

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS QUE HA DE REGIR EN EL CONTRATO DE SUMINISTRO DE UN SISTEMA CRIOGENICO DE CICLO CERRADO PARA CARACTERIZACIONES ELECTRICAS Y MAGNETICAS BAJO CAMPOS MAGNETICOS PARA LA FUNDACIÓN IMDEA NANOCIENCIA A ADJUDICAR POR PROCEDIMIENTO ABIERTO CON PLURALIDAD DE CRITERIOS

1. OBJETO DEL CONTRATO.

El objeto del contrato consistirá en el suministro de un sistema criogénico de ciclo de helio cerrado para caracterizaciones eléctricas y magnéticas en presencia de campos magnéticos y en temperatura variable, totalmente automatizado y controlado por ordenador.

El equipo debe satisfacer las siguientes características:

- Debe ser **fácil de usar por los usuarios no expertos en sistemas criogénicos en cuanto al montaje de las muestras, operaciones controladas por ordenador y automatizadas**
- Garantizar que las mediciones sean repetibles, **fiabes y de alta precisión**
- **Debe tener una estructura compacta**
- **Debe tener una arquitectura modular que permita una fácil actualización del sistema**
- **Debe ser seguro y fiable, sin transferencias de Helio líquido para su uso, con bajos costes operativos y con intervalos de mantenimiento muy largos**

El equipo debe ser compacto e incluirá como mínimo los siguientes componentes:

- Solenoide superconductor con posibilidad de alcanzar campos magnéticos entre +7T y -7T como mínimo, y posibilidad de operación con campos de $\pm 50\text{mT}$ con resolución inferior o igual a $1\mu\text{T}$.
- Fuente de alimentación para el solenoide superconductor.
- Cámara de vacío con temperatura variable [(VTI) del inglés: Variable Temperature Insert], con un diámetro interior de $30\text{ mm} \pm 5\text{ mm}$.
- Bombas de vacío para operar el VTI.
- Circuito cerrado y compresor de Helio.
- Porta muestra con doble eje de rotación motorizado con electrónica y software para su control.
- Módulo para medidas de resistividad y efecto Hall con campo aplicado en el plano y fuera del plano de la muestra.
- Controlador de temperatura.
- Computadora y software de control.
- Sonda multimedidas

2. CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS DEL EQUIPO OBJETO DE LA ADQUISICIÓN.

El sistema tendrá las siguientes características:

- a) Solenoide con recirculación de Helio con VTI.
- El sistema crio-magnético debe incorporar un espacio de muestra de temperatura variable enfriado por intercambio de gas.
 - El sistema de refrigeración criogénico enfriará tanto el VTI como el solenoide.
 - La temperatura de la cámara de muestras se podrá variar mediante el uso de un calentador y un termómetro Cernox en el intercambiador de calor controlado por un controlador de temperatura tipo Lakeshore.
 - El espacio asignado para la colocación de la muestra debe tener un mínimo de 30 mm VTI para un tamaño máximo de muestra de 10mm x 10mm.
 - El portamuestras debe ser compatible con conectores del tipo LCC20.
- b) Control de temperatura y Cryocooler
- El controlador de temperatura (tipo Lakeshore) debe controlar y monitorear la temperatura.
 - La precisión del controlador de temperatura será inferior o igual a ± 50 mK a 300 K, ± 10 mK a 100 K y ± 5 mK a 10 K.
 - El rango de temperatura de operación debe ser como mínimo de 1.6 K a 300 K. El tiempo de enfriado hasta 1.6 K no debe ser superior a 60 minutos. El sistema debe incluir al menos una válvula de aguja automatizada, controlada desde PC.
 - La refrigeración del criostato se realizará sin consumo de líquidos criogénicos, mediante Cryocooler (PT).
 - Las bombas de vacío requeridas para su funcionamiento (p.e., bomba Scroll para el VTI y una bomba rotativa para la esclusa de aire que se utiliza para el intercambio de muestras) deben estar incluidas en la oferta.
- c) Solenoide superconductor
- El solenoide estará protegido contra daños debidos a calentamiento accidental (quench) en todo el rango de campo de funcionamiento especificado.
 - El campo magnético máximo necesario será no inferior a ± 7 Tesla.
 - El solenoide superconductor debe estar compuesto por bobinas de NbTi con una tasa de decaimiento típica en modo persistente de entre 30 y 50 ppm/h a 7 Tesla.
 - El campo magnético debe tener una homogeneidad inferior o igual a 0.01% en un volumen de 10 mm de diámetro.
 - La resolución del campo magnético para campos bajos del orden de ± 50 mT debe ser inferior o igual a 1 μ T.
 - La estabilidad del solenoide en modo de corriente constante deber ser inferior o igual a 5ppm/K.
- d) Adquisición y análisis de datos, electrónicas
- El sistema debe estar dotado de un software que incorpore módulos integrados para controlar todos los aspectos del funcionamiento del sistema (incluida la carga/descarga de muestras) y ejecutar todas las opciones de medición, que podrán ser actualizados.
 - Toda la electrónica del sistema (incluido el ordenador) estará integrada en un armario tipo Rack.
 - El ordenador debe estar equipado con Windows 11, procesador i7 o superior, memoria RAM de al menos 16 Gb, y disco duro SSD de al menos 512GB, o características superiores.
 - El ordenador deberá ser dotado de al menos 4 puertos USB, 1 puerto HDMI, y ser conectado por HDMI a una pantalla de al menos 24".

- El ordenador deberá estar equipado con todas las interfaces de hardware necesarias y tarjetas de adquisición de datos de la marca National Instruments o ser completamente compatibles con estas y tener las mismas funcionalidades.
 - El sistema deberá disponer de una aplicación de control independiente para Windows (paquete de software del sistema de medición), con interfaces para scripts personalizados de LabVIEW y Python.
 - El software será compatible con LabVIEW, con la posibilidad de integrar otros equipos para nuevas mediciones.
 - El software dispondrá de acceso completo a los datos en bruto para posterior análisis y generación de informes posteriores a las medidas.
 - El software controlará la presión en el VTI.
 - El software debe permitir control remoto.
- e) Transporte eléctrico de DC y efecto Hall
- El sistema debe permitir la realización de medidas de transporte eléctrico de DC y mediciones de efecto Hall con una resistencia entre 100 nΩ y 1 GΩ, completamente automatizadas y controlado por software, y permitir la adquisición de datos y el acceso de datos sin procesar.
 - El módulo para medidas de resistividad debe tener una precisión para medidas de resistencia DC inferior o igual a 0.1% en el rango de 1Ω a 1 MΩ.
 - El sistema debe permitir la realización de medidas de transporte eléctrico DC en configuraciones de 2 y 4 terminales y permitir montar una o dos muestras simultáneamente en la plataforma de muestras
 - El módulo para medidas de resistividad debe permitir medidas de resistencia, magnetorresistencia, resistencia Hall (configuraciones de 4, 5 y 6 terminales) y características de corriente-voltaje (I-V)
 - El campo magnético y la temperatura se deben poder variarse de forma controlada.
 - El sistema debe ser totalmente compatible con nanovoltmetro Keithley K2182A y fuente de corriente Keithley 6221, Keithley 2450 y Keithley 2614B.
 - La alimentación con un módulo Keithley 2450 (por ejemplo) debe tener un rango de 1 nA a 1 A o superior.
- f) Inserto rotador de dos ejes
- El portamuestras rotador debe permitir una rotación como mínimo de 0° a 180° con respecto a la dirección del campo magnético y como mínimo de 0° a 180° en la dirección paralela al campo.
 - La precisión en la posición de la muestra debe ser inferior o igual a 0.1°.
 - El portamuestras debe ser compatible con conectores tipo LCC20.
 - El portamuestra debe poder alojar una muestra de tamaño máximo de 10 mm x10 mm.
 - El rotor se debe motorizar utilizando motores paso a paso accionados bajo el control de LabVIEW.
- g) Debido a las características del laboratorio donde se va a instalar y a las características de acceso al mismo, ninguna parte del equipo puede tener unas dimensiones más de 1.20 m x1.20 m y la altura máxima de cualquiera de su parte una vez instalada puede ser más de 3.10 m.