

CINCO PREGUNTAS CON EL DR. DANIEL CHÁVEZ

Magnetos: Las guías en los aceleradores de partículas

En los aceleradores de partículas, se requiere acelerar y transportar un gran ensamble de partículas, denominado “manejo” o “puñado”, ó en inglés: “bunch”. Las cavidades de radio-frecuencia (RF) proporcionan la energía a las partículas y enfocan en el plano longitudinal. En el plano transversal, los **magnetos** se encargan de enfocar el “bunch”, los cuadrupolos mantienen las partículas en foco, los dipolos cambian la dirección de sus trayectorias y los sextupolos corrigen efectos cromáticos [1]. De esta manera, los **magnetos** juegan un papel importante en el transporte de partículas y en la mitigación de efectos no lineales en el acelerador.

¿Te puedes presentar?

Hola a todos, soy el Dr. Daniel Chávez Valenzuela. Nací en 1988, en la ciudad de Jalpa, en el estado de Zacatecas, México.

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

Soy profesor de tiempo completo en el departamento de física de la *Universidad de Guanajuato* [2], Campus León, y recientemente obtuve el grado 1 en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

Mi proyecto principal en esta gran universidad, es el desarrollo de un laboratorio de superconductividad que cubra las necesidades de la comunidad mexicana y que permita el desarrollo de tecnología de punta en esta área de manera local, algo que no se ha hecho en México. En estos momentos, mi trabajo está enfocado en siete proyectos locales. Además, colaboro con diversos grupos de ingenieros biomédicos, bioquímicos y de óptica cuántica. Algunos de los temas de investigación son:

- Diseño, modelado y construcción de un solenoide de 7 T (unidades de Tesla $= \frac{Kg}{As^2}$) para aplicaciones en ciencias de materiales.



Figure 1. Dr. Chavez in the magnet workshop of Accelerator Research Laboratory at Texas A&M University, College Station, TX, USA.

- Diseño y modelado del sistema de **magnetos** de 3 T de una fuente de iones para resonancia de electrones en aplicaciones de ciencia básica.
- Diseño y modelado de un dispositivo **magnético** no uniforme operado a temperatura ambiente (20 centígrados) para el estudio de materiales biológicos en condiciones de temperatura y presión atmosférica.
- Diseño y desarrollo de un disector transversal de cable-en-conducto (CIC).
- Diseño y desarrollo de un disector longitudinal de cable-en-conducto (CIC).
- Diseño y modelado de un dipolo superconductor de 5 T usando Bi2212 CIC para aplicaciones de ciencia básica.
- Diseño de un CIC superconductor Rebcu.

Mi equipo de trabajo está integrado por cuatro estudiantes de doctorado, lo cuales desarrollan sus trabajos de tesis conmigo, así como un técnico y dos ingenieros.

También colaboré como staff y consultor en *Accelerator Technology Corp*, una compañía enfocada en el desarrollo de tecnología de aceleradores para aplicaciones en medicina, agricultura y ciencia básica.

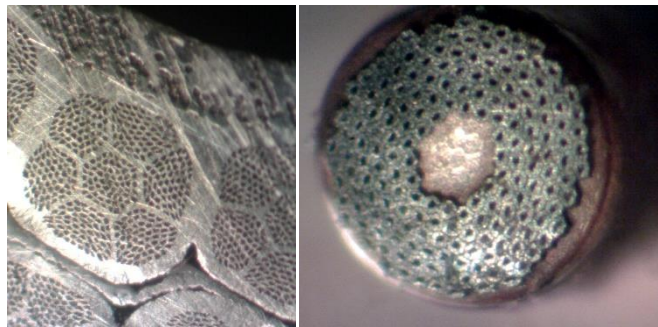


Figure 2. Cable material samples: Bi22122 (left) and NB3SN 8 (right).

Mi contribución principal es el desarrollo, diseño y modelado de nuevas tecnologías en superconductividad para aplicaciones prácticas. Ahora estamos desarrollando un CIC que opere a altas corrientes y con alta versatilidad para su producción en tramos largos [3]. Esta nueva tecnología representa una alternativa real para la producción de cables superconductores con las ventajas de una alta estabilidad térmica y menor restricciones que los cables Rutherford, el cual tiene beneficios en el embobinado y en las capacidades del diseño para **magnetos** superconductores. Otra gran ventaja de esta tecnología, es que puede producirse con cualquier cable superconductor “embobina-y-reacciona” (“wind-and-react” en inglés) que esté disponible (Nb₃Sn, MgB₂, Bi2212, Bi2213), sin degradar la corriente debido a su proceso de construcción.

También, colaboro en el diseño y modelado de tecnologías de CIC. Esto incluye empalmes desmontables, métodos para el desarrollo del cableado, embobinado robótico, sistema para el monitoreo de la integridad del CIC en la línea de producción, y en general el modelado magnético.

¿Por qué elegiste este tema de investigación?

Elegí diseño de **magnetos** y aplicaciones de superconductividad a sugerencia de mi amigo, *Luis Medina*, quien en el 2013 me comentó que su supervisor de doctorado estaba buscando a un estudiante interesado en **magnetos**

superconductores para enviarlo a Texas A&M University. En ese tiempo no sabía nada acerca de superconductividad, de hecho, tenía el plan de estudiar espectrometría de rayos gamma para mi maestría. Sin embargo, la superconductividad llamo mi atención. La intriga que rodea la teoría de la superconductividad me cautivó. Por un lado, uno puede modelar y crear esa clase de campos magnéticos tan interesantes. Por el otro, tus modelos pueden resolver problemas prácticos de varias áreas como física médica, ingeniería y ciencia básica. Estoy muy agradecido con ambos, el Dr. *Luis Media* por sugerirme esta línea de investigación, la cual se convertido en mi área de trabajo, y mi supervisor y amigo el Dr. *Mauro Napsuciale*, quien me dió su confianza y apoyo en la maestría y doctorado.

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

Actualmente, el desarrollo y aplicaciones de superconductores de alta temperatura es un tema muy popular. Existen muchos retos que rodean este tema. ¿Como producir **magnetos** confiables usando “cintas”, con una mínima degradación en la corriente? Y ¿Cómo redistribuir el estrés producido por las fuerzas de Lorentz, contracción térmica, etc.? Sin embargo, el uso de superconductores “embobina-y-reacciona” (“wind-and-react”), implica el control de la presión atmosférica y de transporte de calor a altas temperaturas para formar el estado superconductor mientras el cable se coloca en el magneto. En esto último, la ciencia de materiales juega un papel muy importante. Por lo que varios efectos están presentes al mismo tiempo, y en algunos casos, la tecnología para producir **magnetos** largos (como lo que se requieren para aceleradores de partículas como el gran colisionador de hadrones), usando estas nuevos materiales, no se ha desarrollado.

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

Tengo la confianza de que, en las siguientes décadas, el esfuerzo en el desarrollo de superconductores de alta temperatura (en diversas geometrías) nos permitirá producirlos en mayores longitudes, y con menores requerimientos en su proceso de reacción. Esto tendrá un impacto profundo en las capacidades de diseño que nos permitirán alcanzar campos magnéticos más altos (20-30 T).

Referencias

[1] D.A. Edwards and M.J. Syphers, *An Introduction to the Physics of High Energy Accelerators*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2004.

[2] Division de Ciencias e Ingenierias main page, <http://www.dci.ugto.mx/>

[3] D. Chavez, J. Brietshopf, T. Elliot, T. Kellams, P., McIntyre, A. I. Sattarov, *C/C Cable technologies for high-current windings*, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. **502** 012177. 2019.