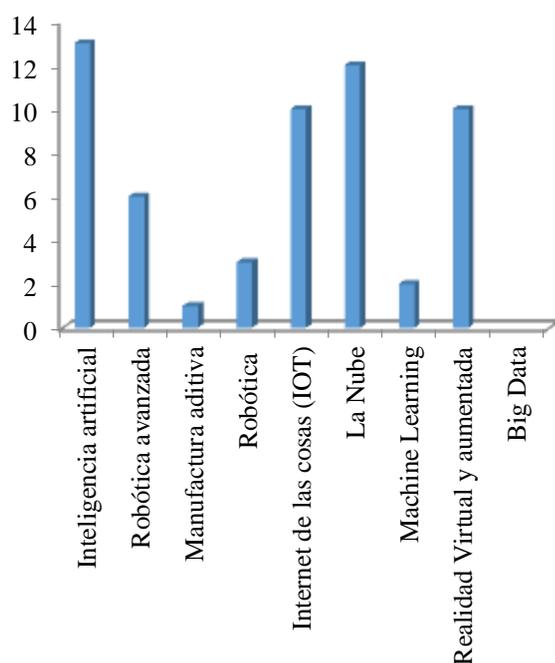
## Paso 2. Mediciones

Las siguientes graficas muestran el resultado de la aplicación del cuestionario a una muestra de 20 profesores de la carrera de Mantenimiento Industrial.



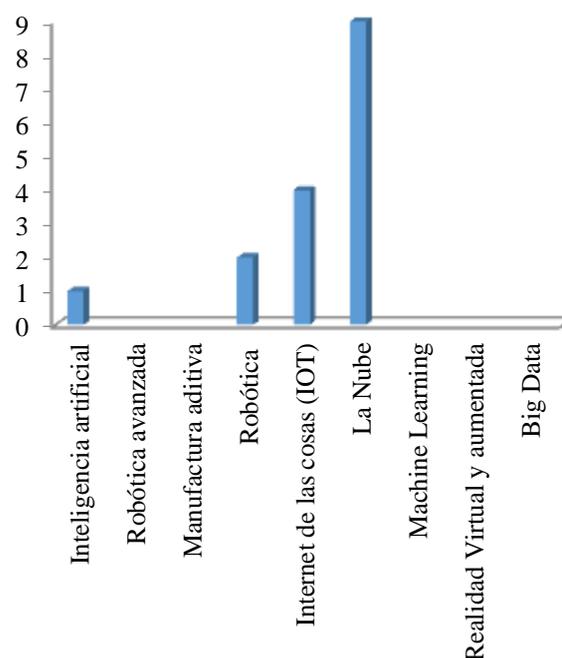
**Gráfica 1** Tecnologías de la Industria 4.0 que más se conocen por los docentes

Fuente: Cuestionario Industria 4.0 en la educación



**Gráfica 2** Tecnologías de la Industria 4.0 que más se conocen por los docentes

Fuente: Cuestionario Industria 4.0 en la educación



**Gráfica 3** Tecnologías de la I4.0 que aplican los maestros en su práctica docente

Fuente: Cuestionario Industria 4.0 en la educación

## Paso 3 Análisis

- La gráfica 2 muestra las tecnologías de la Industria 4.0 que más se conocen por los docentes entrevistados en la carrera de Mantenimiento Industrial, en ella se muestra que la mayoría conoce que es la industria 4.0 por que han oído hablar en las noticias o en algunas conferencias que han ido en los últimos 3 años, pero aun así no han recibido capacitación alguna por parte de la universidad y por consecuente no las están aplicando en su práctica docente, aunado a ello más del 50% de los docentes no tienen idea de cómo se aplica el mantenimiento en la industria 4.0

- La grafica 3 muestra las tecnologías que más conocen los docentes de la carrera de Mantenimiento Industrial, en ella se observa que las tecnologías que más conocen son la Inteligencia artificial, la nube, el internet de las cosas (IOT) y la realidad virtual, ya que estas la aplican más en su vida diaria como por ejemplo subir fotos y archivos a la nube (Dropbox, Microsoft One Drive, Google Drive, etc.), videojuegos, compras en línea (mercado libre, Amazon, Ebay, etc.), pedir un viaje (Uber y Didi) y hasta el pago de servicios por internet (Luz, agua, teléfono, Liverpool, etc.).

- La grafica 4 muestra las tecnologías que aplican los maestros en su práctica docente, en la cual se puede observar que la nube es la que más aplican ya que algunos docentes entrevistados dicen que la aplican para que enviar y recibir tareas y trabajos de los alumnos. Muy pocos docentes han aplicado IOT, Inteligencia artificial y Robótica.
- Resultado:

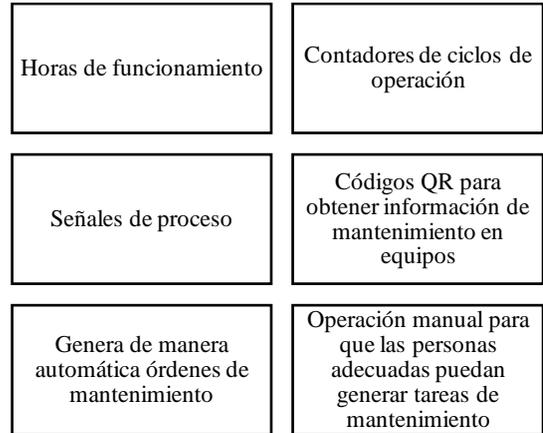
Las gráficas anteriores nos dan como resultado la poca aplicación que los docentes hacen de estas tecnologías y demuestra que no estamos aún preparados para formar a nuestros estudiantes con conocimientos a esta nueva era de I4.0.

El resultado final es que los docentes no tienen el conocimiento y la capacitación de las tecnologías que utilizan las industrias que utilizan el I4.0 en el Mantenimiento Industrial, es por ello que es necesario identificar estas tecnologías y aplicarlas a nuestra práctica docente en la medida que vayamos avanzando.

**Paso 4. Identificar las tecnologías de la Industria 4.0 aplicadas al Mantenimiento Industrial**

- **Software de sistema de gestión de mantenimiento inteligente**

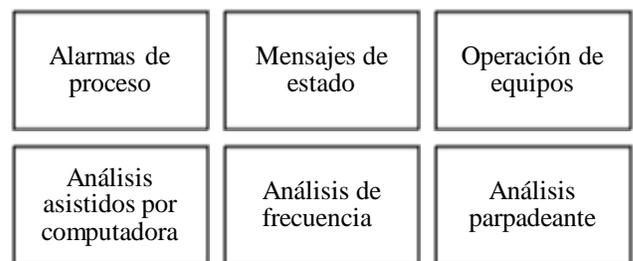
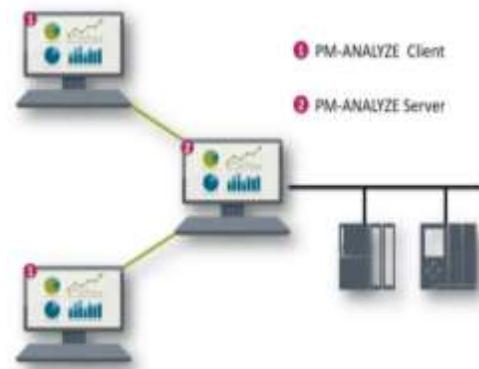
Están diseñados principalmente para un mantenimiento preventivo y dependiente del rendimiento con el objetivo de maximizar la disponibilidad de la planta (Siemens, 2019), en la figura 2 se muestra el sistema y sus aplicaciones.



**Figura 2** Software PM MAINT y Aplicaciones  
Fuente: Cortesía Siemens Win CC

- **Software para análisis estadístico**

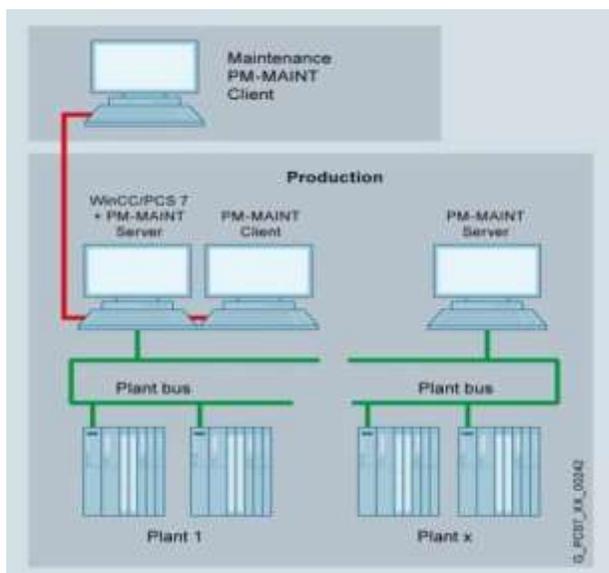
Realiza un análisis estadístico de los parámetros de operación y alarmas de equipos en el proceso para tomar acciones al respecto (Siemens, PM-ANALIZAR, 2019), en la figura 3 se muestra el sistema y sus aplicaciones.



**Figura 3** Software PM ANALYZE y Aplicaciones  
Fuente: Cortesía Siemens Win CC

**Panel HMI**

Permite monitorear y visualizar errores en el proceso directamente en el equipo y por medio de la conexión al PLC podemos visualizar en el programa donde ocurrió la falla, en la figura 4 se muestra un panel HMI y sus aplicaciones.





Visualizar el funcionamiento del proceso	Monitorear el funcionamiento del proceso	Visualizar fallas
Comunicación en red	Correo electrónico o notificaciones SMS	Base de datos y registros

Figura 4 Panel HMI y Aplicaciones

Fuente: Cortesía Redlion

- **La nube**

Subir datos a la nube para que por medio de la inteligencia artificial se puedan tomar decisiones, en la figura 5 se muestra el sistema y sus aplicaciones.

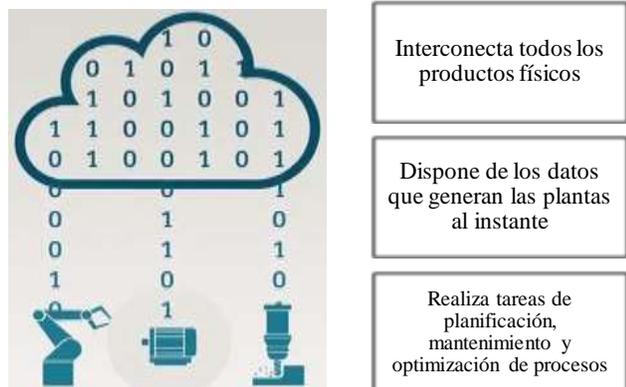


Figura 5 Adquisición de datos en la nube y Aplicaciones

- **IPC**

Computadoras industriales de alto rendimiento tienen capacidad hasta 1 TB de memoria RAM, Hasta 5 monitores, poner en red, en la figura 6 se muestra un mapa mental y sus aplicaciones.

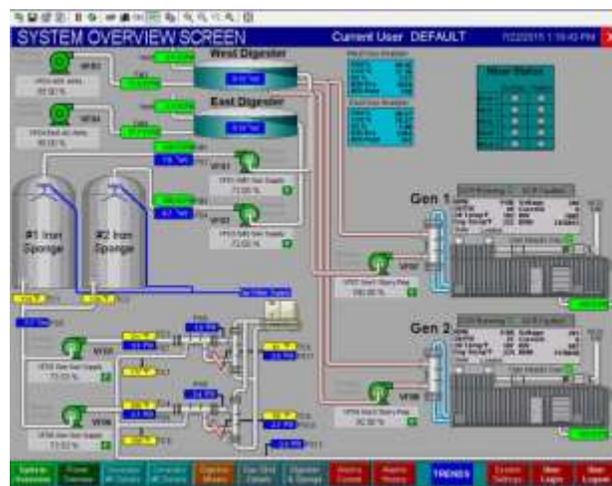


Conocer datos de energía	Análisis de datos
Planear medidas de eficiencia energética	Verificar evaluar las medidas Para la recolección de datos
Adquisición de datos centralizada	Archivado de la información

Figura 6 Computadoras Industriales y Aplicaciones

- **Sistemas SCADA**

El sistema SCADA es una herramienta de automatización y control industrial utilizada en los procesos productivos que puede controlar, supervisar, recopilar datos, analizar datos y generar informes a distancia mediante una aplicación informática. Su principal función es la de evaluar los datos con el propósito de subsanar posibles errores (Industria, 2018), la figura 7 muestra un sistema SCADA y sus aplicaciones.



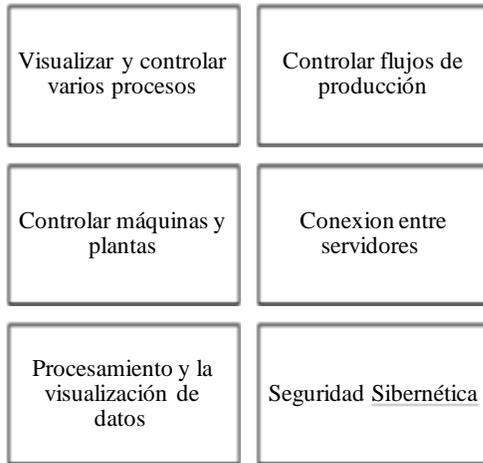


Figura 7 Panel View de un sistema SCADA y Aplicaciones

- **Softwares de gestión de la energía**

A lo largo de la planta (Energy manager) el PLC apaga cargas que no son críticas en el proceso o pone en estados de reposo apagando la parte de potencia para bajo consumo (Siemens, PM-ANALIZAR, 2019), en la figura 8 se muestra el software y sus aplicaciones.

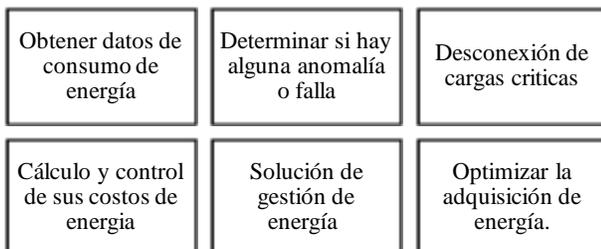


Figura 8 Software de consumo de energía Energy Manager y Aplicaciones  
Fuente: Cortesía Siemens Win CC

- **Fabricación aditiva**

Con la impresión 3D, podemos fabricar nuestros propios componentes y mecanismos, en la figura 9 se muestra el sistema y sus aplicaciones.

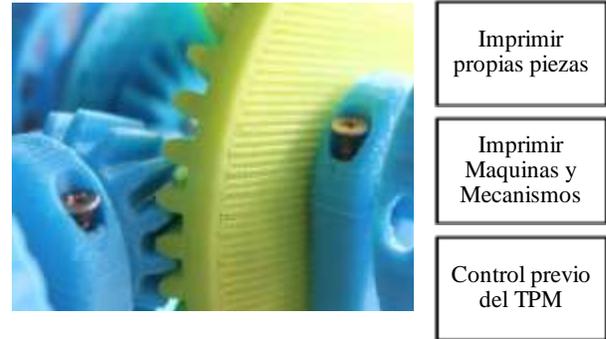


Figura 9 Engranajes fabricados por impresión 3D y aplicaciones

- **Robótica autónoma**

Los robots autónomos realizarán tareas de mantenimiento de forma autónoma, en la figura 10 se muestra un robot industrial y sus aplicaciones.

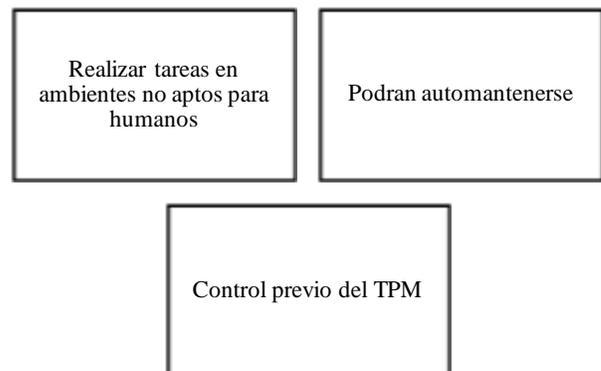


Figura 10 Robot Industrial y Aplicaciones

- **La simulación y la realidad aumentada**

Las tareas de mantenimiento en las simulaciones de rendimiento, Simulan el comportamiento de las grasas, aerosoles y lubricantes, en base a factores externos, medioambientales, situaciones excepcionales, sucesos imprevistos o incluso fallos humanos.



Realizar su trabajo de forma más segura, eficiente y económica	Reduce posibles riesgos laborales.	Desconexión de cargas críticas
Facilita las tareas de Mantenimiento	Localiza fallas de manera rápida y proporciona datos de funcionamiento.	Reduce los costes de mantenimiento.

**Figura 11** Realidad Virtual en el mantenimiento y Aplicaciones

## Resultados

Como resultado final se determina que nosotros como docentes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial aún no estamos preparados para formar profesionistas en cuanto a lo laboral, las competencias y habilidades requeridas por las empresas que emplean tecnologías de la industria 4.0. El mantenimiento Industrial maneja nuevas tecnologías como la fabricación aditiva, la conectividad, la robótica autónoma o incluso la simulación y la realidad aumentada, desde el punto de vista de la educación, la universidad debe de comenzar con un plan estratégico para preparar y formar personas con competencias relevantes hacia las temáticas que se desarrollan en el presente y hacia el futuro, pero primero dentro de este plan, debemos empezar con la capacitación de los docentes y de manera consecutiva con la adquisición de equipo de laboratorio acorde a la I4.0

## Desafíos Que se necesitan enfrentar para la industria 4.0:

1. **Conocimiento:** Primero es necesario conocer a qué se refiere la industria 4.0, cómo se compone y cómo se utiliza, es decir, generar un plan de capacitación docente en Temas de la industria 4.0.

2. **Preparación:** Una vez que se cuenta con el conocimiento de la misma, es necesario capacitar a los docentes en tecnologías de la industria 4.0 para utilizarlas e integrarlas en la educación.
3. **Aprendizaje:** Los instructores de la institución deberán realizar estadías en las empresas para aprender y actualizarse sobre las nuevas tecnologías de la industria 4.0 para poder aplicarla en su campo.
4. **Infraestructura:** Finalmente es necesario actualizar los equipos de laboratorio de la institución con lo más nuevo en la industria 4.0, con la participación de los docentes expertos en el área para que realicen propuestas de equipamiento.

## Conclusiones

El rol del docente es importante en la I4.0, porque son ellos los que formarán a las jóvenes para los empleos del futuro, en el cual necesitarán las competencias para resolver problemas más relevantes del mundo, pero, las instituciones educativas y los docentes no pueden hacerlo solos, es necesario la participación integral del sector productivo, gubernamental y educativo.

## Recomendaciones

**Primero,** las Autoridades Universitarias deben de empezar con un plan estratégico para formar a nuestros docentes para que puedan transmitir todo el conocimiento necesario y tengan la experiencia y las herramientas necesarias para hacerlo con enfoque I4.0, también es indispensable formar docentes competentes en habilidades blandas las cuales son: Creatividad para resolver problemas y retos complejos de manera colaborativa, inteligencia emocional, pensamiento crítico, innovación, emprendimiento y metodologías ágiles para crear nuevos modelos de negocio.

**Segundo,** también es necesario cambiar la forma y las metodologías con las que educamos.

Superando la barrera generacional para utilizar herramientas tecnológicas con un nivel I4.0, los docentes deben de impulsarse a traer a las aulas la experiencia, la práctica, las herramientas y los retos para enseñar haciendo y construyendo, basados en las tendencias y tecnologías actuales de la I4.0.

**Tercero**, para lograr esta transformación se debe contar con el apoyo gubernamental, el cual debe entender el cambio y apropiarlo dentro de las instituciones educativas. Esto sería benéfico para afrontar algunos de los retos para que los planes y programas de estudio cumplan con el perfil de egreso que demanda el sector productivo.

### Agradecimiento

En especial a la Universidad Tecnológica de Chihuahua por el apoyo en esta publicación.

### Referencias

Garatu, G. (2016). Obtenido de ¿Qué es y qué aporta la Industria 4.0?: <https://grupogaratu.com/que-es-y-que-aporta-la-industria-4-0/>

Ibérica, A. (20 de 04 de 2018). ¿Qué importancia tiene el Mantenimiento Predictivo 4.0 (PdM) para la fábrica inteligente? Obtenido de <https://abas-erp.com/es/news/mantenimiento-predictivo-40-para-la-fabrica-inteligente>

Siemens. (12 de 07 de 2019). Obtenido de El Sistema de Gestión de Mantenimiento inteligente: <https://w3.siemens.com/mcems/human-machine-interface/en/visualization-software/scada/wincc-addons/pm-maint/pages/default.aspx>

Siemens. (12 de 07 de 2019). Obtenido de Análisis de datos de Alarmas y Procesos.: <https://w3.siemens.com/mcems/human-machine-interface/en/visualization-software/scada/wincc-addons/pm-analyze/pages/default.aspx>

## Innovación y desarrollo de sistema ArduinLSPC para implementación en sistemas hidráulicos de maquinaria pesada

### Innovation and development of ArduinLSPC system for implementation in hydraulic systems of heavy machinery

BANDERAS-MENDOZA, Alexis Alfredo†\*, RAMIREZ-ALONSO, Daniel Martin, JIMENEZ-VARGAS, Saúl y GARCÍA-MARTINEZ, Erick Oswaldo

*Universidad Tecnológica de Jalisco, Guadalajara, Jalisco, México*

ID 1<sup>er</sup> Autor: Alexis Alfredo, Banderas-Mendoza / ORC ID: 0000-0002-8723-025X, CVU CONACYT ID: 1015929

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Daniel Martin, Ramirez-Alonso / ORC ID: 0000-0002-5163-5087, CVU CONACYT ID: 1021378

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Saúl, Jimenez-Vargas / ORC ID: 0000-0003-2191-8972, CVU CONACYT ID: 1021373

ID 3<sup>er</sup> Coautor: Erick Oswaldo, Garcia-Martinez / ORC ID: 0000-0001-7388-655X, CVU CONACYT ID: 1021370

DOI: 10.35429/JIE.2019.7.3.25.28

Recibido 25 de Enero 2019; Aceptado 28 Marzo, 2019

#### Resumen

Este artículo presenta una innovación en el tema Industria 4.0 enfocado en los sistemas hidráulicos LSPC, a partir del análisis de una clase práctica con dicho sistema; este nuevo sistema implementa un diseño más compacto y eficiente, logrando mayor eficacia y una entrega de fluido proporcional requerida por el sistema. Para lograr este proyecto se está aprovechando los conocimientos de las materias de electrónica digital y sistemas Neumáticos e hidráulicos; que los alumnos llevan a lo largo de su carrera de TSU. En Mantenimiento Area Maquinaria Pesada.

**Industria 4.0, ArduinLSPC, Maquinaria Pesada**

#### Abstract

This article presents an innovation in the topic Industry 4.0 focused on hydraulic systems LSPC, from the analysis of a practical class with this system; this new system implements a more compact and efficient design, achieving greater efficiency and a proportional fluid delivery required by the system. To achieve this project is taking advantage of the knowledge of the subjects of digital electronics and Pneumatic and hydraulic systems; that the students carry throughout their TSU career. In Heavy Machinery Area Maintenance.

**Industry 4.0, ArduinLSPC, Heavy Machinery**

**Citación:** BANDERAS-MENDOZA, Alexis Alfredo, RAMIREZ-ALONSO, Daniel Martin, JIMENEZ-VARGAS, Saúl y GARCÍA-MARTINEZ, Erick Oswaldo. Innovación y desarrollo de sistema ArduinLSPC para implementación en sistemas hidráulicos de maquinaria pesada. Revista de Ingeniería Industrial. 2019. 3-7: 25-28

\* Correspondencia del Autor (AlfredoBanderas10@hotmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

La primera vez que vimos el funcionamiento de los sistemas hidráulicos LSPC, observamos que este mismo tenía diferentes deficiencias en la entrega de fluido a los cilindros. El profesor nos mencionó sobre la utilidad del arduino y nos cuestionó ¿Cómo podemos aplicar estas tecnologías en nuestra área de maquinaria pesada? O ¿Cómo innovar algún sistema de una maquinaria pesada? A partir de estas dos interrogantes surgió el proyecto ArduinLSPC, el cual pretende innovar en la industria 4.0 en el área de hidráulica, ya que dicho sistema busca ser más eficiente en la entrega de fluido a través de electroválvulas accionadas por medio de señales eléctricas digitales que controlarán la entrada de fluido proporcional a los cilindros.

## Definición del problema

En la actualidad, los sistemas LSPC son ineficientes para el uso general de un sistema hidráulico con más de un cilindro.

El principal problema que se tiene en dicho sistema es que, al poner dos cilindros de cargas externas diferentes en un mismo circuito, el sistema LSPC manda la presión hidráulica al cilindro con menor carga dándole prioridad y consecuentemente al de mayor carga.

## Hipótesis

Con tecnología e información de fácil acceso y los conocimientos que se le dan a los alumnos de la carrera de maquinaria pesada es posible lograr implantar en un sistema LSPC señales analógicas convirtiéndolas a eléctricas digitales.

## Justificación

Desarrollar nuevas competencias e innovar la industria 4.0 en área de hidráulica, ofreciendo de esta manera un desarrollo en la comunicación de señales analógicas a eléctricas digitales.

## Objetivo

Diseñar y desarrollar un sistema LSPC que logré combinar señales analógicas y eléctricas digitales; dar una dosificación precisa, reducir mantenimientos y costos de operación, detectar anomalías y generar un diagnóstico eficaz.

Aportar un avance en la industria 4.0 al combinar un sistema analógico con un sistema digital.

Combinar las nuevas tecnologías en sistemas de maquinaria pesada.

Para lograr este proyecto se está aprovechando los conocimientos de las materias de electrónica digital y sistemas Neumáticos e Hidráulicos; dichas clases impartidas en la carrera de Mantenimiento Área Maquinaria Pesada.

## Importancia

Hoy en día la maquinaria pesada es la rama industrial que mas recursos utiliza, una de la que más genera, pero también la que más contamina el medio ambiente, por lo cual, nuestro proyecto ofrece una de las bases para crear maquinaria pesada más eficiente. Podrían crearse maquinas con las mismas capacidades e incluso mayores, pero con un tamaño más compacto, por ende, a menor masa que mover, menor cantidad de energía necesaria para realizar el trabajo, por ende, se traduce a menor tiempo de trabajo, menores costos de mantenimiento y menor consumo de combustible.



**Figura 1** Alumnos Mantenimiento Área Maquinaria Pesada (12 de Julio, 2019)

*Fuente: Propia, capturada en el taller de Maquinaria Pesada de UTJ*

## Método

Para poder diseñar y desarrollar el proyecto los alumnos participantes se están apoyando en el conocimiento adquirido en las materias de electrónica digital, sistemas neumáticos y hidráulicos.

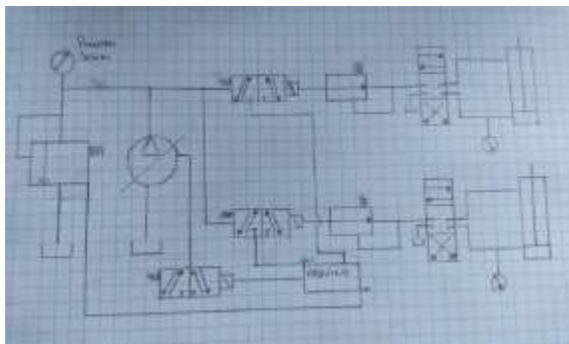
En lo referente a la etapa de control electrónico conformada por el sistema arduino que es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un micro –controlador y un entorno de desarrollo, diseñado para facilitar el uso de la electrónica en proyectos (John, 2013), multidisciplinares que por su facilidad es una buena opción para el desarrollo de la etapa de controlar el flujo de caudal, que se determinó como objetivo del ArduinLSPC, usando la implementación de un sensor de presión HBM.



**Figura 2** Arduino

Fuente: <https://www.xataka.com/commerce/que-comprar-leer-para-empezar-arduino>

En la etapa de transmisión de señales el sensor HBM será el encargado de la presión señal (analógica) la cual enviará la lectura al arduino y este mismo enviará señales eléctricas digitales de voltaje controlado a los solenoides suministrando a la vez el voltaje para activar las electroválvulas, mismas que controlarán el flujo de caudal, de esta manera al ser activadas por dichas señales las electroválvulas que permitirán el paso del fluido tomarán su posición correspondiente de la presión señal y en efecto los pistones recibirán un caudal proporcional, evitando vibraciones en la tubería, reemplazando el acumulador; y para mayor eficiencia, la bomba de pistones axiales cuenta de igual manera con una electroválvula para el control del plato basculante.

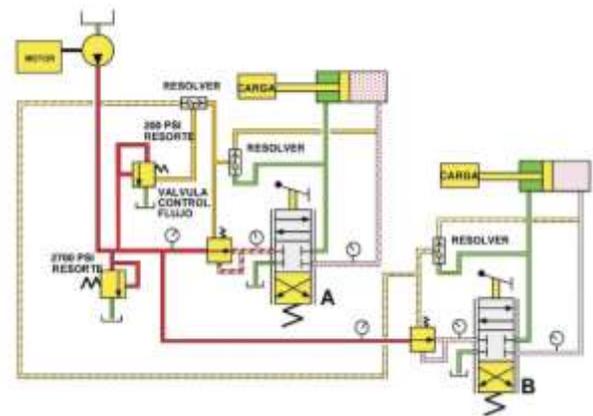


**Figura 3** Diagrama de ArduinLSPC

Fuente: *Elaboración Propia*

De esta manera se logra reducir el tamaño del sistema porque se sustituye la línea de drenaje de fluido en la sección de las válvulas compensadoras, ya que en dicha sección se localiza una válvula limitadora de presión y al ser accionada activa el retorno del fluido al tanque.

Si no tenemos esta sección se concentrará la presión en las líneas principales, que van desde la bomba de caudal variable hasta los cilindros.



**Figura 4**

Fuente: *Manual de hidráulica básica Caterpillar*

## Resultados

Los resultados esperados son que al combinar un sistema hidráulico con el arduino (Señales eléctricas digitales) lograremos un sistema compacto, con mayor precisión, eficaz en el control de presión y flujo de caudal.

Además, mejorando áreas de oportunidad como las vibraciones por golpes de presión, reducción de mantenimientos y control simultaneo de los cilindros.

## Conclusiones

Somos estudiantes de cuarto cuatrimestre, por ende, planeamos desarrollar aún más nuestro sistema. Todavía falta bastante por construir del ArduinLSPC, sin embargo, se espera que en los próximos cuatrimestres restantes se complete el proyecto y en el futuro implementar el desarrollo la transmisión de datos a una base donde se pueda manipular manualmente por el operador efectuando de esta manera un mayor control del sistema para ser más eficaz en las operaciones solicitadas.

**Referencias**

Pallás Areny, R. (2007). Sensores acondicionadores señal. 4th ed. México D.F: Alfaomega grupo editor.

Miguel Reyes Aguirre. (1998). Máquinas Hidráulicas. México, D.F: Alfaomega

H. W. King y E. F. Brater. (1962). Manual de hidráulica. México 12, D.F.: Unión Tipográfica editorial hispano-americana.

Pablo R. Cardoso Ponce de León. (1993). Manual de prácticas de hidráulica. México, D.F: Universidad autónoma metropolitana unidad Iztapalapa.

Hubert Chanson . (2002). Hidráulica del flujo. Bogotá, D.C., Colombia : Mc Graw Hill.

Sybil P. Parker. (1990). Diccionario McGraw - Hill de ingeniería Mecánica y Diseño. Naucalpan de Juárez, Eso. de México: Mc Graw Hill.

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

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Autor†\*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1<sup>er</sup> Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2<sup>do</sup> Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3<sup>er</sup> 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<sup>er</sup> Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1<sup>er</sup> Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

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

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

ID 3<sup>er</sup> Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3<sup>er</sup> 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 Industrial. 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**

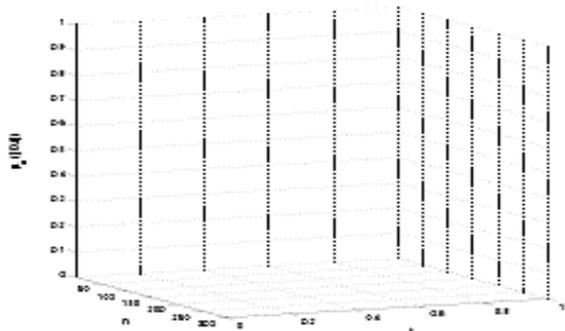
[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

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

**Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables**

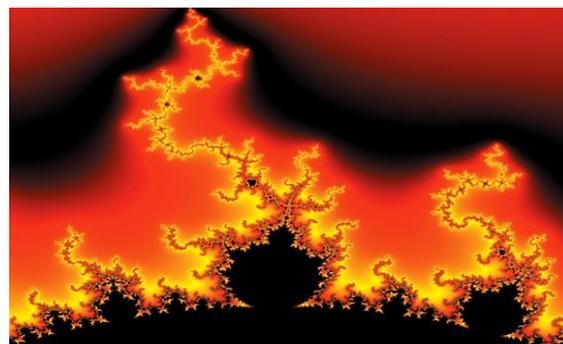
En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[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 Título secuencial.

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

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

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

**Metodología a desarrollar**

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

**Resultados**

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

**Anexos**

Tablas y fuentes adecuadas.

**Agradecimiento**

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

**Conclusiones**

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

**Referencias**

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

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

**Ficha Técnica**

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

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

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

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

**Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:**

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

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

## **Reserva a la Política Editorial**

Revista de Ingeniería Industrial 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 Industrial emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones serias 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 Perú 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-Mexico, S.C en su Holding Perú para su Revista de Ingeniería Industrial, 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)

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**

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: [contact@ecorfan.org](mailto:contact@ecorfan.org) [www.ecorfan.org](http://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® Republic of Peru), [sponsorships@ecorfan.org](mailto: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](mailto:financingprograms@ecorfan.org)

**Oficinas de Gestión**

1047 Avenida La Raza -Santa Ana, Cusco-Perú.

# Revista de Ingeniería Industrial

“Transición de la Norma TS 16949:2009 A IATF 16949:2016 en las Empresas Automotrices del Parque Industrial del Valle de Aguascalientes”

**VAZQUEZ-GUTIERREZ, Rosa Inés, FLORES-AGUILAR, Mauricio y NÚÑEZ-MONTALVO, Juan Manuel**

*Universidad Tecnológica del Norte de Aguascalientes*

“Detección de fugas de vacío con ultrasonido en moldes para fabricación de asientos de avión en Planta Safran Seats Shells”

**DÍAZ-RIVERA, Abelardo, DUARTE-LOERA, Jorge y SILVA-GARCÍA, David**

*Universidad Tecnológica de Chihuahua*

“La Industria 4.0 en el Mantenimiento Industrial”

**MERAZ-MENDEZ, Manuel, LERMA-HERNANDEZ, Claudia y CORRAL-RAMIREZ, Guadalupe**

*Universidad Tecnológica de Chihuahua*

“Innovación y desarrollo de sistema ArduinLSPC para implementación en sistemas hidráulicos de maquinaria pesada”

**BANDERAS-MENDOZA, Alexis Alfredo, RAMIREZ-ALONSO, Daniel Martin, JIMENEZ-VARGAS, Saúl y GARCÍA-MARTINEZ, Erick Oswaldo**

*Universidad Tecnológica de Jalisco*

