

# CINCO PREGUNTAS CON

## DR. BRUCE YEE RENDON

### ADS: Aceleradores orientados a una operación confiable

Sistemas subcríticos accionados por aceleradores (**ADS**, por sus siglas en inglés), es una solución eficiente para reducir la vida media y la radio toxicidad de los residuos nucleares mediante la transmutación de actínidos menores. Los proyectos de **ADS** emplean aceleradores de protones de alta intensidad para producir neutrones mediante un proceso de espalación para un reactor subcrítico. La principal característica de los aceleradores **ADS** es su confiabilidad extrema, la cual es mayor de la que se obtiene en actuales aceleradores lineales de alta intensidad. Es por lo que un acelerador orientado a una operación confiable es adoptado para satisfacer este requerimiento [1].

#### ¿Te puedes presentar?

Mi nombre es Bruce Yee Rendón, soy de Culiacán, Sinaloa, México. Obtuve la licenciatura en Física en la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Autónoma de Sinaloa [2] en el 2007. Después, me mude a la Ciudad de México donde estude mi Maestría (2007-2009) y Doctorado (2010-2014) en Física en el Departamento de Física del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) [3]. Mis tesis de licenciatura y maestría fueron en el área de física de altas energías. Realice análisis de datos del experimento H1 del Hadron Elektron Ring Anlage (HERA) en el Sincrotrón Aleman (DESY). A finales del 2009 me uní al campo de aceleradores de partículas.



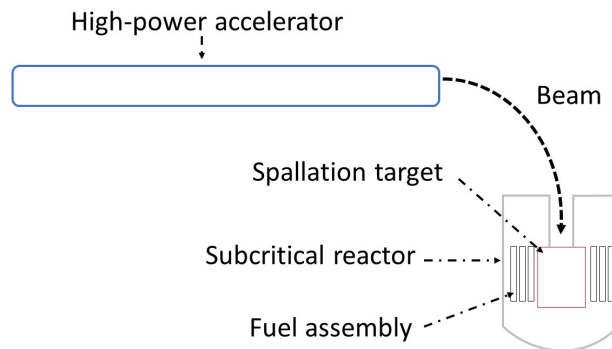
Figure 1. Dr. Bruce Yee-Rendon

Un año más tarde, fui estudiante de verano en el Centro Europeo de Investigación Nuclear (CERN) [4] en Suiza, y del 2011 al 2013, realicé mi investigación de doctorado en estudios de “Crab Cavities” en el CERN. En el 2015, me mudé a Japón, donde fui investigador postdoctoral en el High Energy Accelerator Research Organization (KEK), en el Japan Proton Accelerator Research Complex (J-PARC) [5]. Desde el 2018, soy investigador postdoctoral superior en el Japan Atomic Energy Agency (JAEA) [6], en J-PARC, pero trabajando el proyecto de **ADS**.

## ¿Puedes contarnos sobre tu instituto y tu tema de investigación?

JAEA es el principal instituto que desarrolla investigación nuclear en Japón. Juntos, JAEA y KEK operan el acelerador de protones de mayor intensidad en Asia: J-PARC. La energía nuclear es una de las fuentes más competentes para producir energía, sin embargo, tiene retos críticos, como lo es el almacenamiento

Figure 2. Diseño esquemático de un ADS.



de residuos nucleares. Por

eso, desde la década de los ochentas, JAEA ha venido desarrollando un proyecto de **ADS** para la transmutación de residuos nucleares. Un acelerador de ADS demanda una confiabilidad muy extrema, es decir, que el número de veces que el haz se detiene debe ser muy pequeño, para evitar estrés térmico en la estructura del reactor sub-crítico [7]. Mi trabajo se centra en la óptica del haz, es decir, el arreglo de los elementos que componen al acelerador, y el desarrollo de estrategias para satisfacer los requerimientos de los proyectos **ADS**.

## ¿Por qué elegiste este tema de investigación?

Bueno, la física es un negocio familiar: mis dos hermanos mayores son físicos (Cristo y Ana), por lo que yo seguí sus pasos. Mi hermano mayor (Cristo) fue estudiante de verano en DESY, por lo que me interesó mucho en el área de física de altas energías. Sin embargo, mi asesor, el Dr. Ricardo López Fernández (CINVESTAV), siempre me motivó a trabajar al área de aceleradores. En el 2009, fui a la escuela de aceleradores del CERN (CAS), donde conocí al Dr. Oliver Brüning, en ese entonces jefe del Departamento de haces en el CERN. Él fue quien me puso en contacto con el Dr. Frank Zimmermann, quien se volvió mi asesor de doctorado. Desde que era estudiante del doctorado, mi trabajo principal ha estado relacionado con aceleradores de protones de alta intensidad: LHC, J-PARC y ahora JAEA-ADS. La mayoría de mi trabajo se relaciona con simulaciones

de partículas enfocado a la pérdida de partículas en el haz. Por lo que al finalizar mi postdoctorado en KEK, continúo trabajando en J-PARC, pero ahora en el reto del ADS.

### Actualmente, ¿Cuál es el mayor reto que has encontrado en tu trabajo?

**ADS** es un proyecto en la frontera de alta-intensidad. Por lo que tenemos que enfrentar los retos de cualquier acelerador de alta intensidad, como el control de las pérdidas del haz para facilitar su mantenimiento. Para este fin, necesitamos entender y buscar maneras de compensar los efectos de la carga-espacial, el cual es la principal fuente de degradación del haz, cuando la corriente del haz aumenta. Para eso, se necesita un modelo preciso que permita diseños ópticos robustos para operar a altas intensidades con un buen control del haz. Además, la demanda de confiabilidad es mayor que la que se obtiene en la presente operación de aceleradores de alta intensidad. Como resultado, desarrollamos esquemas de tolerancia de fallos para poder operar el linac aún en presencia de elementos que fallan. Además, debemos crear un diseño eficiente para reducir costos de operación y mantenimiento para hacer viable al proyecto.

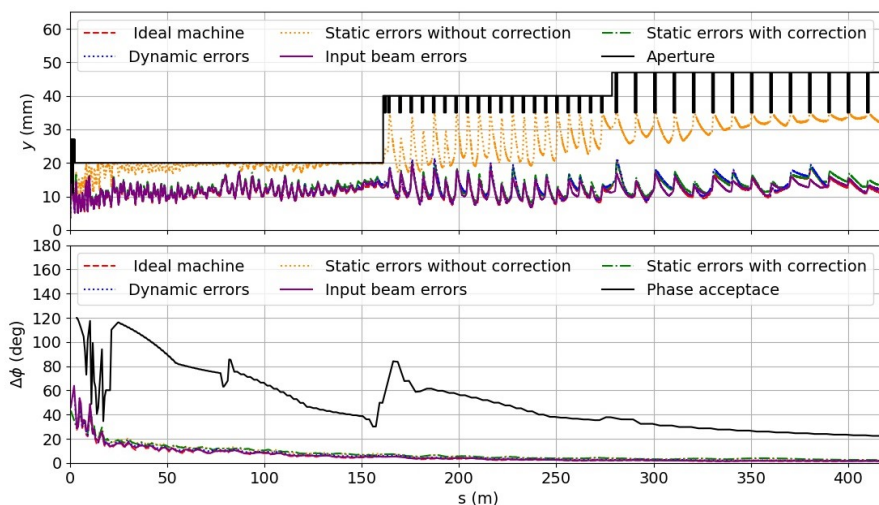


Figure 3. Vertical and Phase beam envelope for the JAEA-ADS linac for baseline and error cases.

### ¿Cuál piensas que sea el futuro de tu área de investigación?

Se necesitan máquinas que sean más confiables para seguir expandiendo las fronteras de los aceleradores de partículas. Por lo que, el diseño de aceleradores orientados a alta confiabilidad se convertirá en la práctica estándar para el diseño de los futuros aceleradores de partículas.

## Referencias

- [1] J. L. Biarrotte, Reliability and fault tolerance in the European ADS project, CERN Report No. -2013-001.481 (European Organization for Nuclear Research, Geneva,2011).
- [2] Facultad de Ciencias Fisico-Matematicas de la UAS, <http://fcfm.uas.edu.mx/portal/>
- [3] Departamento de Fisica del CINVESTAV, <https://www.cinvestav.mx/Departamentos/Fisica>
- [4] CERN, <https://home.cern/>
- [5] KEK, <https://www.kek.jp/en/>
- [6] JAEA, <https://www.jaea.go.jp/english/>
- [7] B. Yee-Rendon, et al., Design and beam dynamic studies of a 30-MW superconducting linac for an accelerator-driven subcritical system. Phys. Rev. Accel. Beams. 24,120101 (2021).