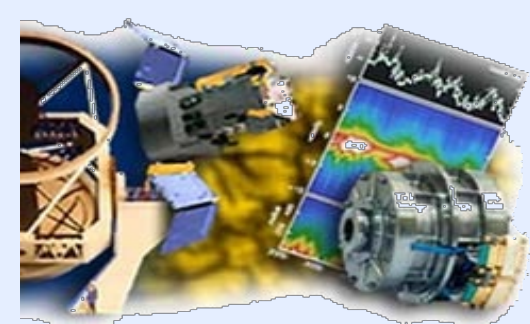




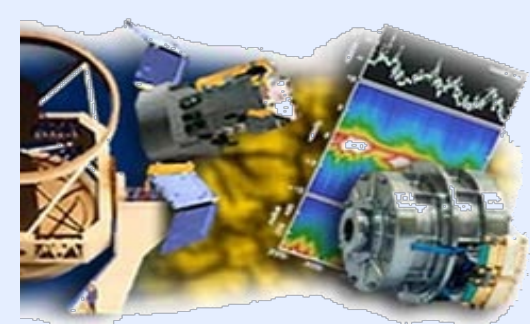
INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS

MKIDs: Actividades en el IAC
(Microwave Kinetic Inductance Detectors)

Infraestructura incorporada a LISA

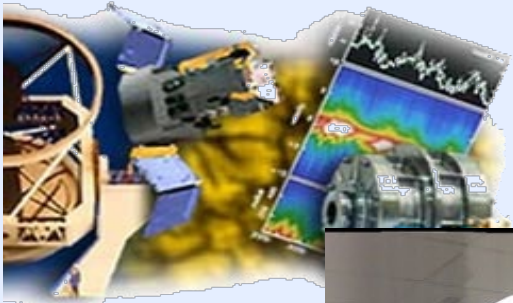
RIA Tec2Space 2022-04-21





AGENDA

- **LISA**
- **MKIDs. Principio de funcionamiento.**
- **Sistema de adquisición de datos para MKIDs**
- **Criostato para uso con MKIDs**
- **Sinergias**
- **Actividades previstas**



LISA. Qué es.





LISA: Qué se ha hecho.

List of the main VISIBLE cameras / detectors characterized

- CCDs and CMOS (general imaging):
 - From E2V: E2V-231-84 (4k x 4k, integrated into SI-1100 camera system); E2V-42-90 (2k x 2k, integrated into SI-600 camera system); E2V-4482 (2k x 4k, using ARC-gen II and III detectors controller)
 - From Fairchild Imaging: CCD-486 (4k x 4k, integrated into SI-600 camera system)
 - Pulnix-JAI general purpose cameras
 - Basler general purpose cameras
 - NEOs sCMOS ANDOR camera system
 - Others
- EM-CCDs (for lucky imaging and Adaptive Optics WFS applications):
 - From Hamamatsu systems, including E2V chip
 - From ANDOR systems, including E2V chips in iXON EMCCD Camera Series: 128 x 128 (CCD60); 512 x 512 (CCD97) and 1024 x 1024 (CCD201-20) models.
 - From FIRST-Light systems, including the new CCD220 (240x240, 1300fps) sensor in the OCAM2 cameras

List of the main INFRARED cameras / detectors characterized

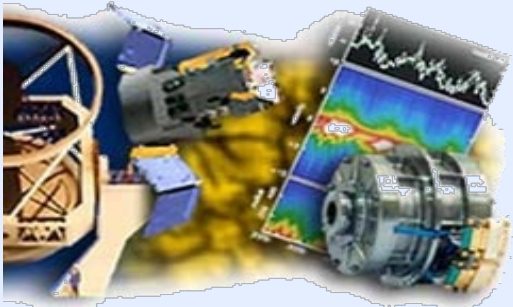
- InGaAs detectors (<1.6 microns):
 - Xenics XEVA cameras (big format)
 - Xenics Ethernet cameras (small format)
 - Others
- HgCdTe (MCT) and InSb detectors (1-2.5-5 microns):
 - 256x256 Cincinatti Electronics array
 - 256x256 NICMOS Teledyne/Rockwell infrared array
 - 1K x 1K HAWAII Teledyne/Rockwell infrared array
 - 2K x 2K HAWAII Teledyne/Rockwell infrared array
 - SIDECAR 1K x 1K HAWAII Teledyne/Rockwell infrared array – ASIC for RG sensors
 - Others
- Microbolometers (8-14 microns):
 - ULIS (Sofradir) 640 x 480 microbolometer array
 - INO Camera System, ULIS based
 - FLIR camera, general purpose
 - Others

➤ Aplicaciones en estudio para MKIDs:

- Comunicaciones cuánticas
- Fondo de microondas (90 GHz)
- ...

Añadimos detectores basados en superconductores

MKIDs: Actividades en el IAC
2022-04-21 RIA Tec2Space.



MKIDs: Detectores basados en superconductores.

➤ “Superconducting Detectors”

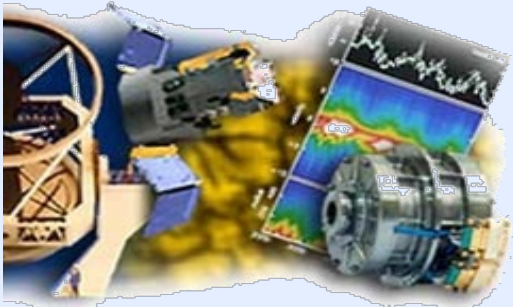
- Se fundamentan en la teoría BCS de la superconductividad 1957– Bardeen, Cooper, Schrieffer. Nobel 1972.

➤ Tipos de detectores superconductores:

- Térmicos: TES (Transition Edge Sensors)
- Non-thermal: STJs (Superconducting Tunnel Junction) and MKIDs

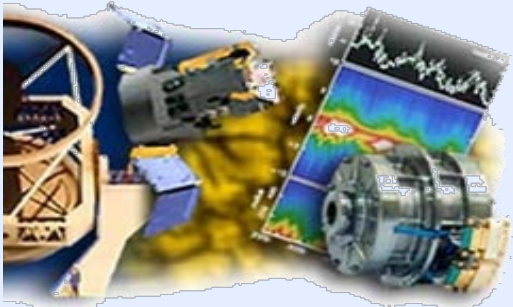
(Ref. UCSB)

Cryogenic detectors, with operating temperatures on the order of ~ 100 mK, **are currently the preferred technology for astronomical observations over most of the electromagnetic spectrum**, notably in the far infrared through millimeter (0.1-3 mm), X-ray, and gamma-ray wavelength ranges. Semiconductor detectors are fundamentally limited by the band gap of the semiconductor (1.1 eV for silicon) and thermal noise sources from their relatively high (~ 100 K) operating temperatures. Cryogenic detectors allow the use of superconductors with gap parameters roughly 10,000 times lower than semiconductors. This difference allows a leap in capabilities. A superconducting detector can count single photons with no false counts while determining the energy (to several percent or better) and arrival time (to a microsecond) of the photon.



Det superconductores: Características.

- Detectores basados en propiedades de los superconductores
- Sensibles en gran parte del espectro EM (de UV a ondas milimétricas)
- Capaces de detectar fotones individuales
 - Determinan la longitud de onda (energía) del fotón
 - Determinan el instante de llegada del fotón
- No presentan ruido de lectura
- Carecen de corriente de oscuridad
- Alta velocidad de lectura (~2000 fps)
- Diseño y fabricación más sencillo que los ICs requeridos en los de semiconductores

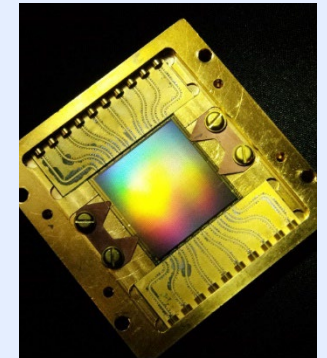
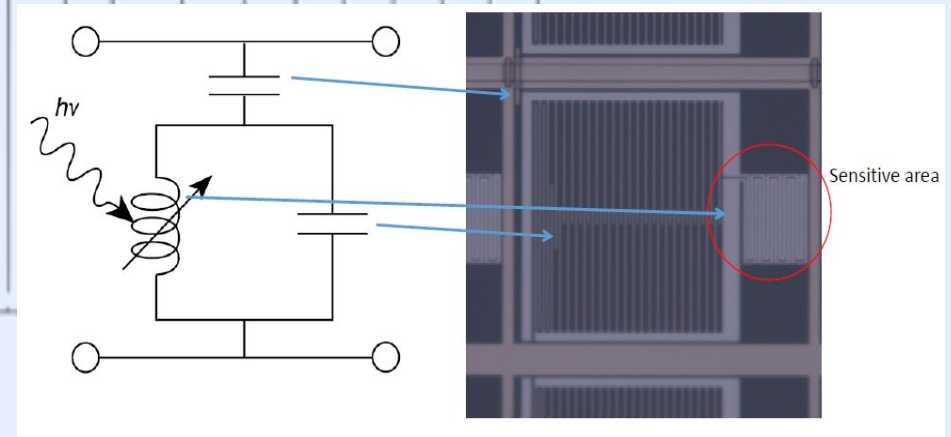
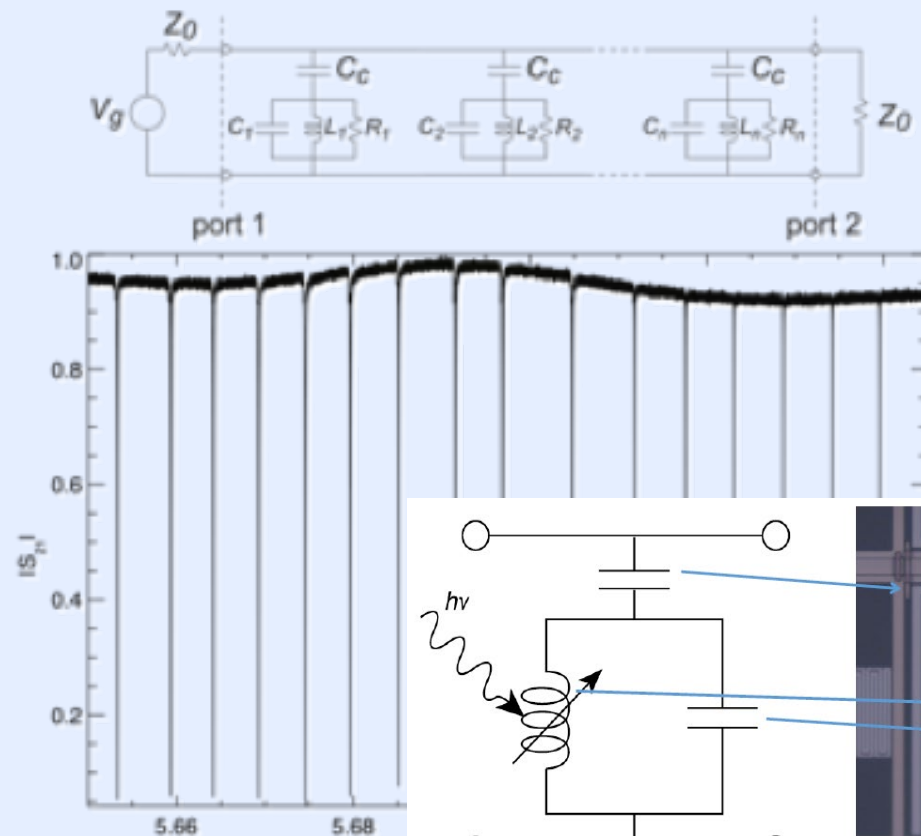
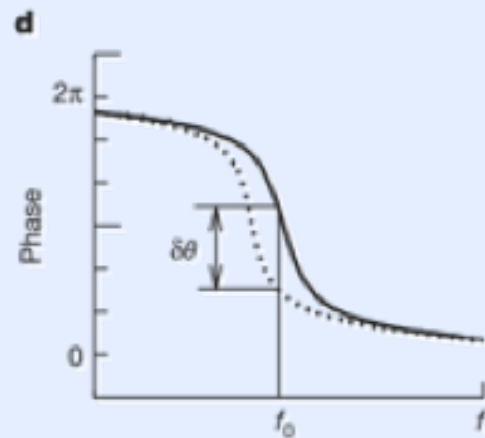
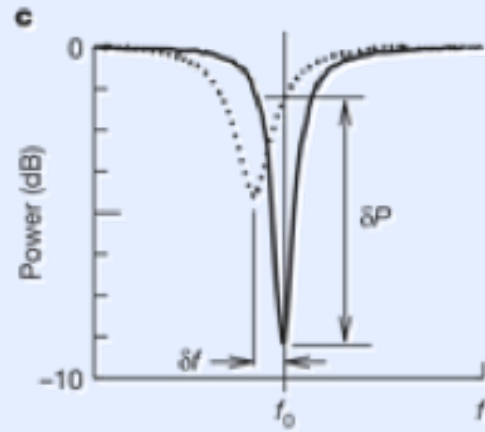
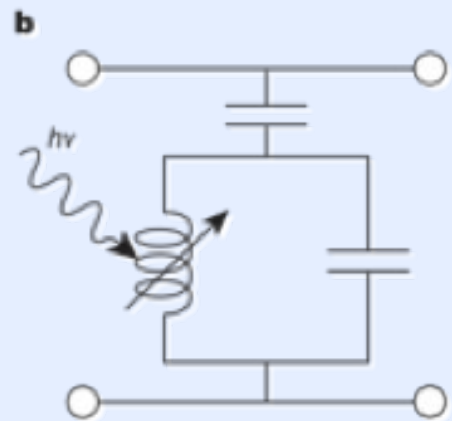
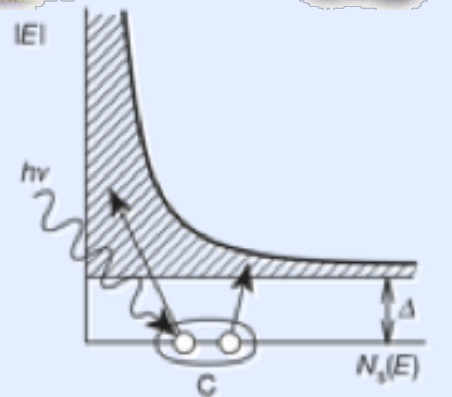
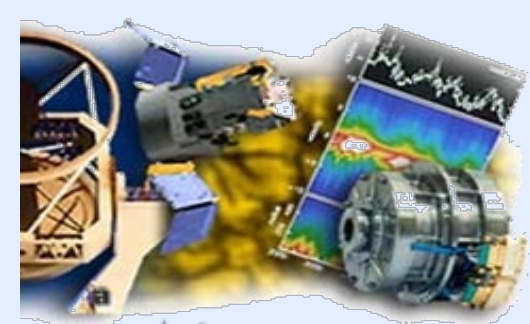


MKIDs: Inductancia.

- **Inductancia:** Resistencia (fem) que ofrece un circuito a los cambios en la corriente que circula a su través
- **Inductancia cinética:**
 - Cuando fluye una corriente, se agrega a los electrones un componente de velocidad, y se almacena energía de manera efectiva hasta que los electrones se desaceleran nuevamente.
 - Esto a menudo se pasa por alto en los materiales normales, ya que su resistencia requiere que se aplique continuamente energía para mantener la corriente debido a la dispersión del portador de carga: resistencia óhmica.

MKIDs (Principio de funcionamiento): La absorción de un fotón genera variaciones de densidad en los pares de Cooper, que se traduce en movimiento de portadores, dando lugar a variaciones de la inductancia cinética.

MKIDs. Cómo funcionan.



Sistema de adquisición de datos para MKIDs

➤ Técnica:

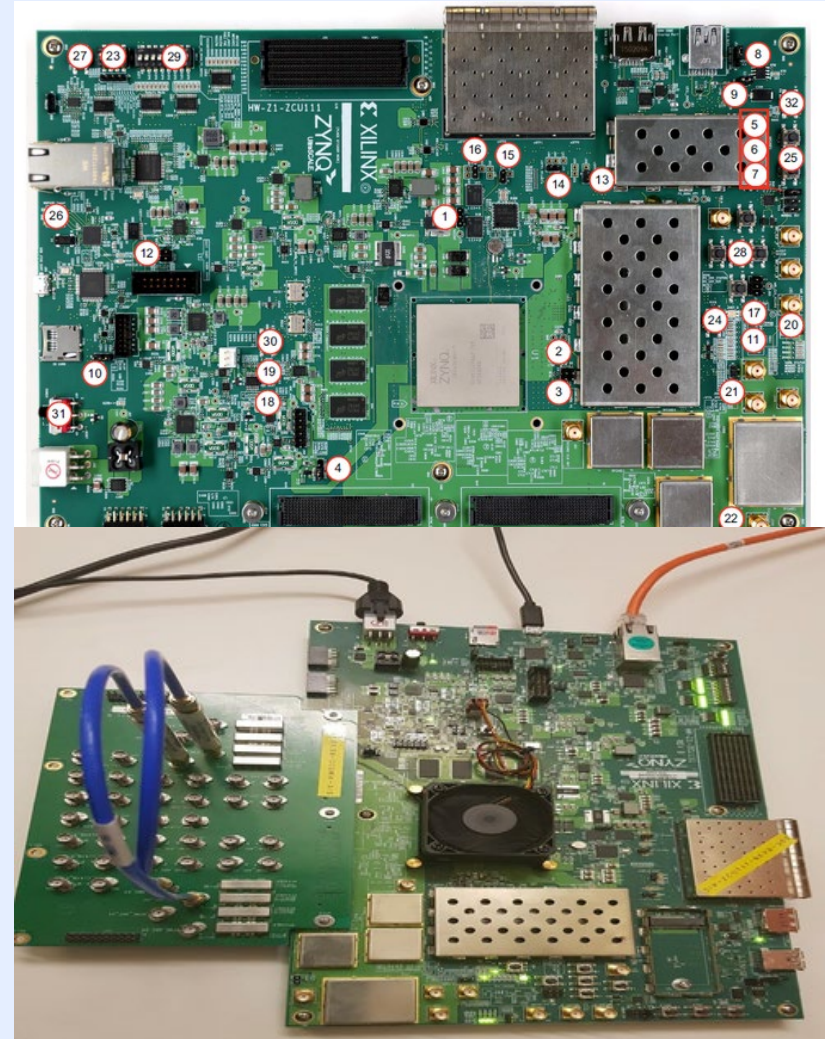
- Medir el cambio de fase en cada una de las frecuencias de resonancia

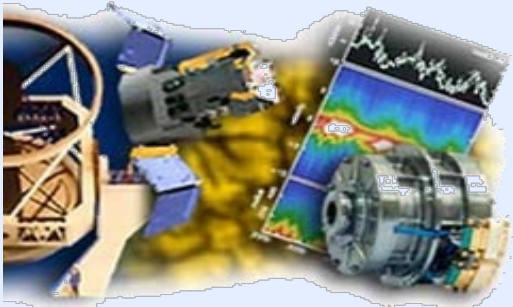
➤ En el régimen fotónico:

- Identificar si hay o no evento
- Anotar el instante de llegada.

➤ Prestaciones de interés ZCU111

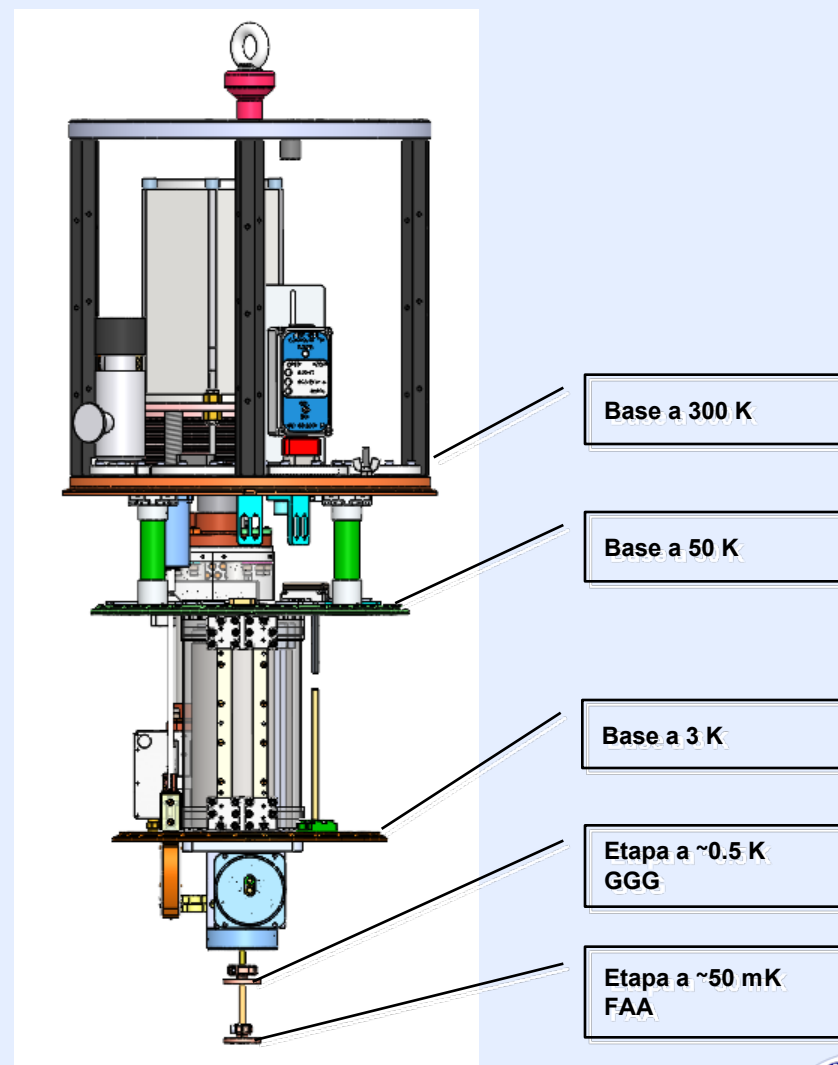
- Zynq UltraScale+ RFSoc
- 8 12-bit 4.096GSPS ADCs
- 8 14-bit 6.554GSPS DACs (MKIDs)

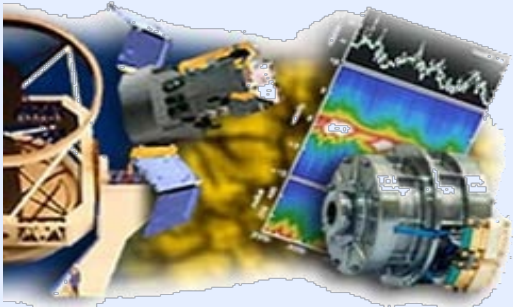




Sistema criogénico para MKIDs

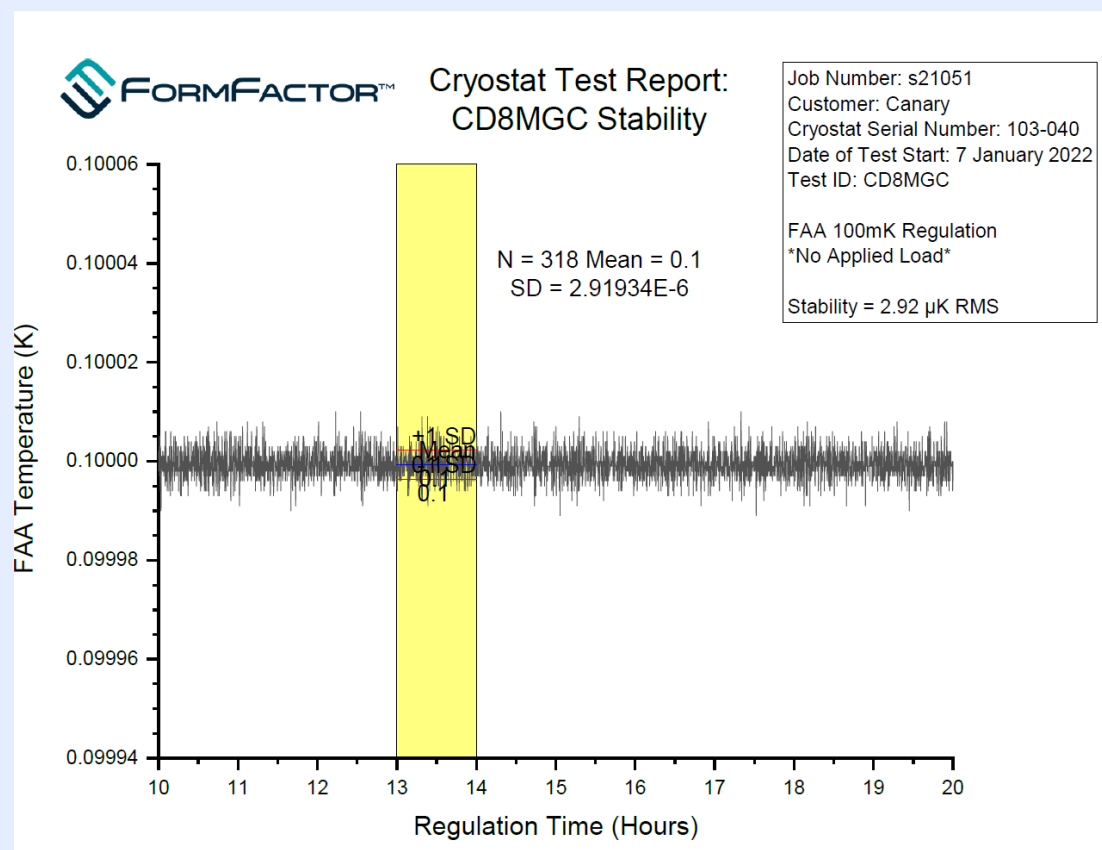
- **Convencional (Joule Thompson JL)**
 - Temp ambiente - 50K - 3K
- **ADR (Adiabatic Demagnetization Refrigerator)**
 - Temperatura base: < 30 mK
 - Ajustes de temperatura < 50 μ K RMS en la etapa ADR
 - Tiempo de mantenimiento en vacío a 100 mK: > 200 horas
 - Capacidad calorífica a 100 mK: > 160 mJ

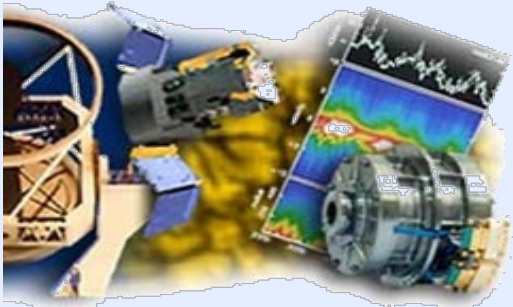




Sistema criogénico para MKIDs

Estabilidad 2.92 μ K rms @ 100 mK





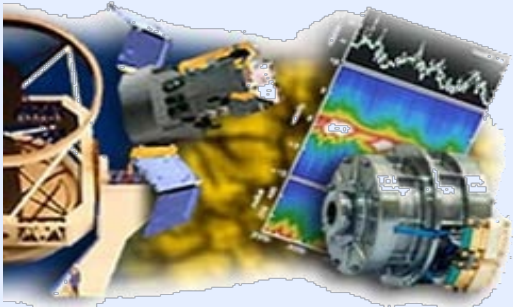
Sinergias

➤ MKIDs cedidos por el Observatorio de París

- **Disponible (ya en el IAC)**
 - 30 píxeles
 - Resonancias $0.9 \text{ GHz} < f < 2 \text{ GHz}$
 - Sensible en el rango visible
- **A corto/medio plazo**
 - 10 x 2000 píxeles
 - Resonancias $4 \text{ GHz} < f < 8 \text{ GHz}$

➤ Colaboración IAC-CAB (INTA)-DiCOM (Univ Cantabria)

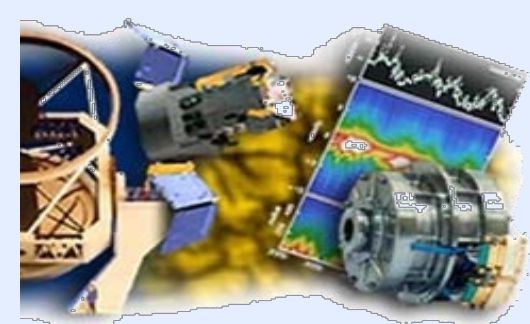
- **Disponibles: sensibles en banda W**
- **Exploración: sensibles en visible**



Actividades previstas

- **Actividades previstas**
 - **Sistema criogénico**
 - Recepción en IAC
 - Verificación de funcionamiento
 - Instalación MKID
 - **Sistema de Adquisición de Datos**
 - **Pruebas**
 - En laboratorio
 - Pruebas en telescopio (OGS)





INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS

MKIDs: Actividades en el IAC
(Microwave Kinetic Inductance Detectors)

Infraestructura incorporada a LISA

RIA Tec2Space 2022-04-21

