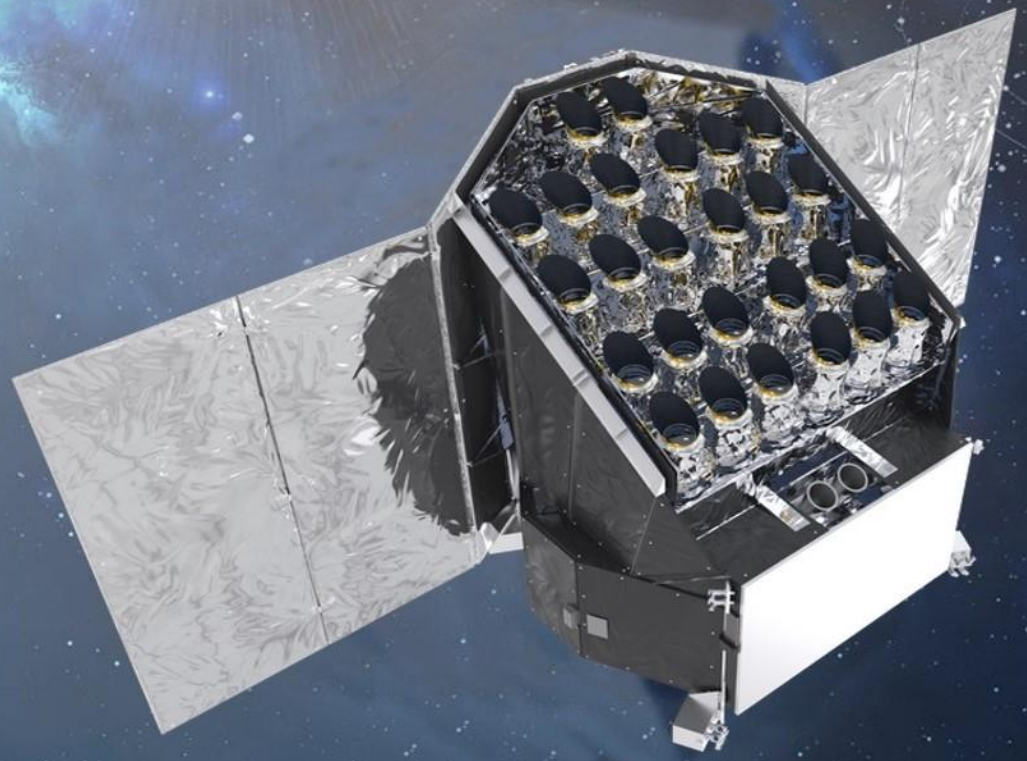
Encuentro RIA-Tec2Space: Instrumentación astronómica en España



Artist's impression
© OHB System AG

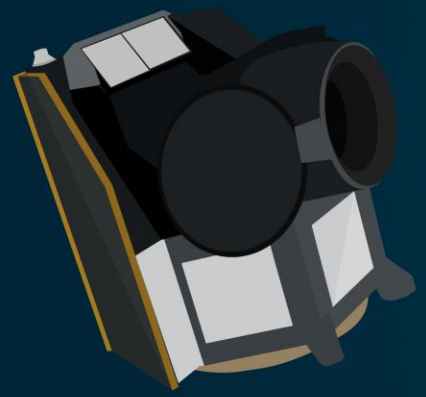
Estado de la misión PLATO
Contribución española

J. Miguel Mas Hesse
Centro de Astrobiología (CSIC-INTA)
en nombre del consorcio PLATO-España

20 de abril de 2022

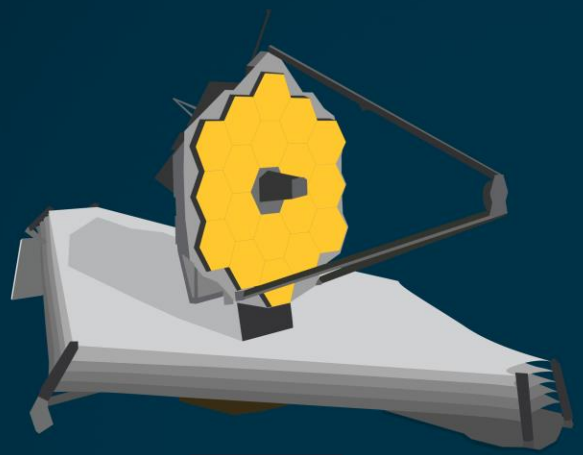
ESA'S NEW AND FUTURE EXOPLANET MISSIONS

esa



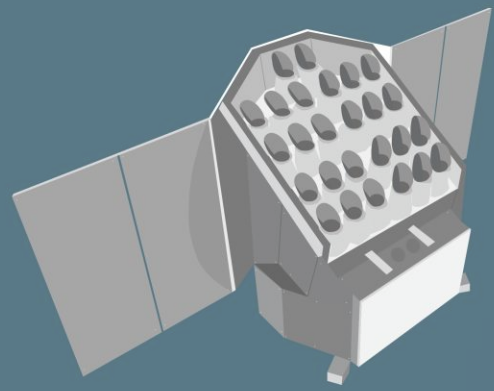
Cheops

First step characterisation of known Earth-to-Neptune size exoplanets



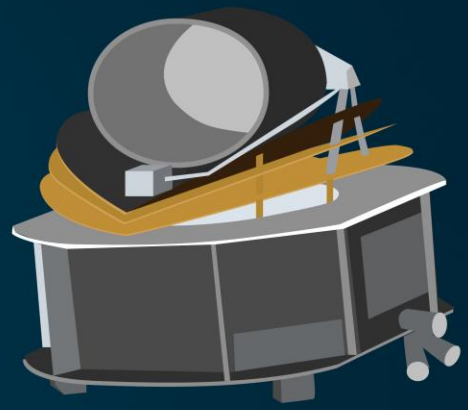
Webb

Detailed characterisation of exoplanet atmospheres through transit studies and direct imaging



Plato

Studying terrestrial planets in orbits up to the habitable zone of Sun-like stars, and characterising these stars



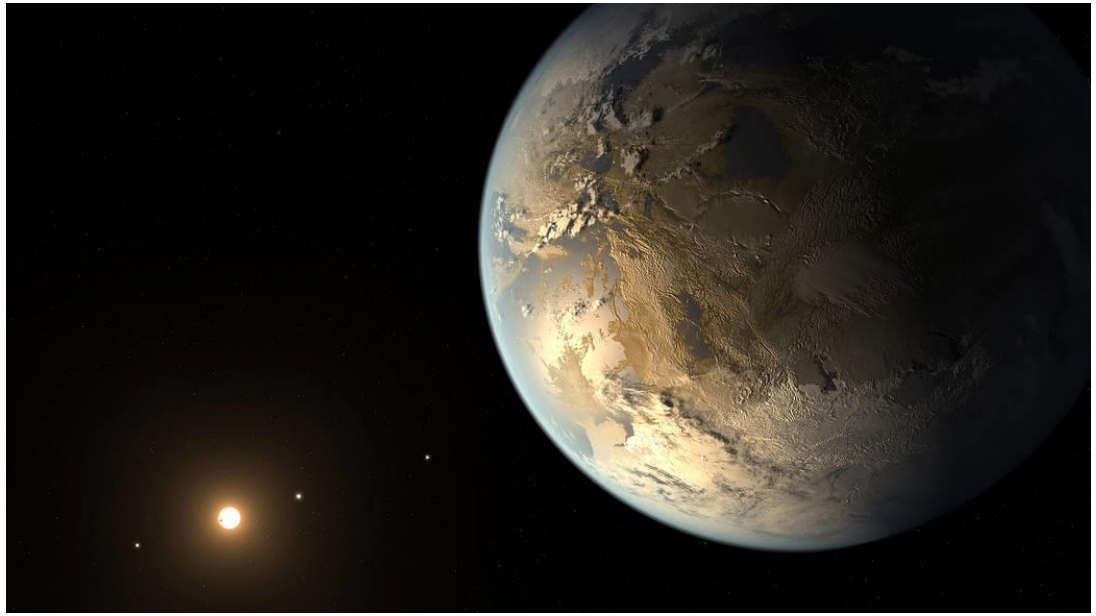
Ariel

Performing a chemical census of a large and diverse sample of exoplanets by analysing their atmospheres

#ExploreFarther

El Programa PLATO: Objetivos

- El objetivo del Programa PLATO es identificar y caracterizar exoplanetas similares a la Tierra orbitando en la zona de habitabilidad de estrellas como el Sol.
  - **Caracterización:** 3% de precisión en los radios, 10% en las masas y 10% en la edad
- Se espera encontrar >10 de planetas similares a la Tierra
- Además, se caracterizarán miles de planetas en distintos sistemas exoplanetarios
  - Todos aquellos con periodo orbital menor de ~1 año



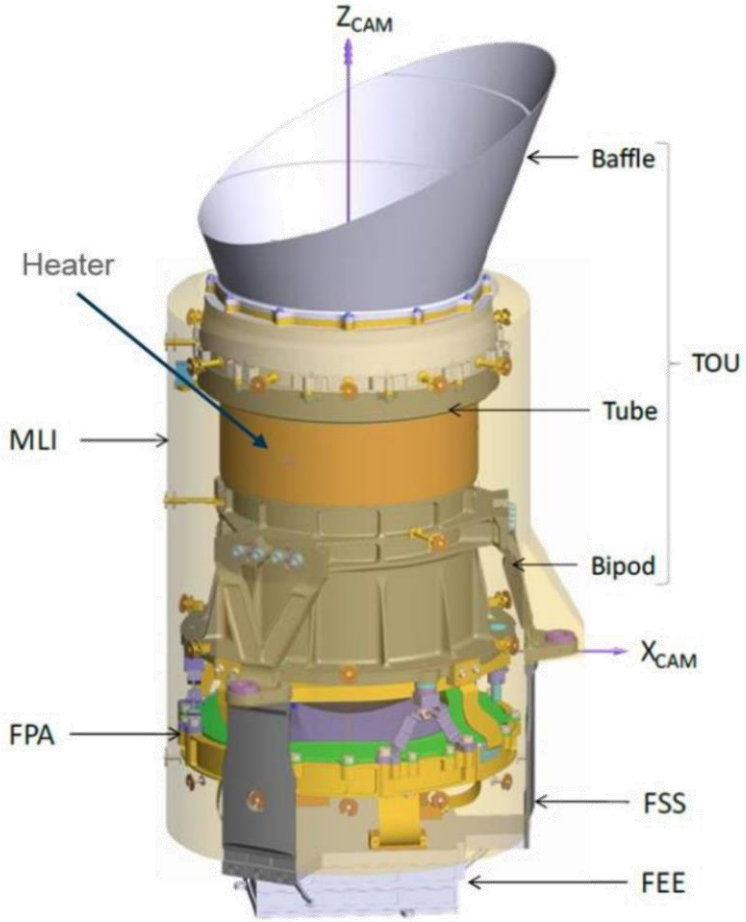
Representación artística de Kepler 186f

El Programa PLATO: Técnicas

PLATO combina 2 segmentos:

- Segmento espacial
  - 26 telescopios: fotometría de muy alta precisión.
  - Observaciones prolongadas del mismo campo durante al menos 3 años.
  - Monitorización de 140.000 estrellas por cada campo de ~2100 grados cuadrados.

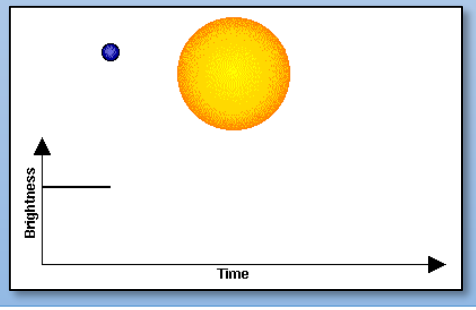
- Segmento terreno
  - Medida de velocidad radial de los planetas identificados mediante la fotometría.



El Programa PLATO: Técnicas

Fotometría de alta precisión desde el Espacio

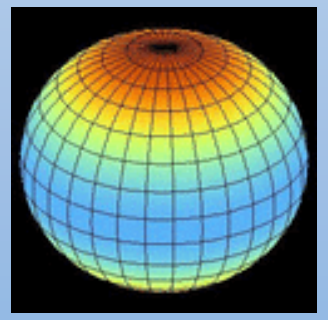
Tránsitos



Parámetros orbitales

- Inclinación orbital, i
- Cociente de radios planeta/estrella

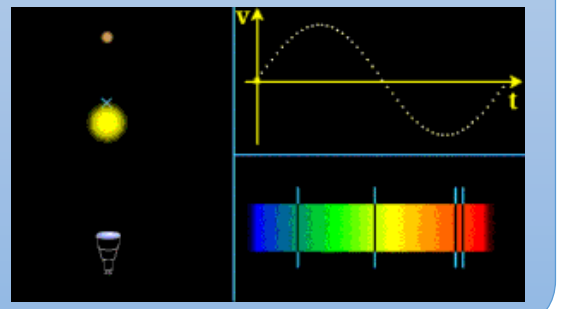
Astrosismología



Valores precisos del **radio, masa y edad** de las estrellas

Observaciones desde Tierra

Velocidad radial



Parámetros orbitales

- Masa planetaria minima, M sin i

Caracterización completa:

- Parámetros orbitales completos
- Radio, masa (densidad) y edad de los planetas

Contribución española a PLATO

- Participación española al desarrollo del HW:
  - Planos focales (FPA) de los 26 telescopios: INTA, CAB (LIDAX)
  - Verificación óptica en vacío térmico (TestHouse) de 10 telescopios completos: INTA/LINES
  - Ordenadores de a bordo (MEU+DPU): IAA (TASE)
  - Electrónica de potencia de los ordenadores (PSU): IAC (CRISA)

- Algoritmos de procesado de los datos para el PLATO Data Center

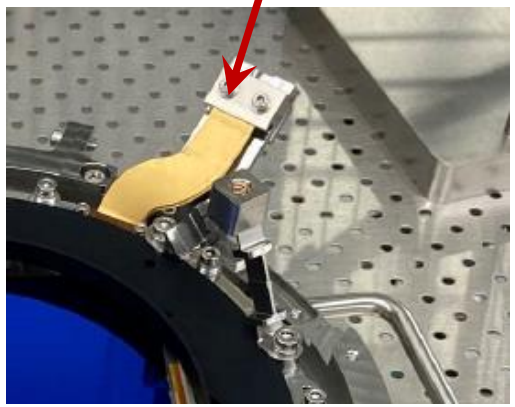
- Preparación del programa científico

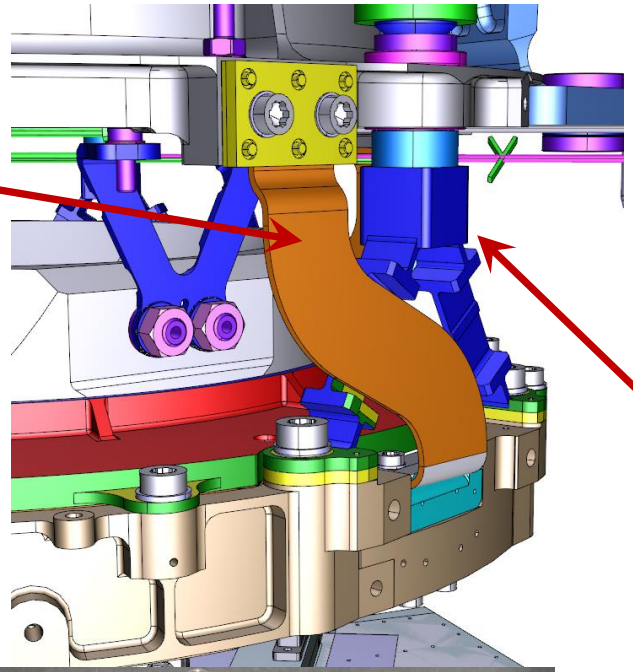
Contribución española a PLATO: FPA

- INTA es responsable del desarrollo de la estructura de los planos focales (FPA) de los 26 telescopios de PLATO.
- Retos tecnólogicos:
  - Control térmico ultraestable de todo el plano focal.
  - Soporte mecánico ultrapreciso (tolerancia de pocas micras) y ultraestable de 4 CCDs de gran formato.
    - *Todo ello con fuertes restricciones de masa.*
  - 2 interfaces mecánicas con materiales de diferentes CTEs
    - CCD (SiC) → FPA (Titanio)
    - FPA (Titanio) → Telescopio (AlBeMet)

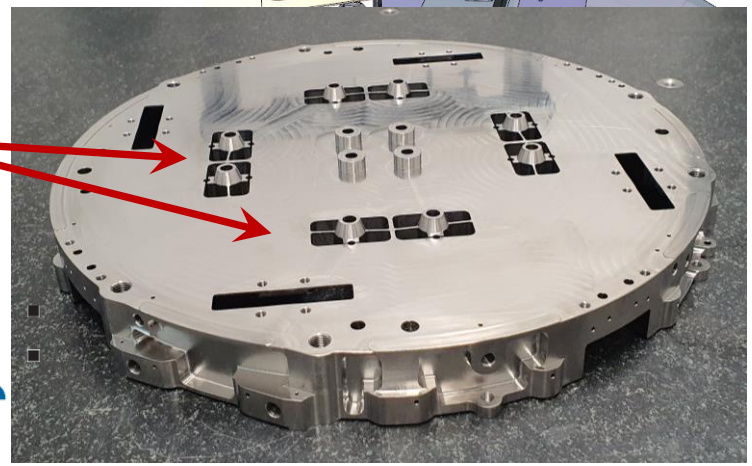
Contribución española a PLATO: FPA

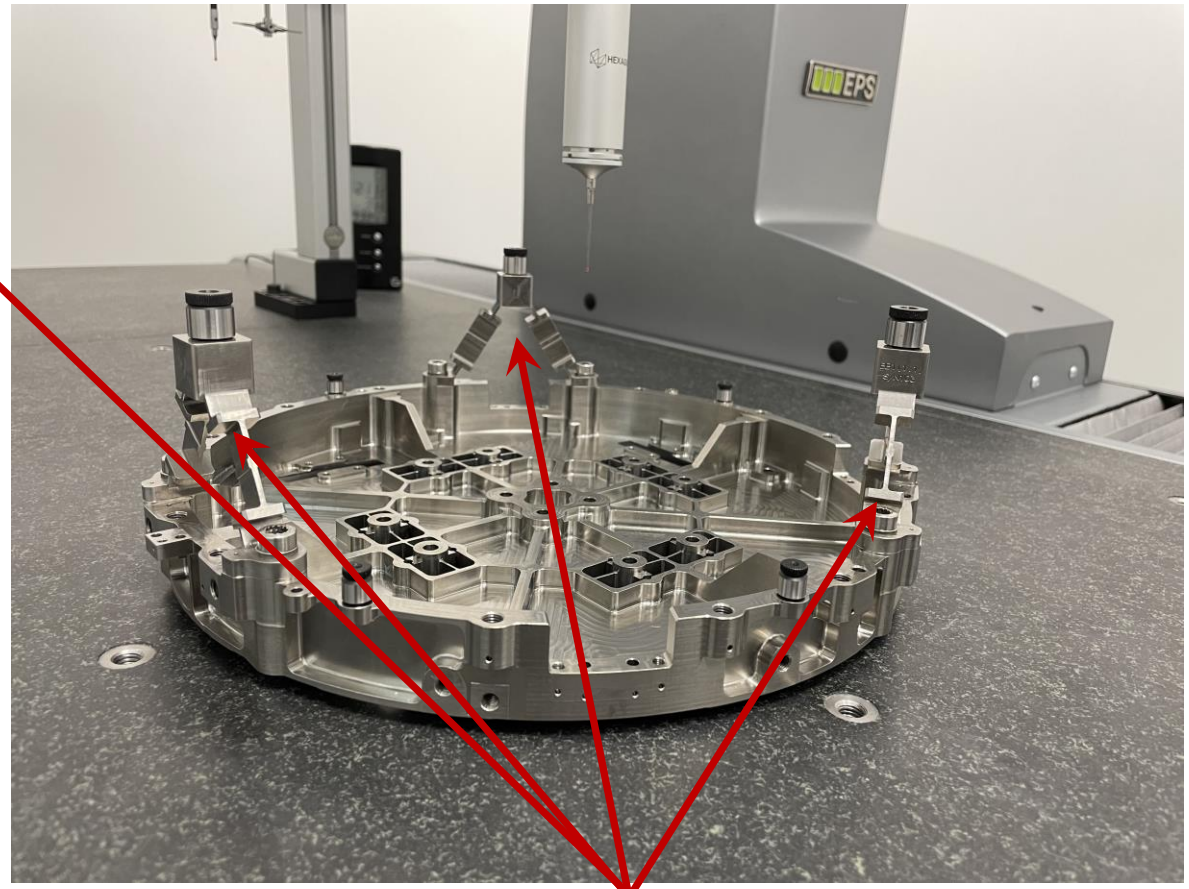
Trencillas de cobre





Flejes en la I/F
con el soporte
de SiC de los CCDs





Bipods de unión al telescopio con cierta flexibilidad

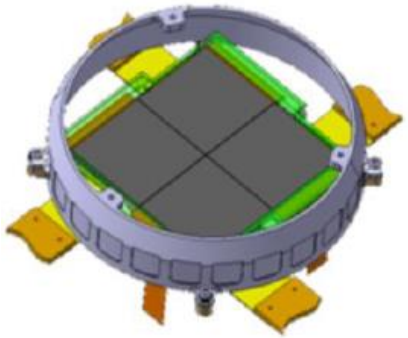
Contribución española a PLATO: FPA

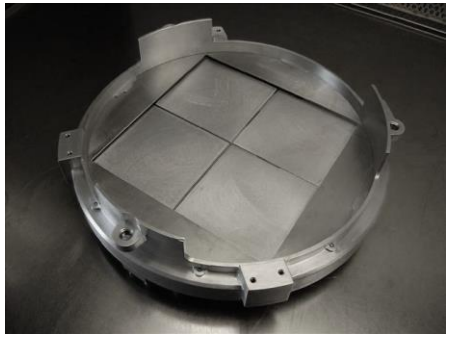
- INTA es responsable del desarrollo de la estructura de los planos focales de los 26 telescopios de PLATO.
- Retos tecnólogicos:
  - Control térmico ultraestable de todo el plano focal.
  - Soporte mecánico ultrapreciso (tolerancia de pocas micras) y ultraestable de 4 CCDs de gran formato.
    - *Todo ello con fuertes restricciones de masa.*
  - 2 interfaces mecánicas con materiales de diferentes CTEs.
    - CCD (SiC) → FPA (Titanio)
    - FPA (Titanio) → Telescopio (AlBeMet)
- Reto programático
  - Fabricación, verificación, integración en serie de más de 30 unidades (STM, EMs, QMs, FMs, FSs) manteniendo el nivel de precisión y calidad.

Contribución española a PLATO: FPA

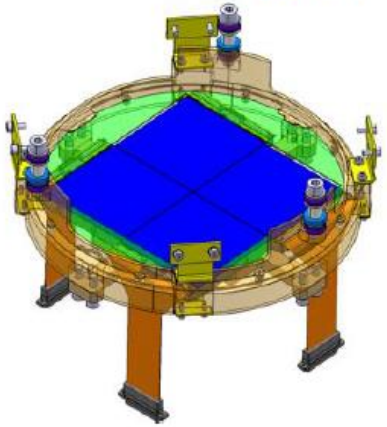
- 14 años de desarrollo
- Diseño, análisis y fabricación liderados por LIDAX desde 2008

2010

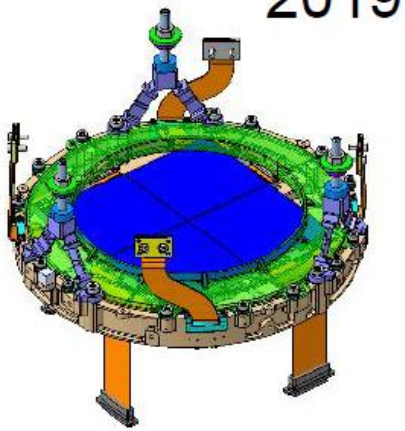




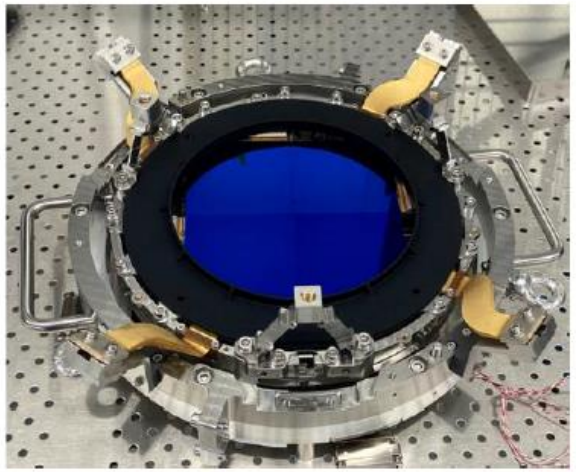
2014



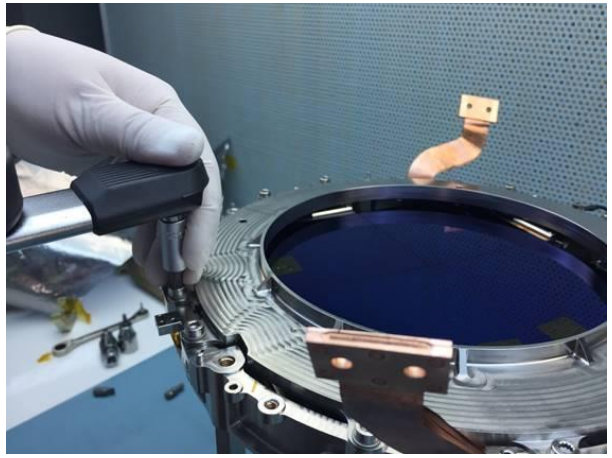
2019

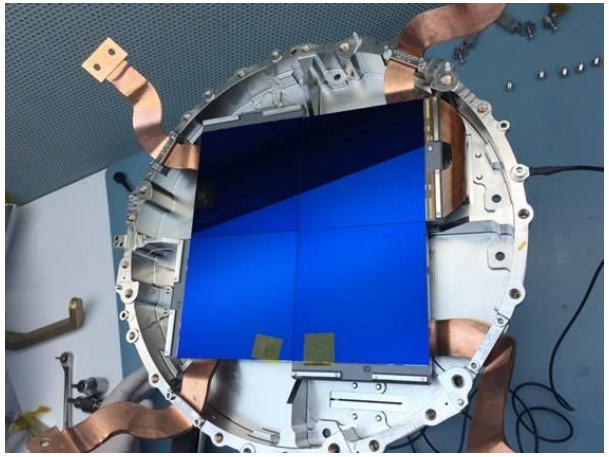


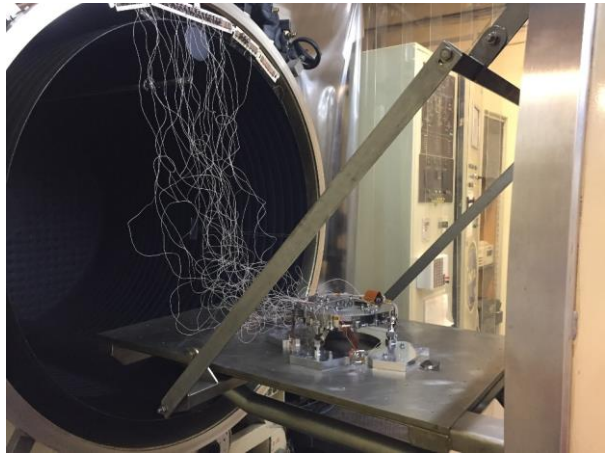
2021

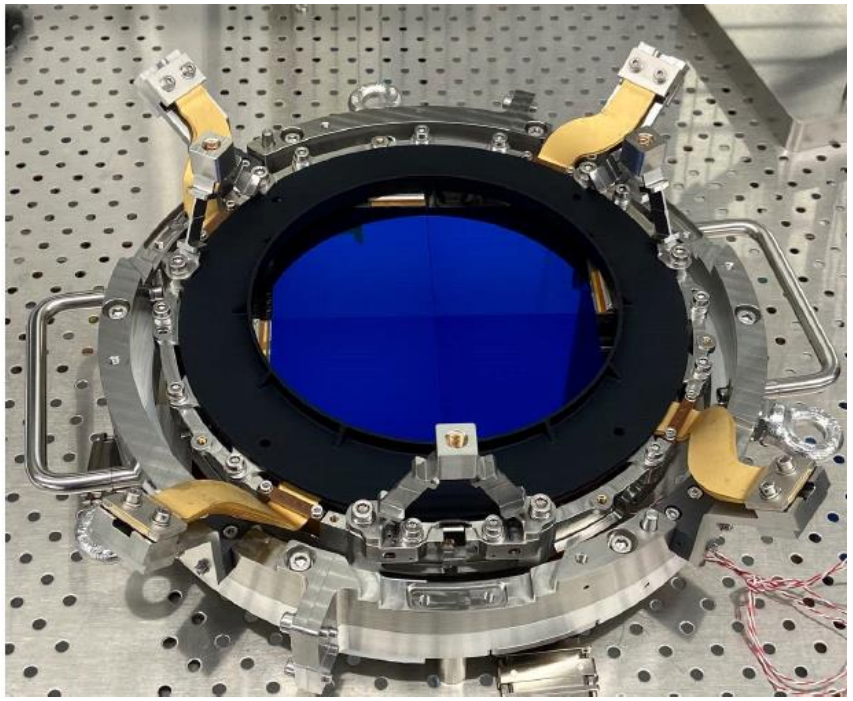


Contribución española a PLATO: FPA







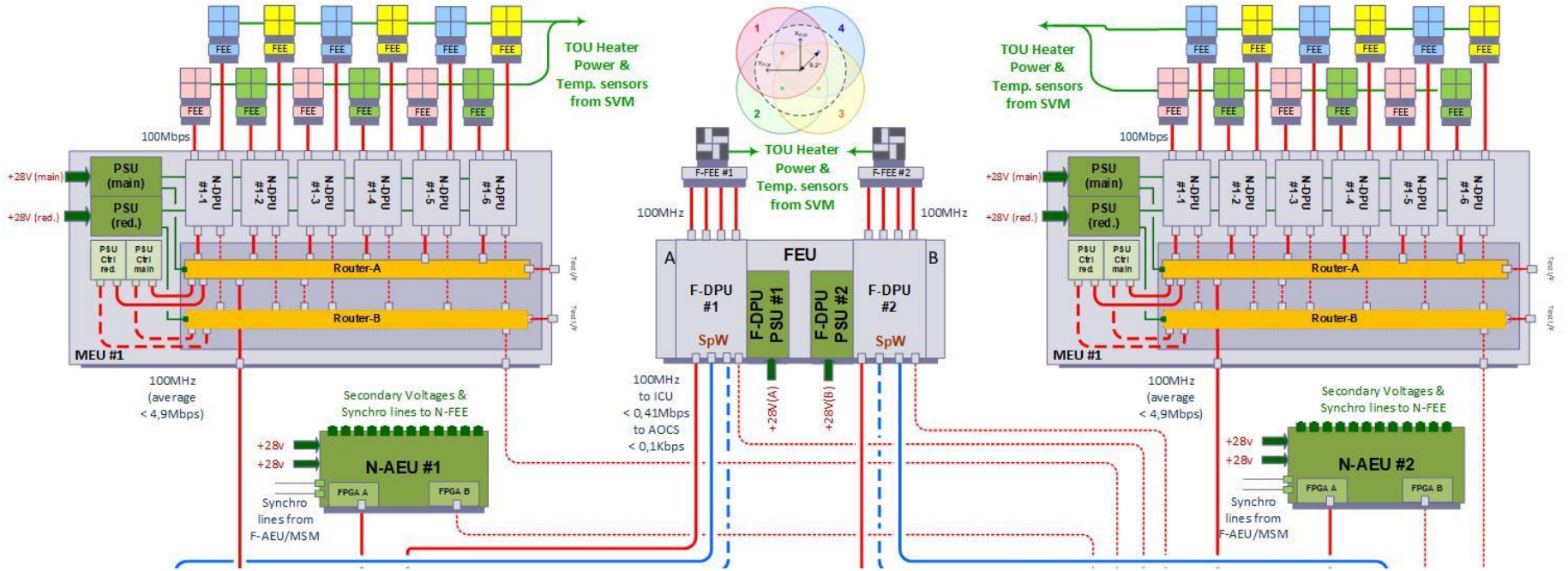


FPA EM-1 completo

Integración y calificación del modelo QM-2 en INTA

Contribución española a PLATO: MEU

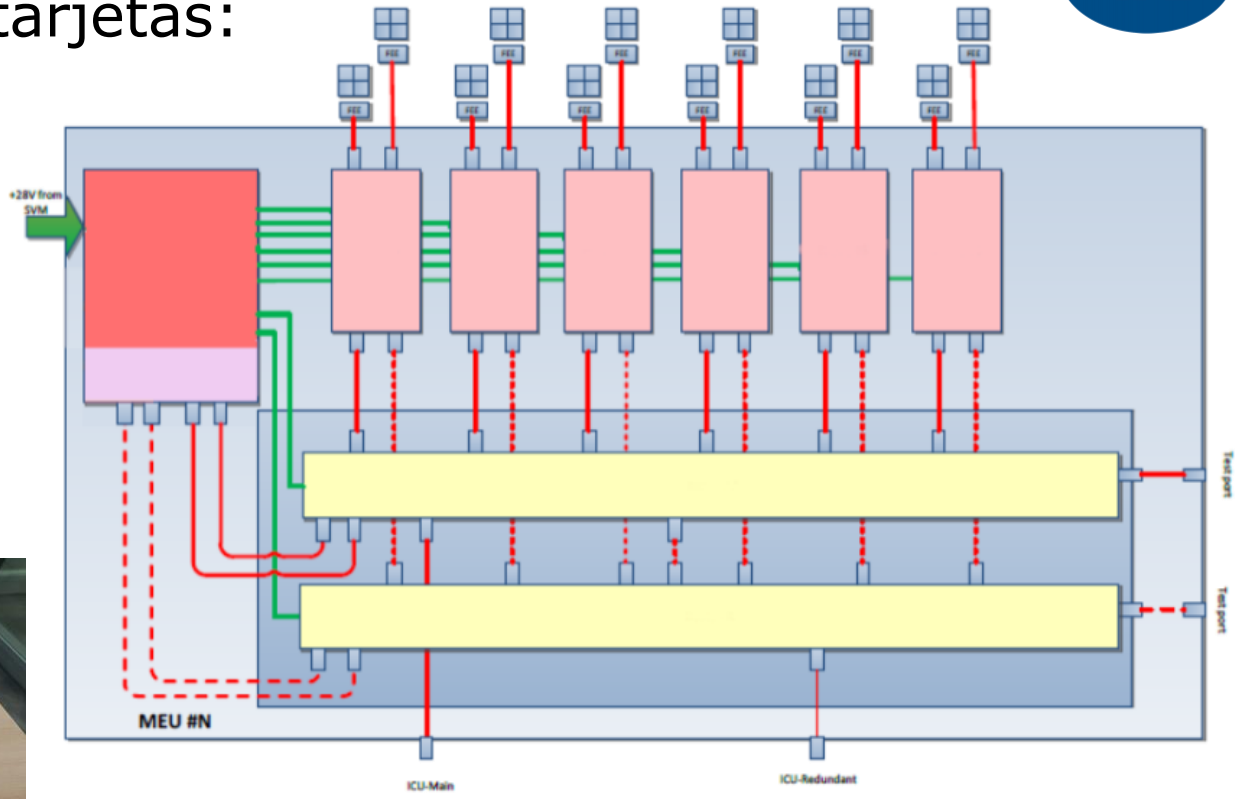
- Las Main Electronics Units (MEUs) son un sistema multi-computador, compuesto cada uno por 6 unidades de procesamiento (DPU), los SpaceWire Routers y una unidad de potencia (PSU):
  - Cada DPU consta de 2 procesadores Leon3FT que trabajan a una frecuencia de 50MHz.
  - Cada SpaceWire Router controla 11 puertos SpaceWire (100 Mbps máximo).
  - PLATO dispone de 2 MEUs, con 1 DPU para cada 2 planos focales.



Contribución española a PLATO: MEU

- Cada MEU esta formada por 12 tarjetas:

6 N-DPU Boards (IAA)
2 SpaceWire Router (IAA)
2 PSU DCDC Boards (IAC)
1 PSU Control Board (IAC)
1 Mother Board (IAA)
Power Distribution
Main SpaceWire Link
Redundant SpaceWire Link



Modelo EM

Contribución española a PLATO: MEU

- MEU: DPU + SpaceWire routers:
  - IAA(CSIC) + Thales Alenia Space España
- MEU: PSU
  - IAC + Airbus CRISA
- Reto tecnológico:
  - Cada DPU procesa en tiempo real los datos de 2 cámaras completas
  - 80 millones de píxeles por cámara leídos cada 25 segundos.
  - Correcciones y procesado fotométrico de 100.000 fuentes por cada imagen:
    - Proceso secuencial, 6.25 segundos disponibles para cada CCD.

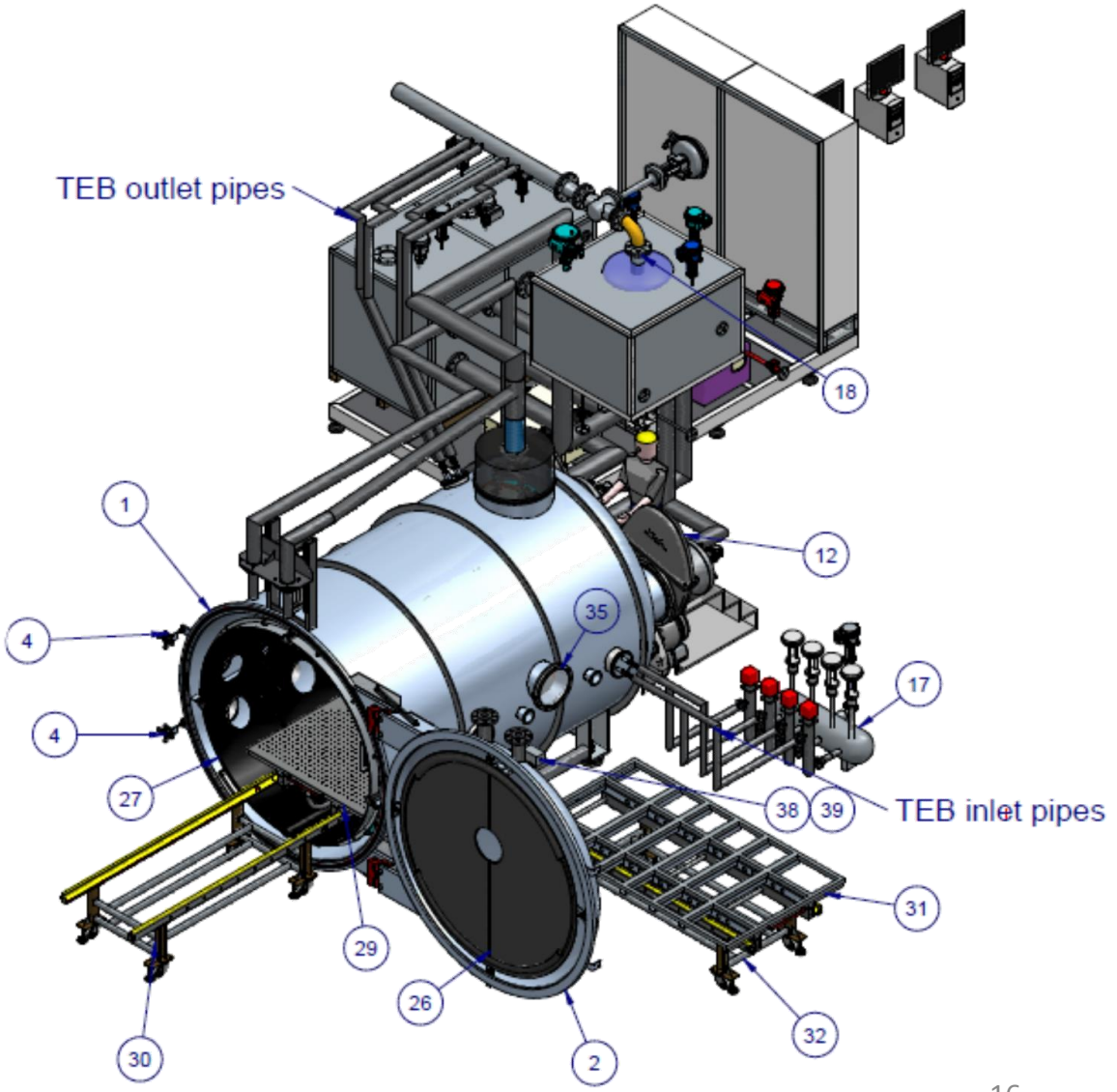
Proceso estable y sin interrupciones durante campañas de observación de 3 años.

Contribución española a PLATO: TestHouse

- El Laboratorio de Instrumentación Espacial del INTA (LINES) se encarga de la verificación y calibración en condiciones funcionales de vacío térmico de 10 cámaras completas (junto con SRON e IAS).

- Retos:
  - Desarrollar y operar un sistema de calibración ultrapreciso y compatible con los sistemas de las 3 testhouses.
  - Repetir el proceso (lento y pesado) 10 veces con el mismo nivel de precisión y calidad.
    - Se estiman 2 años de trabajo a ritmo continuo para completarlo.

Contribución española a PLATO: TestHouse



Contribución española a PLATO: PSM/PDC

- PDC (PLATO Data Center)
  - WP375000 (IAC, Roy Alonso). "L1 corrections from known transits"
  - WP374310 (UGR, J.C. Suárez). "End-Product Guarantee"
  - WP385100 (CAB, E. Solano). "Compliance with VO standards"
  - WP385200 (CAB, E. Solano). " VO Services developments"
- PSM (PLATO Science Management)
  - WP122200 (IAC, C. Allende). "Fundamental parameters, chemical abundances"
  - WP122300 (IAA, A. Claret) . "Determination of limb-darkening"
  - WP121130 (UGR, J.C. Suárez). "Theoretical oscillation frequencies"
  - WP128300 (UV, A. Moya). "Lightcurve preparation for asteroseismology"
  - WP112510(IAC, H. Deeg). "Circumbinary planet detection"
  - WP143100 (IAC, R. Alonso): "Photometric follow-up"
  - WP115500 (CAB, D. Barrado): "Non-transiting planets via REBs"
  - WP145200 (IAC, R. Alonso):" Secondary eclipse, phase variation spectroscopy"
  - WP141100 (IEC-UB, I. Ribas): "Target distribution requirements"

→ Más de 150 investigadores trabajan en el estudio de exoplanetas y astrosismología.

Contribución española a PLATO: Financiación

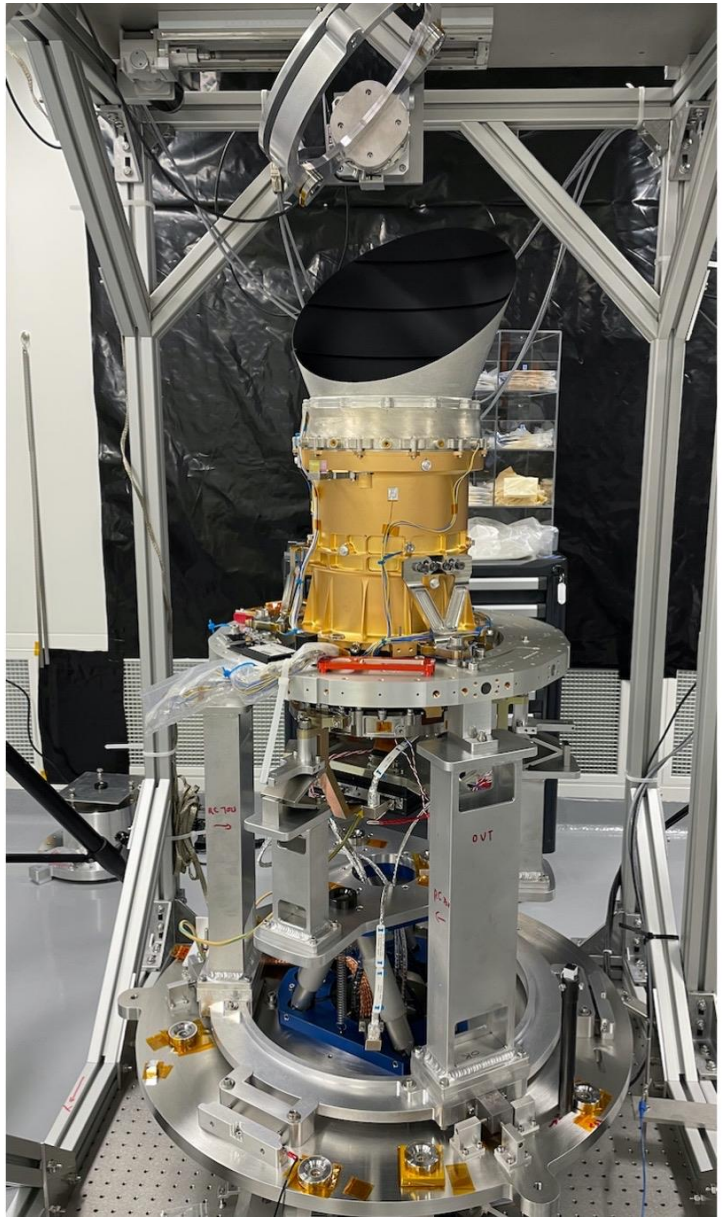
- Financiación a cargo del Plan Nacional/Estatal de I+D+i desde 2008
  - PID2019-107061GB-C61-6/AEI/10.13039/501100011033 y anteriores.
- Financiación a cargo de CDTI (MEU)
  - CDTI ICTP-20210005
- Financiación a cargo de CDTI/PRODEX 2021 (FPA)
  - HESA-20211009
- Financiación puente a cargo de ESA en 2021/2022 (FPA+MEU)
- Financiación a cargo de CDTI/PRODEX 2022 (FPA+MEU)
  - En proceso de evaluación

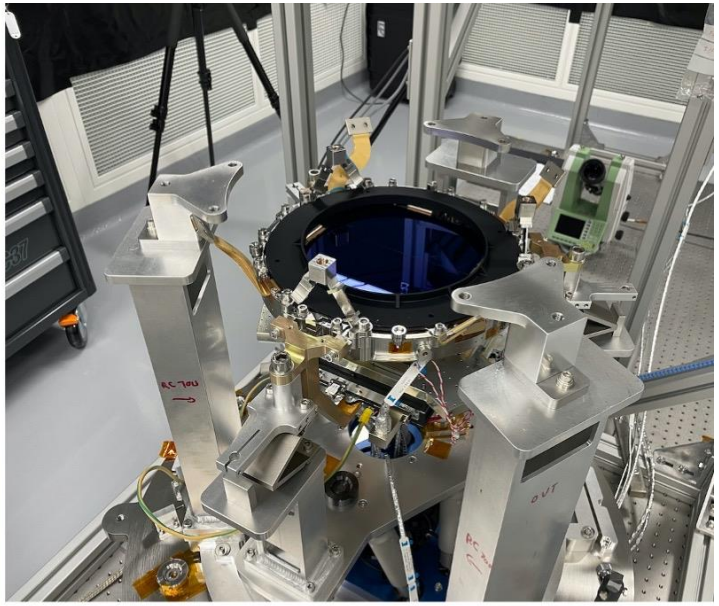
Estado de la Misión PLATO

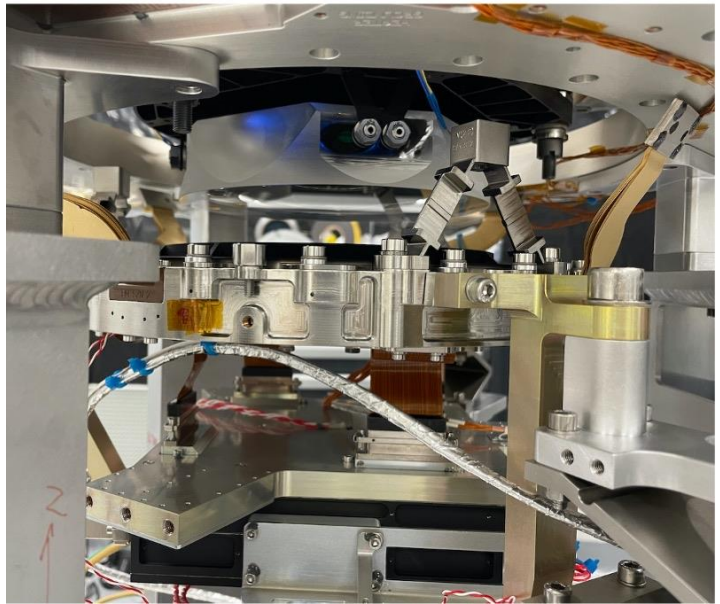
- En 2022 se han completado con éxito las Critical Design Reviews (CDRs) de todos los subsistemas.
- En enero de 2022 la misión superó la Critical Milestone Review (CMR) a nivel ESA

  → *Luz verde para la construcción de las unidades de vuelo*
- En 2024 tenemos que entregar todas las unidades de vuelo (FPAs, MEUs).
- 2024-2025: Integración y calibración de las 26 cámaras completas.
- Finales de 2026: lanzamiento
  - 4 (+2) años de operaciones.

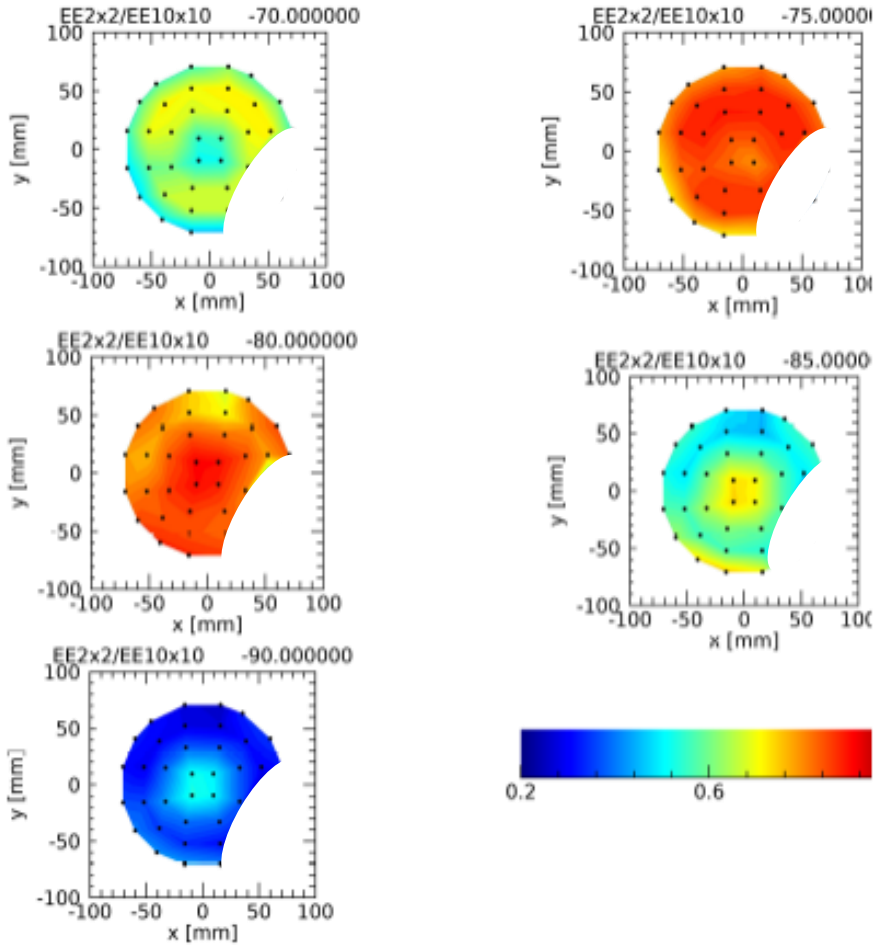
Estado de la Misión PLATO: Cámara EM

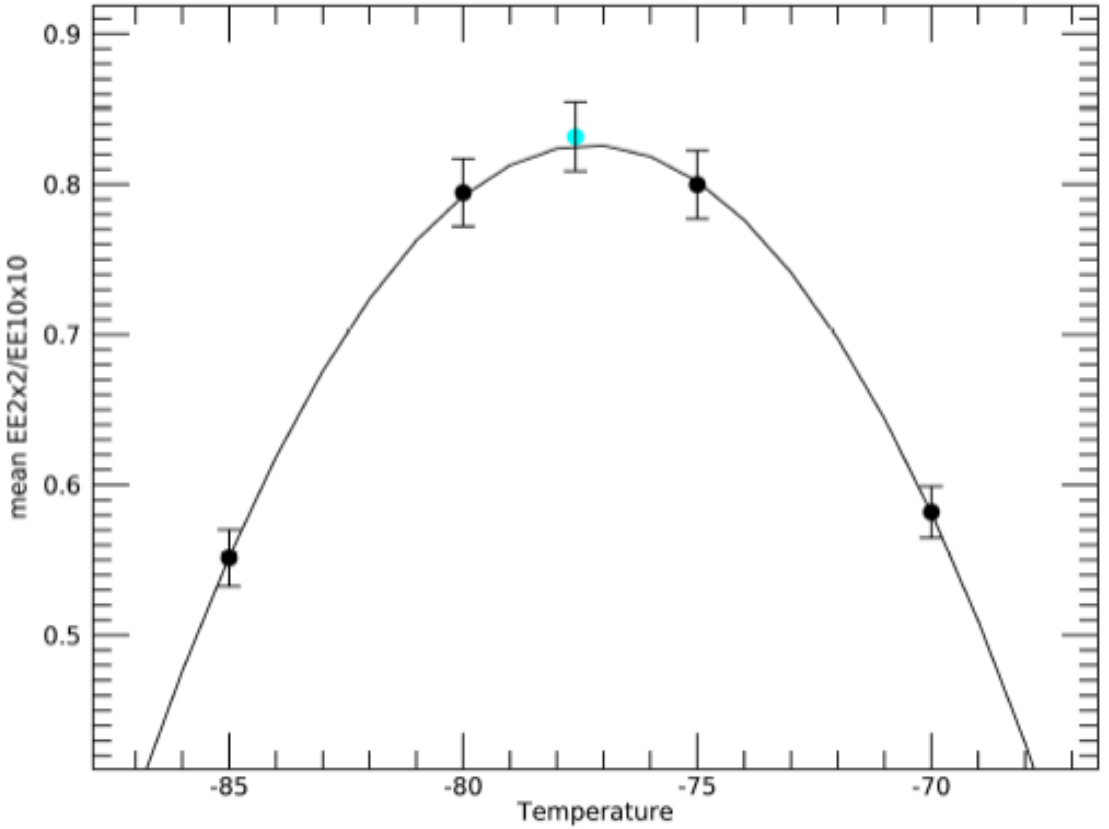






Estado de la Misión PLATO: Cámara EM

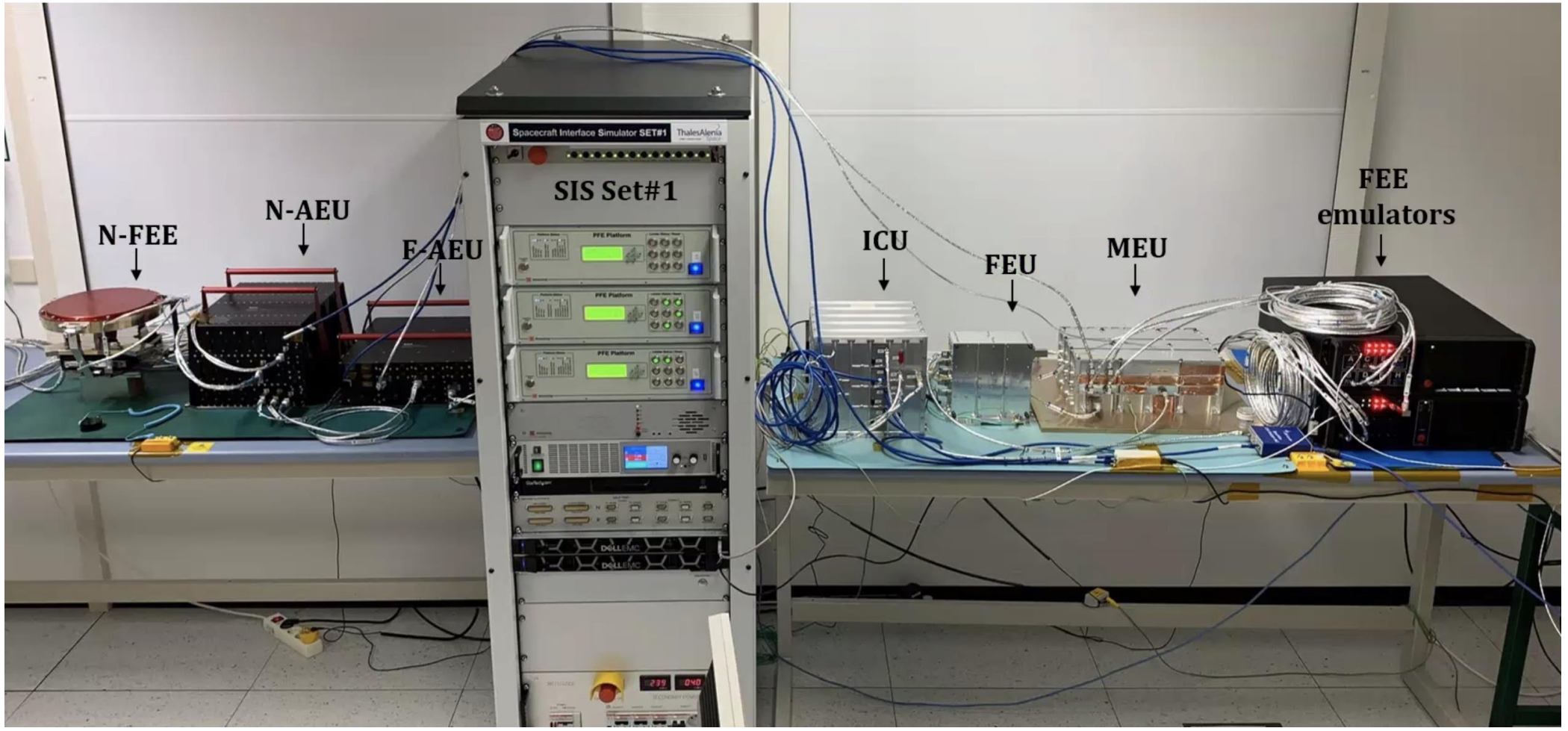




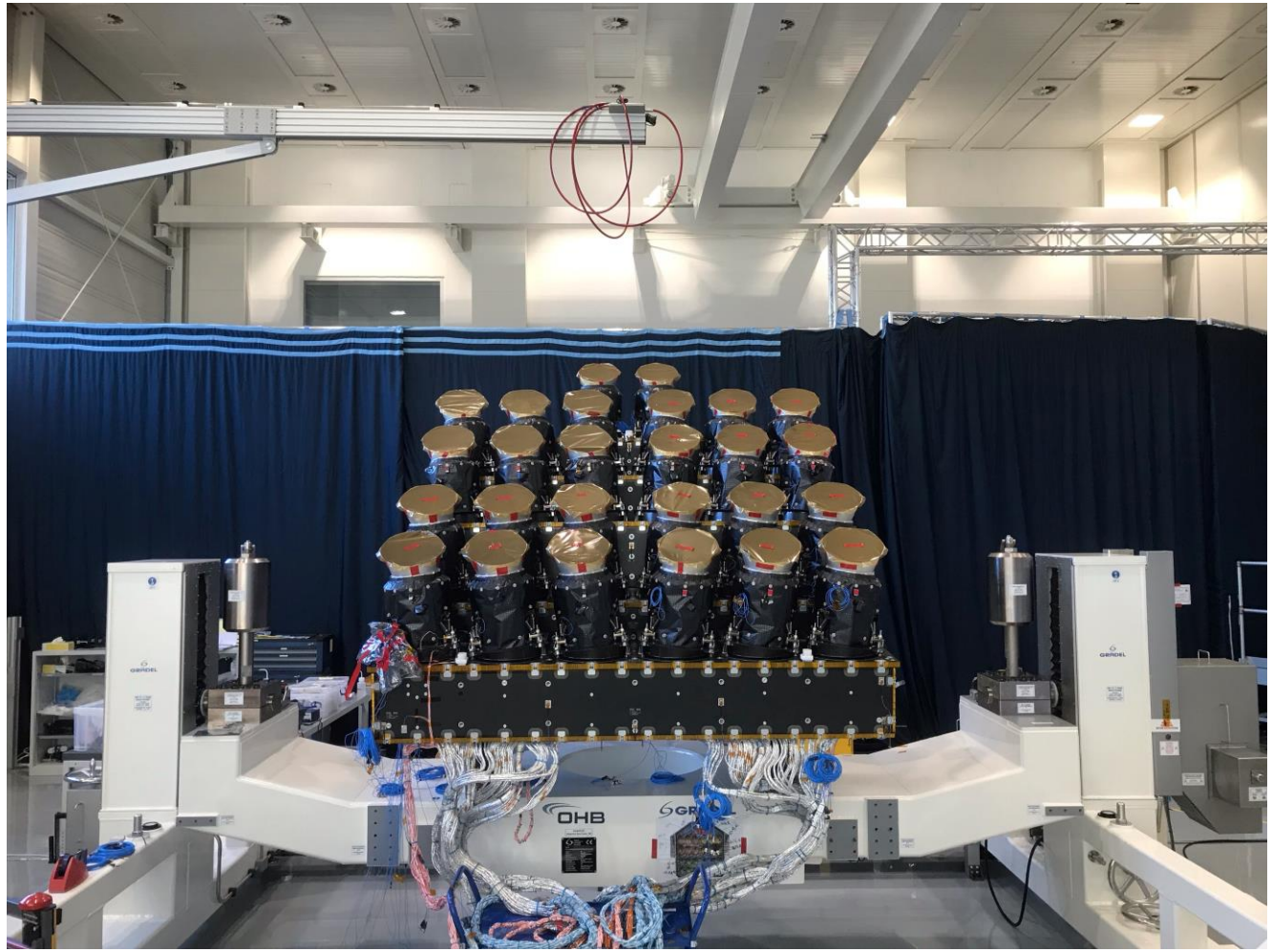
Determinación del foco óptimo en el EM (SRON): T =-77.6 C

Estado de la Misión PLATO: DPS EM

Modelo de ingeniería del PLATO Data Processing System (DPS)completo



Estado de la Misión PLATO: PLM



PLATO Payload Module STM

PLATO: un consorcio de más 800 investigadores