

DESTACADOS

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DESARROLLADOS POR ESTUDIANTES

Durante el 2019, 64 estudiantes lograron convertirse en los nuevos y nuevas ingenieras del Departamento de Ingeniería Mecánica, y 5 estudiantes obtuvieron sus grados de magíster en Ciencias de la Ingeniería, con mención en Mecánica. A continuación, destacamos los proyectos desarrollados por los estudiantes de pregrado y postgrado, impartidos por el DIMEC U. Chile.

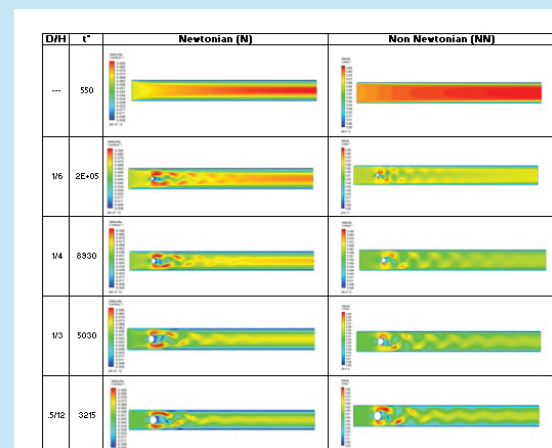
POSTGRADO

Alejandro Olivares

Mecánica de fluidos y transferencia de calor en un canal con un generador de vórtice enfrentado a un flujo de fluido no newtoniano

Por mucho tiempo se ha estudiado el mejoramiento de la transferencia de calor en las paredes diferentes dispositivos y/o artefactos como lo son: intercambiadores de calor, componentes electrónicos entre otros. Dichos estudios han considerado: modificaciones en las geometrías de las paredes de los dispositivos, como por ejemplo introduciendo ranuras, aletas y aumentando su rugosidad, mientras que otros estudios han incluido generadores de vórtices al interior de dichos dispositivos. La mayoría de estos estudios han considerado como base un fluido con comportamiento newtoniano.

Este trabajo considera la influencia que tiene el tamaño de un generador de vórtices transversal cilíndrico con el enfriamiento de las paredes de un canal plano, aprovechando la generación de vórtices mediante la interacción con un fluido no newtoniano del tipo Ley de Potencia (Ostwald de Waele). Todos los resultados son comparados, bajo las mismas condiciones, con un fluido newtoniano. Los casos estudiados consideran un régimen de flujo tipo laminar y turbulento. La mejora en la transferencia de calor se mide bajo de concepto de rendimiento termo-hidráulico, cuyo fin es evaluar la transferencia de calor mediante el número de Nusselt promedio, con la mecánica de fluidos mediante el factor de fricción. Además, se analiza el comportamiento del número de Nusselt local a lo largo de la canal. Los resultados obtenidos mostraron que al usar un fluido del tipo ley de potencia, la mejora de la transferencia de calor y los aumentos de presión en un canal son mayores que el uso de un fluido newtoniano, junto con determinar que para diámetros de generadores de vórtices pequeños el rendimiento termo-hidráulico aumenta. El comportamiento del fluido y la transferencia de calor se desarrolla mediante simulaciones CFD mediante el software Fluent-ANSYS.

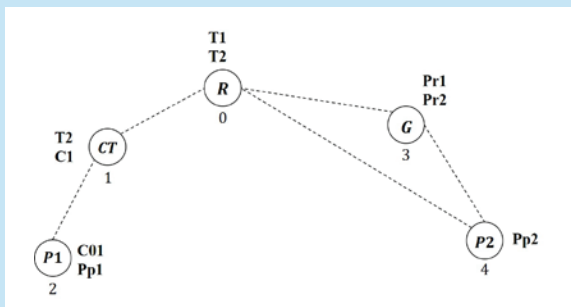


Andrés Ruiz-Tagle

System-level prognostics and health management: A graph neural network based framework

En la industria, las tecnologías de monitoreo por sensores han sido utilizadas para recopilar cantidades masivas de datos, los que han sido aprovechados enormemente con el uso de novedosos modelos en base a Big-Data y Aprendizaje de Máquinas para mejorar el análisis de confiabilidad de equipos. Para realizar esto, un conjunto de mediciones de sensores es tomado por el modelo, el que luego es entrenado para diagnosticar, por ejemplo, el estado de salud de un rodamiento o una turbina. Aunque esta metodología ha tenido un gran éxito en el caso de componentes específicos, resulta inconveniente cuando se analizan sistemas complejos de ingeniería, cuyo comportamiento es determinado por las interacciones de los equipos que lo componen, siendo los modelos de Aprendizaje de Máquinas actualmente utilizados incapaces de tomar esto en consideración.

Para solucionar este problema, en esta tesis se propone el uso de una novedosa técnica de Aprendizaje de Máquinas llamada *Geometrical Deep-learning* (GDL), la que es utilizada para representar y analizar un sistema de ingeniería en forma de un grafo, cuyos nodos corresponden a los equipos presentes (tales como bombas e intercambiadores de calor, entre otros) y sus ejes a las conexiones físicas entre estos (por ejemplo, a través de pipelines). De esta manera, es posible utilizar los beneficios del Aprendizaje de Máquinas a nivel de sistemas complejos, tomando en consideración cómo los distintos equipos interactúan entre ellos. Para esto, se propuso un marco de trabajo en base a GDL que permite diagnosticar el estado de salud de un sistema completo y de sus componentes, entregando además información que permite analizar cómo interactúan estos últimos entre ellos cuando el sistema se comporta de forma anómala. Este marco de trabajo fue validado usando una base de datos real proveniente de una planta de celulosa, logrando diagnósticos de salud altamente precisos que sobrepasaban a los estimados por otros modelos de Aprendizaje de Máquinas comúnmente utilizados, tales como *Random Forest* y *Neural Networks*.

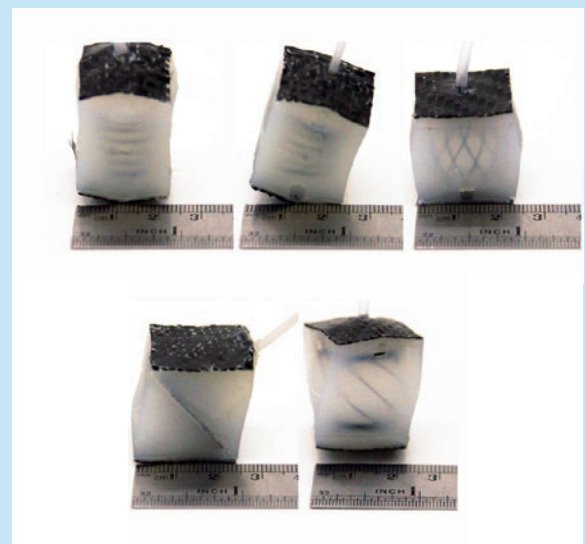


Harold Valenzuela

Diseño y fabricación de robots modulares blandos heterogéneos

Este trabajo de tesis consistió en diseñar, modelar y caracterizar una población de robots modulares blandos heterogéneos. Estos robots tienen la capacidad de lograr un movimiento discreto y, en conjunto, pueden realizar tareas diversas y complejas. Cada robot consta de un núcleo que posee un diseño único en su interior. Este núcleo es devanado utilizando una fibra inextensible para impedir o guiar la expansión en ciertas direcciones, logrando así que un robot tenga la capacidad de rotar, inclinar, desplazarse dos caras de forma paralela, expandirse en una o en dos direcciones. Se utilizó un circuito neumático para efectuar el movimiento en cada robot. Este sistema de control inyecta aire al núcleo obligando al robot que se deforme y facilita la liberación del aire para que el núcleo regrese a su estado natural. Se realizaron simulaciones mediante el análisis de elementos finitos donde se implementaron las propiedades mecánicas de un material hiperelástico y un material lineal elástico. Con el uso de estas simulaciones, se pudieron realizar diferentes modificaciones en el diseño de cada robot basados en el comportamiento mecánico observado.

La población de robots modulares blandos se destaca por la amplia variedad en sus posibles configuraciones, pudiendo formar robots del tipo como un brazo mecánico, plataformas móviles o pinzas. En esta investigación se realizó el análisis de la deformación de cada robot modular tanto para los robots simulados como para los robots fabricados. Los datos experimentales y simulados fueron comparados, concluyendo que las deformaciones en ambos casos se comportan de manera similar validando la simulación de los robots. Se decidió construir una plataforma móvil cartesiana tipo impresora 3D constituida por robots modulares blandos. Los resultados del movimiento en los tres ejes fue lo esperado, sin embargo, su precisión es insuficiente para ser implementada como una impresora 3D.



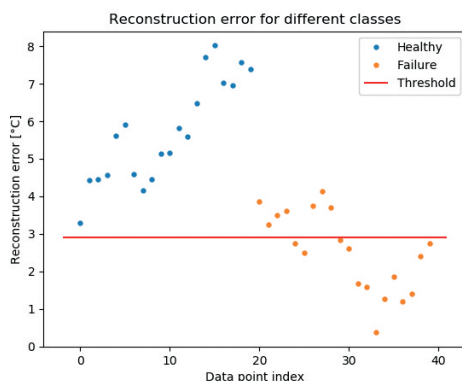
PREGRADO

Camila Correa

Evaluación de técnicas de aprendizaje profundo para el diagnóstico en sistemas térmicos mediante detección de anomalías

Los Sistemas Solares Térmicos (SST) son una fuente de energía viable y sustentable para aplicaciones de agua caliente a nivel domiciliario e industrial. Dada la variabilidad natural de la radiación solar, estos sistemas frecuentemente son complementados con almacenamiento térmico y fuentes de calor auxiliares convencionales para aumentar su disponibilidad operativa. Por ello, modelos precisos para la predicción de su rendimiento son herramientas útiles para aumentar el uso efectivo de los SST. En los últimos años, diversas técnicas basadas en datos se han aplicado de manera exitosa en la identificación y cuantificación de daño en distintos sistemas mecánicos. Por lo anterior, es de interés evaluar su uso para el análisis de desempeño en sistemas térmicos, en particular, técnicas especializadas para el análisis de series temporales.

En el presente Trabajo de Título, distintas técnicas de aprendizaje profundo (*Deep Learning*) son entrenadas para la predicción de rendimiento de un SST, con el fin de desarrollar un modelo de detección de anomalías. El caso de estudio utilizado es el sistema de agua caliente solar del edificio Beauchef 851, el cual es analizado y simulado con el software TRNSYS, permitiendo la generación de grandes cantidades de datos tales como temperatura, flujo y las condiciones ambientales. Técnicas evaluadas incluyen redes neuronales, tales como RNN y LSTM. Se destaca la precisión de los modelos para predecir secuencias temporales de temperatura (un RMSE de 0.41°C y 0.55°C, respectivamente) y un bajo error relativo de 3.45%, indicando predicciones de rendimiento confiables. La detección de anomalías se enfoca cambios en patrones de consumo y eficiencia de los colectores solares. Estas anomalías son reconocidas con una exactitud de un 86% y un 70%. A pesar de la sensibilidad del modelo de detección, estos resultados son prometedores ante la posibilidad de integrar mediciones y validaciones experimentales de este.



PREGRADO

Francisco Cubillos

Reparación automática de barras metálicas cilíndricas mediante manufactura aditiva robotizada

El objetivo de este trabajo es generar un nuevo sistema robotizado para la reparación automática de barras cilíndricas metálicas mediante el empleo de fabricación aditiva con metales. Para lograr esto se busca integrar una máquina soldadora MIG con una fresa CNC y un cuarto eje, utilizar un escáner láser para obtener datos de daños de desgaste en distintas barras, generar automáticamente el código G para las trayectorias de reparación de fallas, realizar mejoras en un software disponible para la generación de código G, incluir una interfaz gráfica simple y realizar pruebas de reparación con soldadura en barras.

La metodología consiste en 3 etapas. Primero se traduce a Python un programa disponible al inicio de la memoria para la generación de trayectorias de reparación, escrito originalmente en Matlab. Después se diseñan y fabrican herramientas para fijar las barras y antorcha de soldar al cuarto eje y equipo CNC, respectivamente. Se asegura la protección del equipo CNC contra las corrientes de la soldadura y se hace la integración CNC-MIG mediante la conexión del circuito de refrigerante de la CNC con el gatillo de encendido de la antorcha de soldar. Segundo, se prueba esta integración física para asegurar su funcionamiento y control del encendido y apagado de la soldadura mediante pruebas de cordones de soldadura simples y las barras a ser reparadas se dañan con un esmeril. Tercero, se escriben códigos en Python para automatizar la toma y procesamiento de datos y se crea una interfaz visual básica. Luego, se escanean las barras de pruebas mediante un escáner láser de profundidad, se genera el código G necesario para reparar estos daños mediante el software desarrollado y se realizan las pruebas finales de reparación. Para las reparaciones se fijan las barras desgastadas al cuarto eje del equipo CNC y la antorcha de la máquina de soldar al husillo de la misma. El código G generado para la reparación mediante el software desarrollado se ingresa a la CNC con un pendrive. Cuando se da el inicio del programa la combinación CNC-MIG realiza la reparación de forma automática, rellenando la parte desgastada de las barras con soldadura.



PREGRADO

Bastían Orellana

Modelación y estimación de esfuerzos en el chasis trasero de un camión tolva



Con la finalidad de predecir la vida útil y evaluar la operación de los camiones Sandvik TH663 que operarán el sector de extracción Pacífico Superior de la División El Teniente se realiza un estudio estructural del chasis trasero del camión mediante un modelo numérico simplificado, validado experimentalmente mediante vibraciones y sometido a cargas estimadas, similares a las esperadas en este sector de la mina. Este tema de memoria surge debido durante los años 2014 a 2017, camiones Sandvik TH550 tuvieron fallas estructurales debido a condiciones de carga similares a las que se verán expuestos estos nuevos camiones.

Se desarrolla una metodología para el estudio del chasis del camión que consiste en modelar el chasis del camión de manera simplificada en un software de elementos finitos (ANSYS 17.1) donde se estimarán esfuerzos y la vida útil considerando las condiciones de borde y diferentes condiciones de carga durante la operación. Junto con esto, se realizan mediciones experimentales mediante un test de impacto para hacer un análisis modal que permita ajustar y validar el modelo numérico.

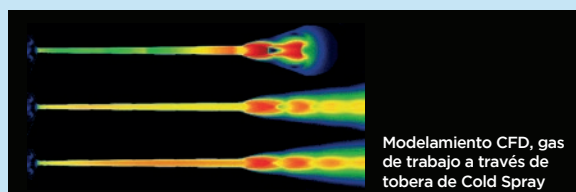
PREGRADO

Mario Parot

Modelamiento fluido-dinámico de microtoberas de cold spray para la depositación de partículas de cobre, utilizando mezclas helio-nitrógeno

El Cobre es crucial en nuestra economía y es importante encontrar nuevas aplicaciones para revalorizar este metal. En este trabajo se estudió la factibilidad del uso de Cobre para impresión 3D por *Cold Spray*, enfocando el estudio al diseño de toberas (boquillas) capaces de proyectar partículas de Cobre a velocidades supersónicas, produciendo adherencia por impacto. Los ensayos experimentales son costosos y por ello se recurrió a modelamiento CFD para diseñar las toberas y definir parámetros relevantes tales como el largo de las mismas y la fracción molar del gas de trabajo (el cual se usa para acelerar las partículas de Cobre).

Se obtuvo que, al emplear Nitrógeno, las toberas necesitan un largo de 48 mm para que las partículas alcancen una velocidad suficiente. Por otro lado, basta con una mezcla 60% He (40% N) para alcanzar una alta eficiencia de adherencia. Por ende, las mezclas Helio-Nitrógeno son una alternativa real, en contraste al uso de Helio puro, el cual es un gas costoso y no-renovable. En cuanto al futuro del uso de Cobre para impresión 3D por *Cold Spray*, se requiere el desarrollo de nuevas técnicas de manufactura que permitan la construcción de toberas bajo las condiciones de diseño definidas por este trabajo, lo cual plantea un nuevo desafío para los ingenieros e investigadores en esta materia.



PREGRADO

Oliver Rodríguez

Estudio de creep ferroelástico en LaCoO_3 mediante indentación

En las últimas décadas se han ido desarrollando nuevas tecnologías las cuales demandan a las ciencias e ingenierías nuevos materiales con múltiples propiedades, que se adecuen y estén a la altura de los nuevos avances. Es así como se han comenzado a estudiar los materiales con estructura cristalina de perovskita, que han demostrado poseer una gran variedad de propiedades. Una de esas propiedades es la ferroelasticidad, es decir, un comportamiento no lineal en la deformación elástica del material y que al quitar la carga queda con una deformación remanente.

En esta ocasión se escogió el LaCoO_3 para estudiar sus propiedades ferro-elásticas a través de ensayos de compresión en barras rectangulares e indentación plana sobre discos, de los cuales se obtuvieron las deformaciones en el tiempo para ciclos de cargas específicos, con esta información se construyeron las curvas de carga versus deformación para así encontrar los esfuerzos críticos (puntos de inflexión), estos esfuerzos resultaron ser mayores en los ensayos de compresión que en los de indentación. Además, se construyeron las curvas de creep en base a series de Prony, obteniendo constantes similares a la literatura validando así el método de indentación para determinar el comportamiento de creep ferroelástico en el LaCoO_3 .

