

# CINCO PREGUNTAS CON

## DR. MAMAD ESHRAQI

### Fuente de espalación de neutrones: La frontera en aceleradores de alta intensidad

Las fuentes de espalación de neutrones requieren haces de protones de alta potencia para producir neutrones al impactar a un objetivo. Los neutrones producidos se utilizan en diversos campos, como ingeniería, medicina, biología, química, entre otros. Actualmente hay varias fuentes de espalación funcionando en el mundo [1, 2, 3], y otras comenzarán a funcionar en un futuro próximo. Este es el caso de la fuente europea de espalación (**ESS**) [4], que iniciará operaciones con usuarios en el 2023.

#### ¿Te puedes presentar?

Soy Mamad Eshraqi, nací y crecí en el extremo norte del Gran Desierto de Sal, en la ciudad de Sabzevar, Irán. Hice mi licenciatura y maestría en física en la Universidad de Shiraz, probablemente hayas oído hablar del vino Shiraz ó de Persépolis. Más tarde me trasladé al IPM, Instituto de estudios en física teórica y matemáticas [2], en Teherán, Irán para hacer un doctorado en física de aceleradores. Como parte de mis estudios de doctorado, me incorporé a JUAS, Joint Universities Accelerator School, en Francia. Después de JUAS me mudé al CERN para trabajar en mi tesis de doctorado, estudiando el aumento de emitancia y diseño de aceleradores lineales. En 2009 terminé mi tesis, me casé y comencé un postdoctorado con la Universidad de Lund/**ESS**, en Suecia, para trabajar en el diseño, optimización, simulaciones y puesta en servicio del acelerador lineal de la **ESS**.



Figure 1: Dr. Mamad Eshraqi.

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

**ESS** será la fuente de neutrones más brillante del planeta cuando esté en pleno funcionamiento. El objetivo es producir haces de neutrones pulsados de alto brillo que se utilizarán en estudios de ciencias de la vida, materia blanda, energía y superconductividad, ingeniería, biología, semiconductores, arqueología, etc. Al

tener un mayor flujo y brillo de neutrones, podremos profundizar nuestra comprensión de dichos materiales, cómo funcionan y cómo podemos mejorarlos. Para producir un flujo de neutrones tan alto, necesitamos un acelerador de alta potencia, que pueda proporcionar una alta intensidad de protones a alta energía a un objetivo dedicado. La aceleración y el transporte de protones debe realizarse de manera eficiente, esto requiere



Figure 2. Artist illustration of the ESS. Credit to ESS.

optimizar el diseño del linac, seleccionando el tipo correcto de cavidades y en los campos vectoriales correctos. A medida que aceleramos un haz de protones de alta intensidad, las fuerzas repulsivas de Coulomb, llamadas carga-espacial, podrían causar pérdidas importantes si no se toman en cuenta adecuadamente para un haz de protones compuesto por racimos de  $1E9$  protones que vienen en pulsos de  $1E6$  racimos, 14 veces por segundo. Llevar estos protones a 2 GeV con pérdidas sin activación de los componentes de la maquina, es un desafío agradable que me ha mantenido ocupado durante los últimos 12 años.

### ¿Por qué elegiste este tema de investigación?

En el lugar en el que hoy me encuentro, lo cual se puede aplicar a cualquier persona, es un buen ejemplo del efecto mariposa. No puedo señalar un solo evento en mi vida que me haya llevado a donde estoy hoy, tal vez fue mi hermano mayor quien era bueno con la electrónica y me hizo sentir curiosidad, tal vez fue mi maestro en cuarto grado, ó mi maestro de matemáticas en sexto grado, quien me animó a estudiar matemáticas, ó tal vez el profesor de física en mi noveno grado, que era un físico muy entusiasta, sin saberlo me hizo interesarme en elegir la física como mi campo de estudios en la universidad. Cuando comencé con la física, como todos los demás físicos, fue muy fácil enamorarme más y más de ella y en algún punto a la mitad de mi licenciatura desarrollé un interés en los aceleradores de partículas, pero sin posibilidad de seguir el campo de los aceleradores de partículas en ese momento en mi país de origen. Un hecho divertido; durante mi primer año de licenciatura hubo un anuncio sobre una

oportunidad para estudiar física en México; idea que me entusiasmó mucho; sin embargo, una de las condiciones para ser aceptado era saber español, lo cual yo no sabía, de lo contrario, quizás mi historia hubiera sido diferente, ¡tal vez hubiera sido un compañero tuyo! En el 2005, mientras estaba haciendo un doctorado en física nuclear en la Universidad de Shiraz, supe que el IPM estaba comenzando un programa de doctorado en aceleradores de partículas, en ese momento dejé mi doctorado en la Universidad de Shiraz y comencé un nuevo doctorado, esta vez en física de aceleradores. En ese momento de mi vida, estaba en un tren que me llevó a donde estoy hoy.

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

Ahora que hemos terminado con el diseño del linac de la **ESS**, nuestros colaboradores y la industria están entregando componentes para su instalación, y nuestro mayor desafío es poner en marcha el acelerador, analizar los resultados de las distintas fases de la puesta en marcha y en base a ellos, mejorar nuestros planes para las próximas etapas de la comisión, y eventualmente estar listos para operar el acelerador con una potencia promedio sin precedentes de 5 MW.

En este momento, las restricciones de COVID-19 nos impiden hacer esto. Además, existen algunos problemas para asegurar la financiación.

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

Mirando el panorama general y la historia de la física, la física de aceleradores y en específico la física de los haces de alta intensidad, es muy reciente. En el linac de la **ESS**, el límite de pérdida de haz que tenemos es equivalente a una sola partícula por cada millón. Aunque las ecuaciones de Maxwell han demostrado ser correctas en numerosas ocasiones, el cómo implementarlas para un ensemble de partículas y cómo modelarlas adecuadamente en un código de simulación con aún más precisión, continúa siendo un área de interés, para mejorar los criterios de diseño de aceleradores de alta intensidad, basados en la experiencia de la **ESS** y para hacer mejores herramientas para la puesta en marcha y el afinamiento del linac, son las tres áreas principales que me vienen a la mente.

### **Referencias**

[1] Spallation Neutron Source, <https://neutrons.ornl.gov/>

[2] Japan Proton Accelerator Research Complex, <https://j-parc.jp/c/en/>

[3] Chinese Spallation Neutron Source, <http://english.ihep.cas.cn/csns/>

[4] European Spallation Source, [www.ess.eu](http://www.ess.eu)

[5] Institute for studies in theoretical physics and mathematics, [www.ipm.ir](http://www.ipm.ir)