



Grupo de Investigación Asistida por Computadora – INACOM Aula PUCP – CIMNE

EVENTO DE CIERRE PROYECTO ID-197

Desarrollo de un sistema inteligente de diseño mecánico para mejorar la competitividad de la empresa metalmecánica nacional aplicado a cajas reductoras de engranajes cilíndricos con carcasa soldada de uso en la industria minera

Rosendo Franco Rodríguez

rofranco@pucp.edu.pe

<http://investigacion.pucp.edu.pe/grupos/inacom/>

Pontificia Universidad Católica del Perú

Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Antecedentes

- El Grupo INACOM se crea en el año **2006** por un grupo de docentes, investigadores y estudiantes de la Sección Ingeniería Mecánica de la PUCP, para **impulsar la aplicación de los métodos numéricos y el uso de las herramientas computacionales en ingeniería.**
 - Contamos con **recursos humanos, espacio físico, equipamiento computacional y software** específico para realizar **investigación** y resolver problemas de la **industria.**
 - Desde el año **2009** INACOM es miembro de la **Red de Aulas CIMNE** (Centro Internacional de Métodos Numéricos para Ingeniería, con sede central en Barcelona - España).
-

Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Integrantes

Coordinación:

Dr. Rosendo Franco R. – Coordinador del Grupo
Dr. Quino M. Valverde G.
Mg. Herbert Yépez C.

Docentes e Investigadores:

Dr. Julio A. Acosta S.
Dr. Paul P. Lean S.
Dr. Julio C. Cuisano E.
Mg. Alex Pachas N.
Mg. José C. Chambergo V.
Mg. Renatto Yupa

Personal Administrativo:

Ing. Juan P. Reyes S.
Ing. Gerardo Cabrera T.



Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Integrantes

Asistentes de Investigación:

Mg. David Berrios B.
Mg. Pedro Flores A.
Mg. Daniel Lavayen F.
Mg. Osmar Curi G.
Ing. Michael Blas C.
Ing. Alex López O.
Ing. Ángel Peinado B.
Bach. Luis Inafuku Y.
Bach. Guillermo Loaiza M.

Estudiantes:

En Tesis y Proyectos: 6-10 por año



Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Infraestructura, Equipamiento y Software

Laboratorio CAD-CAE y Grupo INACOM: Más de 50 PCs modernas, 4 Workstations y software específico de ingeniería.

- **CATIA** (Mechanical Design, Equipment & System Engineering, Manufacturing).
- **Autodesk** (**Autodesk Inventor**, AutoCAD Mechanical, Autodesk Simulation Multiphysics).
- **SolidWorks** (SolidWorks Motion, SolidWorks Simulation, SolidWorks FlowSimulation).
- **ANSYS** (ANSYS Mechanical, ANSYS CFX, ANSYS Fluent).



Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Objetivos

- Fomentar el uso y desarrollo de software CAD-CAE, métodos numéricos y herramientas computacionales en general, para su aplicación en ingeniería.
 - Ofrecer y participar en cursos de especialización, seminarios y capacitaciones afines con las temáticas del grupo.
 - Desarrollar proyectos de investigación y difundir los resultados alcanzados a través de la organización y participación en eventos académicos, así como diferentes tipos de publicaciones.
 - Brindar soluciones a problemas ingenieriles de la industria mediante la aplicación de las herramientas computacionales y los métodos numéricos.
-

Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Proyectos de Investigación

Nombre del Proyecto	Fondo	Estado	Investigadores	
Diseño, simulación y fabricación de un prototipo de termociclador para uso en ingeniería y biología molecular.	DGI 2010 PUCP	Concluido	Quino Valverde Rosendo Franco, Sayda Mujica, Willy Carrera y Omar Piminchumo.	
Mejorar procesos de diseño de agitadores mediante el desarrollo y sistematización de herramientas de simulación numérica, metodologías experimentales y escalamiento orientado al mercado minero nacional.	FIDECOM 2011	Concluido	Quino Valverde Rosendo Franco, Herbert Yépez, Allan Flores y Roberto Tantalean.	

Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Proyectos de Investigación

Nombre del Proyecto	Fondo	Estado	Investigadores	
Fortalecimiento y consolidación de la formación multi e interdisciplinar mediante el desarrollo y uso de métodos y herramientas computacionales de diseño, análisis y simulación.	VRA 2012 PUCP	Concluido	Rosendo Franco, Herbert Yépez, Quino Valverde	
Evaluación de la integridad de ductos de transporte de gas basada en normas, ensayos experimentales de modelos físicos y simulación mediante métodos numéricos.	DGI 2012 PUCP	Concluido	Quino Valverde, Herbert Yépez, Rosendo Franco, Daniel Di Capua, Javier Piazzese Francisco Rumiche	

Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Proyectos de Investigación

Nombre del Proyecto	Fondo	Estado	Investigadores	
Desarrollo de una máquina de sembrado de semilla de zanahoria con dosificación neumática.	FIDECOM 2012	Concluido	Rosendo Franco Herbert Yépez y Cristian Carrasco	
Diseño de los sistemas mecánicos estructurales del Radio Telescopio del INRAS para el movimiento de la antena con montura alt-azimutal.	INRAS 2012 PUCP	Concluido	Rosendo Franco Herbert Yépez, José Chambergo, Cristian Carrasco, José Coveñas, Ángel Peinado y Ernesto Verástegui.	

Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Proyectos de Investigación

Nombre del Proyecto	Fondo	Estado	Investigadores	
Desarrollo de una metodología de evaluación de riesgos para la gestión de la integridad de sistemas de gasoductos.	DGI 2013 PUCP	Concluido	Quino Valverde, Rosendo Franco y Herbert Yépez	 A 3D finite element analysis (FEA) simulation of a cylindrical gas pipeline. The model is rendered in a color gradient from blue (low stress) to red (high stress). A legend on the left indicates stress values ranging from 0.00000 MPa to 0.00000 MPa. The ANSYS logo is visible in the top right corner.
Diseño y fabricación de un sistema de aerobombeo directo de 3Kw, utilizando electrobombas y validación de su operación para irrigación en zonas eriazas de Changuillo – Nazca.	FIDECOM 2013	Concluido	Rosendo Franco, Quino Valverde y Herbert Yépez	 Two 3D FEA simulations of a direct aerodynamic pump system. The left image shows a complete assembly with a color-coded stress distribution legend ranging from 0.00000 MPa to 0.00000 MPa. The right image shows a detailed view of a component with a legend ranging from 0.00000 MPa to 0.00000 MPa. Both images include coordinate axes and scale bars. The ANSYS logo is visible in the top right corner.

Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Proyectos de Investigación

Nombre del Proyecto	Fondo	Estado	Investigadores	
Desarrollo de un sistema autónomo de energía eólica y solar de 20 kW para proveer energía eléctrica sostenible a precios competitivos para fines productivos en zonas alejadas de la red.	FIDECOM 2014	Concluido	Rosendo Franco, Herbert Yépez y Renatto Yupa	 <p>ANSYS MESHING Mesh Name: Element 58.00 Type: Element 58.00 Principal Stress - Edge 308.00 Units: MPa Time: 1</p> <p>387.88 Max 2.024E-01 1.072E-01 1.025E-01 6.835E-02 3.733E-02 2.187E-02 -1.069E-02 Min</p> <p>0.00 0.006 0.012 0.018 mm</p>
Desarrollo de un sistema inteligente de diseño mecánico para mejorar la competitividad de la empresa metalmecánica nacional aplicado a cajas reductoras de engranajes cilíndricos con carcasa soldada de uso en la industria minera.	DGI-2015 PUCP	Concluido	Rosendo Franco, Quino Valverde y Herbert Yépez	

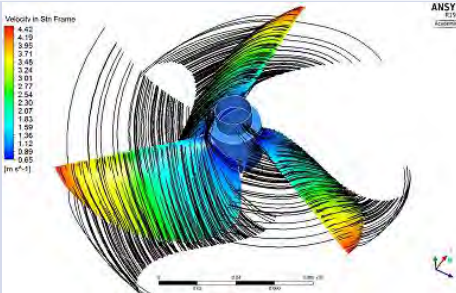

Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Proyectos de Investigación

Nombre del Proyecto	Fondo	Estado	Investigadores	
Modelo matemático para la previsión de la respuesta dinámica de una tubería que transporta flujo bifásico gas-líquido.	CONCYTEC 2016	Concluido	Rosendo Franco, Quino Valverde, Enrique Ortiz, Renatto Yupa y Herbert Yépez	 The image shows a 3D finite element analysis (FEA) model of a curved pipe. The pipe is rendered with a color gradient representing stress or displacement, ranging from blue (low) to red (high). The ANSYS logo is visible in the top right corner. A legend on the left side of the image lists various stress components and their maximum values. A scale bar at the bottom indicates dimensions in meters (0, 20.00, 40.00, 60.00).
Extensive parametric study of the behavior and strength of semi-rigid bolted connections - towards a more economic and efficient steel building design.	DGI 2016 PUCP	En Ejecución	Rosendo Franco, Juan J. Jiménez y Herbert Yépez	 The image shows a 3D FEA model of a bolted steel connection between a vertical column and a horizontal beam. The model is rendered with a color gradient representing stress distribution. The ANSYS logo is visible in the top right corner. A legend on the left side of the image lists various stress components and their maximum values. A scale bar at the bottom indicates dimensions in meters (0, 1.73E+07, 1.43E+09, 2.85E+09, 4.27E+09, 5.68E+09, 7.10E+09, 8.52E+09, 9.93E+09, 1.13E+10, 1.28E+10).

Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Proyectos de Investigación

Nombre del Proyecto	Fondo	Estado	Investigadores	
Mejoramiento del diseño de un impulsor tipo Hydrofoil para agitadores usados en el proceso de mezcla de pulpa polimetalica, usando CFD y ensayos experimentales.	DGI 2017 PUCP	En Ejecución	Quino Valverde y Alex Pachas	 A 3D CFD simulation of a hydrofoil impeller. The image shows the impeller with streamlines and velocity contours. A color scale on the left indicates velocity values from 0.05 to 4.45 m/s. The ANSYS logo is visible in the top right corner.
Optimización del uso de polímeros sintéticos en procesos de manufactura aditiva mediante modelos de simulación computacional y técnicas de caracterización de materiales. Caso de estudio: aplicaciones médicas - prótesis de mano.	CONCYTEC 2018	En Ejecución	Quino Valverde, Julio Acosta, Rosendo Franco, Renato Mio y Michele Chiumenti	 A photograph of a prosthetic hand holding a small blue and black ball. The hand is white and black, with a black sleeve. The background is white.

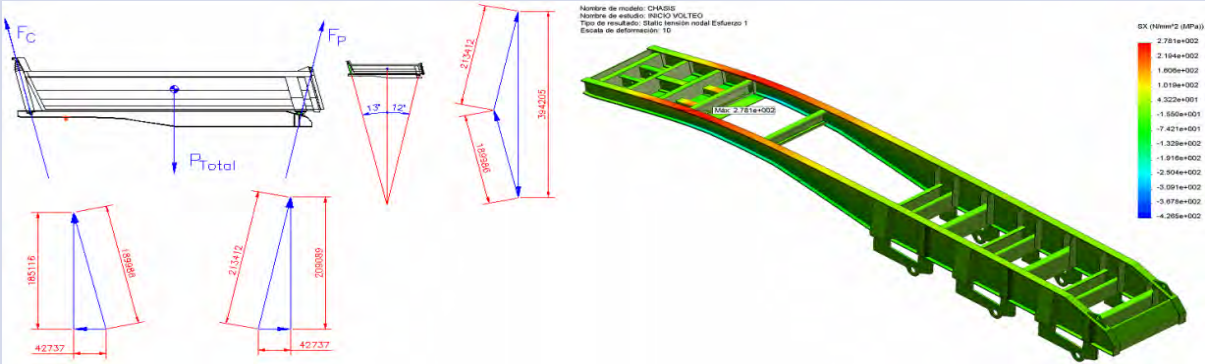
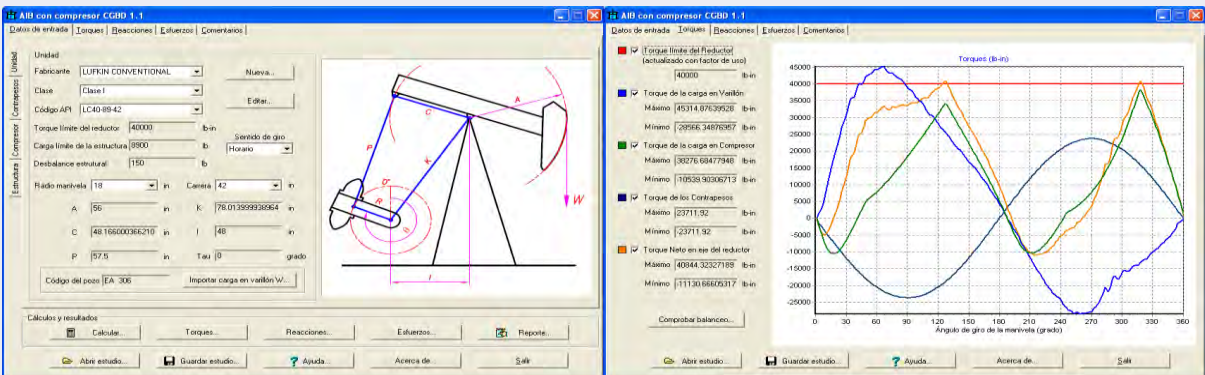
Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Proyectos de Investigación

Nombre del Proyecto	Fondo	Estado	Investigadores	
Mejora del diseño de las placas antidesgaste utilizadas en chutes de transferencia de materiales en la industria minera para incrementar su tiempo de vida útil.	FIDECOM 2018	En Ejecución	Rosendo Franco y Herbert Yépez	 A 3D finite element analysis (FEA) simulation of a rectangular plate with two circular holes. The plate is shown in a perspective view, tilted. The simulation results are displayed as a color map, with red indicating high stress or wear areas and blue indicating low stress. The ANSYS logo is visible in the top right corner of the image. A coordinate system and a scale bar are also present at the bottom right.

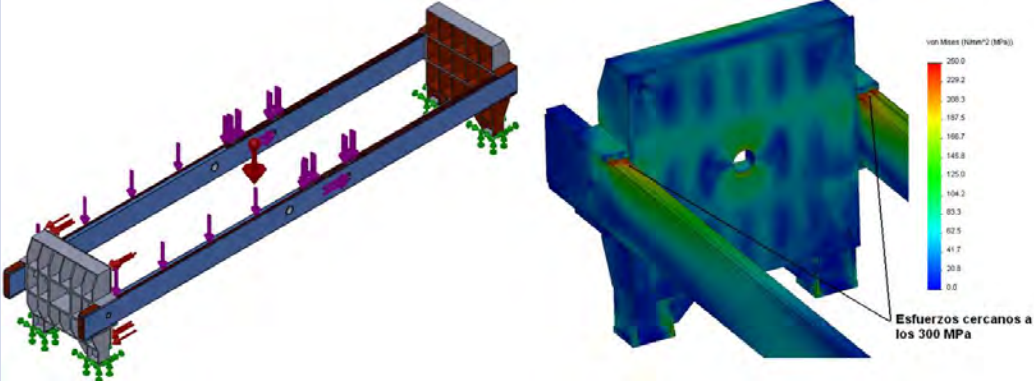
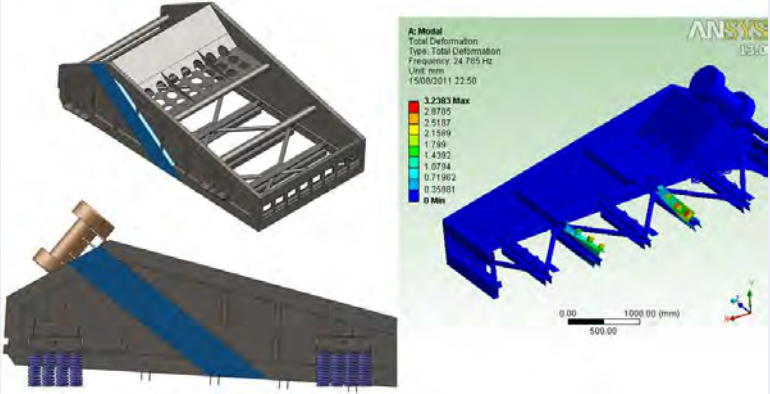
Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Proyectos y Consultorías para la Industria

Tema	Descripción
<p>Análisis de falla en chasis de remolque</p> <p>Empresa: TRANSALTISA S.A. 2008</p>	 <p>Nombre de modelo: CHASIS Nombre de estudio: INICIO VOLTEO Tipo de resultado: Static tension total Estructura 1 Escala de deformación: 10</p> <p>Stress (N/mm² (MPa))</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.781e+002 2.184e+002 1.808e+002 1.018e+002 4.322e+001 -1.686e+001 -7.421e+001 -1.329e+002 -1.816e+002 -2.504e+002 -3.091e+002 -3.878e+002 -4.265e+002
<p>Desarrollo de software para el análisis dinámico de las UB modificadas con el sistema compresor CGBD</p> <p>Empresa: FLUIDTEK S.R.L. PETROBRAS 2009</p>	 <p>AIBI con compresor CGBD 1.1</p> <p>Unidad: [N/A]</p> <p>Fabricante: LUFKIN CONVENTIONAL</p> <p>Clase: Clase I</p> <p>Código API: LC40 89-42</p> <p>Torque límite del reductor: 40000 lbf-in</p> <p>Carga límite de la estructura: 9500 lb</p> <p>Desbalance estructural: 150 lb</p> <p>Radio manivela: 18 in</p> <p>Carreta: 42 in</p> <p>A: 56 in</p> <p>C: 48.166000366210 in</p> <p>P: 57.5 in</p> <p>Ángulo de giro: [Horario]</p> <p>Código del país: EA_306</p> <p>Calcular y resultados: [Calcular] [Torques] [Reacciones] [Esfuerzos] [Reporte]</p> <p>Torques (lbf-in)</p> <p>Ángulo de giro de la manivela (grados)</p> <ul style="list-style-type: none"> Torque límite del Reductor (actualizado con factor de uso): Máximo 40000 lbf-in Torque de la carga en Vañón: Máximo 45314.67629226 lbf-in Torque de la carga en Compresor: Máximo 30276.6847948 lbf-in Torque de los Contrapesos: Máximo 23711.92 lbf-in Torque Neto en eje del reductor: Máximo 40964.32327189 lbf-in

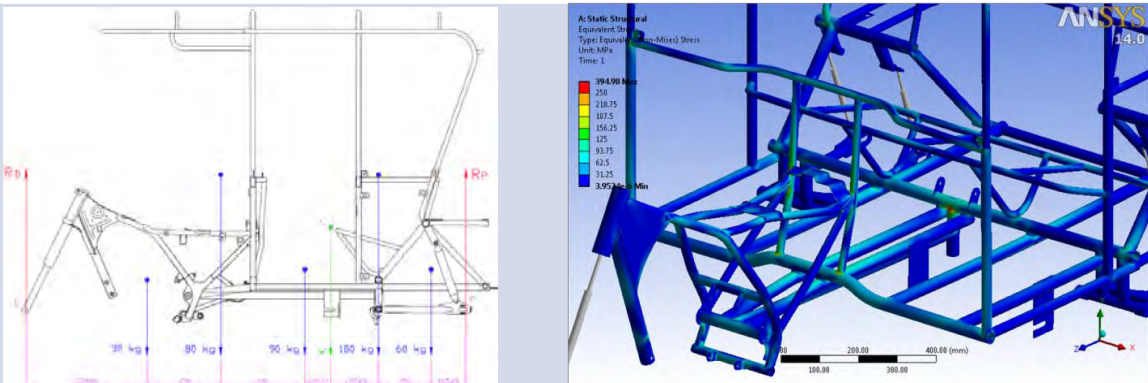
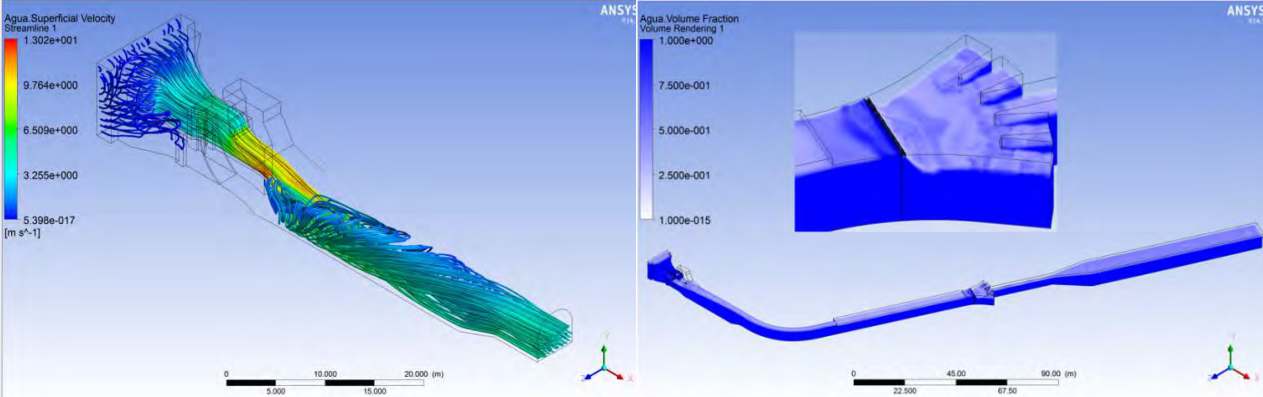
Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Proyectos y Consultorías para la Industria

Tema	Descripción
<p data-bbox="63 501 508 582">Análisis estructural de filtro prensa por elementos finitos</p> <p data-bbox="63 634 314 753">Empresa: CIDELCO S.A.C. 2010</p>	 <p data-bbox="1624 525 1769 829">von-Mises (N/mm² (MPa)) 250.0 229.2 208.3 187.5 166.7 145.8 125.0 104.2 83.3 62.5 41.7 20.8 0.0 Esfuerzos cercanos a los 300 MPa</p>
<p data-bbox="63 893 562 975">Análisis dinámico-estructural de artesa de escurridor vibrante</p> <p data-bbox="63 1026 272 1146">Empresa: UNICON S.A. 2011</p>	 <p data-bbox="1263 905 1638 1219">ANSYS UNICON A: Modal Total Deformation Type: Total Deformation Frequency: 24.765 Hz Unit: mm 1500/2511 22.50 3.2305 Max 2.9705 2.5187 2.1589 1.7369 1.4392 1.0794 0.71982 0.35981 0 Min 0 00 1000 00 (mm) 500 00</p>


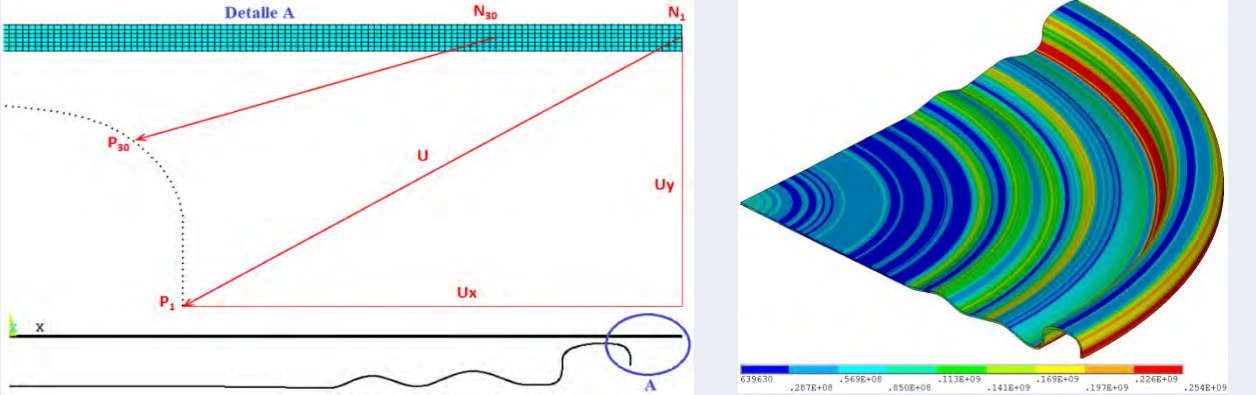
Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Proyectos y Consultorías para la Industria

Tema	Descripción
<p data-bbox="61 496 529 625">Análisis dinámico-estructural del chasis del mototaxi Honda V3R-150</p> <p data-bbox="61 676 370 799">Empresa: Honda del Perú S.A. 2012</p>	
<p data-bbox="61 891 568 1056">Estudio del régimen hidráulico de la bocatoma y el desarenador de la central hidroeléctrica El Platanal</p> <p data-bbox="61 1113 363 1236">Empresa: Cia. Maguiña S.R.L. 2013</p>	

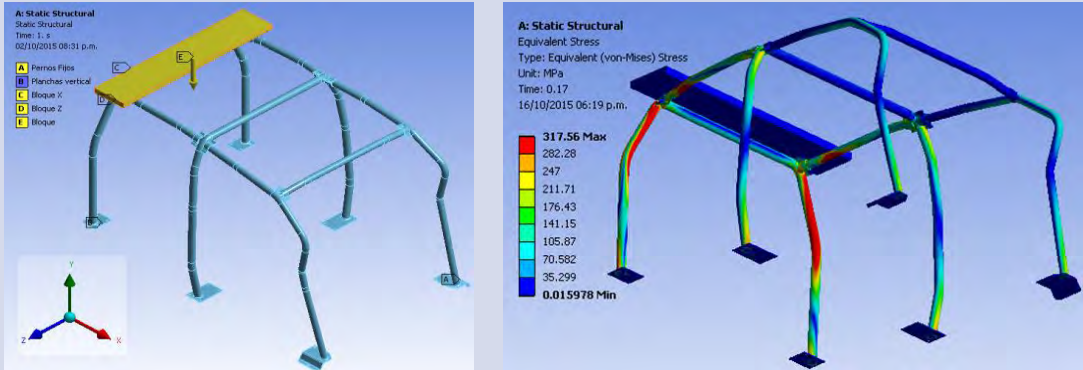
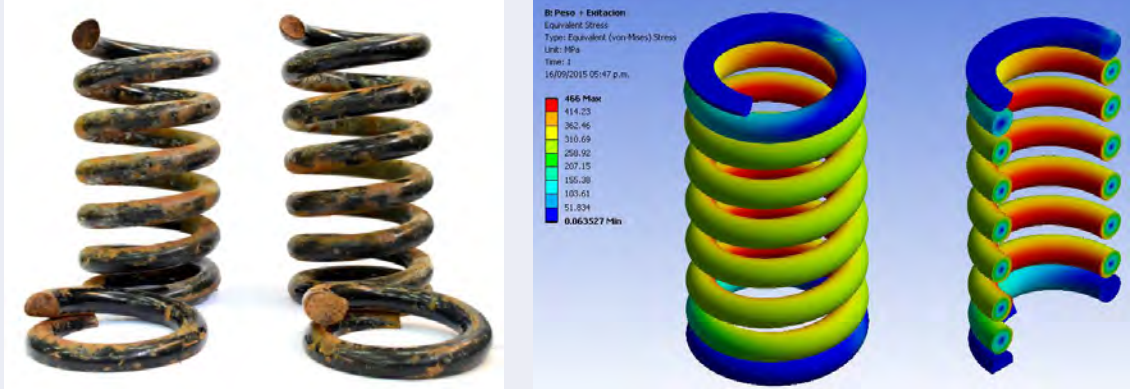
Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Proyectos y Consultorías para la Industria

Tema	Descripción
<p data-bbox="61 501 432 576">Análisis de falla de biela fracturada</p> <p data-bbox="61 634 220 758">Empresa: Pluspetrol 2014</p>	 <p data-bbox="1329 501 1881 868">ANSYS R15.0 B: Transient Structural Normal Stress Type: Normal Stress (Scoped to Element)(X-Act) Unit: MPa Coordinate System Time: 0.2 11/09/2014 08:52 a.m. 25.229 Max 74 21.715 15.43 17.145 14.86 12.575 10.291 8.057 5.7208 Min Zona de ocurrencia de la falla</p>
<p data-bbox="61 895 548 1105">Análisis de tensiones residuales en tapas de hojalata con diferentes perfiles mediante simulación numérica computacional</p> <p data-bbox="61 1162 490 1286">Empresa: FABRICA DE ENVASES S.A. 2014</p>	 <p data-bbox="618 895 1309 1286">Detalle A N_{30} N_1 P_{30} P_1 U U_x U_y x A</p> <p data-bbox="1360 895 1881 1286">639630 .287E+08 -569E+08 .850E+08 .113E+09 .141E+09 .169E+09 .197E+09 .226E+09 .254E+09</p>

Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Proyectos y Consultorías para la Industria

Tema	Descripción
<p data-bbox="61 501 540 625">Comprobación del desempeño de jaula antivuelco para camioneta Toyota Hilux</p> <p data-bbox="61 679 376 803">Empresa: Toyota del Perú S.A. 2015</p>	
<p data-bbox="61 895 517 972">Análisis de falla de resorte de zaranda vibratoria</p> <p data-bbox="61 1028 525 1196">Empresa: Compañía Minera Miski Mayo S.R.L. 2015</p>	

Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

Proyectos y Consultorías para la Industria

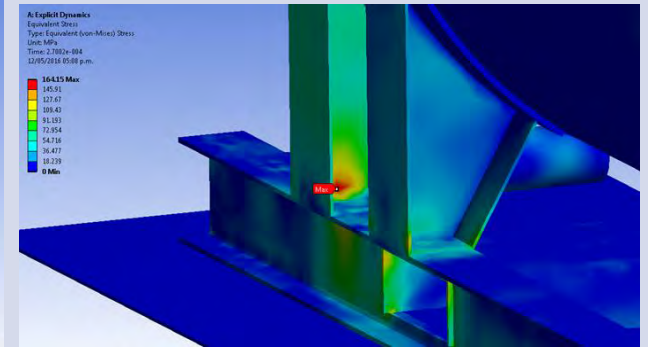
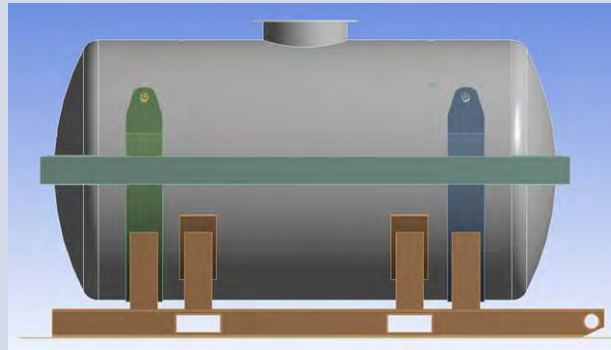
Tema

Descripción

Verificación al impacto de tanque de combustible heliotransportable mediante análisis por elementos finitos

Empresa:

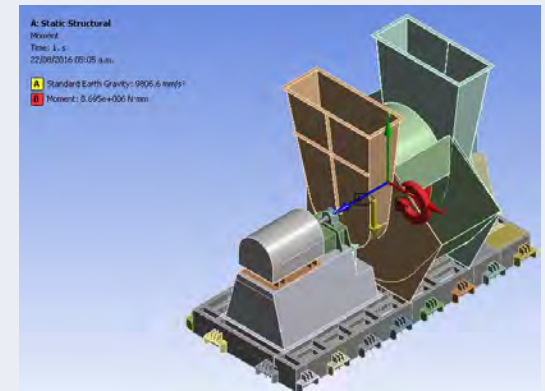
ACC Const. Metálicas S.A.C.
2016



Análisis de vibración de ventilador industrial utilizando simulación numérica

Empresa:

VIBROTECHNOLOGY S.A.C.
2016



Reseña del Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

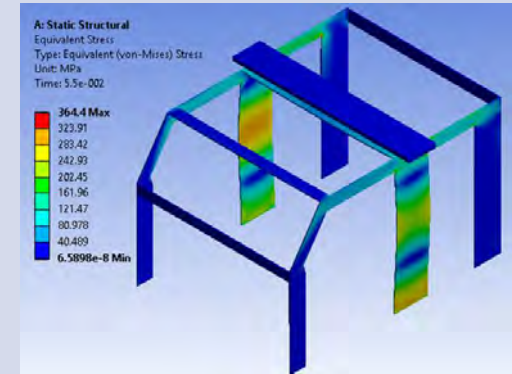
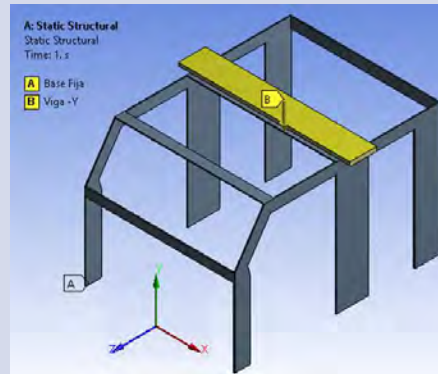
Proyectos y Consultorías para la Industria

Tema

Descripción

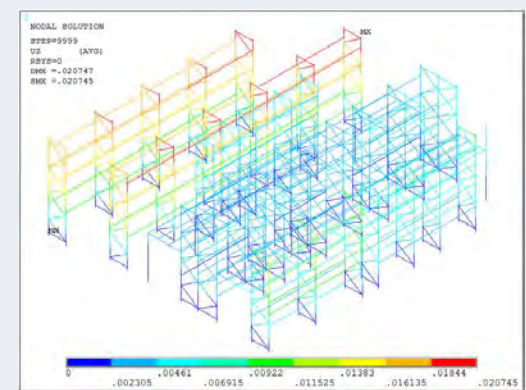
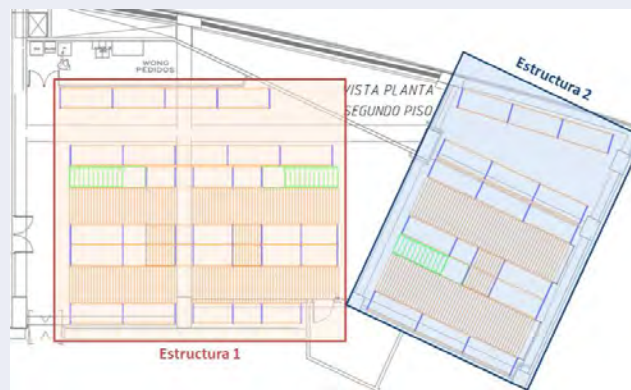
Comprobación del desempeño de jaula antivuelco para camioneta Toyota Hilux

Empresa:
ARMOR SECURITY S.A.C.
2017



Comprobación del diseño estructural de estanterías selectivas

Empresa:
INDUPARCK S.A.C.
2017



Proyecto ID-197

Desarrollo de un sistema inteligente de diseño mecánico para mejorar la competitividad de la empresa metalmecánica nacional aplicado a cajas reductoras de engranajes cilíndricos con carcasa soldada de uso en la industria minera

Motivación

La competitividad de la empresa metalmecánica peruana se ve limitada, entre otros factores, por la **falta de herramientas para desarrollar diseños mecánicos complejos de productos específicos**, ya que los programas CAD disponibles en el mercado son de aplicación general, es decir, no están enfocados al diseño de productos específicos óptimos.

El proyecto propone una solución innovadora basada en Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y en técnicas de **Inteligencia Artificial (IA)**, consistente en un Sistema Inteligente (SI) implementado sobre una plataforma CAD 3D comercial, para el diseño mecánico óptimo de productos específicos, aplicado en el presente proyecto a cajas reductoras para la industria minera.

Proyecto ID-197

Desarrollo de un sistema inteligente de diseño mecánico para mejorar la competitividad de la empresa metalmecánica nacional aplicado a cajas reductoras de engranajes cilíndricos con carcasa soldada de uso en la industria minera

Objetivo

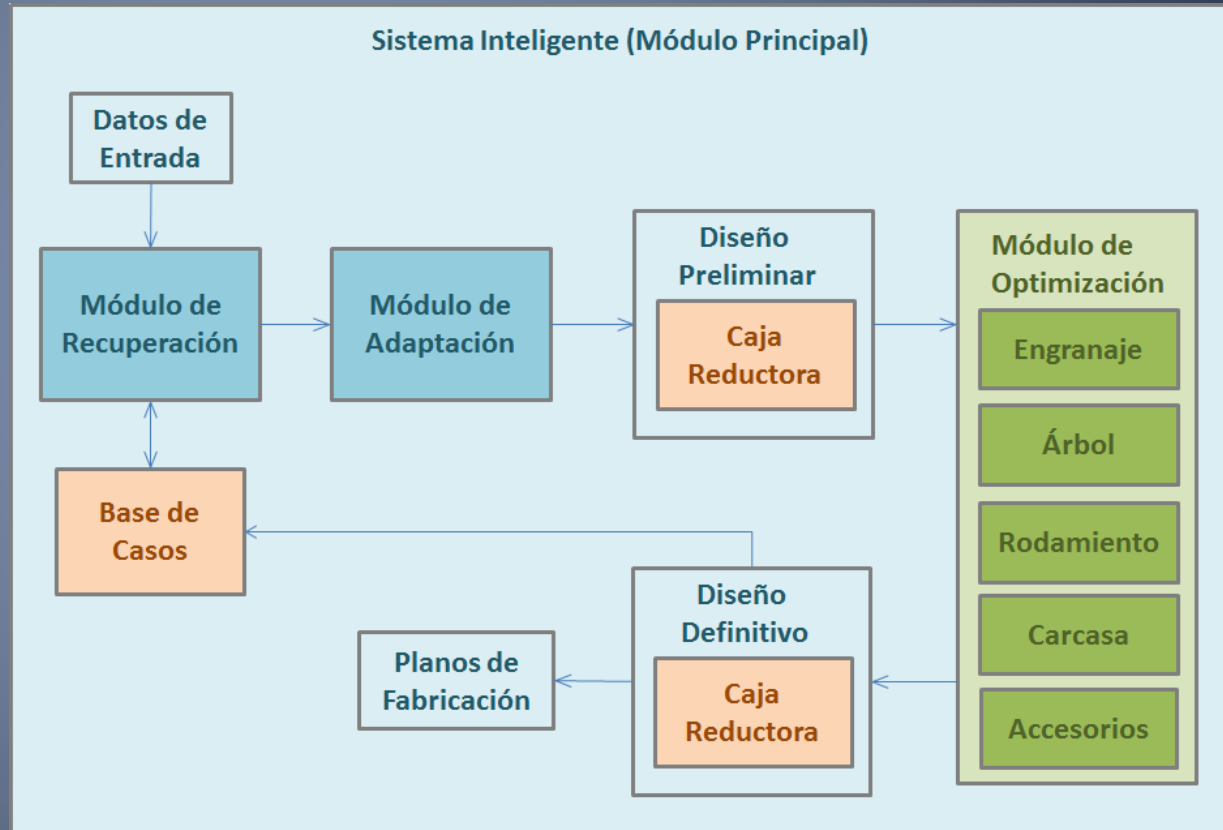
Desarrollar un sistema inteligente usando la técnica del **Razonamiento Basado en Casos** para el diseño mecánico óptimo de productos específicos para mejorar la competitividad de la empresa metalmecánica peruana aplicado a cajas reductoras de engranajes cilíndricos con carcasa soldada.



Desarrollo de un sistema inteligente de diseño mecánico para mejorar la competitividad de la empresa metalmecánica nacional aplicado a cajas reductoras de engranajes cilíndricos con carcasa soldada de uso en la industria minera

Metodología

- Modelo conceptual del sistema inteligente
- Parametrización y algoritmos de programación
- Optimización mediante simulación numérica
- Implementación, validación y puesta a punto



Proyecto ID-197

Desarrollo de un sistema inteligente de diseño mecánico para mejorar la competitividad de la empresa metalmecánica nacional aplicado a cajas reductoras de engranajes cilíndricos con carcasa soldada de uso en la industria minera

Principales resultados: Productos

Producto o prototipo	Protección de propiedad intelectual / Estado
Software aiGeraboxDesigner	Registro de software ante INDECOPI Estado: En coordinación con la Oficina de Propiedad Intelectual de la PUCP.
Prototipo de caja reductora a escala reducida en material sintético (plástico) mediante impresión 3D.	No procede protección de propiedad intelectual Estado: En proceso de impresión en la Sala VEO 3D de la PUCP.

Principales resultados: Publicaciones

- 1 FRANCO, R.; INFANZÓN, H. L. y DIAZ, I. A. L. A. (2015). OBTENCIÓN DE FACTOR GEOMÉTRICO ÚNICO PARA CÁLCULO DE CONTACTO Y FLEXIÓN EN ENGRANAJES CILÍNDRICOS MEDIANTE SIMULACIÓN CON FEM. XII Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica - CIBIM 2015. (pp. 482-490) GUAYAQUIL: FEDERACIÓN IBEROAMERICANA DE INGENIERÍA MECÁNICA. Recuperado de:
<http://cibimrevista1.files.wordpress.com/2016/10/cibim12-artic81culo24-rfranco.pdf>
- 2 FRANCO, R.; LOAIZA, W. G.; LEAN, P. P. Y YÉPEZ, H. (2017). A ONE WAY COUPLED THERMO-MECHANICAL MODEL TO DETERMINE RESIDUAL STRESSES AND DEFORMATIONS IN BUTT WELDING OF TWO ASTM A36 STEEL PLATES. VII International Conference on Coupled Problems in Science and Engineering - COUPLED PROBLEMS 2017. (pp. 734-746) BARCELONA: International Center for Numerical Methods in Engineering (CIMNE). Recuperado de:
<http://congress.cimne.com/coupled2017/frontal/Doc/Ebook2017.pdf>
- 3 BLAS, M. A. y FRANCO, R. (2017). MODELO MATEMÁTICO PARA DETERMINAR EL ESFUERZO MÁXIMO EN CARCASAS SOLDADAS DE CAJAS REDUCTORAS A PARTIR DE MÉTODOS ANALÍTICOS Y RESULTADOS DE SIMULACIÓN FEM. 13 Congreso Interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos – CAIP'2017. (pp. 810-819) CIUDAD DE MÉXICO: ITAM. Recuperado de:
<http://www.caip2017.itam.mx/files/actasCAIP2017.pdf>

Principales resultados: Publicaciones

4	<p>LOAIZA, W. G.; FRANCO, R. y YÉPEZ, H. (2017). DETERMINACIÓN DE TENSIONES RESIDUALES PRODUCIDAS POR SOLDADURA EN UNA CARCASA SOLDADA DE CAJA REDUCTORA MEDIANTE SIMULACIÓN POR EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS. 13 Congreso Interamericano de Computación Aplicada a la Industria de Procesos – CAIP’2017. (pp. 867-876) CIUDAD DE MÉXICO: ITAM. Recuperado de: http://www.caip2017.itam.mx/files/actasCAIP2017.pdf</p>
5	<p>FRANCO, R.; BLAS, M. A.; INAFUKU, L. H.; PEINADO, A. A. C.; SOTO, J. C.; SOLANO, A. E.; FERNANDEZ, D. H.; LOPEZ, A. R.; MONTALVAN, J. F.; VALVERDE, Q. M. y YÉPEZ, H. (2017). AIGEARBOXDESIGNER: SOFTWARE PARA EL DISEÑO INTELIGENTE DE CAJAS REDUCTORAS DE ENGRANAJES CILÍNDRICOS Y CARCASA SOLDADA. XIII Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica - CIBIM 2017. (pp. 1-9) LISBOA: Universidade Nova de Lisboa. Recuperado de: https://www.dropbox.com/sh/mer24m8z81ezgp2/AABsnkBpWVuvPqn9u7ios5rja/Artigos</p>
6	<p>FRANCO, R.; BLAS, M. A.; INAFUKU, L. H.; PEINADO, A. A. C.; SOTO, J. C.; SOLANO, A. E.; FERNANDEZ, D. H.; LOPEZ, A. R.; MONTALVAN, J. F.; VALVERDE, Q. M. y YÉPEZ, H. (2018). COMPUTATIONAL TOOL FOR THE INTELLIGENT DESIGN OF GEARBOXES OF CYLINDRICAL GEARS AND WELDED HOUSING. Third Conference on Interdisciplinary Applications in Kinematics - IAK 2018. (pp. 1-10) UNIVERSITAT DUISBURG-ESSEN. <i>Memorias en proceso de publicación.</i></p>

Proyecto ID-197

Desarrollo de un sistema inteligente de diseño mecánico para mejorar la competitividad de la empresa metalmecánica nacional aplicado a cajas reductoras de engranajes cilíndricos con carcasa soldada de uso en la industria minera

Principales resultados: Publicaciones

- 7 LOAIZA, W. G.; FRANCO, R. y YÉPEZ, H. (2018). DETERMINACIÓN DE LA SECUENCIA DE SOLDEO DE UNA CARCASA SOLDADA DE CAJA REDUCTORA MEDIANTE SIMULACIÓN POR FEM.
Listo para ser enviado a la revista Información Tecnológica.

Principales resultados: Tesis

	Estudiante	Grado	Título y estado de la tesis
1	Díaz Velazco, Israel Alan León Aurelio	Licenciatura	Determinación de los factores geométricos utilizados en los cálculos de flexión y contacto de engranajes cilíndricos mediante simulación numérica Sustentada y publicada en repositorio PUCP http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6002
2	Paredes Hugo, Roberto Alfredo	Licenciatura	Estudio de la mecánica de fractura en engranajes cilíndricos fisurados mediante simulación numérica Sustentada y publicada en repositorio PUCP http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6004
3	Reghellin Palacios, Giacomo Franco	Licenciatura	Procedimiento para el diseño de carcasas soldadas para cajas reductoras de media y alta potencia con optimización de los parámetros geométricos principales Sustentada y publicada en repositorio PUCP http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6006

Principales resultados: Tesis

	Estudiante	Grado	Título y estado de la tesis
4	Soto Jaimes, Jean Carlos	Licenciatura	Desarrollo de un algoritmo para el diseño de árboles de transmisión de cajas reductoras de engranajes cilíndricos Sustentada y publicada en repositorio PUCP http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6135
5	Blas Cajas, Michael Anderson	Licenciatura	Desarrollo de un algoritmo para el diseño de carcasas soldadas para cajas reductoras de engranajes cilíndricos Sustentada y publicada en repositorio PUCP http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/7073
6	López Ochoa, Alexander Richard	Licenciatura	Desarrollo de un algoritmo para el diseño de árboles en cajas reductoras de velocidad con engranajes cilíndricos y ejes horizontales paralelos considerando resistencia a la fluencia, resistencia a la fatiga y deflexiones Sustentada y publicada en repositorio PUCP http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/11759

Desarrollo de un sistema inteligente de diseño mecánico para mejorar la competitividad de la empresa metalmecánica nacional aplicado a cajas reductoras de engranajes cilíndricos con carcasa soldada de uso en la industria minera

Principales resultados: Tesis

	Estudiante	Grado	Título y estado de la tesis
7	Inafuku Yoshida, Luis Haruo	Licenciatura	Desarrollo de modelos paramétricos para el diseño y representación gráfica de engranajes cilíndricos con aplicación en cajas reductoras de carcasa soldada de media y alta potencia En manos del jurado, próxima a ser sustentada
8	Solano Cabrera, Alberto Eloy	Licenciatura	Desarrollo de un algoritmo para el diseño de engranajes cilíndricos de aplicación en cajas reductoras de media y alta potencia En revisión y correcciones finales para posterior sustentación
9	Fernández Bardales, Daniel Honorato	Licenciatura	Desarrollo de algoritmo para la selección de rodamientos en cajas reductoras de engranajes cilíndricos de media y alta potencia En revisión y correcciones finales para posterior sustentación
10	Loaiza Miranda, Walter Guillermo	Licenciatura	Definición de la secuencia de soldeo de una carcasa soldada de una caja reductora utilizando simulación numérica computacional En revisión y correcciones finales para posterior sustentación

Desarrollo de un sistema inteligente de diseño mecánico para mejorar la competitividad de la empresa metalmecánica nacional aplicado a cajas reductoras de engranajes cilíndricos con carcasa soldada de uso en la industria minera

Principales resultados: Tesis

	Estudiante	Grado	Título y estado de la tesis
11	Escurra Rodríguez, José Miguel	Licenciatura	Análisis térmico de cajas reductoras de engranajes cilíndricos y carcasa soldada para determinar la temperatura del lubricante y seleccionarlo En revisión y correcciones finales para posterior sustentación
12	Jara Bendezú, Eriksoon Jeanpiere	Licenciatura	Análisis térmico de engranajes cilíndricos de dientes rectos y helicoidales a partir del calor generado por fricción utilizando técnicas de simulación numérica En revisión y correcciones finales para posterior sustentación
13	Montalván Verástegui, José Fernando	Licenciatura	Diseño paramétrico y generación de planos de fabricación de los árboles de transmisión de cajas reductoras de engranajes cilíndricos En revisión y correcciones finales para posterior sustentación

Proyecto ID-197

Desarrollo de un sistema inteligente de diseño mecánico para mejorar la competitividad de la empresa metalmecánica nacional aplicado a cajas reductoras de engranajes cilíndricos con carcasa soldada de uso en la industria minera

Impactos esperados: En ciencia y tecnología

Introducción de una nueva tecnología en el mercado nacional, que consiste en un sistema inteligente para el diseño mecánico óptimo de cajas reductoras de engranajes cilíndricos, ejes paralelos y carcasa soldada, no contando con evidencias de una tecnología similar. La aplicación del sistema inteligente desarrollado permitirá obtener diseños óptimos de cajas reductoras, con estándares de calidad internacional y mejoras adicionales obtenidas en la investigación e incorporadas en los diferentes módulos del sistema. Recopilación, almacenamiento y uso de la experiencia de los especialistas en diseño mecánico de cajas reductoras en una base de casos, que se enriquecerá a medida que se va utilizando el sistema inteligente, permitiendo reducir drásticamente los tiempos de diseño de este producto. La metodología desarrollada y aplicada en el presente proyecto se puede extender al diseño mecánico de diversos productos de la empresa metalmecánica, tales como agitadores, molinos, mezcladoras, etc.

Proyecto ID-197

Desarrollo de un sistema inteligente de diseño mecánico para mejorar la competitividad de la empresa metalmecánica nacional aplicado a cajas reductoras de engranajes cilíndricos con carcasa soldada de uso en la industria minera

Impactos esperados: Económicos

Las empresas metalmecánicas interesadas podrán acceder a una solución de diseño mecánico óptimo de cajas reductoras a un costo asequible. El tiempo de desarrollo de cajas reductoras se verá notoriamente reducido, gracias al alto nivel de automatización de la solución propuesta, reduciendo así la necesidad de contar con personal altamente calificado y capacitado. Además, los diseños optimizados traerán consigo la disminución del consumo de material utilizado en la fabricación del producto hasta en un 10% o más. Mejora de la competitividad de las empresas peruanas del sector metalmecánico, al permitirles fabricar productos con diseño propio optimizado y no copiado, aprovechando así las oportunidades de negocio que presenta el mercado. Los productos desarrollados (cajas reductoras) tendrán mayor acogida en el mercado al estar respaldados por normas técnicas internacionales y por el reconocimiento académico de la PUCP, aumentando las ventas de la empresa.

Conclusiones y hallazgos

1. Se logró desarrollar una herramienta computacional, sistema inteligente denominado aiGearboxDesigner, capaz de generar diseños mecánicos óptimos de cajas reductoras de engranajes cilíndricos, ejes paralelos y carcasa soldada, de manera eficiente, mediante el uso de procedimientos analíticos, normas técnicas, inteligencia artificial y resultados de simulación numérica, integrados en el software CAD comercial Autodesk Inventor. Los resultados obtenidos a partir de los procedimientos analíticos y normas técnicas, se optimizaron con la aplicación de la simulación numérica computacional, obteniéndose factores geométricos optimizados para los engranajes y modelos matemáticos para las carcasas. En cuanto a los factores geométricos de los engranajes, debe ampliarse la muestra utilizada antes de introducir dichos resultados en el software desarrollado, aspecto que está previsto realizar en un trabajo a corto o mediano plazo.

Conclusiones y hallazgos

2. Los estudios comparativos, realizados con los diseños ofertados por empresas comerciales de cajas reductoras, demuestran que, efectivamente, es posible disminuir el peso de estos equipos en un 10% o más, tal como se planteó en la propuesta original. Asimismo, el uso de las técnicas de inteligencia artificial y el alto grado de automatización logrado con la nueva herramienta, permiten reducir de manera muy drástica el tiempo de diseño. Según se ha podido comprobar con el testimonio de un experto nacional en el diseño de cajas reductoras, esta reducción de tiempo podría alcanzar hasta más de un 90%, lo que resulta realmente alentador.

Conclusiones y hallazgos

3. El sistema desarrollado se encuentra en una primera versión, susceptible de perfeccionamiento y mejoras como es natural. Se considera que su validación definitiva y la retroalimentación más importante se obtendrán cuando el software sea introducido en una empresa y utilizado para realizar diseños reales. En tal sentido, se ha identificado una empresa del rubro y se tiene previsto un proyecto de continuidad, que contempla la transferencia de esta tecnología a la empresa. Luego de un período de prueba y retroalimentación en campo, el sistema inteligente desarrollado estará listo para salir al mercado y permitirá entonces elevar la competitividad de las empresas metalmecánicas peruanas y quizás extranjeras.

Proyecto ID-197

Desarrollo de un sistema inteligente de diseño mecánico para mejorar la competitividad de la empresa metalmecánica nacional aplicado a cajas reductoras de engranajes cilíndricos con carcasa soldada de uso en la industria minera

Trabajo futuro

- Realizar un estudio más extenso para la determinación de los factores geométricos de los engranajes.
- Realizar un análisis térmico de la caja reductora en su conjunto para obtener modelos matemáticos que permitan obtener la temperatura de trabajo con precisión y así seleccionar adecuadamente el lubricante.
- Incorporar otras configuraciones de árboles y engranajes, tales como árboles estriados, piñón solidario, etc.



Muchas gracias

Rosendo Franco Rodríguez

rofranco@pucp.edu.pe

Grupo INACOM/Aula PUCP-CIMNE

<http://investigacion.pucp.edu.pe/grupos/inacom/>

Pontificia Universidad Católica del Perú