

Propuesta de Proyectos Integradores

DATOS GENERALES DE LA PROPUESTA

Título de la propuesta: **Diseño conceptual de una herramienta automatizada de inspección de soldaduras internas del Plenum del reactor CAREM25**

Apellido y Nombres del director/a: **ROBADOR EDUARDO MATIAS**

Dependencia: **División de Robótica del proyecto CAREM**

Dirección electrónica del director/a (ingresar una sola dirección): **robador.matias@gmail.com**

Apellido y Nombres del co-director/a: **ACHA LAUTARO (es docente del IB)**

Dependencia: **División de Robótica del proyecto CAREM**

Dirección electrónica del co-director/a (ingresar una sola dirección): **lauta.acha@gmail.com**

Lugar de realización de la tesis - Identificar claramente el lugar donde se desarrollará el trabajo de tesis.: **Oficinas y Laboratorio de Robótica - Edificio del Simulador del CAREM - Centro Atómico Bariloche**

DETALLE TÉCNICO DE LA PROPUESTA

Motivación - Breve descripción del contexto de la propuesta.(Maximo 500 palabras): **A medida que las centrales nucleares envejecen, las autoridades regulatorias exigen periódicamente tareas de inspección y mantenimiento para determinar el estado de los componentes del reactor.**

Una de ellas es la inspección de cordones de soldadura mediante técnicas de ultrasonido, lo que representa un mantenimiento preventivo que busca verificar la integridad estructural de los mismos.

Debido a la complejidad de las plantas, algunas soldaduras no son accesibles por completo utilizando métodos convencionales. Por ello, quedan expuestas a una inspección sin terminar o significan inspecciones relativamente extensas en el tiempo. Esto va en contraposición del interés creciente en minimizar la exposición de los operadores y cumplir con los altos estándares de seguridad requeridos. Además, el problema se acentúa cuando los cordones se encuentran en el interior de superficies cilíndricas como tubos o acometidas del recipiente a presión del reactor.

Por todas estas razones, es de gran interés para la División de Robótica del proyecto CAREM el desarrollo de dispositivos robóticos que lleven a cabo la inspección en tales geometrías. En un principio, el caso particular de estudio serán las soldaduras internas del “Conjunto Plenum” del reactor CAREM25. El Plenum es la brida de acceso a los generadores de vapor (GV) del reactor. Está compuesto por un tubo cilíndrico que se suelda a la circunferencia del recipiente a presión del reactor, posee en su interior una placa de tubos que conecta los 52 tubos del GV, una placa plana horizontal que separa las fases de vapor y agua, y dos acometidas, una inferior y otra superior para la entrada de agua y la salida de vapor, respectivamente. Entonces, los cordones a inspeccionar serán los que unen todos los componentes anteriores: el cordón circunferencial entre el tubo exterior y la placa de tubos, cordones longitudinales entre la placa separadora de fases y el tubo exterior, cordones transversales entre la placa de tubos y la placa separadora de fases y por último, los cordones entre el tubo exterior y las acometidas.

Si bien existen modelos comerciales de robots que realizan tareas parecidas [1], estos no son aplicables para el caso en particular mencionado, debido principalmente a la complejidad del entorno. Es deseable entonces lograr una solución a medida para este caso de estudio. En particular, la división está desarrollando un Sistema Automatizado para Inspeccionar y Mantener los Generadores de

Vapor (SAIM), basado en un robot industrial KUKA y un conjunto de herramientas para realizar cada tarea puntual [2]. En este sentido, la herramienta a diseñar debe integrarse con el brazo robótico y el resto del SAIM. Otra ventaja es que se dispone en el Laboratorio de un Mock-up en escala 1:1 del Conjunto Plenum, y el SAIM incluyendo el brazo robótico, el cual puede servir para validar experimentalmente las ideas conceptuales que surjan. Por otra parte, se encuentra en desarrollo una Maestría en la división con una temática semejante, pero destinada a la inspección de los cordones circunferenciales del recipiente a presión del reactor [3].

Objetivos Proyecto Integrador - Breve descripción de los logros esperables como consecuencia de la ejecución de la propuesta, en cada uno de los semestres. (Máximo 300 palabras): **El objetivo puntual del Proyecto Integrador es diseñar una herramienta para inspeccionar las soldaduras internas del Plenum del reactor CAREM25 de forma automatizada. Como objetivo más general, se pretende hacer un aporte al Sistema de Automatización de Inspección y Mantenimiento (SAIM) que está desarrollando la División de Robótica del Proyecto CAREM.**

Objetivos particulares del PI:

- Investigación del estado del arte de los desarrollos tanto industriales como académicos semejantes.
- Consulta bibliográfica respecto a la técnica de ultrasonido empleada en la inspección.
- Estudio del entorno de operación y resumen de los requerimientos globales para el diseño, como por ejemplo el acoplamiento entre el módulo de inspección y el brazo robótico del SAIM.
- Evaluación y selección del principio básico de desplazamiento del módulo robótico.
- Selección de los actuadores y sensores necesarios para un eventual control de movimientos.
- Diseño mecánico del módulo completo, con todos sus mecanismos y electrónica a bordo.
- Eventual fabricación y ensayo de un primer prototipo para validar la idea conceptual propuesta en el Mock-up del Plenum del Laboratorio de Robótica (sujeto a disponibilidad de presupuesto para compra de materiales).

Con todo esto, se espera que el alumno integre las distintas áreas de conocimiento vistas a lo largo de la carrera, empleando ciencias básicas y de ingeniería; especializándose en la parte de diseño mecánico y automatización.

Objetivos PI con continuidad en tesis de Maestría en Ingeniería, objetivos para la Maestría Descripción tentativa de los objetivos para la Maestría. (Máximo 300 palabras)

Cronograma tentativo - Descripción de cronograma de trabajo sugerido para el plazo de la propuesta (12 meses).: **1 Cuatrimestre:**

Búsqueda bibliográfica y análisis de sistemas de inspección existentes o desarrollos similares. Familiarización con el Sistema Automatizado de Inspección y Mantenimiento de los GVs en desarrollo. Definición de requerimientos. Selección del mecanismo a implementar. Familiarización con el manejo de software CAD CATIA/SolidWorks.

2° Cuatrimestre:

Diseño mecánico del sistema, selección de sensores y actuadores. Eventual fabricación de prototipo y pruebas experimentales cualitativas en el Laboratorio. Escritura del informe final del proyecto integrador.

Plan de Formación sugerido (solo para IM e IT) - Sirvase sugerir los cursos que al alumno le resultarían necesario o conveniente cursar para la realización del Proyecto Integrador. En el caso de Ingeniería Mecánica es necesario el cursado de una materia optativa de al menos 60 hs para completar el Plan Curricular de Ingeniería Mecánica.: **Sistemas Embebidos, Servomecanismos o Introducción a la Robótica**

Información adicional que desee incluir: **La propuesta contará con el constante seguimiento y colaboración de la Jefa de la División Robótica del CAREM, la Dra. Sol Pedre.**

Referencias

[1] Jireh Industries (2020). Inspection Robotics: “Navic 2 – Base Crawler”. Houston, EU. Recuperado

online de <https://www.jireh.com/products/navic-2-base-crawler/>

[2] “Robotics for Nuclear Applications: experience in the CAREM25 Small Modular Reactor” Charles Trujillo, Claus Smitt, Alexandre Semine, Matias Robador, Tobias Quispe, Sol Pedre, Alexander Leño, Ignacio Catalano, Evelin Battocchio, Lautaro Acha, Outreach Workshop del International Symposium on Experimental Robotics, ISER 2018, Buenos Aires, Argentina, 5 al 8 de Noviembre 2018.

[3] “Diseño de módulo robótico para la inspección de soldaduras en superficies cilíndricas” María Jimena López Morillo, Tesis de Maestría, en prensa.