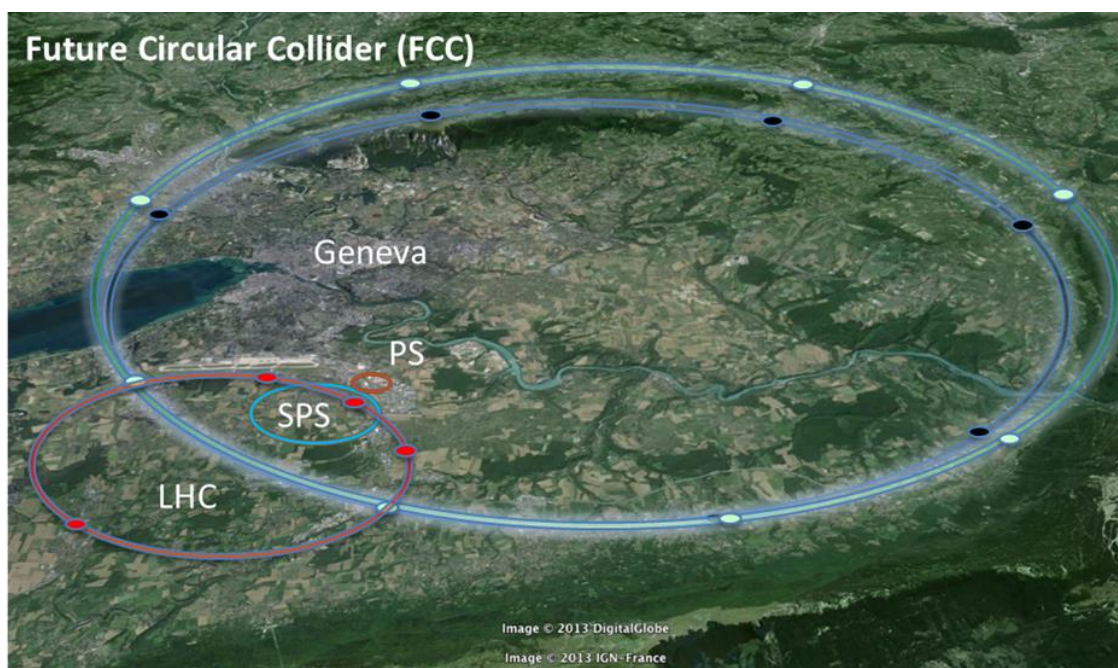


Barcelona / Madrid, miércoles 31 de julio de 2019

Superconductores en lugar de cobre para el futuro acelerador del CERN

- Un equipo con participación del CSIC trabaja en revestir con estos materiales el interior del anillo de 100 kilómetros del Futuro Colisionador Circular (FCC)
- La colaboración internacional 'Estudio del FCC' se centra en la viabilidad de este acelerador como sustituto del Gran Colisionador de Hadrones (LHC), en la frontera franco-suiza



Representación de los anillos del LHC y FCC./ CSIC-ICMAB

Científicos de un consorcio formado por el Instituto de Ciencias de Materiales de Barcelona del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el Sincrotrón ALBA, el Institut de Física d'Altes Energies y la Universitat Politècnica de Catalunya han demostrado que los superconductores de alta temperatura son materiales capaces de mejorar la resistencia superficial del cobre en un factor de 40 o más en las condiciones que se encuentran en el Futuro Colisionador Circular (FCC). Este nuevo acelerador de partículas de la European Organization for Nuclear Research (CERN) tiene como

objetivo continuar con el trabajo del Gran Colisionador de Hadrones (LHC por sus siglas en inglés) en la frontera franco-suiza.

La temperatura a la que el FCC debe trabajar es de entre 40 kelvins y 60 kelvins, un rango en el que la resistencia superficial del cobre puede no ser lo suficientemente baja como para garantizar un funcionamiento estable del acelerador a corrientes altas, disminuyendo considerablemente su rendimiento. ¿Qué material podría utilizarse a esa temperatura, que tenga una baja resistencia, es decir, una alta conductividad, y pueda utilizarse para revestir fácilmente la pantalla protectora del FCC?

La respuesta está en los superconductores de alta temperatura del tipo REBa₂Cu₃O_{7-x} (donde RE es un metal de las tierras raras, como Y –itrio- o Gd –gadolinio-), los cuales se producen como materiales flexibles en cintas de cientos de kilómetros de longitud. "Ya estamos desarrollando una tecnología que permitirá revestir el interior del anillo de 100 kilómetros del FCC con estos superconductores en lugar de cobre", explica Joffre Gutiérrez, investigador del CSIC en el Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona, que participa en el estudio.

El sustituto del LHC

El 4 de julio de 2012, los científicos del CERN anunciaron el descubrimiento del bosón de Higgs basado en las colisiones detectadas en los detectores ATLAS y CMS en el acelerador de partículas LHC. El bosón de Higgs es responsable del origen de la masa de las partículas subatómicas y es un componente esencial del Modelo Estándar, uno de los marcos teóricos más exitosos de la física. Gracias a este descubrimiento, el 10 de diciembre de 2013, François Englert y Peter W. Higgs recibieron el Premio Nobel de Física por su predicción teórica en 1964.

El LHC ha demostrado ser fundamental para el avance del conocimiento de la materia y el Modelo Estándar. Sin embargo, la energía de colisión de los protones de 13 teraelectronvoltios (TeV) que produce no puede explorar cuestiones clave sobre el Universo de gran relevancia actual, como la materia oscura y la energía oscura (juntas forman el 95% del Universo), la supersimetría, el origen de las masas de neutrinos, o la existencia de dimensiones adicionales. Se necesitan colisiones de energía más altas.

Con este fin, el *Estudio del FCC* explora las opciones para una próxima generación de colisionadores de hadrones, que debería suceder al LHC, de 27 kilómetros, al final de su vida productiva. "El objetivo del FCC es conseguir los 100 TeV de energía de colisión protón-protón en el anillo de 100 kilómetros de circunferencia que estará situado cerca de las instalaciones del CERN", precisa Gutiérrez.

Se necesitan imanes superconductores enfriados a temperaturas muy bajas (1,9 kelvins), que generan un campo magnético muy potente, de 16 teslas (1.600 veces más potente que los imanes de cocina), para dirigir el haz de protones dentro del FCC. Los protones acelerados que circulan por el túnel del FCC pierden energía en forma de radiación de sincrotrón (28 W/m/haz), que podría calentar los imanes si no estuvieran debidamente protegidos. Una pantalla de acero inoxidable protege a los imanes de esta radiación.

Otra consecuencia de las partículas aceleradas es la inducción de corrientes de imagen en la pantalla protectora. Estas producen campos eléctricos que podrían desestabilizar el haz de protones e impedir las colisiones tan deseadas. Para evitar este fenómeno, la pantalla de 27 kilómetros en el LHC se mantiene a entre 5 kelvins y 20 kelvins, y está cubierta con una capa de cobre. A esta baja temperatura, el cobre tiene una resistencia muy baja, lo que minimiza los campos eléctricos creados por las corrientes de imagen inducidas por los protones acelerados.

Sin embargo, según los investigadores, no es viable ni económicamente posible mantener el FCC a estas bajas temperaturas: el FCC es mucho más largo (100 kilómetros en lugar de 27) y la intensidad de la radiación sincrotrón generada por las partículas es 100 veces más potente. Por lo tanto, se necesita mucha más energía para mantener las bajas temperaturas y, eventualmente, un costo energético y económico inasequible.

El *Estudio del FCC* es una colaboración internacional entre más de 150 universidades, institutos de investigación y socios industriales de todo el mundo para explorar conceptos para el colisionador de partículas más potente y desarrollar tecnologías avanzadas. En el estudio se analizarán diferentes formatos de los colisionadores circulares, las nuevas instalaciones de detección de partículas, la infraestructura asociada, las estimaciones de costes, las aplicaciones a escala mundial, así como las estructuras de gobernanza internacional adecuadas.

Teresa Puig, Patrick Krkotic, Artur Romanov, Joan O'Callaghan, Danilo Andrea Zanin, Holger Neupert, Pedro Costa Pinto, Pierre Demolon, Ângelo Rafael Granadeiro Costa, Mauro Taborelli, Francis Perez, Montse Pont, Joffre Gutierrez y Sergio Calatroni. **Coated Conductor technology for the beamscreen chamber of future high energy circular colliders.** *Superconductor Science and Technology*. DOI: 10.1088/1361-6668/ab2e66

Anna May / CSIC Comunicación