

XLI RAC 2024

41° Reunión Académico Científica 2024

4 EDUCACIÓN
DE CALIDAD



7 ENERGÍA ASEQUIBLE
Y NO CONTAMINANTE



8 TRABAJO DECENTE
Y CRECIMIENTO
ECONÓMICO



9 INDUSTRIA,
INNOVACIÓN E
INFRAESTRUCTURA



11 CIUDADES Y
COMUNIDADES
SOSTENIBLES



12 PRODUCCIÓN
Y CONSUMO
RESPONSABLES



17 Y 18 DE OCTUBRE DE 2024

Facultad Regional General Pacheco

Foro Docente del Área Mecánica de las Ingenierías



FORO
DOCENTE
DEL ÁREA
MECÁNICA
DE LAS
INGENIERÍAS

FoDAMI



XLI RAC 2024 : 41° Reunión Académica Científica 2024 / Ricardo Mario Ame ... [et al.] ;
Compilación de Alejandro Ferreiro ; Gustavo Cazzola ; Rogelio Hecker. - 1a ed. -
Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad Tecnológica Nacional, 2025.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
Traducción de: María Victoria Durán.
ISBN 978-950-42-0250-9

1. Intercambio Científico. I. Ame, Ricardo Mario II. Ferreiro, Alejandro, comp. III.
Cazzola, Gustavo, comp. IV. Hecker, Rogelio, comp. V. Durán, María Victoria, trad.
CDD 001.4

Libro de Actas de Resúmenes

XLI RAC 2024 : 41° Reunión Académica Científica 2024

Fecha del Congreso: 17 Y 18 de octubre de 2024

Lugar de las Jornadas: Facultad Regional General Pacheco, Buenos Aires, Argentina

DOI: <https://doi.org/10.33414/ajea.1792.2025>

ISBN: 978-950-42-0250-9

Fecha de Publicación: Febrero de 2025

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento–NoComercial 4.0 Internacional.

ISBN 978-950-42-0250-9



9 789504 202509

XLI RAC 2024



41° Reunión Académico Científica 2024

17 y 18 de octubre de 2024

Facultad Regional General Pacheco
Foro Docente del Área Mecánica de las Ingenierías

Libro de Actas de Resúmenes

Índice

PRÓLOGO	Pág.6
PROLOGUE	Pág.7
SEDE	Pág.8
OBJETIVOS DEL FODAMI Y DE LAS REUNIONES ACADÉMICO-CIENTÍFICAS	Pág.9
AUTORIDADES, COMITÉ ORGANIZADOR, EVALUADORES	Pág.10

Conferencias Plenarias

HISTORIA DEL FO.D.A.M.I. 2000-2025	Pág.12
Ame, Ricardo Mario	

EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS EN MOTORES DIESEL PARA ATENDER LAS NORMAS ACTUALES Y FUTURAS EN CUANTO A LAS EMISIONES	Pág.13
Domínguez, Eligio; Nicolas De Simone	

Resúmenes de Trabajos

ESTUDIO Y DESARROLLO DE UNA CAJA DE TRANSMISIÓN -TCP- DE MÚLTIPLES ETAPAS USANDO ENGRANAJES CÓNICOS	Pág.17
Gustavo A. Verdur, Luis R. Mercuri, Ramiro Rodrigo, Rafael Rodrigo, Alexis N. Silva	

CÁLCULO DE LA CURVATURA DE UN TUBO DE ALUMINIO 6063 T6 SOMETIDO A FLEXIÓN ELASTOPLÁSTICA.....	Pág.18
Horacio M. Mirassou	

OBTENCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR PARA USO ENERGÉTICO DESDE LA FRACCIÓN DE DÍAS CLAROS.....	Pág.19
Adaro Jorge Agustín, Romero Héctor Fabián	

REFLEXIONES UNIVERSITARIAS	Pág.20
Alberto Romeo, Sandra Robles	

DETERMINACIÓN DE LA DEFLEXIÓN DE UN TUBO DE ALUMINIO 6063 T6 SOMETIDO A FLEXIÓN ELASTOPLÁSTICA.....	Pág.21
Horacio M. Mirassou	

INDUSTRIA 4.0	Pág.22
Mg. José Luis Polti, Esp. Ing. Leonardo Plaun	

ESTUDIO Y DETERMINACIÓN DE LAS LÍNEAS DE BASE ENERGÉTICA PARA EL ANÁLISIS Y MEJORA DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO, EN INDUSTRIAS MADERERAS	Pág.23
Pablo Corradini, Pedro Juarez, Juan Borhi, Luis Hernandez, Walter Romozzi, Jose Loguercio	

CONFORMADO INCREMENTAL ASISTIDO CON CORRIENTE EN TI6AL4V	Pág.24
A. Simoncellia,b, L. Buglionib, A.J. Sánchez Egeaa, D., Martinez Krahmerb	

DESARROLLO HUMANO CON ENERGÍAS RENOVABLES EN POBLACIONES RURALES DISPERSAS.....	Pág.25
Juárez C. R., Giuliano G., Chiericotti C., Rigali S., Fernández F., Ferreiro A.	

ESTUDIO PRELIMINAR PARA DISEÑO DE DINAMÓMETRO INERCIAL PARA MEDIR TORQUE DE UN MOTOR ELÉCTRICO VEHICULAR	Pág.26
Horacio M. Mirassou	
TRANSMISIÓN EXPERIMENTO REMOTO DESDE EL LABORATORIO AL AULA	Pág.27
Esp. Ing. Daniel Ades, Dr. Ing. Guillermo Rodríguez	
METODOLOGIAS PARA EL DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD EN INGENIERIA.....	Pág.28
Juan Carlos Nishiyamaa, Carlos Eduardo Requenab, Ricardo Marinoc, Luciano Arbored, Natacha Andrea González Omahend	
MEJORA EN DURABILIDAD DE FILTROS EN SISTEMA DE LAVADODE PIEZASMECANICAS	Pág.29
Albarracín Nicolás, Amoroso Lucas, Ginaca Franco, Carlos Eduardo Requena	
SINERGIA AMFE-USIT PARA LA SOLUCION DE PROBLEMAS.....	Pág.30
Juan Carlos Nishiyamaa, Carlos Eduardo Requenab, Ricardo Marinoc, Luciano Arbored, Natacha Andrea González Omahend	
DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN DE APLASTAMIENTO EN MATERIALES NO METÁLICOS SEGÚN NORMA EN 383: APLICACIONES EN DISEÑO MECÁNICO Y COMPARACIÓN CON NORMATIVA	Pág.31
Ricardo Marino, Esteban Morales, Carlos Eduardo Requena, Luciano Arbore, Natacha Andrea González Omahen.	
VALIDACIÓN EXPERIMENTAL DE LA REDUCCIÓN DE VIBRACIONES EN VIGA CON RESONADORES LOCALES	Pág.32
Walter Fruccio, Federico Masch, Rogelio Hecker, Tulio Piován	
POSICIONADOR DUAL DE ALTA RESOLUCIÓN.....	Pág.33
Gustavo M. Flores, Lucas I. Lamas, Alejandro Masante, Rogelio L. Hecker	
EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO MECÁNICO DE TORNILLOS PARA HUESO MEDIANTE ENSAYO DE PULL-OUT SEGÚN NORMA ASTM F543	Pág.34
C. Joaquín Perez, Ezequiel Perez, Paula Dublanc, Belén Parodi, Cristian Pereiro	
EFFECTO DE LA TECNOLOGÍA DE CORTE DE ENTALLAS EN V SOBRE LA RESILIENCIA DE PROBETAS CHARPY	Pág.35
F. Spanua, M. Canteroa, D. Migliorinoa, H. Lorusob, D., Martinez Krahmerb	
PROYECTOS INTEGRADORES: UN CAMINO HACIA LA FORMACIÓN DE COMPETENCIAS.....	Pág.36
Andrea Mejeras, Gustavo Cazzola	

PRÓLOGO

La coorganización y realización de la XLI REUNIÓN ACADÉMICA CIENTÍFICA 2024 (XLI RAC 2024) del FORO DOCENTE DEL ÁREA MECÁNICA DE LAS INGENIERÍAS (FoDAMI) en conjunto con la Facultad Regional General Pacheco de la Universidad Tecnológica Nacional, se constituyó en un hecho relevante. El evento se concretó los días 17 y 18 de octubre de 2024 bajo modalidad híbrida, con participación presencial y virtual de un número importante de socios, brindando un ámbito de encuentro y un espacio propicio para presentar y difundir aspectos innovadores e interesantes experiencias académicas y técnico-científicas, con el propósito de afianzar a través de valiosos aportes a la educación superior, como así fortaleciendo la transferencia y vinculación al ámbito industrial, con un horizonte de progreso continuo de las carreras de Ingeniería Mecánica y afines.

Como variante novedosa se puso a disposición la opción de presentar Resúmenes Extendidos. Estos documentos fueron preparados en una página de acuerdo a formato ad-hoc, los que sintetizaron respectivos trabajos. Luego de ser evaluados y aceptados, fueron expuestos durante el desarrollo de la Reunión. Como criterios para su evaluación se consideraron trabajos relacionados con todas las áreas de la Ingeniería Mecánica, cumpliendo el formato fijado. Se destaca que se presentaron y aceptaron 20 Resúmenes Extendidos de excelente calidad, correspondientes a trabajos de investigación, desarrollo, transferencia, extensión, técnicos, académicos, finalizados y en desarrollo.

El FoDAMI posee una trayectoria de casi veinticuatro años desde su acta constitutiva firmada el 28 de octubre del 2000, enriquecida por el apoyo y acompañamiento de distintas Instituciones Universitarias. En este próximo aniversario, destacamos la valiosa contribución de la Facultad Regional General Pacheco de la Universidad Tecnológica Nacional, con una excelente organización de las actividades de la XLI RAC 2024, a través de los esfuerzos de sus autoridades, docentes, investigadores, alumnos y no docentes, en especial del Departamento de Ingeniería Mecánica, lo que ha contribuido notoriamente a la realización exitosa del encuentro, con meritoria calidad y actualización de los trabajos presentados.

El conocimiento y la educación son herramientas esenciales para contribuir en apoyo de la Ingeniería y su enseñanza. Compartir experiencias y logros de forma altruista, en acuerdo con los requerimientos de la sociedad argentina y de la industria nacional, en pos de apoyar acciones continuas con participación activa de protagonistas, participantes, asistentes, auspiciantes, posibilita fomentar una mutua reciprocidad, lo que permite realimentar los procesos de formación de los egresados en las disciplinas de la Ingeniería Mecánica y afines.

Por todo lo expresado, nos complace manifestar nuestra gratitud por el estimado acompañamiento y confiamos que hayan disfrutado de la XLI RAC 2024, promoviendo expectativas positivas, con vistas a continuar estableciendo puentes de encuentro y progreso personales y del Foro Docente del Área Mecánica de las Ingenierías, para próximos ejercicios, en especial para el 2025 en el que se conmemora el 25 aniversario.

Esp. Ing. Leonardo Plaun	Mg. Ing. Alejandro Ferreiro	Dr. Ing. Gustavo Cazzola	Esp. Ing. José Luis García
Secretario	Presidente	Director	Decano
FoDAMI	FoDAMI	Dpto. Mecánica FRGP	UTN - FRGP

PROLOGUE

The co-organization and execution of the 41st ACADEMIC SCIENTIFIC MEETING 2024 (41st RAC 2024) of the TEACHERS FORUM OF THE MECHANICAL AREA OF THE ENGINEERINGS (FoDAMI), in collaboration with the General Pacheco Regional Faculty (FRGP) of the National Technological University (UTN), was a significant event. The meeting took place on October 17 and 18, 2024, in a hybrid format, allowing both in-person and virtual participation of a large number of members. It provided a space for academic and technical-scientific exchange, fostering the presentation and dissemination of innovative aspects and valuable academic experiences. The main goal was to contribute to higher education through valuable insights while also strengthening knowledge transfer and industrial collaboration, ultimately supporting the continuous advancement of Mechanical Engineering and related fields.

A notable innovation was the option to present Extended Abstracts. These documents were prepared on a one-page format summarizing the respective works. After being reviewed and accepted, they were presented during the meeting. The evaluation criteria considered works related to all areas of Mechanical Engineering, following the established format. It is worth noting that 20 high-quality Extended Abstracts were submitted and accepted, covering research, development, technology transfer, outreach, technical, and academic works, both completed and in progress.

FoDAMI has a history of nearly twenty-four years, since its founding act was signed on October 28, 2000, enriched by the support and collaboration of various university institutions. As we approach this anniversary, we highlight the valuable contribution of the General Pacheco Regional Faculty of the National Technological University, which played a crucial role in organizing the 41st ASM 2024. The efforts of its authorities, faculty, researchers, students, and staff, particularly those from the Department of Mechanical Engineering, significantly contributed to the successful realization of this event, ensuring the high quality and relevance of the presented works.

Knowledge and education are essential tools for supporting Engineering and its teaching. Sharing experiences and achievements in a selfless manner, aligned with the needs of Argentine society and national industry, fosters continuous actions with active participation from key stakeholders—organizers, participants, attendees, and sponsors. This mutual collaboration enhances the training processes of graduates in Mechanical Engineering and related disciplines.

For all these reasons, we are pleased to express our gratitude for the valuable participation and hope that attendees enjoyed the 41st ASM 2024, fostering positive expectations for future meetings. We look forward to continuing to build bridges for professional and academic growth, especially as we approach 2025, marking the 25th anniversary of FoDAMI.

PGDip Eng. Leonardo Plaun	MsC Eng. Alejandro Ferreiro	PhD Eng. Gustavo Cazzola	PGDip Eng. José L. Garcia
Secretary	President	Director	Dean
FoDAMI	FoDAMI	Department of Mechanical Engineering - FRGP	UTN - FRGP

SEDE DE LA XLI RAC 2024

La Ciudad de General Pacheco, se encuentra ubicada al nordeste del Gran Buenos Aires, en el partido de Tigre, provincia de Buenos Aires. Limita con las localidades de Troncos del Talar, Don Torcuato, El Talar, Ricardo Rojas, Benavídez, Nordelta.

Históricamente, tiene su origen en la adquisición hacia 1820, por parte del General Ángel Pacheco, de algunos terrenos que eran parte de la estancia El Talar de López, creándose un establecimiento modelo dedicado a la explotación agrícola-ganadera. El Gral. Pacheco, y posteriormente sus herederos, construyeron varios edificios entre los que se destaca un imponente casco de estancia, diseñado en el estilo normando, conocido como “El Castillo”. Además, los sucesores propiciaron y participaron de actividades culturales y deportivas, como un teatro al aire libre donde se hacían funciones a beneficencia y en constituirse en una de las postas de los primeros grandes premios del automovilismo. Cerca de 1920 se realiza los primeros loteos y fraccionamientos de la zona, lo que convoca a nuevos pobladores dándose de ese modo el puntapié inicial para ir conformando esta Ciudad de General Pacheco. A partir de 1960, con la creación del Polo Industrial de la Zona Oeste, se instalaron fábricas de Ford, Alba, Wobron, una planta productora de galletitas, papeleras, un frigorífico, pymes, y otras industrias, con lo cual muchos operarios y empleados de estas plantas eligieron esta Ciudad como lugar de residencia, incrementando rápidamente el índice poblacional y sus respectivas actividades sociales, económicas y sanitarias, de modo que en la década siguiente es elevada a la categoría de Ciudad.

Actualmente, General Pacheco tiene barrios residenciales abiertos y cerrados, country clubs, como también importantes áreas comerciales, colegios privados y públicos, clubes, centros de salud, clínicas, distintas organizaciones no gubernamentales y la Facultad Regional homónima de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN).

El inicio de la Facultad Regional General Pacheco (FRGP) data de 1970, cuando comenzó a funcionar como extensión áulica de la Facultad Regional Buenos Aires, en el predio de la automotriz Ford Motor Argentina S.A. Dos años después se trasladó a su ubicación actual y en 1980 se constituyó como Facultad Regional de UTN, mediante la Ordenanza 334 CSU. Al presente, la FRGP posee un Campus con una superficie de 63.800 m², con diversos edificios para usos académicos, para docencia, investigación y extensión, incluyendo un microestadio, residencia, sala de videoconferencias, Biblioteca y 26 laboratorios.

OBJETIVOS DEL FODAMI Y DE

LAS REUNIONES ACADÉMICO-CIENTÍFICAS

El **FORO DOCENTE DEL ÁREA MECÁNICA DE LAS INGENIERÍAS (FoDAMI)** es una entidad civil sin fines de lucro debidamente organizada, entre cuyos objetivos estatutarios se destacan:

- propender al conocimiento personal, la cordialidad y el intercambio sincero y abierto de saberes, material escrito y experiencias entre sus miembros dentro del área mecánica de las ingenierías;
- fortalecer los vínculos entre docentes del área de las Universidades Nacionales, Privadas y Extranjeras;
- favorecer la continua actualización teórica y práctica de la ciencia que nos ocupa;
- constituirse en centro de consulta y evaluación de trabajos personales de sus miembros, en un clima de absoluta cooperación e integración;
- favorecer, proponer y organizar eventos científicos y técnicos relacionados con el área mecánica de las ingenierías.

También, el Estatuto prevé la organización de reuniones periódicas para exponer y debatir trabajos de sus asociados y de invitados especiales sobre temas relacionados con el área de la mecánica, generando espacios de reflexión, respecto del desarrollo de distintas actividades académicas y científicos, a través del aporte de experiencias y enfoques tendientes al progreso del área mecánica de las ingenierías.

Las Reuniones Académico-Científicas del FoDAMI se han realizado con periodicidad en modalidad presencial, siendo la realizada en la Facultad Regional General Pacheco de UTN la “XLI Reunión Académica Científica 2024”, concretada en forma híbrida. A tales fines, se han puesto a consideración y fueron aprobados veinte trabajos mediante respectivos resúmenes extendidos de acuerdo con la plantilla formato establecida, relacionados con áreas de la Ingeniería Mecánica, a partir de acciones de investigación, desarrollo, transferencia o extensión, técnicas o educativas, trabajos finalizados o en progreso, los que se han expuesto en las dos jornadas de la XLI RAC 2024. Además, se han concretado dos conferencias plenarias, una sobre la “Historia del FoDAMI” del Dr. Ing. Ricardo Mario Ame, expresidente de la entidad, y la otra sobre la “Evolución tecnológicas en motores Diesel para atender las normas actuales y futuras en emisiones” del Ing. Eligio Domínguez, de Agrale Argentina S.A.

AUTORIDADES

- Esp. Ing. José Luis García, Decano UTN FRGP
- Dr. Ing. Gustavo Cazzola, Director Dto. Mecánica FRGP UTN
- Mg. Ing. Alejandro Ferreiro, Presidente FoDAMI
- Esp. Ing. Leonardo Plaun, Secretario FoDAMI

COMITÉ ORGANIZADOR

- Dr. Ing. Gustavo Cazzola, FoDAMI – FRGP UTN
- Dr. Adrian Canzian, FRGP UTN
- Mg. Ing. Juan Carlos Pérez Arrieu, FRGP UTN
- Mg. Ing. Alejandro Ferreiro, FoDAMI – UNSE
- Dr. Ing. Rogelio Hecker, FoDAMI – UNLPam
- Esp. Ing. Leonardo Plaun, FoDAMI – FRBA UTN

EVALUADORES

- Mg. Ing. Sandra Robles, FoDAMI - UNS
- Dra. María Isabel Sosa, FoDAMI – UNLP
- Ing. Gabriel Dasso, Industrias Berg SA – CABA
- Esp. Ing. Daniel Ades, FoDAMI - UNR
- Dr. Ing. Carlos Juárez, FoDAMI – UNSE
- Ing. Javier Antezana López, FoDAMI – UTN FRD
- Ing. Gustavo Flores, FoDAMI – UNLPam
- Esp. Ing. Prof. Alberto Romeo, FoDAMI
- Ing. Antonio Lukjaniec, FoDAMI – UM
- Dr. Ing. José Di Paolo, FoDAMI – UTN FRSF
- Ing. Anibal Chicojay Coloma, FoDAMI – USAC Guatemala
- Ing. Daniela Alessio, FoDAMI – UNS
- Ing. Rodolfo Duelli, FoDAMI – UNRC
- Dr. Ing. Ricardo Mario Amé, FoDAMI – UNLZ
- Dr. Ing. Gustavo Cazzola, FoDAMI – FRGP UTN
- Mg. Ing. Alejandro Ferreiro, FoDAMI – UNSE
- Dr. Ing. Rogelio Hecker, FoDAMI – UNLPam
- Esp. Ing. Leonardo Plaun, FoDAMI – FRBA UTN



Conferencias Plenarias



HISTORIA DEL FO.D.A.M.I. 2000-2025

Ame, Ricardo Mario

Fac. de Ing. de la U.N. Lomas de Zamora. Argentina.
Fo.D.A.M.I.
ingricardoame@gmail.com. 011-15-5-801-0778

Palabras clave: historia, fodami, Fo.D.A.M.I.

Introducción

El próximo día 28 de octubre del 2025 se cumplen los primeros 25 años de vida del Foro Docente del Área Mecánica de la Ingeniería (Fo.D.A.M.I., o FoDAMI o Foro). Lograr mantenerse y crecer a lo largo de tantos años, especialmente por las características desconcentradas y federales del foro es un hecho relevante y ejemplar para otras organizaciones.

El FoDAMI ha sido, y lo es, precursor en el ámbito de la mejora y evolución de la enseñanza de la ingeniería mecánica.

Desde su fundación, ha crecido en cantidad de miembros, actividades y logros, demostrando una importante capacidad para observar, con anticipación, los cambios en las metodologías, herramientas y reglamentaciones de la enseñanza y las consecuentes necesidades que esos cambios requerirían.

Ha creado el ámbito de intercambio de conocimientos de la ingeniería mecánica y de su enseñanza más importante de la actividad docente a nivel de nuestro país.

A través de sus reuniones periódicas ha canalizado el medio para el conocimiento interpersonal y el intercambio de saberes.

Por su importancia recibió el reconocimiento implícito y explícito de los decanos de las distintas facultades de ingeniería del país y del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería CONFEDI.

A través de la coorganización de los Congresos Argentinos de Ingeniería Mecánica: CAIM y de los Congresos Argentinos de Ingeniería Ferroviaria CAIFE fue conocido y valorado aún más en el ámbito de la enseñanza de la ingeniería en nuestro país y de otros países del mundo.

Objetivos.

Con este proyecto se intenta plasmar, con la documentación disponible, ese enorme trabajo desarrollado en estos primeros 25 años de vida, poniendo de relieve los logros alcanzados y evidenciando, a lo largo del texto, aquellas actividades que marcaron rumbos en la enseñanza de la ingeniería mecánica.

Es un trabajo de recupero y curado de su historia; de los trabajos de sus asociados; fotografías que nos recuerdan y ubican en el tiempo y, en fin, todo aquello que nos ha permitido desarrollarnos como académicos, profesionales y personas, compartiendo espacios y actividades

Estructura del texto.

La obra se organiza en capítulos, siendo ellos los siguientes: Capítulo I Nacimiento. Capítulo II Organización administrativa, autoridades. Generación del Estatuto. Financiamiento. Balances. Capítulo III Reuniones académico-científicas. Trabajos, presentaciones. Capítulo IV Congresos de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Ferroviaria. Capítulo V Participantes. Socios honorarios. Convenios. Capítulo VI. Redes de ingeniería. Almacén de fotografías. Anexo externo.

Desarrollo de los Capítulos

Capítulo I. Trata de la creación del FoDAMI, y quienes tuvieron la posibilidad de formar parte de ese tan sentido momento. Se rescata la nobleza de los objetivos fundacionales, expresados con

profundo sentimiento de deseo de crecimiento personal y de sincera colaboración recíproca.

Capítulo II. Describe el largo y complejo camino de la institucionalización del foro, la evolución hasta la obtención de la personería jurídica. La confección del Estatuto ha sido una admirable obra democrática en la cual han intervenido, con su opinión, sugerencias y objeciones, todos los asociados que así lo quisieron, llegando a acuerdos y consensos que marcaron la característica particular al documento.

Capítulo III. Relata las reuniones académico-científicas y muy especialmente rescata los trabajos que los profesores presentaron en ellas. El recupero de este material es de extraordinaria importancia, por su calidad académica y científica, también porque es uno de los más distintivos resultados de la existencia del Foro. Se ha recuperado el 65% de todos ellos.

Capítulo IV. En este se pone en evidencia y resalta, uno de los resultados más significativos del trabajo y visión del FoDAMI, cual fue la creación del Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica CAIM., al cual luego se le adjuntó el Congreso Argentino de Ingeniería Ferroviaria, CAIFE.

Capítulo V. En este se hace honor a todos aquellos que con su presencia y participación les dieron vida y jerarquía a las reuniones académico-científicas. Según los registros disponibles, han participado 240 docentes, 52 estudiantes y 14 empresarios e invitados especiales. En cuanto a los socios honorarios, se han nombrado al Ing. Eitel Hernani Lauria en mayo del 2007 y a los Ing. Alberto Julio Libonatti e Ing. Alberto Mochizuki en octubre del 2011.

Capítulo VI. Aquí se resalta, nuevamente, la característica anticipatoria y precursora del foro. En el mes de abril del 2015 se hace la primera convocatoria a los “directores de escuelas, directores de carrera, directores departamentales”. Dos años después, en agosto del 2017, por resolución del CONFEDI, se crearían la “Redes de Ingeniería”, integrada por los directores de carrera. En ello, la intervención del FoDAMI., fue importantísima en la consolidación de la Red de Ingeniería Mecánica, que tomó la denominación de FoDAMEC.

Almacén de fotografías. Se presentan algunas fotografías de las reuniones académicas y de los congresos de mecánica y de ferroviaria que no fueron incluidas en el cuerpo principal del texto. Se muestra una selección de 149 fotografías para el período comprendido desde noviembre del año 2004 hasta septiembre del año 2023. Se pretende rescatar y mostrar momentos memorables.

Anexo externo. Este apartado no puede ser incluido en el texto por su magnitud. Recoge las presentaciones disponibles de los encuentros académico-científicos identificadas en el capítulo III, en sus distintos formatos, ocupando un aproximado de 1000 páginas. Este material será incorporado a la página web del foro.

Referencias

El trabajo se ha confeccionado consultando la documentación que ha sido generada por el foro en los años de referencia y que se halla disponible en su gran parte. Son documentos consultados:

- Boletines informativos (período 2000-2001).
- Actas de las reuniones académicas y luego académico-científicas.
- Actas de reunión de la Comisión Directiva.
- Actas de Asamblea General Ordinaria.
- Estatuto de origen y Estatuto modificado.
- Fotografías.
- Trabajos presentados en las reuniones académico-científicas.
- Convenios marco de colaboración recíproca y convenios específicos.
- Documentos generados por el FoDAMEC.

EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS EN MOTORES DIESEL PARA ATENDER LAS NORMAS ACTUALES Y FUTURAS EN CUANTO A LAS EMISIONES

Domínguez, Eligio
AGRALE ARGENTINA S.A.
edominguez@agrle.com.ar

Nicolas De Simone
MAHLE ARGENTINA S.A.
nicolas.de_simone@mahle.com.ar

Palabras clave: Evolución, Motores Diesel, Emisiones

Introducción

Ante la necesidad de cumplir con las normas de contaminación ambiental cada vez más exigentes, sobre todo en el referente a material particulado, NO_x, CO, HC, CO₂, y ruido; los motores Diesel, como también los de ciclo Otto, han incorporado mejoras constates en cuanto a sus tecnologías, las que se sintetizan en el presente documento.

Stage	Date	Test	g/kWh				PN 1/kWh	Smoke 1/m
			CO	HC	NO _x	PM		
Euro I	1992, ≤ 85kW	ECE R-49	4,5	1,1	8	0,612		
	1992, > 85kW		4,5	1,1	8	0,36		
Euro II	1996.10		4	1,1	7	0,25		
	1998.10		4	1,1	7	0,15		
Euro III	1999.10 EEV only	ESC & ELR	1,5	0,25	2	0,02		0,15
	2000.10		2,1	0,66	5	0,10*		0,8
Euro IV	2005.10		1,5	0,46	3,5	0,02		0,5
Euro V	2008.10		1,5	0,46	2	0,02		0,5
Euro VI	2013.10	WHSC	1,5	0,13	0,4	0,01		8,0x10 ⁻¹¹

Tabla 1: EU Normas de emisiones para motores de servicio pesado: pruebas en estado estable

Síntesis de desarrollos y expectativas futuras

La Tabla 1 exhibe los datos más importantes correspondientes a la evolución de las Normas establecidas por la Unión Europea para emisiones en motores de servicio pesado, específicamente para pruebas en estado estable.

Partiendo de los motores naturalmente aspirados Diesel, (ya no presentes en las aplicaciones vehiculares actuales), hasta los sobrealimentados con post enfriado (intercooler) de hoy. Todas estas mejoras, particularmente se basan en la combustión.

Todo el combustible que ingresa a la cámara de combustión debe encontrar el aire necesario para ser quemado, lo que exige un alto rendimiento volumétrico, o lo que comúnmente se conoce como llenado. La manera de asegurar un alto rendimiento volumétrico es con la utilización de turbocompresores provistos de válvula wastegate, geometría variable, doble turbocompresor en serie. En el futuro, se espera una nueva contribución con la ayuda de un pequeño motor generador que asegure una buena aceleración de la parte rotante del mismo (delay del turbocompresor). En la evolución de los motores a explosión, se destaca la incorporación de cuatro válvulas por cilindro, lo que permite un buen control de llenado, y también la ubicación central y vertical del inyector, además de imprimir la adecuada turbulencia en la cámara de combustión para asegurar un contacto perfecto de aire y combustible.

Con igual fin, se incrementó la presión de inyección a valores suficientemente altos para lograr una óptima penetración y

pulverización del combustible a través de múltiples pequeños orificios en la tobera.

También, con el sistema "common rail" fue posible dividir la inyección en etapas, lo que permite una combustión más suave (sin picos elevados de presión) y menos ruido, esto último contribuye a bajar la temperatura de la cámara de combustión y reducir los niveles de NO_x, lo cual puede observarse en la Fig. 1. La evolución del estándar de emisiones para motores Diesel obligó a los desarrolladores de motores a trabajar sobre la regulación de los contaminantes, aplicando distintas estrategias de postratamiento que permiten cumplir con ella, y puedan operar según los niveles estándares vigentes en cada región implementado.

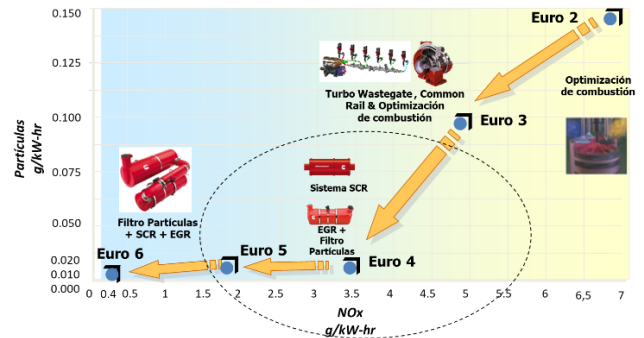


Fig. 1: Cambios en emisiones para el futuro.

Mejoras destacadas en los motores Diesel para lograr cumplir con los estándares de emisión:

- Sobrealimentación en dos etapas (doble turbo) o turbo de geometría variable con intercooler.
- 4 (cuatro) válvulas por cilindro.
- Inyectores centrales y verticales.
- Sistema de inyección flexible y de alta presión
- Sistema Common Rail.
- Múltiples inyecciones (con adecuación del postratamiento de los gases, optimización de la combustión y medidas acústicas).
- Evolución en pistones (de Aluminio, articulados, Pistón de Acero con galería cerrada) – Fig. 2 -.

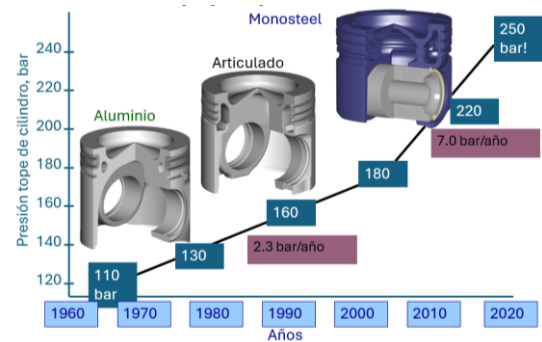


Fig. 2: Aumento de la presión en tope de cilindro

Las presiones picos de combustión, que se corresponde con valores de a una magnitud de 9 a 10 veces el valor de la Presión Media Efectiva al freno, por encima de 160 bares obliga a utilizar pistones de acero que pueden soportar los embates de alta presión y temperatura generados en la cámara de combustión.

Como alternativa a los motores Diesel, se están utilizando los motores con gas natural (básicamente gas metano). La combustión con este combustible esta casi exenta de material particulado, pero no libre de NO_x, HC y CO, pero estos gases pueden ser tratados fácilmente con un catalizador de tres vías.

El inconveniente de este sistema es el almacenamiento del combustible por su volumen y peso, aunque puede ser solucionado en parte con tubos livianos o con el almacenamiento del gas en forma líquida - GNL -. Las Figuras 3a y 3b corresponden a vehículos impulsados por Gas Natural Comprimido (GNC).



Fig. 3a: Chasis de Omnibus con cilindros de GNC

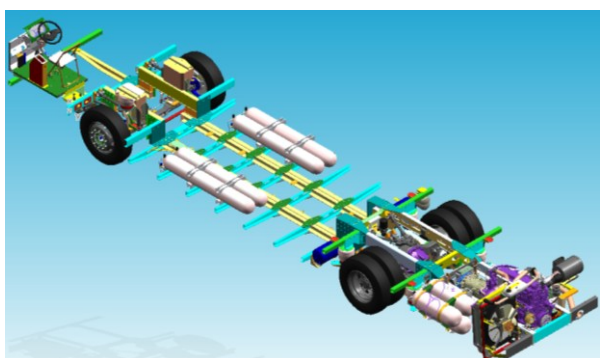


Fig. 3b: Esquema de Chasis de Ómnibus con cilindros de GNC

La norma actual vigente en Argentina (Euro V) solo puede ser cumplida en los motores Diesel con la utilización de un catalizador (SCR) y la inyección previa de Urea o bien con un sistema de EGR (recirculación de los gases de escape). Pero para Euro VI, ya vigente en muchos países, es necesaria la aplicación de las dos tecnologías SCR y EGR (Figura 4).

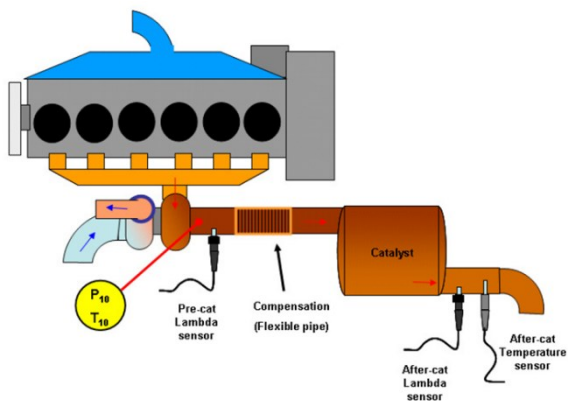


Figura 4: Sistema de escape con catalizador

Los vehículos híbridos (hoy muy utilizados), cuentan con un motor de combustión, un motor eléctrico y un pack de baterías, lo que permite funcionar ya sea con el motor a combustión, con el motor eléctrico o ambos a la vez (Híbrido paralelo). De esta forma, dado que el motor a combustión solo actúa parcialmente, con lo cual se reduce el nivel de emisiones (Ver Figuras 5a y 5b). Este tipo de solución tecnológica es óptima para funcionar en ciudades por la poca potencia utilizada y una reducción de consumo de combustible de aproximadamente 25%.

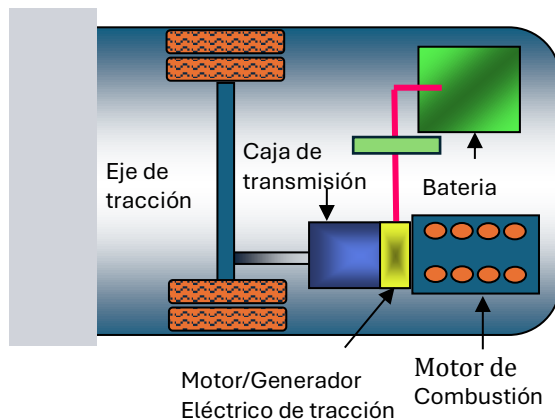


Fig. 5a: Sistema Híbrido Paralelo.

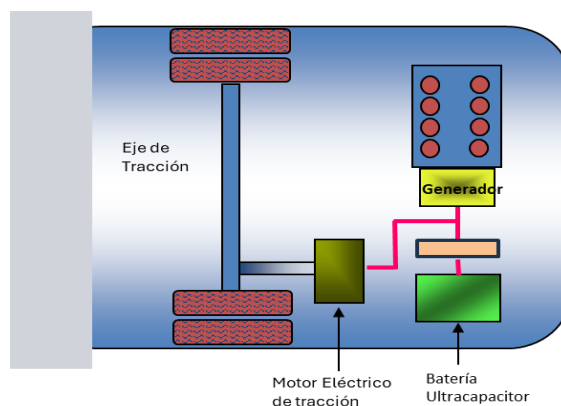


Fig. 5b: Sistema Híbrido Serie

Al impulsar vehículos en ruta, donde se requiere más potencia por la mayor velocidad, el motor de combustión participa en la mayor parte y la reducción de consumo y contaminación no son tan adecuados como en la ciudad.

Una de las tecnologías más novedosas, pero existentes actualmente y con grandes expectativas futuras, es el vehículo eléctrico, el cual está libre de contaminación. Este tipo de motores, no solo no contamina, sino que tiene una característica de par-velocidad adecuadas para el desempeño en un vehículo, como se puede observar en las Figuras 6 a 9.

Equipmake
Engineering an electric future

HTM 3500

Specification:

1 Motor Mass	195 Kg
2 Motor Diameter	540 mm
3 Motor Width	251 mm
4 Motor Height	607 mm
5 Maximum Power	400 kW
6 Maximum Speed (motor)	3,500 rpm
7 Maximum Torque (motor)	3,500Nm
8 Coolant Temperature	60 Deg C Water / Glycol
9 Coolant Flow Rate	30l/min typical

Single Unit

Fig. 6: Especificaciones de un motor eléctrico (Equipmake, 2024)

El inconveniente de los vehículos eléctricos, y de su impulsión, es la fuente de energía, ya que depende exclusivamente de la capacidad de las baterías y ello condiciona de modo notable su

autonomía. Battery Packs

- BP-79
- Power: 79kWh
 - Dimensions: 785 (W) x 470 (H) x 1145 (L) mm
 - Weight: 520kg per pack
 - Cooling: Indirect water cooled
- BP-109
- Power: 109kWh
 - Dimensions: 785 (W) x 488 (H) x 1185 (L) mm
 - Weight: 615kg per pack
 - Cooling: Water cooled



Equipmake
Engineering an electric future

Fig. 7: Especificaciones de un paquete de baterías

Performance:

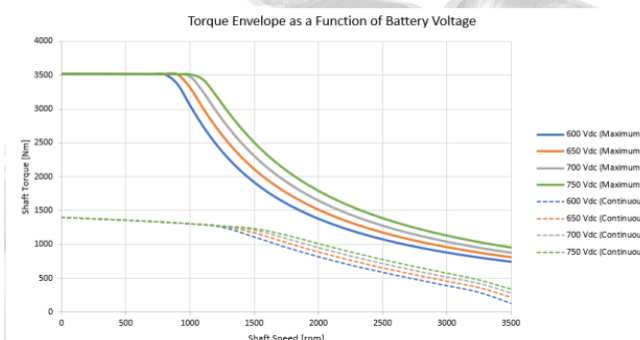


Fig. 8: Performance de un motor eléctrico (Equipmake, 2024)

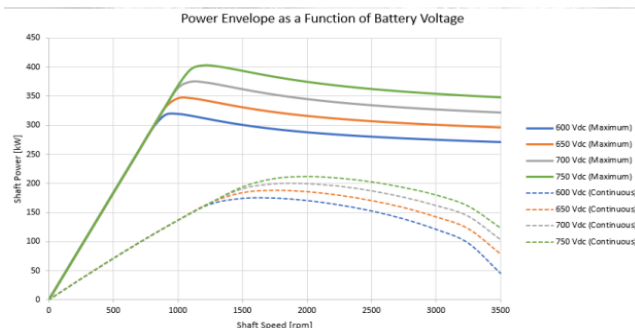


Fig. 9: Potencia como función del voltaje de batería - motor eléctrico - (Equipmake, 2024)

Retomando el análisis del motor eléctrico, cabe preguntarse si ¿emite CO₂? Concretamente esta máquina NO tiene emisiones de CO₂, pero se debe tener en cuenta que durante la carga de baterías se utiliza energía de la red eléctrica, la que puede ser producida en centrales, que si son térmicas han de emanar CO₂. Sin embargo, la contribución originada por la carga de baterías es notoriamente menor frente a las emisiones totales de CO₂.

También, resulta oportuno mencionar que la existencia de otras nuevas tecnologías que se encuentran en evolución, entre las cuales se refiere a las celdas de combustible y los motores a H₂.

Conclusiones

Se han resumido tópicos relevantes en la evolución de los motores que impulsan vehículos pesados, entendiendo la creciente relevancia de los traslados de bienes y personas, tanto a nivel local como a distancias importantes. Así, el transporte público de pasajeros en los centros urbanos es cada vez de mayor

trascendencia en la actualidad.

Como horizonte futuro, si la población de una localidad se traslada prioritariamente en vehículos eléctricos, convierte a la ciudad en un núcleo urbano limpio, pues se elimina en su totalidad material particulado, NO_x, HC, CO y CO₂, aunque a nivel global el CO₂ lo emiten las centrales térmicas, que generalmente se encuentran situadas fuera de las ciudades.

En igual sentido, se tienen grandes expectativas en las nuevas tecnologías en evolución, en especial celdas de combustible y motores a H₂.

Símbolos

HC: Hidrocarburo Incombusto

CO: Monóxido de Carbono

CO₂: Dióxido de Carbono

NO_x: Óxido Nitroso (con distintas valencias)

H₂: Hidrogeno

Referencias

Equipmake. *HTM-3500*. Overview. <https://equipmake.co.uk/products/htm-3500/>. Consulta: 15/10/2024.

Zinner K. *Supercharging of Internal Combustion Engines: Fundamentals, Calculations, Examples*. Springer-Verlag, 1978.

Pischinger F. *Verbrennungsmotoren*. S.d.

List Hans. *Motores de combustión interna*. Edit. Labor, s.d.

Mayer Michael. *Abgasturbolader*. Verlag Moderne Industrie, 2003.



Resúmenes de Trabajos



ESTUDIO Y DESARROLLO DE UNA CAJA DE TRANSMISIÓN -TCP- DE MÚLTIPLES ETAPAS USANDO ENGRANAJES CÓNICOS

Gustavo A. Verdur*, Luis R. Mercuri, Ramiro Rodrigo, Rafael Rodrigo, Alexis N. Silva

Facultad de Ing. y Ciencias Agropecuarias - Universidad Nacional de San Luis-Área de Mecánica - Departamento de Ingeniería-Ruta 148-Ext. Norte - Tel: +54 2657 531000 - E-mail: *gaverdur@unsl.edu.ar-(5730) Villa Mercedes - San Luis ARGENTINA-

Palabras clave: transmisión-engranajes-cónicos

Introducción

El presente trabajo se desarrolla dentro del PROIPRO 14-3023, su objetivo es aportar a la mecánica de las cajas de transmisión, cuyo proceso evolutivo ha ido siempre de la mano del desarrollo de los motores de combustión, y de la respectiva búsqueda del aumento de eficiencia. Este proceso, ha requerido que las mismas puedan estar a la altura de esos rendimientos, posibilitando la entrega de potencia en sus valores máximos. El proyecto consiste en el diseño y desarrollo de una caja de cambios original, de múltiples etapas de velocidad combinadas, que pueda ser controlada electrónicamente. La misma usa engranajes cónicos helicoidales, y es capaz de trabajar con ejes alineados coaxialmente, pretendiendo ser un desarrollo que supere en prestaciones a otras similares, en cuanto a compacidad espacial, ruido, y operatividad general. Fundamentalmente su ventaja principal consiste, en que permite que el motor de accionamiento opere dentro del rango de mayor eficiencia de entrega potencia, al proporcionar un número muy superior de escalonamientos de marcha, respecto de las cajas convencionales.

Marco teórico y Metodología:

El marco teórico se inscribe en la Teoría de máquinas, en particular la Teoría General de los Mecanismos, y específicamente en la Cinemática y Dinámica de sistemas de transmisión de potencia mecánica.

La hipótesis de trabajo se basa en la posibilidad de mejorar los sistemas actuales de transmisión de velocidades, bajando la relación peso-potencia, aumentando la compacidad espacial y aprovechando al máximo el punto de mayor eficiencia del motor. La metodología es el diseño C.A.E, simulación asistida y prototipado 3D, contrastación analítica y experimental con validación de datos.

Síntesis de resultados:

El modelo virtual 3D desarrollado, se expone en Figuras 1 y 2



Figura 1: modelo 3D de la caja TCP

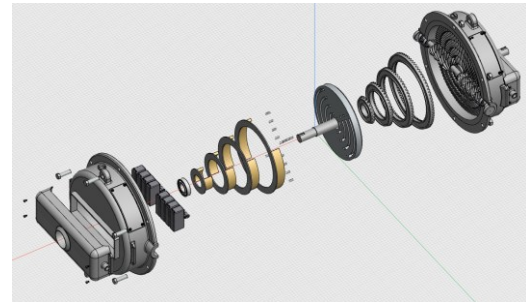


Figura 2: modelo 3D vista en explosión

De las simulaciones del modelo 3D, y del modelo matemático se pueden extraer conclusiones y resultados interesantes, para una caja de 4 discos más reversa, se consiguen 13 marchas efectivas diferentes, según se muestra en Figuras 3 y 4 .

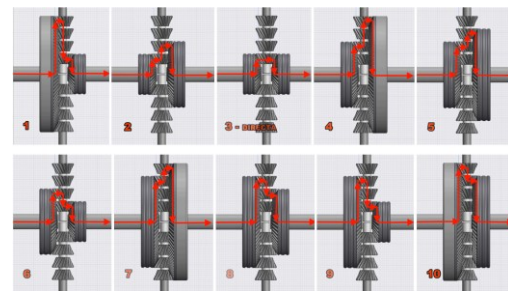


Figura 3: 10 combinaciones principales

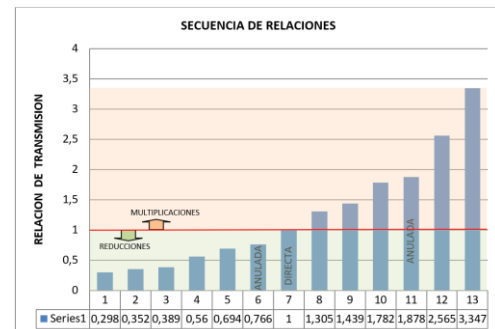


Figura 4: -rango de reducción y multiplicación

El modelo matemático es bastante sencillo, siendo N_{CE} , el número de coronas de entrada o de salida, por análisis combinatorio el número de combinaciones posibles de salida N_S será:

$$N_S = N_{CE}^2 - (N_{CE} - 1) \quad (1)$$

Además, asumido un Nro. de dientes de la corona más chica, n_1 , la secuencia progresiva de números de dientes de las demás coronas será:

$$n_i = ((n_{i-1} * i) - (5 * (i - 1))) \quad (2)$$

Conclusiones:

La alternativa se presenta como válida para poder competir como una solución a la necesidad de mayores combinaciones posibles de marchas de velocidad en una configuración espacial de máxima compacidad. Actualmente está en proceso constructivo un modelo a escala realizado por fabricación aditiva.

Referencias:

- Norton R. L. (2011). *Diseño de Máquinas, Un enfoque integrado*. Cuarta edición. Pearson Educación, México.
- Mvszka, D.B. (2012). *Máquinas y mecanismos*. Cuarta edición. Pearson Educación, México.

CÁLCULO DE LA CURVATURA DE UN TUBO DE ALUMINIO 6063 T6 SOMETIDO A FLEXIÓN ELASTOPLÁSTICA

Horacio M. Mirassou

UTN FRGP, Argentina

hmirassou@docentes.frgp.utn.edu.ar 4740-5040 int. 180

Palabras clave: flexión elasto-plástica, curvatura

Introducción

En un proyecto de investigación (PID) de colapsos estructurales de vehículos, se estudió el comportamiento de una barra recta de sección rectangular hueca (dimensiones exteriores 60x30 espesor 2 mm) de material aluminio 6063 T6, sometida a un esfuerzo de flexión pura normal, con momento flexor actuante en el plano central paralelo al borde de longitud 60 mm. Se determinó la curva que relaciona al momento flexor con el radio de curvatura de la barra, cuando ocurren deformaciones elasto-plásticas.

Hipótesis y metodología

Se utilizó el método explicado por Feodosiev (1980), cuyas hipótesis son: flexión pura normal aplicada en barra recta de sección constante con dos ejes de simetría normales entre sí, el material presenta diagramas iguales de tensiones σ de tracción y de compresión en función de la deformación específica ϵ , las secciones permanecen planas (aún con deformaciones elásticas o plásticas), por eso la deformación ϵ de cada fibra de la sección es directamente proporcional a su distancia y al eje neutro, e inversamente proporcional al radio de curvatura ρ de la línea elástica (que pasa por el eje neutro de la sección estudiada). Norton (2011) expresa: los materiales más dúctiles tienen resistencias a la compresión similares a sus resistencias a la tracción, por lo que se usa la curva σ - ϵ a la tracción para representar también su comportamiento a la compresión. Esta hipótesis se aplicó en este trabajo, para el aluminio 6063 T6. Para definir su curva σ - ϵ se consultó ASM (2002) p. 422 WA.207, en la Figura 1 la curva superior reproduce a la dada por ASM (2002).

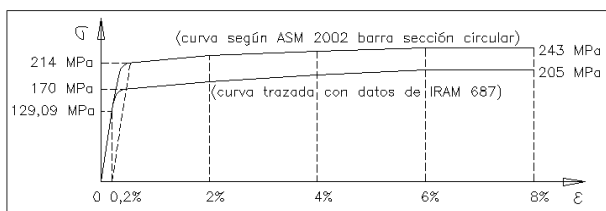


Figura 1: Curva σ - ϵ de ensayo de tracción de aluminio 6063 T6

Se trazó esa curva con un programa CAD, para en base a ella trazar otra curva semejante (Figura 1) con los valores nominales de resistencia a la tracción (R_m), límite convencional de fluencia ($R_{p0,2}$) y alargamiento de rotura porcentual mínimo (A) dados en IRAM (2008). Esos valores son: $R_m = 205$ MPa, $R_{p0,2} = 170$ MPa $A = 8\%$; corresponden al aluminio 6063 T6 utilizado en perfiles extruidos (la curva de ASM resultó de un ensayo de una probeta de sección circular diámetro 12,7 mm). Se creó un modelo matemático que representa a la nueva curva (trazada con datos de IRAM) con las ecuaciones (1) a (4). La ecuación (5) se deduce de la hipótesis de que las secciones permanecen planas.

$$0 \leq \epsilon < 0,0022 \quad \Rightarrow \quad \sigma = (64545 \epsilon) \text{ MPa} \quad (1)$$

$$0,0022 \leq \epsilon < 0,0041 \quad \Rightarrow \quad \sigma = (14737 \epsilon + 109,5786) \text{ MPa} \quad (2)$$

$$0,0041 \leq \epsilon < 0,055 \quad \Rightarrow \quad \sigma = (687,623 \epsilon + 167,181) \text{ MPa} \quad (3)$$

$$0,055 \leq \epsilon < 0,08 \quad \Rightarrow \quad \sigma = 205 \text{ MPa} \quad (4)$$

$$\epsilon = y / \rho \quad (5)$$

Los valores de R_m , $R_{p0,2}$ y A dados en IRAM (2008) son los mínimos admisibles para el aluminio 6063 T6. Los valores de esas variables dados en ASM (2002) se obtuvieron del ensayo de una probeta, resultaron ser mayores a los mínimos admisibles, eso ocurre con frecuencia también con otros materiales. En cálculos para conocer la resistencia de una estructura, un habitual criterio conservador lleva a considerar los valores mínimos de esas variables definidos por la norma correspondiente al material. En este trabajo la coordenada y de cada fibra de la sección de la barra tiene origen en el eje neutro. Se propone un método numérico basado en el método gráfico de Feodosiev (1980): para un valor definido de ρ se sumaron 15 momentos (respecto al eje neutro) causados por las fuerzas actuantes en 15 fibras de media sección (el momento flexor total es el doble). Se consideraron fibras con dimensiones definidas: cada una de altura 2 mm, y ancho 4 mm (dos veces el espesor) en las 14 más cercanas al eje neutro, y con ancho de 30 mm en la fibra más alejada. Resulta un área de 60 mm² para esta última, y 8 mm² para cada una de las otras. Las coordenadas y de sus baricentros son: 29 mm para la más alejada, en las otras: 27, 25, 23, 21, 19, 17, 15, 13, 11, 9, 7, 5, 3, 1 mm. Con la ecuación (5) se calculó ϵ para cada y , con las ecuaciones (1) a (4) se calculó σ , cuyo producto por cada área y por y es el momento que aporta esa fibra. La aproximación de las ecuaciones (1) a (4) es adecuada para esta etapa. Se utilizó una planilla de cálculo. Se repitió el cálculo para otros 23 valores de ρ , se obtuvieron 24 pares de valores de momento flexor M_f y ρ , se trazó la curva que relaciona M_f con $1/\rho$ (curvatura).

Síntesis de resultados y principales conclusiones

En la Figura 2 se presenta la curva que relaciona M_f con $1/\rho$. En Cazzola et al. (2022) se realizó un estudio semejante al de este trabajo, pero para un tubo de acero de sección circular. Se verificó experimentalmente, la aproximación resultó ser buena. La curva σ - ϵ del material se había obtenido de dos ensayos de compresión.

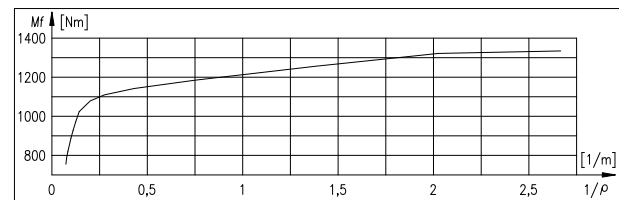


Figura 2: Curva de relación de M_f [Nm] con $1/\rho$ [1/m]

Referencias Bibliográficas

- ASM International edited by Moosbrugger Ch. (2002). *Atlas of Stress-Strain Curves*. Second Edition. ASM International, USA.
- Cazzola G., Mirassou H., Santelli J. (2022). "Estudio teórico-experimental del comportamiento elasto-plástico a flexión en tubos utilizados en estructuras de protección contra vuelco de vehículos". Actas del VII Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica CAIM 2021. ISBN 978-950-42-0210-3. UTN FRSN, Argentina. pp. 564-576.
- Feodosiev V.I. (1980). *Resistencia de materiales*. Segunda edición. Editorial Mir, Rusia. pp. 384-386.
- IRAM (2008). Norma IRAM 687 Aluminio y sus aleaciones, Productos extruidos, Características mecánicas. Instituto IRAM, Argentina. p. 8.
- Norton R. L. (2011). *Diseño de Máquinas, Un enfoque integrado*. Cuarta edición. Pearson Educación, México. p. 881.

OBTENCIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR PARA USO ENERGÉTICO DESDE LA FRACCIÓN DE DÍAS CLAROS

Adaro Jorge Agustín, Romero Héctor Fabián

Facultad de Ingeniería-UNRC, Argentina
E-mail: aadaro@ing.unrc.edu.ar, Teléfono: 3584024565

Palabras clave: radiación solar, energía solar, índice de claridad.

Introducción

El conocimiento de la radiación solar en la superficie de la tierra se requiere para muchos usos. Los valores medios mensuales medidos de la irradiación diaria son generalmente la mejor fuente de la información y proporcionan el punto de partida para muchos cálculos. La utilidad de promedios mensuales de radiación diaria se puede entender del hecho que en una localización particular estos promedios son relativamente constantes y brindan buena información para las aplicaciones en general.

Cuando no existen mediciones, es posible estimar la radiación a partir de las horas de sol, dado que la radiación global está en relación directa con el brillo solar. Estas relaciones han sido tratadas desde el inicio del siglo XX por diferentes propuestas como han sido las conocidas ecuaciones de Ångström-Prescott (Black et al., 1954), y las derivadas de esta, como la de Reitvel (1978) y la de Glover y McCulloch (1958), y, más recientemente, la de Suehrcke (2000).

La aproximación establecida por Suehrcke entre el promedio mensual de la radiación solar diaria y el brillo solar (o fracción de días claros) es tomada en esta oportunidad de tal manera que la fracción de cielo claro n/N se define como f_{clear} a través de la siguiente expresión, donde se toman los promedios de radiación directa como \bar{H}_b , y los promedios de radiación directa de días claros como $\bar{H}_{b,clear}$:

$$f_{clear} = \frac{\bar{H}_b}{\bar{H}_{b,clear}} \quad (1)$$

Metodología

Se tomaron como datos de partida las medidas de radiación solar horizontal y la radiación solar normal directa tomadas en intervalos de una hora en la ciudad de San Luis (33.27° S, 66.35° W, 730 msnm), a partir de los cuales se obtuvieron los valores de radiación difusa y la radiación directa sobre el plano horizontal. Los instrumentos utilizados para medir estas radiaciones fueron un piranómetro Eppley Precision Spectral Pyranometer (PSP) y un pirheliómetro Eppley normal-incidence pyrheliometer (NIP). Los valores de la radiación media mensual extraterrestre H_0 fueron calculados usando las expresiones de la radiación extraterrestre diaria tomando como valor de la constante solar se 1367 W/m^2 . Luego se calcularon los promedios mensuales radiación \bar{H} , los promedios de radiación directa \bar{H}_b , los promedios de radiación directa de días claros $\bar{H}_{b,clear}$, el índice de claridad \bar{K} , y el índice de claridad de días claros \bar{K}_{clear} . Los valores medios mensuales de f_{clear} se encontraron a partir de la ecuación (1) utilizando los valores de \bar{H}_b y $\bar{H}_{b,clear}$.

Se obtienen los valores de \bar{H} , de igual modo se obtienen los valores al aplicar los modelos Ångström-Prescott, Reitvel, y la de Glover y McCulloch, y se los compara con los valores medios. En el modelo de Ångström-Prescott se utilizan como

constantes $A = 2,28$ y $B = 0,42$, valores encontrados por Torres Deluigi y Fasulo (2002). En la Figura 1, se muestra la comparación entre el promedio mensual de la radiación global diaria medida y la de los modelos para el año 2002.

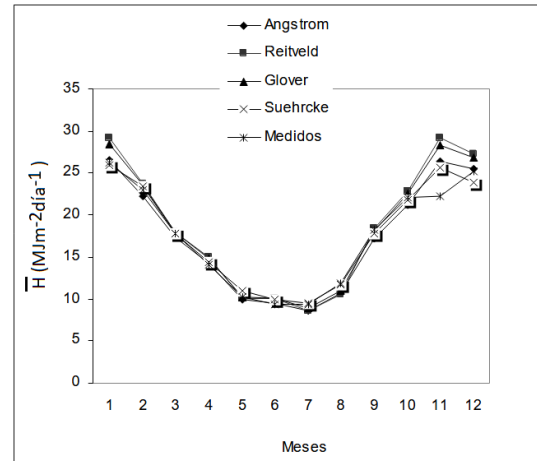


Figura 1 Comparación entre los valores medidos de la radiación global diaria y los obtenidos por los diferentes modelos.

Síntesis de los resultados y principales conclusiones

Se verifican las relaciones propuestas por Suehrcke entre la fracción de cielo claro y el índice de claridad, y su aproximación con los valores experimentales de cinco años de medición para la ciudad de San Luis.

Los modelos, en general, son una buena aproximación y, particularmente, el más reciente de Suehrcke, ya que una aplicación de este último resultaría en una predicción de la radiación solar media para San Luis, con una precisión del orden del 1 % al 2 %. Con los datos de radiación registrados en San Luis, se encuentra que los modelos de Ångström-Prescott, Reitvel, Glover-McCulloch y Suehrcke ajustan bien. Entre ellos, se distingue el de menor error, que es el modelo de Suehrcke, considerando un valor de $\bar{K}_{clear} = 0,68$.

Ante la ausencia de datos de mediciones de la radiación solar y con información de las horas de sol se puede obtener una muy buena aproximación utilizando las correlaciones usadas en el presente trabajo para el diseño de aplicaciones que utilizan la radiación solar como fuente de energía.

Referencias

- Black J. N., Bonython C. W. and Prescott J. A. (1954) "Solar radiation and the duration of sunshine". Q. J. R. Met. Soc. 80, pp. 231- 235.
- Glover J. and McCulloch J. S. G. (1958) The empirical relation between solar radiation and hours of sunshine. Q. J. R. Meteorol. Soc. 84, pp. 172-175.
- Reitvel M. R. (1978) A new method for estimating the regression coefficients in the formula relating solar radiation to sunshine. Agr. Meteorol. 19, pp. 243-252.
- Suehrcke H. (2000) On the relationship between duration of sunshine and solar radiation on the earth's surface: Ångström's equation revisited. Solar Energy 68(5), pp. 417-425.

Torres Deluigi M. y Fasulo A. (2002) Aplicación y evaluación experimental de la ecuación de Suehrcke para calcular la fracción de días claros a través del índice de claridad. Avance en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 6 N° 2. pp. 11.19-11.24.

REFLEXIONES UNIVERSITARIAS

Alberto Romeo, Sandra Robles

Departamento de ingeniería, Universidad Nacional del Sur
Bahía Blanca, Argentina.
apromeoing@gmail.com. +5493416112431
srobles@uns.edu.ar. +5492914199669

Palabras clave: Competencias, ingreso y adaptación.

Introducción

El CONFEDI ha establecido las competencias de ingreso para los aspirantes e ingresantes a cursar las carreras de ingeniería; pero no hay realmente certeza de que este requisito se cumpla mayoritariamente, por cuanto es dable observar en los educandos, falencias en la falta de interpretación de textos, en el tiempo de dedicación a los estudios, y en la comprensión de física y de matemáticas, entre otros aspectos cognitivos. Lo que importa es que sean capaces de reconocer por qué y para qué necesitan apropiarse y utilizar conceptos físicos, cálculos matemáticos, como así también la correcta interpretación de los enunciados, para entender y aplicar los criterios de la actividad ingenieril. ¿La adaptación a la vida universitaria es sólo responsabilidad individual del estudiante, o también hay responsabilidad de la Institución? [1]. Es conocido que los jóvenes aprenden rápidamente a dominar los juegos de computadora, interpretando las reglas que deben respetarse. Para entender un “juego” es condición *sine qua non* conocer las reglas que lo rigen. El deporte popular en Argentina es el fútbol y los jóvenes en su mayoría lo entienden porque conocen sus reglas. En otros deportes no ocurre lo propio, salvo para aquellos que les interesen específicamente. Por analogía, podríamos asegurar para un exitoso transcurrir a lo largo de las carreras de ingeniería, quienes ingresen en sus distintas disciplinas, para entender cualquiera sea la terminalidad, es menester conocer e interpretar cabalmente las reglas que la rigen, y lo importante es entender los conceptos, criterios básicos y específicos de la actividad ingenieril, lo cual se aprende haciendo ingeniería, durante el transcurso de la carrera y disfrutar el desempeño en la carrera elegida. Los jóvenes aprenden las reglas de los juegos, jugando. Experticia en la praxis.

Metodología

Con más de 20 años analizando el ingreso a las ingenierías, los autores han elaborado, un listado de metodologías activas que sirva como caja de herramientas: 1) Formular un modelo de encuesta basada en diagnósticos cognitivos, de motivación, de expectativas, de concientización, de organización de estrategias y tiempos de estudio, para obtener datos cualitativos y cuantitativos. 2) Generar un encuentro entre los aspirantes / ingresantes con profesionales afines, empresarios y gestores de recursos humanos. 3) Con los resultados de las encuestas, generar encuentros de concientización, con profesionales de la psicopedagogía y docentes de la carrera. 4) Incluir un Módulo de Estrategias de Estudios para la Universidad. 5) Diseñar un Módulo de Metodología de la Investigación. 6) Propuesta de un proyecto de investigación integrador, en el que analicen un problema abierto de ingeniería afín a la carrera elegida. 7) Complementar las actividades de autogestión del educando, mediante acompañamiento del plantel docente y tutorías. [2,3] La Institución debe asumir el compromiso de proveer al aspirante / ingresante de esta caja de herramientas para lo cual se pueden considerar diferentes opciones, dependiendo de cada institución. El principio de realidad muestra dos elementos para la reflexión y análisis sustanciales. el bajo porcentaje de egresados por cohorte y la duración real de las carreras. Vale en consecuencia,

reflexionar entre lo deseable y lo posible. Lo deseable es que las carreras de ingeniería con un plan curricular de cinco años programados, obtuviera alto porcentaje de egresados en un tiempo de carrera razonable de poco más tiempo que la duración teórica. Un estudio realizado por los autores [4] respecto a la duración de la carrera Ingeniería Mecánica, permite relacionar la duración real de la carrera a la cantidad de espacios curriculares (un estudiante aprueba en promedio, 5,29 espacios curriculares por año y demora 8,29 años), con el plan de carrera de cinco niveles.

Pensando en lo posible en las actuales circunstancias, donde se plantean problemas de capacidad de concentración por parte de los educandos, dependencia de los teléfonos celulares como elementos distractivos a través de las redes sociales, falta de motivación y adaptación a la vida universitaria más exigente que la escuela media, la reflexión nos lleva a la pregunta, si no será necesario una re-estructuración de los sistemas de admisión y de los planes curriculares de carrera.

- Una primera opción, un innovador curso de ingreso. [2,3].

En la reflexión continua sobre el tema de ingreso a la universidad, nos han surgido otras dos posibilidades:

- Como segunda opción, incorporar en el primer semestre un espacio curricular que contemple las metodologías activas, para facilitar la actitud ingenieril en la adaptación a la vida universitaria.

- Como tercera opción, implementar un curso preuniversitario con duración de un año con aplicación de las metodologías activas reformuladas a esta nueva estructura, para lograr en este periodo una preparación acorde a la forma de vida universitaria. La propuesta es un pre-universitario anual de 60 clases con una carga horaria total de 210 horas, cuatro horas en días sábado y tres horas virtuales, a coordinar entre los docentes y la cohorte. Esta propuesta enfatiza en los principios expresados anteriormente en las otras dos opciones, con profundización de las clases y los tiempos. Lo que aparentemente pueda parecer un alargamiento de la carrera, puede ser el posible medio para que se genere un impacto favorable sobre la deserción, el desgranamiento, la permanencia y el incremento del porcentaje de egresados por cohorte. Este pre-universitario anual, presenta cierta analogía con el Programa Entropía, aplicado en UTN FRBA desde el 2014, con 30 clases presenciales y de aula virtual, de cuatro horas en el año en días sábados, si bien este último enfatiza en física y matemáticas.

Conclusiones

Las opciones presentadas, buscan formar un aspirante / ingresante a las carreras de ingeniería, con un alto grado de mediación a través de metodologías activas, entendiendo que actuar sobre la emotividad, expectativas y motivación de los estudiantes en la interpretación de las “reglas del juego” de la actividad ingenieril, conlleve una mejor adaptación al perfil del universitario.

Referencias

- [1] Badano, M, Benedetti, M, Angelino, M, Lemos, R., Valeria, R. (2007). El Ingreso Universitario: Notas sobre el Revés de una Trama Compleja. Itinerarios Educativos, 1(2), 105–111.
- [2] Robles, S, Romeo A. (2021). Propuesta innovadora para ingreso a las carreras de ingeniería. VII CAIM. San Nicolás de los Arroyos, Provincia de Buenos Aires.
- [3] Robles, S, Romeo A. (2022). Sistema innovador de admisión a las carreras de ingeniería. VIII Jornadas Nacionales y IV Latinoamericanas. IPCEyT. San Nicolás de los Arroyos, Provincia de Buenos Aires.
- [4] Robles, S, Romeo A. (2023). Criterios de diseño de plan de estudios de transición de la carrera ingeniería mecánica. VIII CAIM. Ciudad de Santa Fe.

DETERMINACIÓN DE LA DEFLEXIÓN DE UN TUBO DE ALUMINIO 6063 T6 SOMETIDO A FLEXIÓN ELASTOPLÁSTICA

Horacio M. Mirassou

UTN FRGP, Argentina

hmirassou@docentes.frgp.utn.edu.ar 4740-5040 int. 180

Palabras clave: flexión elasto-plástica, deflexión

Introducción

Este trabajo se relaciona con otro, también presentado en esta XLI Reunión Científico Académica del FoDAMI, cuyo título es: “Cálculo de la curvatura de un tubo de aluminio 6063 T6 sometido a flexión elasto-plástica”. Sus resultados se aplican como datos en este trabajo, en el cual se determinó la curva que relaciona a la carga aplicada en la barra descrita con la deflexión que experimenta, en el punto de su aplicación, cuando ocurren deformaciones elasto-plásticas. Esta clase de estudios se realizan para la evaluación de la aptitud de una estructura de protección contra vuelco (ROPS) de un vehículo de determinada categoría, según las normas vigentes.

Hipótesis y metodología

Se estudió el caso de una barra recta horizontal simplemente apoyada en sus extremos (distancia entre apoyos 1,2 m), de sección rectangular hueca: ancho exterior 30 mm, altura exterior 60 mm, espesor 2 mm, de material aluminio 6063 T6. Esta barra, o viga, es similar al tubo estudiado en el trabajo antecedente mencionado en la Introducción, del cual se obtuvo la curva mostrada en la Figura 1, que relaciona al momento flexor M_f que actúa en una determinada sección, con el radio de curvatura ρ correspondiente. Esta curva se utiliza como un dato para este trabajo, en el cual se consideran dos fuerzas iguales P verticales actuando sobre la viga, cada una en una sección ubicada a una distancia de 0,52 m del apoyo más cercano, de modo que entre ambas fuerzas P la distancia es de 0,16 m. En ese tramo el M_f es de valor constante ($P \cdot 0,52$ m) y el esfuerzo de corte es nulo, de modo que la flexión es pura y normal. Eso es despreciando al peso propio de la viga de 11,2 N, que como carga uniformemente repartida causa un diagrama de momento flexor con forma de parábola de valor máximo 1,68 Nm, muy pequeño comparado con el efecto de ambas P , cuyo correspondiente diagrama de M_f resulta ser simétrico respecto de la sección central de la viga.

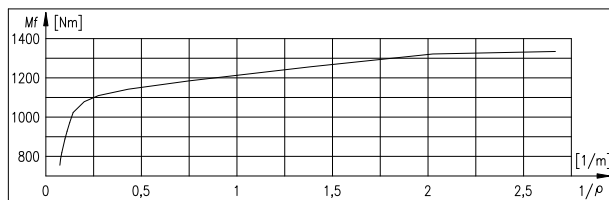


Figura 1: Curva de relación de M_f [Nm] con $1/\rho$ [1/m]

En la curva de la Figura 1 el valor máximo de M_f es 1334,5 Nm, que corresponde a un radio de curvatura de 0,375 m y a un valor de ϵ máximo de 0,08 en la fibra de la sección más alejada al eje neutro ($y = 30$ mm). La ecuación (1), clásica para flexión pura en Resistencia de Materiales, relaciona esas variables. El material aluminio 6063 T6 puede iniciar su rotura cuando $\epsilon > 0,08$.

$$\epsilon = y / \rho \quad (1)$$

Entonces, en el caso estudiado en este trabajo, el máximo valor posible de P se obtiene dividiendo al máximo valor posible de M_f

(1334,5 Nm) por 0,52 m (distancia de P al apoyo), y resulta: $P_{max} = 2566,346$ N. El estudio se realizó hasta un valor de P de 2452,5 N (95,56 % del máximo posible). $2P$ es 4905 N. Se realizó un estudio de media viga, dada la simetría respecto de la sección central. Se dividió en 4 partes (de 0,13 m c/u) al tramo de 0,52 m entre un apoyo y P , el quinto tramo es entre P y la sección central. Se denominó con letras E, F, G, H a los puntos centrales de cada tramo, de modo que sus distancias al apoyo en [m] son: 0,065, 0,195, 0,325, 0,455. Se denominó C al punto de aplicación de P . Para diferentes valores de P se calculó el M_f en cada uno de esos puntos (E, F, G, H, C), se definió el radio de curvatura ρ en esos puntos con la curva de la Figura 1. Los 6 valores de P utilizados están en el eje vertical de la Figura 2. Para determinar la deflexión Y_P correspondiente a cada valor de P se utilizó un método gráfico empleando un programa CAD: se trazó la línea elástica de la viga deformada con 5 arcos del radio ρ correspondiente a los puntos centrales de cada tramo, con las rectas tangentes en sus extremos coincidentes (de dos arcos consecutivos). El trazado se inició en el tramo central (donde M_f y ρ son constantes), luego el arco cuyo radio ρ corresponde al punto H, luego los arcos de los puntos G, F, E. Los límites de cada arco son las rectas verticales que limitan cada tramo. Y_P es la distancia vertical entre el punto C (donde actúa P) y el extremo exterior del último arco. Este método se utilizó en Cazzola et al. (2022) en un estudio semejante (tubo de acero), en la verificación experimental las deflexiones reales y las obtenidas con el trazado resultaron muy cercanas (1,2 %).

Síntesis de resultados y principales conclusiones

La Figura 2 muestra la curva que relaciona P con Y_P (deflexión en la sección donde se aplica P). El área encerrada bajo esa curva es igual a la energía de deformación que absorbe la mitad de la barra (donde se aplica P), resultó ser 184,5 J, la barra completa absorbe el doble: 369 J, cuando la carga total $2P$ es 4905 N. Una curva como esta debe trazarse para cumplir con algunas normas de ROPS (Roll Over Protective Structure) como las descritas en Mirassou (2021) para tractores agrícolas. Este caso del tubo de aluminio se relaciona con vehículos urbanos livianos, que deben cumplir con el Reglamento Delegado (UE) N° 3/2014.

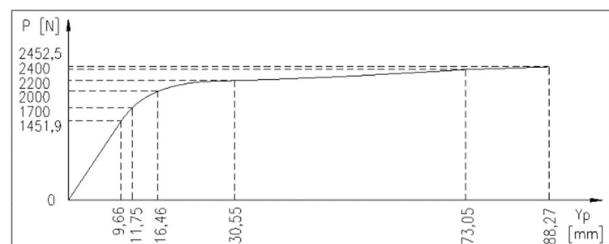


Figura 2: Curva de relación de P [N] con Y_P [mm]

Referencias Bibliográficas

Cazzola G., Mirassou H., Santelli J. (2022). “Estudio teórico-experimental del comportamiento elasto-plástico a flexión en tubos utilizados en estructuras de protección contra vuelco de vehículos”. Actas del VII Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica CAIM 2021. ISBN 978-950-42-0210-3. UTN FRSN, Argentina. pp. 564-576.

Mirassou H.M. (2021). “Estudio teórico-experimental aplicado a cálculos de diseño de estructuras de protección contra vuelco de tractores agrícolas”. Anales del 3er Congreso sobre medios de transporte y sus tecnologías asociadas. ISBN 978-987-88-2765-0. UTN FRH, Argentina. pp. 83-95.

Reglamento Delegado (UE) N° 3/2014 de la Comisión del 24 de octubre de 2013. Diario Oficial de la Unión Europea.

INDUSTRIA 4.0

Mg. José Luis Polti, Esp. Ing. Leonardo Plaun

UTN-FRBA, Argentina
joseluispolti@gmail.com 1162016738
lplaun@gmail.com 1158010991

Palabras clave: Revolución industrial. Industria 4.0

Introducción

El cambio social e industrial en que vive inmersa nuestra sociedad, donde el consumo tradicional se rompe y da paso a un orden donde lo digital es la nueva premisa de la industria y de las relaciones humanas. Las personas desarrollan su actividad económica y vital dentro del tercer entorno que es el nuevo espacio social en construcción de índole artificial posibilitado por una serie de nuevas tecnologías que modifican las relaciones sociales y culturales basadas en el mundo virtual.

Las posibilidades del entorno digital marcan las nuevas reglas de juego que impone el marco tecnológico de forma cada vez más sencilla y clara. Gracias a la Industria 4.0 se avanza hacia los diseños inteligentes y sus productos resultantes.

Los cambios disruptivos en la industria siempre han estado motivados por innovaciones tecnológicas en los medios y los sistemas productivos. En sus inicios fluyen lentamente, luego se van acelerando hasta convertirse en revoluciones sin punto de retorno.

La Industria 4.0 se refiere a una nueva fase en la Revolución Industrial que se centra en la interconectividad, la automatización, el aprendizaje autónomo y los datos en tiempo real. La industria 4.0, combina la producción física y las operaciones con tecnología digital inteligente, aprendizaje automático y Big Data para crear un ecosistema más holístico y mejor conectado para las empresas que se centran en la administración de la cadena de suministro y fabricación.

Si bien cada empresa y organización que opera hoy en día es diferente, todas enfrentan un desafío común: la necesidad de conexión y acceso a información en tiempo real a través de procesos, socios, productos y personas.

La industria 4.0 abarca todo el ciclo de vida del producto y la cadena de suministro: diseño, ventas, inventario, programación, logística, calidad, ingeniería y servicio al cliente y de campo.

Capacitación de los futuros Ingenieros

El principal objetivo es brindar las herramientas para que nuestros Ingenieros estén en condiciones de crear o modificar PYMES o MIPYMES industriales en fábricas inteligentes por medio de la integración de sistemas de fabricación ciberfísicos (virtuales y físicos).

Esta automatización está fundamentada en los sistemas ciberfísicos, facilitada por la Nube (Cloud Computing) y el Internet de las Cosas, y por la fabricación aditiva mediante las impresoras 3D/4D; además, cuenta con el soporte fundamental de la Inteligencia Artificial y de Big Data como tecnologías clave para la conversión de la gran cantidad de datos que se comenzaba a generar en conocimiento y su uso eficiente en el momento de tomar decisiones.

Dado que el escenario futuro es muy incierto, debemos asegurarnos de no perder las capacidades que ayudan a que cada persona sea autónoma en distintas áreas del conocimiento.

La transformación de los puestos laborales motivada por la automatización, la robotización y el uso de la inteligencia artificial tendrá implicaciones a mediano y largo plazo y también la carencia de profesionales que puedan cubrir todas las áreas de especialización que demanda la Industria 4.0.

Los Ingenieros deberán estar en condiciones de poseer las

competencias para saber:

- En qué consiste la Industria 4.0, tanto a nivel teórico como práctico y el impacto social previsto desde su concepción inicial en Alemania.
- Los retos, oportunidades y riesgos que trae consigo la cuarta revolución industrial.
- Las tecnologías propias de la Industria 4.0: Internet de las Cosas, Big Data y Analítica de Datos, la Inteligencia Artificial y la Nube, la Ciberseguridad, la nueva transformación digital de las ciudades en Smart Cities (Ciudades Inteligentes) y la Robotización de la Industria.
- Identificar las características de las nuevas tecnologías disruptivas y de impacto y las nuevas tendencias tecnológicas que tendrán amplia aceptación social tanto a nivel usuario como empresarial.
- Distinguir las funcionalidades de la realidad virtual y realidad aumentada junto con las futuras realidades mixtas y fusionada, las nuevas tecnologías móviles (celulares) tales como redes 5G y tarjetas e-SIM, drones, impresoras 3D/4D y fabricación aditiva, tecnologías wearables, block chain (las cadenas de bloque) y las tecnologías financieras Fintech que se aplican a actividades financieras y de inversión.
- Identificar los principios básicos de la economía colaborativa, otro de los nuevos pilares de la economía digital, así como las aplicaciones y sectores de impacto más destacados y las normativas legales de implementación para las empresas colaborativas.
- Distinguir las características de la tecnología de software conocida como gemelos digitales (Digital Twins), replica de productos o procesos que conecta el mundo online con el offline.
- Identificar las funcionalidades de los robots colaborativos (cobots) y los virtuales o asistentes virtuales (bots y chatbots).
- Considerar los riesgos de la privacidad y protección de datos y la necesidad de usar una ética específica de la Industria 4.0 y la 4° Revolución Industrial.

La Fabrica Inteligente

Los puntos fundamentales para montar una Fábrica Inteligente, podemos resumirlos en los siguientes ítems:

- Transformación Digital.
 - Elementos que definen una fábrica inteligente.
 - Pasos para desplegar una fábrica inteligente.
 - Planes de Producción adecuados.
 - Información adecuada para toma de decisiones.
 - Sincronizar Administración de la Empresa con actividad de Fábrica
 - Adecuado ERP (Enterprise Resource Planning).
 - Aumento de Productividad.
 - Trazabilidad. Reducción de Costes y Reducción del Time to Market.
 - Los Ejes: Globalización, Innovación, Productividad y Cuidado del Medio Ambiente
 - Logística.
 - Almacén 4.0. Gestión de existencias.
 - Aprovisionamiento Comercio tradicional y digital.
- Cada uno de estos ítems requerirá un desarrollo que no es posible detallar en este trabajo.

Referencias Bibliográficas

Schwab Klaus (2017) "Cuarta Revolución Industrial", Foro Económico Mundial. ISBN: 9789873752698, edición 2017.

Luis Joyanes Aguilar, (2018) *Industria 4.0*, Alfaomega Grupo Editor Argentino, ISBN: 9786076229422, edición 2018

ESTUDIO Y DETERMINACIÓN DE LAS LÍNEAS DE BASE ENERGÉTICA PARA EL ANÁLISIS Y MEJORA DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO, EN INDUSTRIAS MADERERAS

1^{er}. Pablo Corradini, 2^{do}. Pedro Juarez, 3^{er}. Juan Borhi, 4^{to} Luis Hernandez, 5^{to} Walter Romozzi, 6^o Jose Loguerio

UTN Facultad Reg. Gral Pacheco – Grupo de Estudio Sobre Energía GESE. Argentina

1^{er} pcorradini@docentes.frgp.utn.edu.ar / 5508-5085

2^{do} pjuarez@docentes.frgp.utn.edu.ar

Palabras clave: Eficiencia, Energía, Gestión.

Introducción

Según la información de la Agencia internacional de la Energía (AIE), la demanda de energía primaria, entre el 2006 y 2030, aumentaría casi 60%. Por tal motivo la eficiencia energética (EE) es la respuesta adecuada para optimizar el uso de energía sin sacrificar desarrollo, ni estándares de calidad de vida, dónde a diferencia del Ahorro de Energía, la Eficiencia Energética es, obtener los mismos resultados con menor consumo, como consecuencia de una mayor productividad de cada unidad de energía consumida, sin afectar la demanda necesaria para el normal desempeño de los procesos.

Partiendo de datos como la producción y el consumo de energía, en las empresas del rubro cuya producción pueda ser variable o constante, se podrá predecir el potencial de ahorro, mediante un indicador energético característico “Figura 1”, Esto permitirá establecer la existencia de ineficiencias en el uso de la energía, eléctrica y térmica, si se lo compara con línea de base energética a determinar, donde el indicador de desempeño energético es función de la producción y comparado con la curva de mayor eficiencia, de manera tal, que el área entre ambas curvas representa la energía que se ha consumido en exceso, el cual podrá ser tratado con un plan de mejora energética.

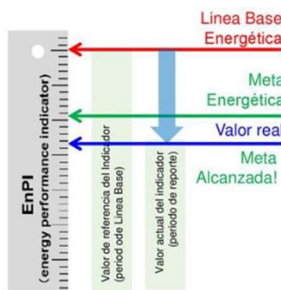


Figura 1 - Relación entre desempeño energético, IDE (Indicador de Desempeño Energético), LBE (Línea de base Energética) y metas energéticas

Fuente: Adaptado de norma ISO 50006, por Lorenzo Redondo Marín

Objetivos

Proveer a las PyMEs madereras de zona norte del gran Buenos Aires de los elementos básicos para el armado de un plan de mejoramiento del desempeño energético, partiendo de datos anuales como la producción y el consumo de energía, y así poder documentar, implementar, mantener y mejorar un Sistema de Gestión de la Energía

(SGEn) de acuerdo con los requisitos de la Norma ISO 50001, y fomentar el ahorro y la eficiencia energética en sus establecimientos.

Metodología

El proyecto se ejecuta en dos etapas : 1 Ejecución del trabajo de campo, relevamiento energético. Etapa 2 Estudio y análisis de los usos y consumos energéticos, Determinación de línea base, Determinación de indicadores para seguimiento del desempeño energético y por último, Confección de plan de mejora.

El relevamiento y estudio se focaliza en una producción particular figura 2 - Producción de pallets, extrapolando los resultados al rubro en general.

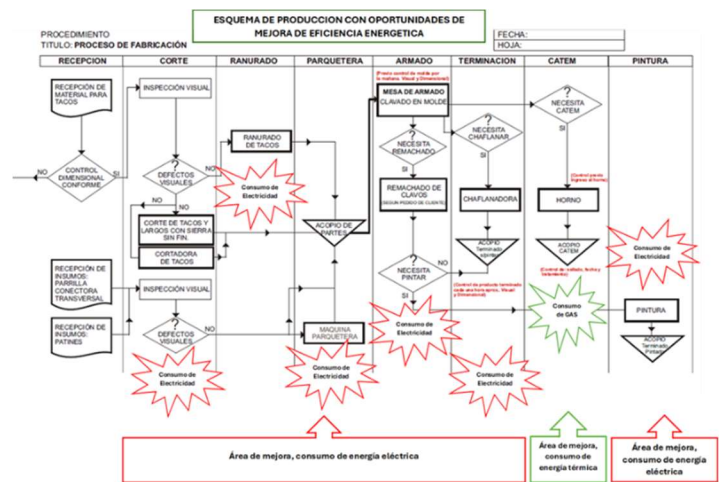


Figura 2 – Diagrama del proceso productivo con potenciales mejoras en EE. Elaboración propia.

Conclusiones

Como primera conclusión podemos decir que si bien las Pymes participantes del proyecto, tienen un bajo conocimiento del concepto de gestión energética pero un elevado compromiso con la importancia del ahorro energético, no cuentan con asesoramiento acerca de los sistemas de gestión de la energía, tampoco en eficiencia energética y además consumen energía en exceso con notable impacto sobre el ambiente, por lo que la ejecución del proyecto servirá como base y apoyo para la implementación y posterior certificación del sistema de gestión energética dentro de la organización.

Referencias Bibliográficas

- Ing. Luis Hernández (2019) “Determinación de los indicadores de desempeño energético más apropiados para establecer líneas de base energética según ISO 50001”. Trabajo final de investigación, UTN FRGP.
- Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza. (2018) Norma ISO 50001:2018 “Sistemas de gestión de la energía – Requisitos con orientación para su Uso”.
- Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza. (2023) Norma ISO 50006:2023 “Sistemas de gestión de energía: evaluación del desempeño energético utilizando indicadores de desempeño energético y líneas de base energéticas”

CONFORMADO INCREMENTAL ASISTIDO CON CORRIENTE EN Ti6Al4V

A. Simoncelli^{a,b}, L. Buglioni^b, A.J. Sánchez Egea^a, D. Martínez Krahrmer^b

^aDepartamento de Ingeniería Mecánica, Universitat Politècnica de Catalunya, Av. Eduard Maristany, 16, 08019 Barcelona, Spain. asimoncelli@inti.gob.ar; Antonio.egea@upc.edu

^bCentro de Investigación y Desarrollo en Mecánica, Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Avenida General Paz 5445, 1650 Miguelete, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

buglioni@inti.gob.ar; dmartinez@inti.gob.ar

Palabras clave: E-ADSIF, Fuerzas conformado; Precisión geométrica. Conformado Incremental.

Introducción

El conformado incremental de láminas metálicas (ISF) es un proceso de fabricación sin moldes, ideal para producciones de bajo volumen por su flexibilidad y costo reducido (Zhao et al., 2024). Es utilizado principalmente en las industrias aeronáutica y médica por los ahorros en moldes. A pesar de su versatilidad, el ISF es lento y limitado en geometrías complejas por la recuperación elástica. Investigaciones como las de Al-Obaidi (2017) y Naranjo (2019) en aceros y Ti6Al4V encontraron que el calentamiento eléctrico disminuye las fuerzas de conformado y mejora la precisión geométrica. El proceso de deformación por doble contacto (DSIF), desarrollado en Northwestern University, permitió mayores deformaciones y precisión. Además, el DSIF con corriente eléctrica (E-DSIF) se usó para mejorar la conformabilidad, reduciendo la recuperación elástica y evitando tratamientos térmicos prolongados (Valoppi et. al., 2017). Se ha explorado el impacto de intensidades de corriente en la conformabilidad y propiedades superficiales del Ti6Al4V, revelando que intensidades más altas mejoran el proceso, aunque un exceso de temperatura puede dañar la microestructura. En este trabajo se trata se emplea la estrategia acumulativa de DSIF asistida por corriente eléctrica, el E-ADSIF, en aleaciones de titanio, optimizando la conformabilidad y la precisión geométrica sin producir efectos térmicos adversos.

Metodología

En este estudio se utilizó una aleación Ti6Al4V recocida de 320 mm x 320 mm y 0.5 mm de grosor. Las pruebas se realizaron en una máquina DSIF usando herramientas hemisféricas de acero AISI A2 (5 mm de diámetro, 60 HRC) con una trayectoria de deformación por acumulación (ADSIF) a una velocidad de 600 mm/min. Las fuerzas se midieron con celdas de carga de 100 kN, y se aplicó lubricante MoS₂ para evitar la oxidación. La corriente eléctrica de hasta 120 A, suministrada por un equipo Dynatronix, circuló entre las herramientas. Se usaron fijaciones poliméricas para aislar eléctricamente las partes, y una cámara infrarroja registró la temperatura superficial. La geometría objetivo fue un cono de 20 mm de profundidad con dos curvaturas, simulando una prótesis acetabular de cadera. Un escáner láser sin contacto midió la geometría obtenida.

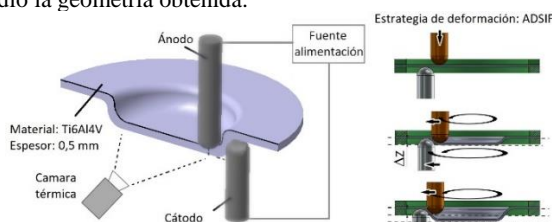


Figura 1: Proceso EA-ADSIF.

Resultados preliminares

Se registraron fuerzas axiales (Z) y en el plano (XY) durante las tres fases del proceso ADSIF. En la fase A, con un ángulo de 20°, las fuerzas de conformado aumentan; en la fase B, con un ángulo de 50°, las fuerzas se estabilizan; y en la fase C, al trabajar con bordes redondeados, disminuyen. Los esfuerzos fueron mayores en la herramienta superior debido a su mayor área de contacto y su condición de curvatura. La fuerza de compresión promedio disminuyó un 6.5% con 50 A y un 14.4% con 100 A, dado el reblandecimiento térmico por efecto Joule. En cuanto a la precisión, la muestra con 50 A mostró una geometría cercana a la deseada, pero con 100 A, la precisión se redujo debido a la mayor oxidación del material por la elevada temperatura. Se observó una desviación geométrica del 28.2% para el ángulo de pared α . Las muestras a temperatura ambiente tendieron a fracturarse. En las observaciones metalográficas, se detectaron microgrietas en las muestras a temperatura ambiente, vinculadas a tensiones residuales, que no aparecieron en el proceso asistido térmicamente. El reblandecimiento térmico redujo la dureza del material en un 4.2% con 50 A y un 6.1% con 100 A. Además, se observó un mayor desgaste en la cara interna de las muestras debido a la adhesión del material a la herramienta principal.

Conclusiones

La técnica E-ADSIF demuestra el potencial del proceso híbrido en el conformado de láminas metálicas. Los resultados experimentales permiten observar que las fuerzas de conformado y la precisión geométrica se ven afectadas por el reblandecimiento térmico, inducido por la intensidad de la corriente. A temperaturas bajas, los efectos son similares a los de temperatura ambiente, mientras que temperaturas más altas pueden provocar oxidación y cambios en la microestructura del material. El análisis metalográfico mostró un aumento en la rugosidad superficial en la parte cóncava de la muestra, especialmente donde actúa la herramienta principal. Además, el campo de corriente disminuyó la dureza del material y redujo la formación de microgrietas, lo que sugiere una mayor conformabilidad.

Agradecimientos

Este trabajo fue apoyado por el programa Serra Húnter (Generalitat de Catalunya), referencia [UPC-LE-304 (2018)]. Los autores agradecen el uso del equipo DSIF proporcionado por el equipo del Laboratorio de Procesos de Fabricación Avanzados (AMPL) de la Universidad de Northwestern.

Referencias

- Zhao Z, Zhu H (2024). "Research on the multi-stage CNC incremental forming of unequal height sheet metal part with large forming angle". *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 133, pp. 4581–4604.
- Al-Obaidi A, Kräusel V, Landgrebe D (2017) "Induction Heating Validation of Dieless Single-Point Incremental Forming of AHSS". *J. Manuf. Mater. Process*, 1, 5.
- Naranjo J, Miguel V, Martínez A, Coello J, Manjabacas M (2019) "Evaluation of the Formability and Dimensional Accuracy Improvement of Ti6Al4V in Warm SPIF Processes". *Metals*, 9, 272;
- Valoppi B, Zhang Z, Deng M, Ghiotti A, Bruschi S, Ehmann F, Cao J (2017) "On the Fracture Characterization in Double-Sided Incremental Forming of Ti6Al4V Sheets at Elevated Temperatures". *Procedia Manufacturing Volume 10*, pp. 407-416.

DESARROLLO HUMANO CON ENERGÍAS RENOVABLES EN POBLACIONES RURALES DISPERSAS

Juárez C. R.¹, Giuliano G.¹, Chiericotti C.¹, Rigali S.¹,
Fernández F.¹, Ferreiro A.¹

¹ Universidad Nacional de Santiago del Estero – Argentina
E-mail: jucarlosram@gmail.com – Tel.: +543854335715

Palabras clave: Desarrollo Humano – Energías Renovables -
Población Rural Dispersa.

Introducción

La ingeniería puede describirse como una equilibrada combinación de ciencia y arte a partir de fuentes naturales, incluidas las de energía, que son transformadas en productos, estructuras o máquinas que benefician a los seres humanos [1]. De esta definición, se infiere la gran relación de la ingeniería mecánica con la energía, pues esta permite la operación de múltiples sistemas y máquinas, con sus ventajas y beneficios e impulsando el desarrollo humano. El resumen sintetiza líneas de investigación tendientes a analizar las necesidades energéticas en áreas rurales con población dispersa de Santiago del Estero, provincia que según datos del censo 2010, con una población de 874006 habitantes, se encontraba en séptimo lugar en número de pobladores rurales del país constituyendo estos el 31% del total provincial. De este 31% el 74 % correspondían a la condición de dispersa. Según datos del censo 2022 la población provincial creció a 1060906 habitantes y en los registros no existe una clara distinción en cuanto a población urbana o rural.

El objetivo es conocer con mayor profundidad las posibilidades de implementación de soluciones en problemáticas energéticas de sustentabilidad y salubridad del hábitat doméstico y educativo, para mejorar condiciones de vida y actividades productivas en Áreas Rurales con Población Dispersa de Santiago del Estero.

Metodología

El primer estudio efectuado se orientó a indicadores de necesidades energéticas, proponiendo el indicador IRED (Índice de requerimientos energéticos en áreas con población dispersa). Se efectuó a partir de datos estadísticos y relevamientos generales en campo. En una segunda etapa se realizaron relevamientos puntuales con encuestas orientadas a detectar aspectos cualitativos y actitudinales que evidenciaran la subjetividad de los pobladores de los lugares estudiados.

Sobre la problemática de sustentabilidad y salubridad del hábitat doméstico y educativo rural se efectuaron relevamientos edilicios en viviendas unifamiliares, escuela primaria y jardín de infantes de una localidad seleccionada (Las Viboritas, Departamento Mitre), que no posee conexión eléctrica ni provisión de agua. El agua para higiene es escasa y los sanitarios no cuentan con descarga ni desagüe cloacal. Para cocción de alimentos y calefacción se utiliza leña. Para el diagnóstico se efectuaron simulaciones térmico - energéticas para diseñar, desarrollar y transferir propuestas de rehabilitación constructiva con la incorporación de sistemas de captación de aguas de lluvias y fotovoltaicos para generación de electricidad.

Para provisión de electricidad se diseñaron varias propuestas. Entre ellas: un sistema híbrido (renovable fósil) con banco de acumulación de litio, un sistema integrado de iluminación autónomo portátil con puerto de carga USB para dispositivos móviles y un sistema de iluminación exterior, todos usando tecnologías LED y Baterías de litio. También se estudiaron

distintas luminarias para precisar su eficiencia en vivienda rural. Otra línea en desarrollo analiza la factibilidad para instalación y puesta en marcha de una planta procesadora de harina de algarroba en un área rural, previéndose usar Energías Renovables (ER) para agregar valor a un producto autóctono de la provincia.

Síntesis de Resultados

Los estudios de indicadores de necesidades energéticas a partir de datos de censos permitieron poner en perspectiva la situación provincial respecto de la nacional. Evidenció la necesidad de implementar sistemas de potabilización de agua para consumo humano y de animales. De las encuestas puntuales se desprende como segunda prioridad la provisión de electricidad.

En la localidad de Las Viboritas, los encuestados expresaron la intención de seguir residiendo en el lugar, y se observó escaso conocimiento de posibles soluciones con ER fuera de la fotovoltaica. Acerca del hábitat educativo, la escuela y jardín de infantes de la comunidad rural, fue evaluada con simulaciones térmicas y cálculos de transmitancia térmica de las envolventes edilicias. Se determinó que, en períodos escolares coincidentes con altas temperaturas y bajas temperaturas (días típicos de verano e invierno respectivamente), los valores de transmitancia térmica en muros y techos exceden los admisibles establecidos (Norma IRAM 11.900) de mínimo confort higrotérmico, por lo que las personas en el interior de los edificios no alcanzan la sensación de bienestar acorde. Por ello, se recomendó mejorar la aislación térmica en techo y colocar protecciones solares en carpinterías, para disminuir el requerimiento energético para climatización. También, se formularon propuestas hacia la eficiencia energética y de recursos, integrando sistemas fotovoltaicos y de captación, acumulación y recupero de agua pluvial, realizando el etiquetado de eficiencia energética del caso base y mejorado de la escuela y el jardín de infantes. En viviendas de autoconstrucción, se analizaron unidades con paredes de mampostería de ladrillo cerámico y de adobe. Se evaluó comparativamente resultados de eficiencia energética con la herramienta del aplicativo nacional (PRONEV, 2024), estudiándose la calidad ambiental del interior de los espacios. Se observó sistemas de ventilación, cocción, hornado, calefacción y/o calentamiento deficiente. Por otro lado, el déficit de agua hace necesario acopiar agua en contenedores inadecuados, utilizando envases de los agrotóxicos. Por ello se propuso: 1) Uso de sistemas eficientes de cocción y calefacción., 2) Uso apropiado de biocombustibles y EERR., 3) Empleo de materiales adecuados para la construcción., 4) Ventilación cruzada y de efecto chimenea., 5) Uso y almacenamiento correcto de sustancias químicas. la energía y del recurso vital del agua.

Conclusiones

La identificación de desajustes en aspectos del diseño y la construcción del hábitat educativo y doméstico popular rural que deterioran la calidad de vida de comunidades vulnerables; dan la oportunidad de diseñar, desarrollar y transferir alternativas para mejorar el nivel de confort y salubridad de los espacios, y así contribuir al desarrollo humano sostenible de la población en áreas rurales dispersas.

Referencias

Collins J. Mechanical Design of Machine Elements and Machines. John Wiley & Sons, Inc. New York, 2003.

INDEC RA (2010). Población urbana y rural por provincia y total del país. <https://www.indec.gob.ar/>.

PRONEV (2024). Progr. Nac. Etiquetado Viviendas. Aplicativo Etiquetado v. 2.3.0. <https://etiquetadoviviendas.mecon.gob.ar/>

ESTUDIO PRELIMINAR PARA DISEÑO DE DINAMÓMETRO INERCIAL PARA MEDIR TORQUE DE UN MOTOR ELÉCTRICO VEHICULAR

Horacio M. Mirassou

UTN FRGP, Argentina

hmirassou@docentes.frgp.utn.edu.ar 4740-5040 int. 180

Palabras clave: dinamómetro inercial, torque

Introducción

En un proyecto de investigación (PID) cuya denominación es: “Modelización, simulación y validación del tren de potencia de un vehículo liviano de ciudad puramente eléctrico”, se incluyó como una de las actividades a realizar el diseño y proyecto de un dinamómetro inercial, que pueda ser instalado en UTN FRGP para realizar mediciones experimentales de motores eléctricos vehiculares, para determinar las curvas de torque y potencia de un motor en función de su frecuencia de giro expresada en r.p.m. Eso para dos modalidades de trabajo de un mismo motor: cuando funciona como motor (por ejemplo al acelerar un vehículo) y actuando como freno regenerativo (por ejemplo en el frenado de un vehículo), en cuyo caso las curvas de torque y potencia son diferentes a las correspondientes a cuando actúa como motor.

Hipótesis y metodología

Se buscó diseñar un dinamómetro inercial que resulte adecuado para ensayar motores eléctricos cuya frecuencia de giro máxima sea de alrededor de 5000 r.p.m., y cuya potencia máxima sea de alrededor de 5 kW a 2500 r.p.m. Esos valores corresponden al motor de un vehículo eléctrico que fue adquirido por UTN FRGP para ser utilizado en ensayos experimentales. En la Figura 1 se muestran las curvas de torque T_e y potencia P obtenidas en base a mediciones realizadas en un ensayo experimental de dinámica longitudinal de ese vehículo, en el cual se lo aceleró desde el reposo hasta alcanzar su velocidad máxima, varias veces, en un camino recto plano, y con un sistema GPS se registró la velocidad instantánea en función del tiempo, obteniéndose curvas como la mostrada en la Figura 2. La velocidad máxima de ese vehículo no supera 40 km/h, su masa total con baterías y sin pasajeros ni carga es de aproximadamente 500 kg. En el ensayo la masa total del vehículo con dos ocupantes (conductor y acompañante) era de 665 kg. Eso se midió con cuatro balanzas, una en cada rueda.

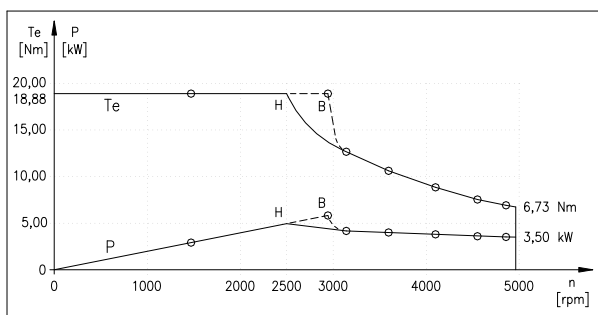


Figura 1: Torque T_e y potencia P en función de n [r.p.m.]

Los fabricantes del vehículo ensayado, y los fabricantes de su motor, ambos nacionales, no entregan estas curvas de T_e y P , es por eso que se buscó obtenerlas mediante un estudio teórico y experimental. En su primera etapa se realizó el ensayo que permitió obtener varias curvas como la mostrada en la Figura 2.

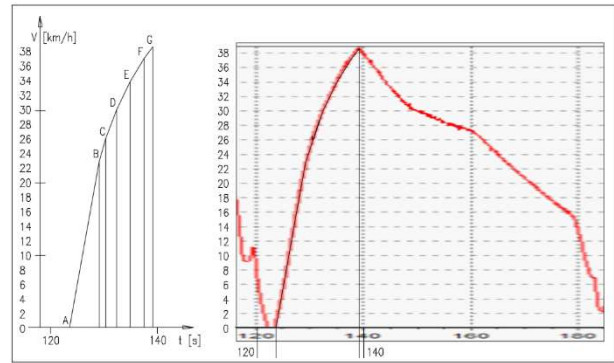


Figura 2: Registro de velocidad [km/h] en función del tiempo [s]

En Cazzola et al. (2023) se explica eso de modo más detallado, y también el posterior proceso de cálculo, utilizado para obtener las curvas de T_e y P mostradas en la Figura 1. Se busca disponer de un dinamómetro para obtener esas curvas del motor de modo independiente al ensayo ya realizado, para poder comparar las obtenidas mediante los dos diferentes métodos. Se consultó Montaluisa (2007) para conocer su diseño de un dinamómetro inercial para ensayar frenos de automóviles. En el caso del presente trabajo el motor puede girar a 5000 r.p.m., resultando un dinamómetro de menores dimensiones y masa. La ecuación (1) es clásica, relaciona T_e con el momento de inercia J_p (del rotor del dinamómetro) y con γ (aceleración angular del rotor, vinculado directamente al árbol del motor). Se calculó J_p en función del valor de T_e obtenido del primer ensayo (18,88 Nm) y de un valor estimado de γ (50 1/s²) resultando: $J_p = 0,38 \text{ kg.m}^2$. Este valor de γ ocurre en parte del proceso de aceleración del vehículo ensayado. Se puede aumentar un poco ese valor previendo ensayos de otros motores de mayor torque. Se dimensionó el rotor para que resulte el valor de $J_p = 0,45 \text{ kg.m}^2$. Se eligió material acero para facilitar su fabricación. Dada su densidad, se dimensionaron las partes del rotor para obtener ese valor de J_p (cuyo cálculo final incluye todos los elementos rotantes: rotor y árbol del motor, sistema de acople al árbol del dinamómetro, cubetas interiores de los rodamientos de apoyo). El conjunto se monta en una caja con bastidor. La frecuencia de giro n se mide con un encoder, y se registra en función del tiempo t cuando el motor acelera, luego se lo hace funcionar como freno regenerativo, y también se registra n en función de t . γ se calcula para intervalos finitos de la curva de n en función de t . Se calcula el valor medio de T_e para cada uno de esos intervalos de t , eso permite trazar la curva T_e función de n .

$$T_e = J_p \cdot \gamma \quad (1)$$

Síntesis de resultados y principales conclusiones

En base a lo explicado arriba, se inició el diseño del dinamómetro inercial. Se completó el trazado general del conjunto, a partir del cual se podrán trazar los planos aptos para la fabricación de las piezas componentes, y la elaboración de la lista de materiales.

Referencias Bibliográficas

- Cazzola G., Mirassou H., Dusau J., Santelli J. (2023). “Estudio teórico y experimental de la dinámica longitudinal de un vehículo eléctrico de categoría L6 (b)”. Actas del VIII Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica CAIM 2023. ISBN 978-950-42-0234-9. UTN FRSF, Argentina. pp. 1978-1989.
- Montaluisa F.G. (2007). Diseño de un dinamómetro inercial y construcción de un modelo a escala. Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico. Escuela Politécnica Nacional. Ecuador.

TRANSMISIÓN EXPERIMENTO REMOTO DESDE EL LABORATORIO AL AULA

Esp. Ing. Daniel Ades, Dr. Ing. Guillermo Rodríguez

UNR – FCEIA – Ingeniería Mecánica, Argentina
hidryneu@fceia.unr.edu.ar – 5493416687446
guille@fceia.unr.edu.ar – 5493416192161

Palabras clave: oleohidráulica, laboratorio, TIC

Introducción

A comienzos de abril de 2020 debido a la situación mundial de aislamiento por la pandemia, en varios niveles educativos se promovió la continuidad de las clases sincrónicas a través de plataformas de videoconferencias (Google meet, zoom, jitsi meet, etc). Estos dispositivos de video comunicación carecen del tradicional pizarrón: medio gráfico manual de expresión inmediata. Para disponer de esta herramienta se implementó un pizarrón horizontal sobre la mesa de trabajo enfocando desde arriba con la cámara de un celular, como se observa en la Figura 1. Se utilizó software gratuito para vincular el celular con la notebook, requiriendo conexión de ambos dispositivos a la misma red wifi (en este caso doméstica, lo que facilitó la conexión inicial y vinculación entre dispositivos).

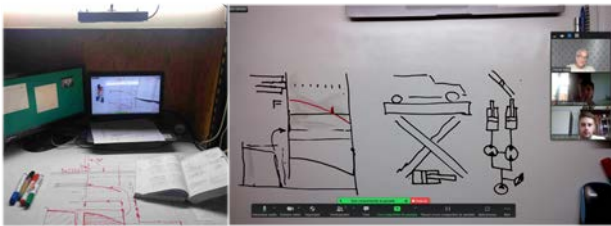


Figura 1: Dispositivo pizarrón horizontal virtual

El conocimiento y práctica adquiridos en el manejo y transmisión en clase sincrónica con un celular configurado como webcam-wifi posibilitó planificar y realizar la transmisión virtual sincrónica del desarrollo de un Trabajo de Laboratorio, correspondiente la actividad curricular Hidráulica y Neumática de 4° año de la carrera de Ingeniería Mecánica de la UNR (Rodríguez et al., 2020) cuya reseña puede visualizarse <https://youtu.be/sFZ6hxfIKO8> (Ades, 2020). En 2022 la FCEIA completa la cobertura wifi con una única red en todos sus edificios, incluso localizados a varias cuerdas de distancia unos de otros.

Planteo del problema

Las características de hermeticidad de los componentes oleohidráulicos son escasamente tratadas en la bibliografía de la materia (González et al., 2014). En la bibliografía clásica se encuentran buenas aproximaciones al fenómeno mediante circuitos con ramas coloreadas según el valor de la presurización (Vickers, 1973). Para verificar empíricamente las características de hermeticidad de electroválvulas direccionales, además de un planteo gráfico deductivo se incorporó desde 2010 la observación de un fenómeno cuasi-estático (más de una hora de duración) implementando un circuito con una carga suspendida en posición inicial superior como el presentado en la Figura 2, utilizando equipamiento de laboratorio disponible está concebido para grupos reducidos de hasta 6 estudiantes. Esto requiere repeticiones de la experiencia en grupos diferentes.

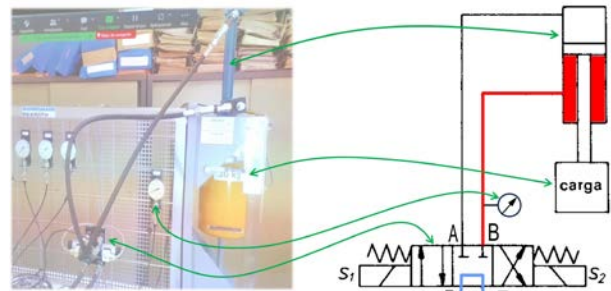


Figura 2: Cilindro vertical con carga suspendida

Metodología adoptada

Para la observación simultánea del fenómeno con el curso completo, el experimento se pone en marcha en el Laboratorio de Hidráulica, Neumática y Automatización Digital y sin presencia de docentes ni estudiantes se transmite al aula situada en otro edificio de la FCEIA, ambos en el campus Centro Universitario Rosario como se observa en la Figura 3. Como cámara digital se utiliza un celular en desuso sin chip de línea telefónica. Se instala el software gratuito Iriun Webcam tanto en el celular como en la notebook de recepción.



Figura 3: Transmisión del Laboratorio al Aula

Resultados principales

Esta metodología permite la visualización del fenómeno a una cantidad mayor de estudiantes que la capacidad física del Laboratorio como se observa en la Figura 3. Además en el ámbito áulico mejora la realización de cálculos en base a la lectura del manómetro y se plantean colectivamente hipótesis sobre las causas del fenómeno de deslizamiento lento de las cargas en oleohidráulica.

Conclusiones

Se verifica un gran interés y aceptación de las actividades experimentales por parte de los estudiantes. Como evolución de lo realizado se espera lograr una configuración multicámara e implementar controles remotos de bajo costo para poder operar el equipamiento del Laboratorio desde el aula durante el desarrollo de clases presenciales.

Referencias

- Ades D., “Transmisión de Laboratorio de Oleohidráulica”. XXXVIII Reunión Académico- Científica Virtual del Fo.D.A.M.I.” Plataforma Jitsi-Meet 21 noviembre 2020.
- González G., Palma A., Galicia A. (2014). *Introducción a la Potencia Fluida*. Primera edición. Editorial Reverté, México.
- Rodríguez G., Ades D., San Martín P.. “Una estructura curricular troncal integrada en una carrera de ingeniería mecánica”. CAIM-CAIFE 2020. Argentina.
- Vickers, (1973). *Manual de Hidráulica Industrial*. Tercera edición. Editorial Sperry-Vickers, México.

METODOLOGIAS PARA EL DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD EN INGENIERIA

Juan Carlos Nishiyama^a, Carlos Eduardo Requena^b,
Ricardo Marino^c, Luciano Arbore^d, Natacha Andrea
González Omahen^d

^a Ing. Mecánica. UTN FRGP

^b Ing. Mecánica. UTN FRGP - UCA

^c Ing. Civil – UTN FRGP

^d Ing. Mecánica UTN FRGP

crequena@docentes.frgp.utn.edu.ar

Palabras clave: Metodologías, creatividad, formación del ingeniero.

Introducción

En el presente trabajo se revisarán metodologías para el desarrollo de la creatividad en la resolución de problemas de ingeniería, haciendo una clasificación entre aquellas metodologías estructuradas y no estructuradas. Se explorarán en particular los métodos semiestructurados, tomando como ejemplo central el Pensamiento Transformacional Equivalente (ETT) (Hibino, 1979).

Se discutirán las implicaciones de estas metodologías para la práctica y enseñanza de la ingeniería, destacando la importancia de integrar herramientas creativas y estructuradas en la formación de futuros ingenieros (Mejeras Rastelli, Cazzola Duarte, & Pérez Arrieu, 2022).

Metodología

La resolución creativa de problemas es un componente central en la ingeniería, y a lo largo de las últimas décadas, se han desarrollado diversos métodos estructurados y no estructurados que facilitan este proceso. Entre los más conocidos se encuentran TRIZ y sus derivados, los cuales proporcionan un enfoque sistemático para abordar problemas técnicos (Arbore et al., 2019). Sin embargo, existen metodologías emergentes, como el Pensamiento Transformacional Equivalente (ETT), que aún no han sido ampliamente difundidas en occidente y merecen una mayor exploración debido a su capacidad para resolver problemas no convencionales (Nishiyama et al., 2023).

Se realizará una revisión crítica de las metodologías estructuradas, semi-estructuradas y no estructuradas. Se utilizará TRIZ como punto de partida para discutir los principios que subyacen en los métodos de resolución de problemas, seguido de un análisis de metodologías derivadas como SIT, ASIT y USIT. Luego, se procederá a introducir el ETT, explicando su origen, características principales y diferenciación respecto a las metodologías tradicionales (Ishida, A. n.d.).

Dentro del marco metodológico del ETT, se emplea una herramienta central denominada *Ecuación de la Equivalencia*. Esta ecuación representa un enfoque clave para transformar un problema original en una forma equivalente, permitiendo la búsqueda de soluciones conceptuales innovadoras. La *Ecuación de la Equivalencia* en el ETT proporciona un camino sistemático para identificar variables críticas, restricciones y puntos de transformación, que luego se recombinan para generar soluciones viables desde una nueva perspectiva (ver fig. 1). En este trabajo se ejemplificará cómo la ecuación facilita el proceso de resolución creativa, permitiendo un enfoque más flexible y adaptado a situaciones complejas. Al aplicar la Ecuación de la Equivalencia, se

promueve un cambio conceptual que potencia la creatividad y ayuda a superar barreras técnicas tradicionales.

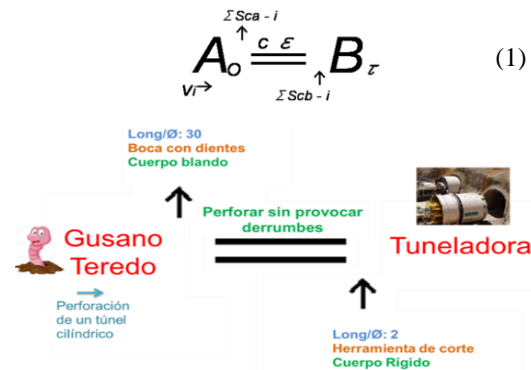


Figura 1: Ejemplo de aplicación ETT

Resultados

Se espera que este estudio aporte una visión clara y crítica sobre las metodologías estructuradas y semi-estructuradas, resaltando las ventajas y limitaciones del ETT. Los ejemplos proporcionados evidenciarán cómo esta metodología puede integrarse en la práctica profesional de la ingeniería para abordar problemas específicos y no convencionales que otras metodologías podrían no resolver de manera efectiva.

Conclusiones

El análisis de las metodologías presentadas muestra que, aunque las técnicas estructuradas como TRIZ son ampliamente conocidas y utilizadas, la incorporación del ETT representa un avance significativo en la resolución de problemas creativos en ingeniería. El ETT se presenta como una metodología semiestructurada con gran potencial para ser aplicada en el contexto de la ingeniería mecánica. Se concluye que, mediante la implementación de metodologías innovadoras como el ETT, se puede fomentar un enfoque más flexible y creativo en la resolución de problemas, lo cual es esencial para enfrentar los desafíos tecnológicos actuales.

Referencias

- Arbore, L., Marino, R., Requena, C. E., & Nishiyama, J. C. (2019). *Los 40 principios de inventiva de TRIZ: Metodologías para el desarrollo de la creatividad en ingeniería* (1ra ed.). edUTecNe, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Recuperado de <http://ria.utn.edu.ar/handle/123456789/4038>
- Hibino, S. (1979). *Theory of Equivalent Transformation and Total Creative Systems Design Strategy*. Chukyo University Repository. Recuperado de <https://chukyo-u.repo.nii.ac.jp/record/12043/files/KJ00004205046.pdf>
- Ishida, A. (n.d.). "Finding essential points of innovation in TRIZ by comparing it with the equivalent transformational thinking". Hitachi Consulting Co., Ltd., Japón. Recuperado de <https://chukyo-u.repo.nii.ac.jp/record/12043/files/KJ00004205046.pdf>
- Nishiyama, J. C., Marino, R., Arbore, L. N., & Requena, C. E. (2023). "Problems in the spreading of TRIZ in Argentina". En G. Cortes Robles (Ed.), *TRIZ in Latin America*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20561-3_6
- Mejeras Rastelli, A., Cazzola Duarte, G., & Pérez Arrieu, J. (2022). *La Agenda 2030 de la ONU en la formación del ingeniero iberoamericano*. Editorial de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

MEJORA EN DURABILIDAD DE FILTROS EN SISTEMA DE LAVADO DE PIEZAS MECANICAS

Albarracín Nicolás ^a, Amoroso Lucas ^b, Ginaca Franco ^c
Carlos Eduardo Requena ^d
^a UTN FRGP Argentina
^d Ing. Mecánica. UTN FRGP – UCA Argentina
crequena@docentes.frgp.utn.edu.ar

Palabras clave: Filtros, líquido de limpieza, metodología ETT.

Planteo del problema

En un taller mecánico, el lavado de pistones y otros dispositivos se realiza mediante una máquina que utiliza querosén como líquido de limpieza (ver figura 1). Este querosén es reutilizado continuamente gracias a una bomba que lo recircula hacia una pileta. El propósito del querosén es eliminar las partículas de suciedad, pero con el tiempo se contamina, dificultando su reutilización. (Albarracín, N., Amoroso, L., & Ginaca, F. 2024).

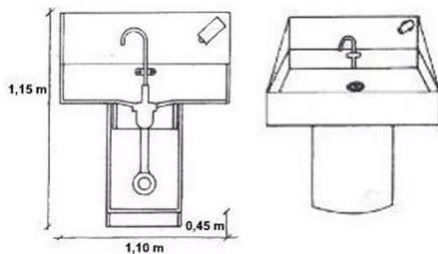


Figura 1: Esquema de una lavadora

El sistema de lavado actual cuenta con un filtro fino en la rejilla de la pileta para capturar las partículas (ver figura 2), pero su eficiencia se ve comprometida por la acumulación de sedimentos. Esto conlleva la necesidad de reemplazar el filtro con frecuencia, lo que resulta en un proceso tedioso y costoso para la empresa. Ante este problema, se plantea la búsqueda de una solución más eficiente (Nishiyama, J. C., et al. 2023). Ante este problema, se plantea la búsqueda de una solución más eficiente, tanto en términos económicos como prácticos, utilizando la metodología ETT (Equivalent Transformational Thinking) de Kikuya Ichikawa, aplicando su ecuación y gráfico correspondiente.



Figura 2: Filtros de una lavadora

Metodología

El análisis se basó en la metodología ETT, que permitió descomponer el problema en sus componentes esenciales y evaluar soluciones alternativas. A partir de la ecuación de ETT (1) y su representación gráfica, se buscaron equivalencias para optimizar el sistema de filtrado sin afectar el proceso de limpieza. Se desarrolló un prototipo que incorpora una serie de filtros con capacidades de autolimpieza, lo que reduce la acumulación de sedimentos y prolonga la vida útil del filtro (Arbore, L., et al. 2019).

$$A_0 \xrightarrow[\Sigma Scb-i]{\Sigma Sca-i} \overset{c \ \varepsilon}{\rightleftharpoons} B \quad (1)$$

La ecuación de ETT permite identificar una transformación conceptual desde el estado actual del sistema (A), caracterizado por la obstrucción frecuente del filtro, hacia un estado optimizado (B), donde el filtro es más eficiente y duradero. Este proceso se basa en la identificación de las condiciones iniciales del sistema de filtrado y las condiciones transformadas, tales como la implementación de un diseño de filtro mejorado y una optimización del flujo de querosén (Atsuko Ishida, 2024)

Variables clave de la ecuación ETT:

- A: Estado actual del sistema de filtrado, con problemas de acumulación de sedimentos.
- B: Estado deseado, con un filtro más eficiente y duradero.
- ε : Dimensión equivalente que conecta ambos estados, considerando criterios de optimización técnica y económica.
- $\Sigma Sca-i$: Condiciones específicas del sistema actual (materiales, frecuencia de obstrucción).
- $\Sigma Scb-i$: Condiciones del sistema mejorado (mayor durabilidad, menor frecuencia de sustitución).

Resultados

El sistema de filtrado mejorado, basado en el análisis ETT, logró una reducción significativa en la acumulación de sedimentos, disminuyendo en un 70% la frecuencia de reemplazo del filtro en comparación con el sistema tradicional. Esto generó una disminución de los costos operativos y una mayor eficiencia en la reutilización del querosén. Los ensayos demostraron que el sistema permite una limpieza adecuada sin interrupciones frecuentes para mantenimiento.

Conclusión

La aplicación de la metodología ETT permitió desarrollar un sistema de filtrado más eficiente y económico para el proceso de limpieza con querosén en talleres mecánicos. Al reducir la necesidad de mantenimiento y prolongar la vida útil del filtro, se optimizó el funcionamiento del sistema de lavado, logrando una solución práctica y rentable. Esta propuesta tiene el potencial de ser adaptada a otros contextos industriales que requieran la reutilización de líquidos de limpieza.

Referencias

- Albarracín, N., Amoroso, L., & Ginaca, F. (2024). Ejemplo de aplicación en trabajo práctico de asignatura *Metodologías para el Desarrollo de la Creatividad en Ingeniería*. Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.
- Atsuko Ishida. (2024). "Finding Essential Points of Innovation in TRIZ by Comparing It with the Equivalent Transformational Thinking". Hitachi Consulting Co., Ltd., Japón. E-mail: a.ishida@hitachiconsulting.co.jp.
- Arbore, L., et al. (2019). *Los 40 principios de inventiva de TRIZ: Metodologías para el desarrollo de la creatividad en ingeniería* (1ra ed.). eUTecNe, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. ISBN 978-987-4998-11-8. Recuperado de <http://ria.utn.edu.ar/handle/123456789/4038>
- Nishiyama, J. C., Marino, R., Arbore, L. N., & Requena, C. E. (2023). "Problems in the spreading of TRIZ in Argentina". En G. Cortes Robles (Ed.), *TRIZ in Latin America*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20561-3_6

SINERGIA AMFE-USIT PARA LA SOLUCION DE PROBLEMAS

Ing. Juan Carlos Nishiyama^a, Lic. Carlos Eduardo Requena^b, Esp. Ing. Ricardo Marino^c, Ing. Luciano Arbore^d, Natacha Andrea González Omahen^d

^aProf. ad honorem de la Cát.. Ing. Mecánica. UTN FRGP

^b Profesor de la Cátedra. Ing. Mecánica. UTN FRGP - UCA

^cJTP de la Cátedra. Esp. Ing. Civil – UTN FRGP

^dDocente Colaborador. Ing. Mecánica UTN FRGP

crequena@docentes.frgp.utn.edu.ar

1161184629

Palabras clave: AMFE, Análisis de función, USIT.

Introducción

Se potencian dos herramientas estructuradas mediante una fertilización cruzada. La primera es el AMFE (Análisis de Modo de Fallas y sus Efectos), herramienta de prevención en la gestión de riesgos, para detectar y evaluar posibles modos de fallas. A partir del año 2019 se unifica el procedimiento de la AIAG (Automotive Industry Action Group) grandes manufacturas de automóviles y camiones americanos e incluyen las empresas que operan en EUA con la VDA (German Association of the automotive Industry).

Entre las modificaciones importante figura el orden de análisis Efecto de la falla → Modo de falla → Causa de la falla Otra diferencia antes NPR ahora AP prioridad de acción.

Un Análisis de Función para AMFE se describe función en términos medibles dado que son la intención del diseño o los requisitos de ingeniería, por eso, las funciones son escritas en formato Verbo/Sustantivo/Medible, incluyendo hojas de datos de seguridad relevantes. Pueden verificarse/validarse e incluir restricciones adicionales o parámetros de diseño como especificaciones de confiabilidad, de capacidad de servicio, condiciones especiales, peso, tamaño, ubicación y accesibilidad.

- intención del diseño o requisito de ingeniería.
- Representación de todos los deseos, necesidades y requisitos, tanto expresados como tácitos, para todos los clientes y sistemas.

Recuerde, las funciones no pueden "fallar" si no tienen especificaciones o elementos medibles.

Modo de falla

- Sin función:** el sistema o el diseño no funcionan en absoluto.
- Funcionamiento parcial/excesivo/degradado con el tiempo:** rendimiento degradado.
- Función intermitente:** cumple, pero pierde algo de funcionalidad o se vuelve inoperante a menudo debido a factores externos, como temperatura, humedad y medio ambiente.
- Función no deseada:** Elementos con desempeños independientes correctos perjudican al producto o proceso. Ejemplo modo de falla de un cricquet (ver Figura 1 y Tabla 1).



Figura 1: Ejemplo de un cricquet.

USIT (Unified Structured Inventive Thinking), es una metodología estructurada para la resolución de problemas tecnológicos, basada en dos objetos en contacto en un punto desplegando en tres palabras claves: Objetos (O), sus Atributos

(A) y las Funciones (o Efectos o Efectos Indeseados) que soportan (F), ver Figura 2.

Tabla 1 Análisis de función y modo de fallas

Artículo / función	Modos de fallas
Conjunto cricquet a tijera Código conjunto xxxxx	Ninguna función ○ No eleva el vehículo en absoluto (No funciona)
<ul style="list-style-type: none"> • Elevar vehículo para cambiar neumático averiado a + X cm del nivel del suelo • Dentro de Y Minutos • Debajo de los límites de la fuerza Z • En todas las condiciones climáticas 	Parcial/sobre función/degradado con el tiempo ○ Eleva vehículo a menos X cm del nivel del suelo inicialmente ○ Eleva vehículo en más de Y minutos ○ Requiere más que la fuerza Z para elevar el vehículo ○ Eleva vehículo a menos X cm con el tiempo
	Función intermitente ○ Inoperante en clima húmedo ○ Inoperante cuando la temperatura está por debajo de los 0 °C
	Funciones No previstas ○ Ninguna conocida

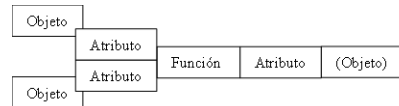


Figura 2: Esquema representado por el contacto objeto-objeto a través de un atributo de cada objeto, que interactúan para soportar una función que modifica o mantiene un tercer atributo en uno de los objetos en contacto o en un tercer objeto.

El principio de equivalencia del momento de fuerza con una fuerza F manual muy baja y brazo de palanca D grande equilibra al peso del vehículo Mg y un brazo de acción ínfima.

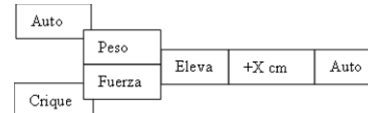


Figura 3: Esquema representa modelo OAF para un cricquet que levanta un auto para cambiar un neumático averiado.

Tras el análisis del problema, se examinan seis técnicas de solución: **Unicidad:** características espaciales y temporales de las funciones, **Dimensionalidad:** activación/desactivación de atributos, **Pluralización:** multiplicación/división de objetos, **Distribución:** reorganización de funciones, **Transducción:** vínculos atributo-función-atributo y **Generificación:** plantillas de soluciones a partir de soluciones conocidas.

Referencias

- SAE International J1739 Jan2021 Potential Failure Mode and Effect (FMEA)
Ford Failure Mode and Effects Analysis Handbook version 4.2 2011.
AIAG VDA Failure Mode and Effects Analysis 2019 ISBN 978 1 60634 367 9
Ed Sickafus – “Unified Structure Inventive Thinking -How to invent “1997 ISBN 0-9659435-0-X
Ed Sickafus – “Heuristic Innovation” 2006 ISBN 0-965 9435-2-6 pdf
Ed Sickafus – “Causes -Effects?” pdf - <https://www.osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/eTRIZ/eSickafusMemorial/eSickafus-PapersArticles/Causes&Effects040801.pdf>
Ed Sickafus Unified Structured Inventive Thinking – an Overview 2001 ISBN 0-9659435-1-8 <https://www.osaka-gu.ac.jp/php/nakagawa/TRIZ/eTRIZ/eSickafusMemorial/eSickafus-TextBooks-Tutorials/USITOverView-030214.pdf>

DETERMINACIÓN DE LA TENSIÓN DE APLASTAMIENTO EN MATERIALES NO METÁLICOS SEGÚN NORMA EN 383: APLICACIONES EN DISEÑO MECÁNICO Y COMPARACIÓN CON NORMATIVA

Ricardo Marino, Esteban Morales, Carlos Eduardo Requena, Luciano Arbore, Natacha Andrea González Omahen.

ramarino@docentes.frgp.utn.edu.ar

Palabras clave: Tensión de aplastamiento, Madera, reglas de diseño.

Introducción

El estudio de la tensión de aplastamiento en materiales no metálicos, en particular en la madera de álamo del delta del río Paraná, es crucial para el diseño seguro y eficiente de estructuras en ingeniería civil y mecánica (Mesa, D., Marco, C., & Marino, R., 2012). Este trabajo tiene como objetivo determinar la relación entre la densidad de la madera y su resistencia al aplastamiento, lo cual es esencial para diseñar uniones estructurales seguras y duraderas. Además, se comparan los resultados obtenidos bajo las normativas CIRSOC 601 (2013), Eurocódigo 5 (2005) y NBR 7190 (2010) para proporcionar un análisis exhaustivo y aplicable a nivel internacional.

Metodología

El programa experimental se basó en la norma EN 383 (2007), utilizando probetas de madera de álamo seleccionadas cuidadosamente. Las muestras se estabilizaron en una cámara climatizada a $20 \pm 2^\circ\text{C}$ y $65 \pm 5\%$ de humedad relativa. Los ensayos de aplastamiento se realizaron en una máquina de ensayo universal CIFIC 5000daN, empleando un dispositivo en forma de horquilla que permitía el paso del elemento clavija, asegurando una conexión rígida (Mesa, D., Marco, C., & Marino, R., 2012). Se midieron cargas y deslizamientos para determinar la tensión de aplastamiento, y se evaluaron la densidad (ISO 3130,1975) y el contenido de humedad de las probetas (ISO 3131, 1975). El análisis estadístico fue realizado utilizando el software InfoStat (Di Rienzo et al., 2020), el cual es ampliamente reconocido en investigaciones científicas. Posteriormente, los resultados fueron comparados con los criterios establecidos en las normativas CIRSOC 601 (2013), Eurocódigo 5 (2005) y NBR 7190 (2010).

Resultados y discusión

Los resultados (ver Tabla 1) evidenciaron que la tensión de aplastamiento varía significativamente en función de la densidad de la madera (Marino, 2015).

Tabla 1: Valores característicos de la resistencia al aplastamiento

	clavija ϕ mm	Determinación experimental (EN 383 2010) N/mm ²	Calculado según reglas de diseño		
			Eurocódigo 5 (EN 1995-1-1 2005) N/mm ²	NBR 7190 (ABNT 2010) N/mm ²	CIRSOC 601 (INTI CIRSOC 2013) N/mm ²
f_{hk}	5,7	23,8	28,99	22,72	26,56
$f_{0,k}$	12,7	18,1	26,84	22,72	43,2
$f_{h,90,k}$	12,7	13,9	17,42	9,54	20,8

Para un diámetro de 5.7 mm (clavo), aproximadamente el 30% de la variabilidad en la tensión de aplastamiento puede explicarse por la densidad (ver Tabla 2). Para un diámetro de 12.7 mm (bulón), la variabilidad explicada por la densidad alcanza entre el 50% (ver Tabla 3) y el 70% (ver Tabla 4) (Blaß, H. J., 1995).

Asimismo, las comparaciones entre las normativas revelaron diferencias clave en los valores característicos de resistencia al aplastamiento, lo que sugiere la necesidad de ajustes en los métodos de diseño dependiendo del estándar utilizado.

Tabla 2: Regresión lineal ϕ 5.7 mm (clavo)

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP
Aplastamiento	172	0,29	0,29	29,68

Tabla 3: Regresión lineal ϕ 12.7 mm (bulón)

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP
Aplastamiento	78	0,48	0,48	6,66

Tabla 4: Regresión lineal ϕ 12.7 mm (bulón)

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP
Aplastamiento	53	0,73	0,72	4,40

Conclusiones

Este estudio proporciona información valiosa para el diseño de uniones en madera, destacando la importancia de considerar la densidad como un factor clave en la resistencia al aplastamiento. La comparación entre CIRSOC 601 (2013), Eurocódigo 5 (2005) y NBR 7190 (2010) subraya la necesidad de armonizar los enfoques de diseño a nivel internacional para garantizar la seguridad y eficiencia en las estructuras de madera. Se recomienda realizar estudios adicionales para refinar los parámetros de diseño en función de la normativa aplicable.

Referencias

- ABNT. (2010). *Projeto de revisão NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- EN 383. (2007). *Timber structures—test methods—determination of embedment strength and foundation values for dowel type fasteners*. European Committee for Standardisation.
- EN 26891. (1991). *Timber structures—Joints made with mechanical fasteners. General principles for the determination of strength and deformation characteristics*. European Committee for Standardization.
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial. (2013). *Reglamento Argentino de Estructuras de madera CIRSOC 601*. Buenos Aires: INTI.
- International Organization for Standardization. (1975). *Wood—Determination of moisture content for physical and mechanical tests*. ISO 3130.
- International Organization for Standardization. (1975). *Wood—Determination of density for physical and mechanical tests*. ISO 3131.
- Mesa, D., Marco, C., & Marino, R. (2012). "Características de resistencia al aplastamiento y deformación de las uniones tipo clavija en piezas de álamo cultivado en el Delta del Paraná". En *Primera Jornada de Ingeniería Civil* (pp. 57-63). Buenos Aires: edUTecNe.
- Marino, R. (2015). "Resistencia al aplastamiento para dos diámetros de elementos de fijación tipo clavija: Análisis comparativo". En *Segunda Jornada de Ingeniería Civil* (pp. 53-70). Buenos Aires: edUTecNe.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C.W. (2020). *InfoStat versión 2020*. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infostat.com.ar>
- Blaß, H. J. (1995). "Multiple fastener joints". En *Timber Engineering STEP 1* (pp. C15/1-C15/8). Centrum Hout.

VALIDACIÓN EXPERIMENTAL DE LA REDUCCIÓN DE VIBRACIONES EN VIGA CON RESONADORES LOCALES

Walter Fruccio¹, Federico Masch¹, Rogelio Hecker¹ y Tulio Piován²

¹UNLPam, ²UTN-FRBB, Argentina
hecker@ing.unlpam.edu.ar

Palabras clave: vibraciones, metaestructuras, resonadores.

Introducción

En los últimos años creció el interés en el desarrollo de metaestructuras constituidas por una estructura portante con resonadores adosados de forma periódica sobre la misma. Estas estructuras presentan aplicaciones donde se requiere mitigar vibraciones en un rango determinado de frecuencias (El-Borgi S. et al., 2020). Entre los diferentes tipos de resonadores se encuentran los mecánicos formados esencialmente por una masa y un resorte o muelle elástico. Estos resonadores se pueden sintonizar para generar la reducción de vibraciones de la estructura portante en el rango de frecuencia deseado. En este trabajo se presenta la validación experimental de una viga empotrada-libre con resonadores mecánicos adosados de forma periódica.

Diseño y construcción del prototipo

Mediante manufactura aditiva, en este caso con la tecnología de impresión 3D FDM (Fused Deposition Modeling) se fabricó una viga de sección constante con longitud de 400 mm, ancho de 30 mm y espesor de 5 mm. El material utilizado es PETG con módulo elástico de 1750 GPa y densidad de 1271 kg/m³.

Los resonadores fueron contruidos con una masa puntual y un muelle elástico que representa un resorte. Este muelle fue también fabricado en PETG mediante impresión 3D FDM. Como se puede observar en la Fig. 1, este muelle tiene una forma romboidal y es hueco, con una longitud (transversal a la viga) de 30 mm, un ancho máximo 25 mm y un espesor de pared de 0,6 mm. Con la constante elástica de este muelle $K=7494$ N/m y la masa puntual agregada de 13 gramos se logra sintonizar la frecuencia de cada resonador en 120 Hz.



Fig. 1. Montaje experimental de la viga con resonadores masa-resorte

Se distribuyeron 7 resonadores equiespaciados a lo largo de la viga, como se muestra en la Fig. 1. Cabe mencionar que para analizar el efecto de los resonadores se debe comparar la respuesta en frecuencia de la viga con los mismos y la respuesta de la viga solo con las 7 masas adosadas en las mismas posiciones que los resonadores. En este sentido, se computó mediante elementos finitos las 4 primeras frecuencias naturales de la viga con las masas puntuales adosadas, arrojando los valores de 5, 26, 72 y 141 Hz. La primera frecuencia natural no se tiene en cuenta en este estudio ya que debido a su bajo valor presenta dificultades

experimentales. En este caso, se pretende generar una banda en frecuencia (Band Gap) para eliminar el pico de resonancia de 141 Hz, para lo que se recomienda que los resonadores tengan una frecuencia de sintonización ligeramente menor de dicho valor (Sugino et al., 2017), con lo cual se seleccionó el valor de 120 Hz de diseño para los resonadores como ya se describió.

Experimentación

La viga se adosó en uno de sus extremos al equipo para inducir vibraciones controladas, como se muestra en la Fig. 1. Dicho equipo puede generar una respuesta en frecuencia relativamente plana y con baja distorsión entre los 20 y los 200 Hz. Para poder computar la respuesta en frecuencia se adosó un acelerómetro en la base de empotramiento y otro acelerómetro en el extremo libre de la viga. Los acelerómetros usados son del modelo ADXL203 de Analog Device. Los datos de los acelerómetros fueron relevados por una placa adquisidora de datos U6 de LabJacks para luego ser procesados. Se realizó un barrido en frecuencia en las zonas de interés, tanto a la viga con las masas adosadas como a la viga con los resonadores (masa + muelle elástico).

La Fig. 2 muestra ambas respuestas experimentales, donde se computa la respuesta en frecuencia de la magnitud de la aceleración del extremo libre de la viga respecto a la aceleración del extremo empotrado. Lo primero que se puede observar es que las frecuencias naturales de la viga a estudiar sin resonadores son aproximadamente 27, 77 y 138 Hz, que representan valores muy similares a los simulados por elementos finitos. Lo segundo que se puede observar es que la respuesta en frecuencia de la viga con los resonadores atenúa la respuesta del último pico de resonancia, sin afectar considerablemente la respuesta de las restantes resonancias de la viga.

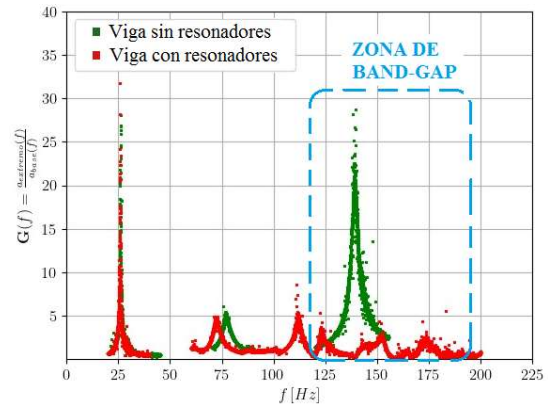


Fig. 2. Respuesta en frecuencia de la viga solo con masas (verde) y con resonadores (rojo)

Conclusiones

Se demostró experimentalmente que el diseño de los resonadores, la cantidad y ubicación de los mismos, han resultado efectivos para generar una banda en frecuencia (Band Gap) donde se atenúa una frecuencia natural del sistema. En trabajos futuros se espera incluir resonadores electromecánicos con piezoeléctricos.

Bibliografía

- El-Borgi S., Fernandes R., Rajendran P., Yazbeck R., Boyd J., and Lagoudas D. "Multiple bandgap formation in a locally resonant linear metamaterial beam: Theory and experiments". Journal of Sound and Vibration, 488:115647, 2020.
- Sugino C. "A general theory for bandgap estimation in locally resonant metastructures". Journal of Sound and Vibration, 406:104, 123, 2017.

POSICIONADOR DUAL DE ALTA RESOLUCIÓN

Gustavo M. Flores, Lucas I. Lamas, Alejandro Masante, Rogelio L. Hecker

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Pampa, Gral. Pico, La Pampa, Argentina.
gmflores@ing.unlpam.edu.ar, <http://www.ing.unlpam.edu.ar>

Palabras clave: posicionamiento, precisión, piezoeléctrico.

Introducción

Un posicionador dual consiste de dos sistemas de posicionamiento montados en serie, donde uno de ellos se caracteriza por lograr desplazamientos amplios, con resolución moderada y el otro de mayor resolución pero menor recorrido. El objetivo justamente es combinar las bondades de cada uno para lograr amplios recorridos con alta resolución, situación que no puede lograrse solo con uno de ellos. De esta manera el posicionador de alta resolución, o de ajuste fino, compensa los errores del sistema de baja resolución o de ajuste grueso. Esta solución tiene aplicación cuando se requieren desplazamientos relativamente largos con alto grado de precisión como en microscopía, metrología, fabricación de MEMS, industria electrónica, entre otras. Este trabajo presenta el diseño de un posicionador nanométrico de dos etapas con capacidad para recorridos de 10 mm y resolución de algunos nanómetros. A continuación se presentan el estado actual del desarrollo y se concluye con las actividades futuras.

Diseño del posicionador

El esquema del posicionador se presenta en la Figura 1. La etapa de baja resolución se diseña para un recorrido de 10 mm y utiliza el esquema de doble viga flexible para el guiado del movimiento. La etapa de alta resolución se implementa sobre el área de trabajo del sistema de baja resolución. Se diseña para un recorrido de 25 μm y se utiliza un mecanismo tipo puente para amplificar el desplazamiento del actuador piezoeléctrico. Para guiar el movimiento del área de trabajo de esta etapa también se utilizan vigas flexibles.

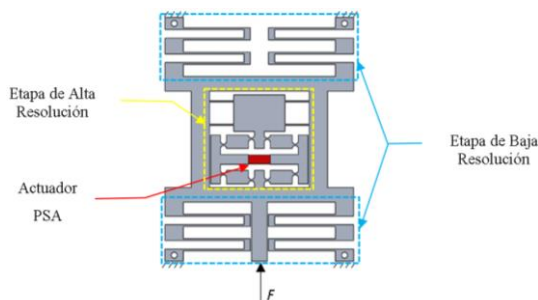


Figura 1: Esquema del posicionador dual.

En Lamas et al., 2021, se presenta el diseño de ambas etapas. Para el diseño del sistema tipo puente se presenta un modelo analítico que permite determinar las principales variables de diseño. Además, se incluye el modelado y simulación aplicando el método de elementos finitos para verificar el desempeño del conjunto. Cumplir con las premisas de diseño resulta complejo debido a que el desplazamiento del piezoeléctrico disminuye en función de la rigidez del sistema sobre el que actúa, en este caso el sistema amplificador tipo puente. La simulación, además de determinar el desplazamiento alcanzable, permite verificar que la deformación de la estructura flexible, que guía el

movimiento, se mantiene dentro del rango elástico del material. El diseño final del posicionador se presenta en la Figura 2. Consiste de una estructura monolítica de aluminio AL7075 fabricada con tecnología de corte por electroerosión sobre una plancha de 10 mm de espesor. La etapa de posicionamiento gruesa se accionará con un motor paso a paso y un sistema de tornillo-tuerca de 0.5 mm de paso, montado sobre una estructura y acoples impresos con tecnología 3D. La combinación del paso del tornillo y el paso del motor (1,8°) definen una resolución de posicionamiento de 2,5 μm .

La etapa de desplazamiento fino se implementa con un actuador piezoeléctrico PK4FQP2 de la empresa ThorLab. Este tipo de accionamientos tienen una resolución teórica ilimitada, permitiendo posicionamiento en el orden de algunos nanómetros. Tiene un desplazamiento nominal de 16 μm el cual es amplificado con el mecanismo tipo puente a 25 μm .

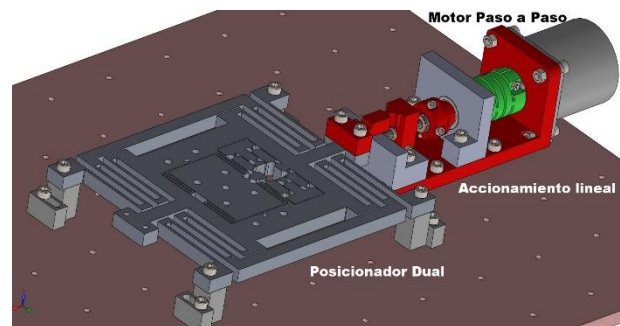


Figura 2: Posicionador y ensamble del sistema completo.

Control

Para la implementación de algoritmos de control y registro de señales, se cuenta con un módulo adquisidor de datos Ueism-600-1G. Este permite ejecutar modelos de Matlab-Simulink, tanto de lectura como de escritura de las entradas/salidas físicas que se dispone. Esta unidad de procesamiento puede ejecutar los algoritmos en tiempo real, capaz de brindar una frecuencia máxima de muestreo de 10 kHz. Para energizar al actuador, se dispone de una fuente de alimentación PI modelo E-617.001, la cual posee un ancho de banda en vacío de 3.5 kHz. Para la medición de la posición del sistema de alta precisión, se cuenta con un sensor capacitivo y su correspondiente módulo acondicionador de señal, con el cual se logran medir desplazamientos máximos de hasta 50 μm con una resolución de 5 nm, presentando el mismo un ancho de banda de 10 kHz. Para medir el desplazamiento del sistema de baja resolución se cuenta con un comparador Mitutoyo LGF-125L de 25 mm de recorrido y 100 nanómetros de resolución.

Estado actual y trabajos futuros

En la actualidad se cuenta con la estructura del posicionador, sobre el cual se midió experimentalmente la rigidez de la etapa gruesa (38,5 N/mm) y se montó el piezoeléctrico. Tarea que requirió una cuidadosa planificación. Se implementó el algoritmo de control del motor paso a paso en el entorno de Simulink. Se cuenta con el conjunto de piezas impresas en 3D y resta su ensamble con el motor y posicionador. Finalmente se realizará el montaje de sensores y la implementación de la estrategia de control del sistema en su conjunto.

Referencias

Lucas I. Lamas, Gustavo M. Flores, Rogelio Hecker (2021). "Diseño Preliminar de un Sistema de Doble Etapa para Posicionamientos Nanométricos". *Mecánica Computacional*, Vol. XXXVIII, Number 29, pp. 1103-1112, Nov. 2021.

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO MECÁNICO DE TORNILLOS PARA HUESO MEDIANTE ENSAYO DE PULL-OUT SEGÚN NORMA ASTM F543

C. Joaquín Perez¹, Ezequiel Perez³, Paula Dublanc², Belén Parodi², Cristian Pereiro²

¹ Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), ² Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), ³ Instituto de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Procesos y Química Aplicada (IPQA), CONICET- Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
cpereiro@inti.gob.ar 54-11-4724-6297

Palabras clave: *pull-out*, tornillos, ASTM F543

Introducción

Las fracturas óseas son patologías que afectan a la población y cuyo abordaje médico por excelencia es la fijación ósea donde los tornillos para hueso desempeñan un rol crucial (Muller et al., 1993). Los mismos se diseñan teniendo en cuenta su uso previsto, definiendo su material de fabricación, sus procesos productivos y propiedades (ANMAT, 2013). Se debe garantizar el desempeño en servicio de estos productos médicos, por esto es que se han desarrollado metodologías de evaluación adecuadas, siendo una de las más importantes los ensayos de comportamiento mecánico. La norma internacional ASTM F543 “Standard Specification and Test Methods for Metallic Medical Bone Screws” establece los requisitos y métodos de ensayo aplicables a los tornillos utilizados en la fijación de huesos. El método de ensayo de resistencia a la extracción axial (*pull-out*) en condiciones *in vitro* permite obtener la fuerza máxima y es uno de los principales enfoques para evaluar la estabilidad del tornillo (Tsai, 2022). El presente trabajo comprende el relevamiento, la compilación y análisis de los ensayos de *pull-out* realizados en INTI entre el 2012-2023. Se construyó un mapa de puntos estableciendo relaciones entre los parámetros evaluados y la fuerza de *pull-out*. El objetivo es generar información que permita conocer el desempeño de los tornillos de fabricación nacional.

Metodología

La fijación por compresión requiere de implantes pequeños para generar fricción interfragmentaria, proporcionando estabilidad a las superficies óseas mediante el uso de tornillos para hueso. Existen distintas clases de tornillos, encontrándose, tornillos autorroscantes, tornillos no autorroscantes, tornillos de tracción, tornillos de grandes y pequeños fragmentos y tornillos de hueso esponjoso (Muller, et al., 1993).

Utilizando los requerimientos del ensayo de la norma ASTM F543, se recopiló la fuerza de *pull-out* de 43 muestras de tornillos para hueso (Tabla 1). Se analizaron ensayos utilizando espumas no normalizadas y normalizadas de distintos grados (grados 20 y 40) para el roscado de tornillos según su tipo.

Tabla 1: Cantidad y características de las muestras

TOTAL DE MUESTRAS ENSAYADAS				43		
TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD	TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD	TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD	TOTALES
TITANIO	30	ACERO INOXIDABLE	11	NO INFORMADO	2	
Corticales	8	Corticales	9	Corticales	2	19
Esponjoso	22	Esponjoso	2	Esponjoso	-	24
Canulados	9	Canulados	2	Canulados	-	11
Sin canular	21	Sin canular	9	Sin canular	2	32
Totalmente Roscados	16	Totalmente Roscados	7	Totalmente Roscados	1	24
Parcialmente Roscados	14	Parcialmente Roscados	4	Parcialmente Roscados	1	19

Cada característica del diseño tiene influencia en el anclaje del tornillo (Chatzistergos et al., 2010), por lo tanto, se relevaron: paso de la rosca, altura del filete, diámetro exterior del tornillo y

el diámetro del alma. Las mediciones se realizaron con un proyector de perfiles. Estos parámetros permitieron calcular el volumen embebido dentro del tornillo (*volume embedded into the screw thread* (VEH)) (Hsieh et al., 2019). Este parámetro ha sido reportado como indicador de la estabilidad de los tornillos (Tsai, 2022); encontrándose una relación entre la fuerza de *pull-out*, el VEH y la heterogeneidad de los huesos mediante la siguiente expresión:

$$PS = K \times VEH \quad (1)$$

Donde, PS es la fuerza de extracción (*pullout strength*), y K una constante. Los parámetros relevados con el proyector de perfiles se utilizaron para calcular el VEH en forma directa y las imágenes obtenidas para confirmarlo, indirectamente, con el software AutoCAD.

Resultados

La base de datos generada permitió agrupar los resultados acumulados en el laboratorio en el periodo 2012-2023, aplicar filtros a diferentes parámetros y utilizar criterios estadísticos para su análisis.

En la Figura 1 se observa la regresión lineal entre el VEH y la fuerza de *pull-out* para tornillos de distinto diámetro roscados en espuma de grado 40, observándose la influencia del perfil de rosca. Con estos resultados se obtuvieron los siguientes valores: $PS = 26,092 \times VEH + 393,1$.

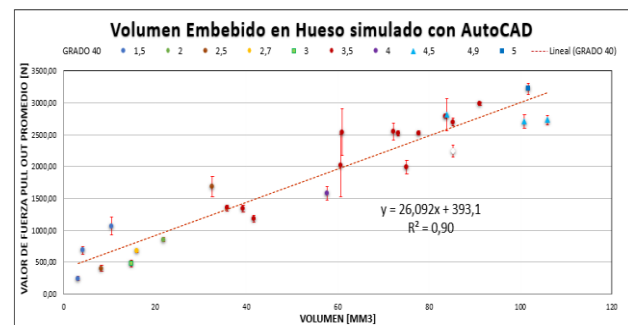


Figura 1: Fuerza de *pull-out* en función del VEH

Conclusiones

Se encontró que el VEH es el parámetro que mejor correlaciona con la fuerza de *pull-out*. El perfil de rosca y el largo de inserción son los parámetros del tornillo que más influyen.

El mapa de puntos generado permite conocer el desempeño mecánico de los tornillos para hueso de producción nacional y comparar el desempeño de un producto con otros que se encuentren en el mercado. Los resultados obtenidos permiten predecir la fuerza de *pull-out* para tornillos no ensayados utilizando la Ecuación 1.

Referencias

- ANMAT, (2013), Disposición N° 3266.
- Chatzistergos, P.E. et al., (2010), “A parametric study of cylindrical pedicle screw design implications on the pullout performance using an experimentally validated finite-element model”, Med. Eng. Phys., Elsevier.
- Hsieh M-K. et al., (2019), “Biomechanical study of the fixation stability of broken pedicle screws and subsequent strategies”, PLoS One, 14(6).
- Muller, M.E. et al., (1993), “Muller, Manual de Osteosintesis - 3° Edición”, Springer.
- Tsai, Y-Y., (2022), “Predicting pullout strength of pedicle screws in broken bones from X-ray images,” J Mech Behav Biomed Mater., Elsevier.

EFFECTO DE LA TECNOLOGÍA DE CORTE DE ENTALLAS EN V SOBRE LA RESILIENCIA DE PROBETAS CHARPY

F. Spanu^a, M. Cantero^a, D. Migliorino^a, H. Lorusso^b, D.
Martinez Krahmer^b

^a Instituto de Ingeniería y Tecnología, Universidad Nacional de Hurlingham (UNaHur), Teniente Origone 100/200, Hurlingham, Provincia de Buenos Aires, Argentina.
floencia.spanu@estudiantes.unahur.edu.ar,
marianohector.cantero@estudiantes.unahur.edu.ar

^b Centro de Investigación en Mecánica, Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Avenida General Paz 5445, 1650 Miguelete, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Palabras clave: Charpy, entalla en V, resiliencia

Introducción

Las estructuras mecánicas en servicio, se encuentran sometidas a distintas cargas. Considerando la dependencia del tiempo, estas pueden ser estáticas, de impacto y cíclicas.

En ingeniería, la selección del material para una aplicación específica es crucial. Entre las propiedades que se consideran, la resiliencia juega un papel importante. Es aquí donde el ensayo de Charpy se convierte en una herramienta invaluable. Este ensayo, nos permite determinar la resiliencia al impacto de un material, es decir, su capacidad para absorber energía cuando se enfrenta a una carga repentina.

Asimismo, las tecnologías de fabricación de piezas metálicas son cada vez más variadas, rápidas y precisas, capaces de abordar materiales de mala maquinabilidad, tal como hoy lo demanda la industria metalmeccánica (Buglioni et al, 2021).

El objeto de este trabajo es proponer un proceso alternativo, como es la erosión por hilo (WEDM = Wire Electric Discharge Machining), como potencial sustituto del método normalizado (fresado), y evaluar la posibilidad de ser usado de forma extensiva en el corte de entallas en V en probetas Charpy.

Para ello, se evaluaron las probetas desde el punto de vista geométrico, y se efectuaron ensayos de Charpy a temperatura ambiente obteniendo la energía absorbida durante el impacto, la resiliencia, y el shear fracture. Asimismo se caracterizaron los materiales desde el punto de vista químico y mecánico a través de mediciones de microdureza, y se determinó la integridad superficial producida por cada proceso sobre los tres materiales que presentaron rotura dúctil.

Metodología

En este estudio se analizaron cinco materiales: aluminio, latón, acero inoxidable AISI 304, acero de bajo carbono AISI 1010, acero de medio carbono AISI 1045; partiendo de barras trefiladas de sección cuadrada de 10 mm de lado. Para realizar las entallas en V se siguieron los lineamientos de la Norma involucrada (IRAM-IAS U500-16-1, 2012) empleando dos tecnologías de corte: fresado y electroerosión por hilo. Se midieron en forma óptica los valores de los radios y ángulos de las entallas generadas, así como las secciones resistentes debajo de ellas. Por vía metalográfica se determinaron las microestructuras y microdurezas para cada material. Finalmente se hicieron los ensayos de flexión por impacto en un péndulo de 370 J.



Figura 1: Máquinas de corte, péndulo y probetas Charpy

Resultados preliminares

El análisis micrográfico de corte longitudinal y transversal de las probetas evidenció la modificación de la orientación de la microestructura por parte del proceso de trefilado. Las microdurezas medidas arrojaron valores característicos para cada material con valores promedios en zonas próximas a las entallas similares para ambas tecnologías de corte. Los aspectos de rotura obtenidos en cada una de las probetas se pudieron comparar con el anexo B de IRAM-IAS U500-16-1, determinando el porcentaje de ductilidad y fragilidad para cada probeta y cada material. La resiliencia está dada por la relación entre la energía absorbida obtenida durante el ensayo de Charpy y la sección estimada debajo de la entalla.

El ensayo de flexión por impacto arrojó que, los materiales como el latón y el acero AISI 1045, absorbieron las menores cantidades de energía, sin diferencias significativas entre las probetas con entallas fresadas y erosionadas, siendo clasificados por el aspecto de la fractura en materiales frágiles. Con relación a los materiales restantes, es decir, el acero AISI 1010, aluminio e inoxidable AISI 304, se obtuvieron valores crecientes de energía absorbida, resultandos clasificados por el aspecto de la superficie de fractura en materiales dúctiles.

Conclusiones

En cuanto a los procesos de corte, hubo mayor dispersión en la geometría de las entallas fresadas. Esto ocurrió en todos los materiales evaluados, tanto en los radios como en los ángulos generados. Por el contrario, la tecnología de corte WEDM resultó más precisa y repetitiva.

El proceso de erosión es apto para el corte de entallas en V de probetas de Charpy de materiales frágiles.

En cuanto a los materiales dúctiles, los valores de resiliencia de las probetas con entallas erosionadas de los materiales dúctiles resultaron superiores a los valores de referencia (entre 3.7 a 23.3%). Por esta razón será necesario seguir estudiando el porqué de estas diferencias con la finalidad de establecer las causas que las generan.

Agradecimientos

Se agradece a Alejandro Simoncelli por el mecanizado de todas las entallas. A Jonathan Pereyra por la realización de los ensayos de Charpy y a María Emilia Boedo por los análisis químicos. Asimismo a Javier Pouton por su colaboración en las mediciones iniciales de la geometría de las entallas.

A Agustín Pérez del laboratorio de Metalurgia de la UNaHur.

Referencias

Buglioni L, Krahmer D, Sánchez Egea A et al (2024). Implications of stress concentrators and work hardening in flat tensile samples subjected to milling and abrasive water jet machining. Int J Adv Manuf Technol. DOI: 10.1007/s00170-024-14118-1

IRAM IAS U500-16-1 (2012), Ensayo de flexión por impacto con péndulo de Charpy sobre probeta con entalladura en V.

PROYECTOS INTEGRADORES: UN CAMINO HACIA LA FORMACIÓN DE COMPETENCIAS

Esp. Lic. Andrea Mejeras, Dr. Ing. Gustavo Cazzola

UTN FRGP, Argentina

amejeras@docentes.frgp.utn.edu.ar +541167822508

gcazzola@docentes.frgp.utn.edu.ar +541132588051

Palabras clave: Competencias, Integración de Conocimientos

Introducción

El *Libro Rojo* del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI, 2018), en sus Consideraciones Generales, indica “Definir un enfoque basado en competencias y descriptores de conocimiento” y, de acuerdo al nuevo Diseño Curricular, la formación del futuro Ingeniero debe considerar abordajes inter y transdisciplinarios y áreas de trabajo que propicien la integración vertical de competencias específicas y genéricas.

El Departamento de Ingeniería Mecánica de la Facultad Regional General Pacheco (Universidad Tecnológica Nacional, UTN-FRGP) definió trabajar en esa línea, sosteniendo reuniones periódicas con cada una de las áreas de conocimiento (Mejeras, Cazzola, & Perez Arrieu, 2020) y vincular las actividades de los estudiantes (dentro de cada área) a través de la realización de Trabajos Integradores (uno por área). En ese marco, se formuló la propuesta de desarrollar trabajos de formación práctica (de resolución formal o de laboratorio), lo cual permite efectivamente a los estudiantes trasladar entre asignaturas contenidos temáticos abordados, calculados y resueltos para un recorte disciplinar a otra/s disciplina, de modo de relacionar conceptos y competencias tendientes a su integración interdisciplinaria o transdisciplinaria.

Metodología

Con el objetivo mencionado precedentemente, se analizaron y seleccionaron espacios curriculares para los cuales fuera posible aplicar el esquema propuesto. Así, en el Área Térmicas y Fluídicas, sobre la base del eje común Centrales Térmicas, se vincularon las asignaturas “Termodinámica”, “Mecánica de los Fluidos”, “Tecnología del Calor”, “Máquinas Alternativas y Turbomáquinas” e “Instalaciones Industriales”, conforme la esquematización ilustrativa que se muestra en la Figura 1. A partir de lo expuesto, cada área curricular ha definido un proyecto integrador que queda constituido por uno o más trabajos prácticos realizado/s en las distintas asignaturas del área, en los cuales se imbrican conceptos o resultados de materias previas con las actividades de otros espacios curriculares posteriores del área. Cada trabajo práctico empieza y termina dentro de la asignatura (y forma parte de la aprobación de la misma) y fue diseñado de modo tal que no interfiera en la pauta de correlatividades. Sin embargo, en la asignatura “Instalaciones Industriales” debe combinar o componer todos los trabajos prácticos realizados con esta modalidad, de modo de integrar los para conformar un proyecto que sea un aporte significativo a su formación.

Entre los Proyectos Integradores propuestos por cada área curricular, se mencionan a los siguientes:

- Análisis de las Propiedades Mecánicas (Tracción-Metalografía) de un material metálico.
- Proyecto de piezas de revolución en equipamientos de

centrales térmicas

- Parada de planta de una central térmica.
- Parte de la instalación de un generador de vapor en una central térmica de ciclo combinado (ver Figura 1)
- Diseño de árbol principal de un puente grúa en una central térmica.
- Selección de motores y diseño del sistema de control para una bomba de agua en una central térmica.

Por otra parte, cada Proyecto tiene un Docente Referente que es quien informa al equipo de Coordinación en la formación por competencias respecto del estado de realización y avance de cada Trabajo Integrador.

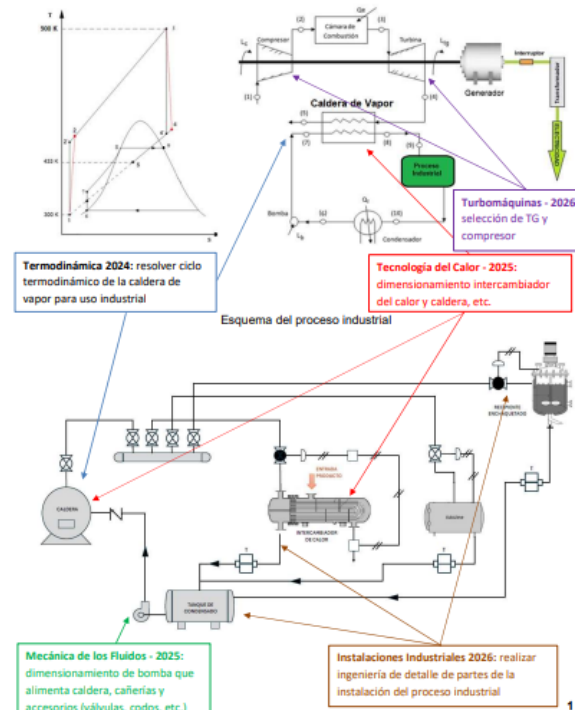


Figura 1: Proyecto Integrador del Área Térmicas y Fluídicas

Referencias

CONFEDI. (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería. "Libro rojo de CONFEDI"*. Universidad FASTA Ediciones.

Mejeras, A., Cazzola, G., & Perez Arrieu, J. C. (27-31 de Julio de 2020). 18th LACCEI - Virtual Edition. Avanzar hacia un curriculum por competencias: acciones en el Departamento de Ingeniería Mecánica UTN - FRGP. SCOPUS.

Pérez Gómez, Á. (2008). ¿Competencias o pensamiento práctico? La construcción de significados de representación y de acción. En J. Gimeno Sacristán, *Educación por competencias, ¿qué hay de nuevo?* (págs. 59-102). Madrid: Morata.

Tobón, S. (2006). *Aspectos básicos de la formación basada en competencias. pdf*. Talca: Universidad de Talca.



XLI RAC 2024

41° Reunión Académico Científica 2024



FoDAMI