

XXVII Congreso Estatal de Astronomía
Sabadell, 2026

Recuperación y modernización del MST *Montsec Sky Telescope*

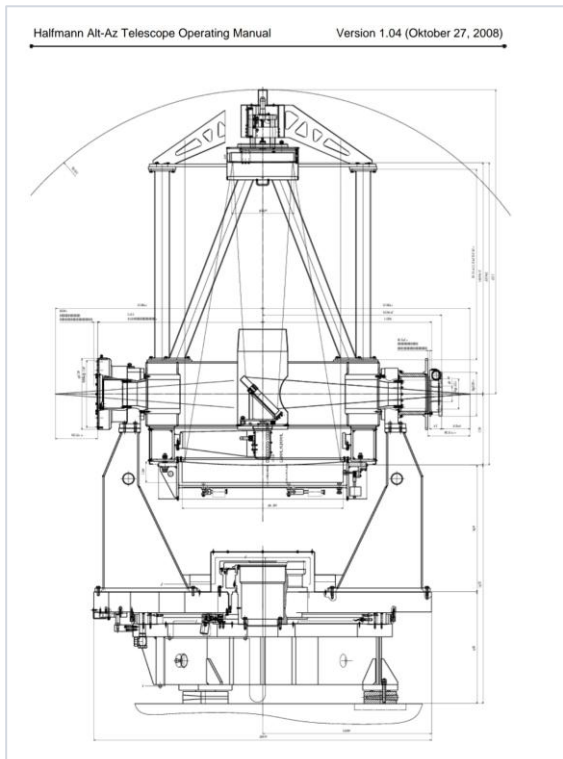
Daniel Trueba Castillo
Agrupació Astronòmica de Sabadell



El MST: Un sueño hecho realidad en 2008

Montsec Sky Telescope · Camp d'Àger

El Montsec Sky Telescope



- Cassegrain de 500 mm, $f/9$ (4500mm focal)
- Montura altazimutal con motores de par directo
- Dos focos Nasmyth y espejo M3 móvil
- Encoders absolutos Heidenhain; resolución del controlador 0,018"
- Espejos Astro-Sitall
- Cámaras: FLI6303E y QHY174M-GPS

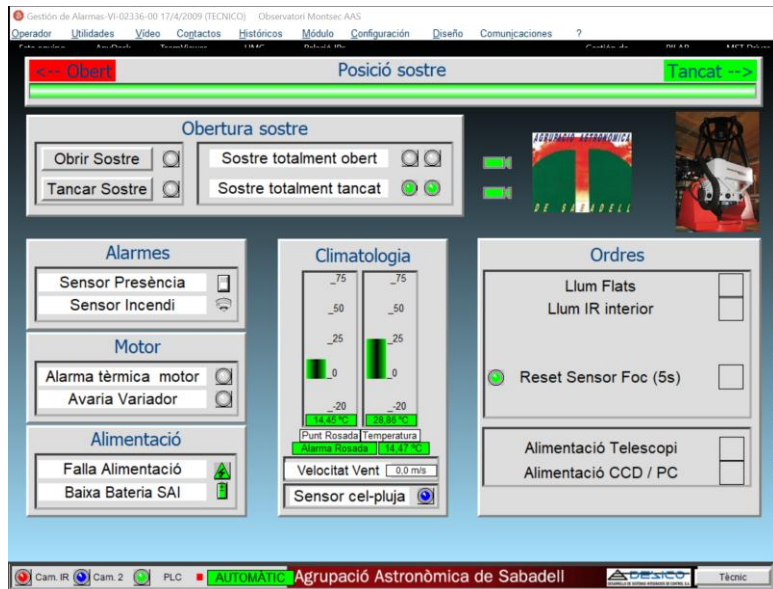
Halfmann Alt-Az Telescope Operating Manual v1.04 (2008).

El Montsec Sky Telescope



Un observatorio remoto avanzado a su tiempo

En 2009 ya estaba operativo y preparado para operar a distancia.



- Techo deslizante motorizado
- PLC y cuadro de control
- Cámaras y sensores seguridad
- Estación meteorológica

Bajo uno de los mejores cielos de Catalunya

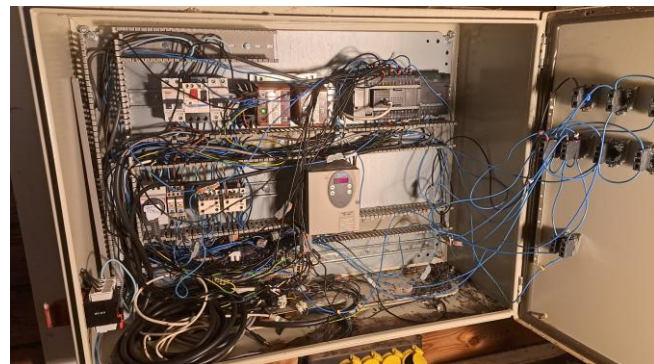


© Imagen de Manel Martín Folch en los campos observación Àger

El largo sueño del MST

Por qué dejó de usarse

- Averías (especialmente desrotadores) y obsolescencia de periféricos.
- Halfmann deja de fabricar telescopios.
- Sin soporte de fabricante: averías de alta complejidad y tiempos prolongados de resolución en los desrotadores.
- Dependencia de un software cerrado, y un conocimiento muy específico.
- Esfuerzos continuos desde la junta por recuperar el telescopio.
- Consecuencia: Un hardware con mucho potencial que cada vez se usaba menos, hasta quedar casi en desuso.



Decisión a inicios 2025: ¿Qué hacer con el MST?

Montar el tubo en otra montura

Dificultad: peso, dimensiones y coste

Sustitución completa telescopio y observatorio

Dificultad: coste y complejidad

Recuperar el sistema original

Dificultad: Nadie sabía cómo funcionaba

Se decidió estudiar primero la recuperación.

Impulsado por Gerard Tartalo desde la junta AAS.



Primera inspección

Lo que vimos

- El telescopio enciende y se inicializa.
- El software de control se conecta al telescopio.
- Los apuntados van a zonas incorrectas del cielo.
- Muchos componentes del observatorio ya no funcionan correctamente.

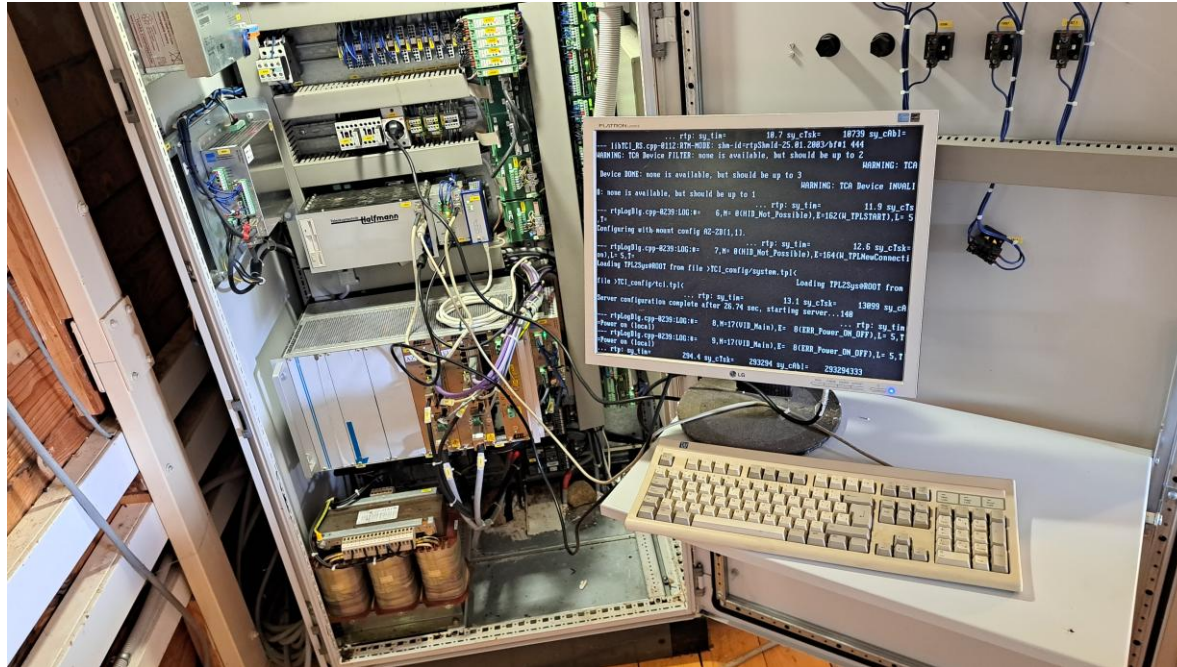
Lo que aún no sabíamos

- Por qué fallaba el apuntado.
- Los protocolos de comunicación propios del MST.
- El estado real de los componentes de la montura.
- ...y muchas....MUCHAS cosas



Arqueología instrumental

Análisis e investigación inicial



Cabina de control del MST durante la inicialización

Análisis e investigación inicial

Toward the remotization and robotization of the OARPAF telescope

Davide Ricci^{a,*}, Lorenzo Cabona^a, Silvano Tosi^{b,c}, and Sandro Zappatore^d

^aINAF-Osservatorio Astronomico di Padova, Vicolo dell'Osservatorio 5, 35122 Padova, Italy.

^bUniversità degli Studi di Genova, DIFI Dipartimento di Fisica, Via Dodecaneso 33, 16146, Genova, Italy.

^cINFN-Sezione di Genova, Via Dodecaneso 33, 16146 Genova, Italy.

^dUniversità di Genova, DITEN Dipartimento di Ingegneria delle Telecomunicazioni, Elettrica, Elettronica e Navale, Via all'Opera Pia 11A, 16145, Genova, Italy.

ABSTRACT

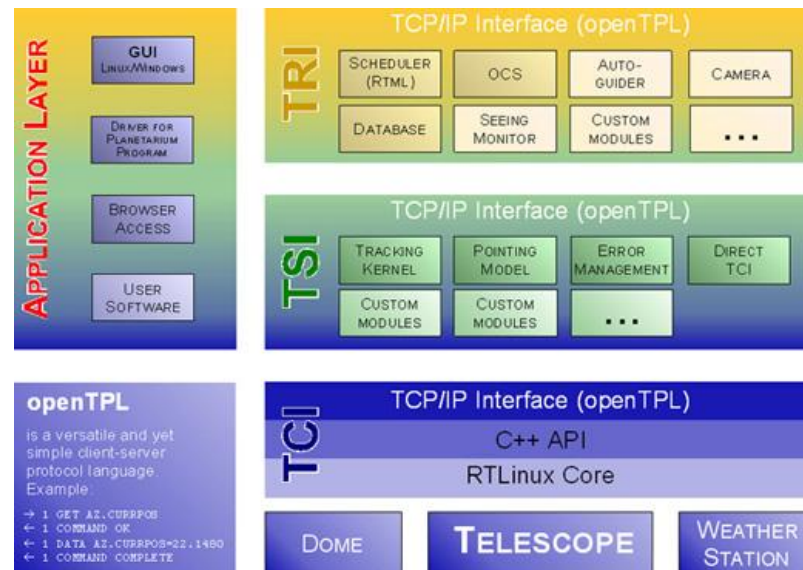
OARPAF (Osservatorio Astronomico Regionale Parco Antola Comune di Fascia, Italy) hosts an 80cm Asteco telescope with a Ganisato Dome, SBIG-STX camera, Davis weather station, and SBIG AllSky camera. We present a layer-structured python3 framework to control these devices. Layer 1 provides straightforward getter/setter interface for "atomic" operations on devices. Layer 2 wraps the above mentioned atomic operations into "ESO-style" Templates, to perform sequences of common pointing, observation, and calibration operations called "Observation Blocks" (OBs) that are run by a sequencer. Layer 3 is a REST API based on HTTP verbs to expose methods that control Layer 1 devices and Layer 2. We also present a web interface built on top of this layer. The work is part of the frame for remotizing and robotizing the observatory.

1. INTRODUCTION

The Regional Astronomical Observatory of the Antola Park (OARPAF), located in the Ligurian Apennines near the city of Genova, Italy, is operational since years not only for educational^{1,3} and general public activities,⁴ but also for scientific observations, which led to results in the field of light curves of quasars⁵ and exoplanetary transits.^{6,7}

These activities increased the interest in the facility by local institutions that contributed to its technical improvement,⁸ and paved the path for the future development of a multi-purpose instrument capable of providing three focal stations at the scientific Nasmyth focus of the telescope: an imager, a long slit spectrograph, and an échelle spectrograph.⁹

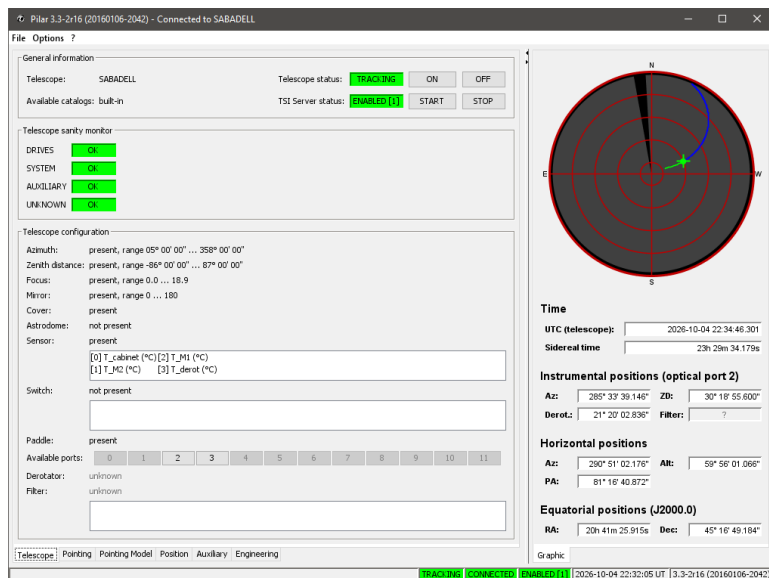
The commissioning of the instrumentation and launch of the new phase of the scientific exploitation of



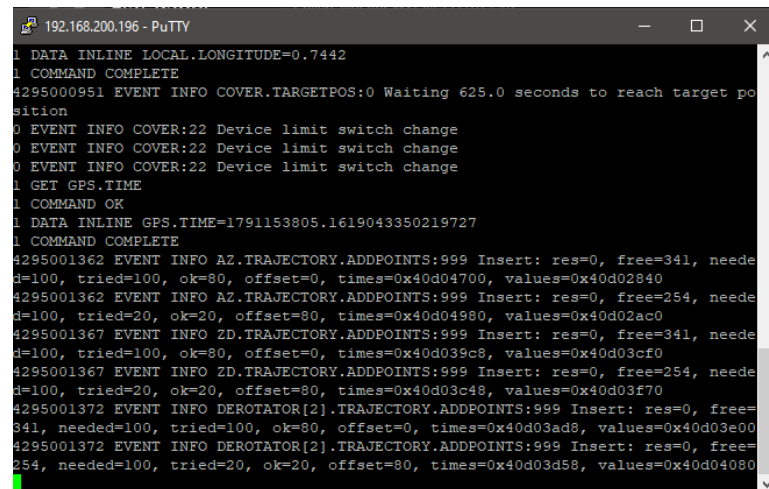
© Arquitectura Astelco

Arxiv – OARPF Telescope

Análisis e investigación inicial

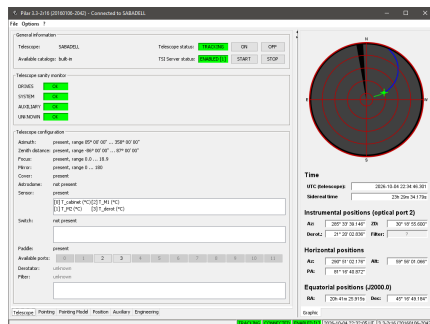
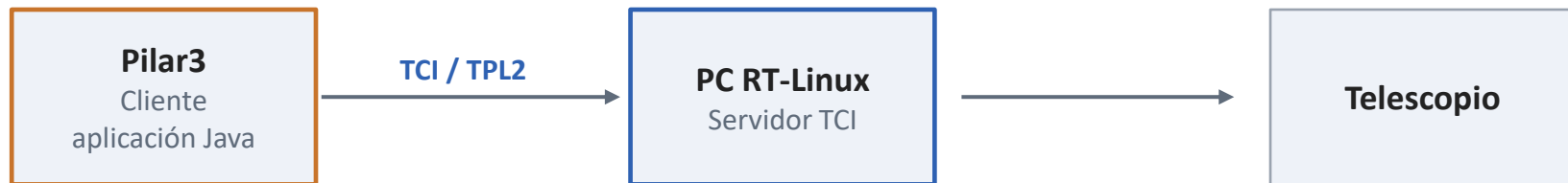


Software control Pilar3

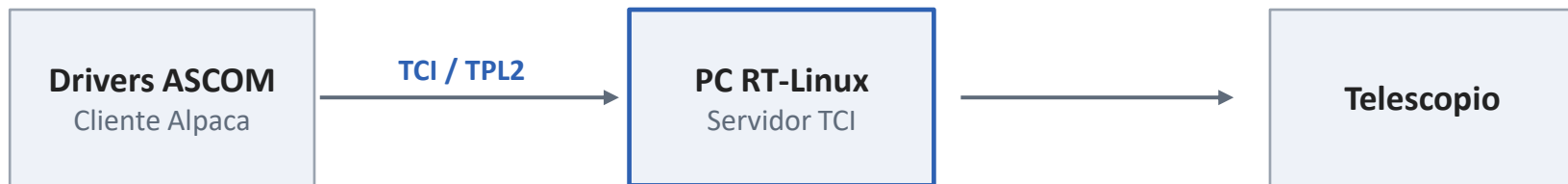


Comunicación directa vía Telnet a la cabina

Pilar3 no controla directamente el telescopio



Primera propuesta drivers ASCOM para el MST



TCI / TPL2



Pilar3 también es un servidor



TPL2 Transfer Protocol Language: el protocolo de órdenes y respuestas

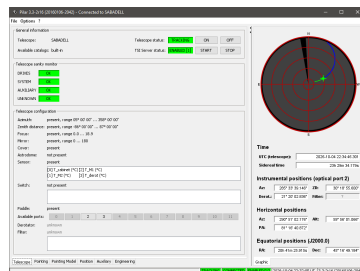
TCI Open Telescope Control Interface: control directo del hardware

TSI Open Telescope Software Interface: Telemetría, control de seguimiento y modelos de apuntado

Segunda propuesta drivers ASCOM para el MST



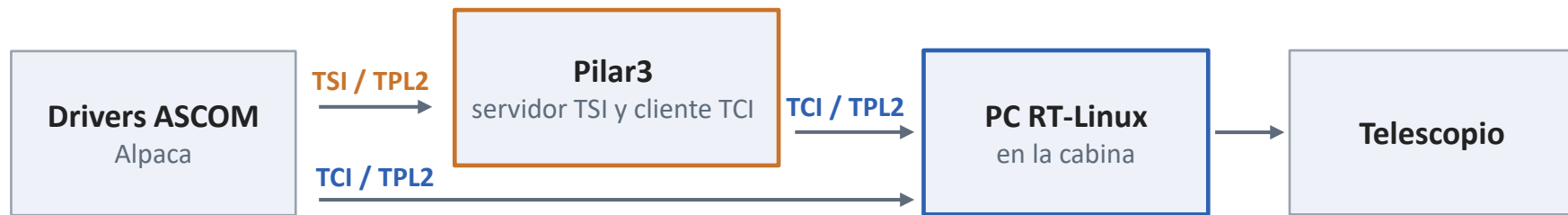
TSI / TPL2



TCI / TPL2

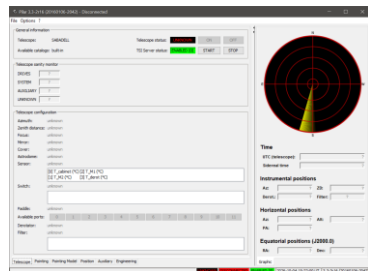


Tercera propuesta drivers ASCOM para el MST



TSI / TPL2

TCI / TPL2



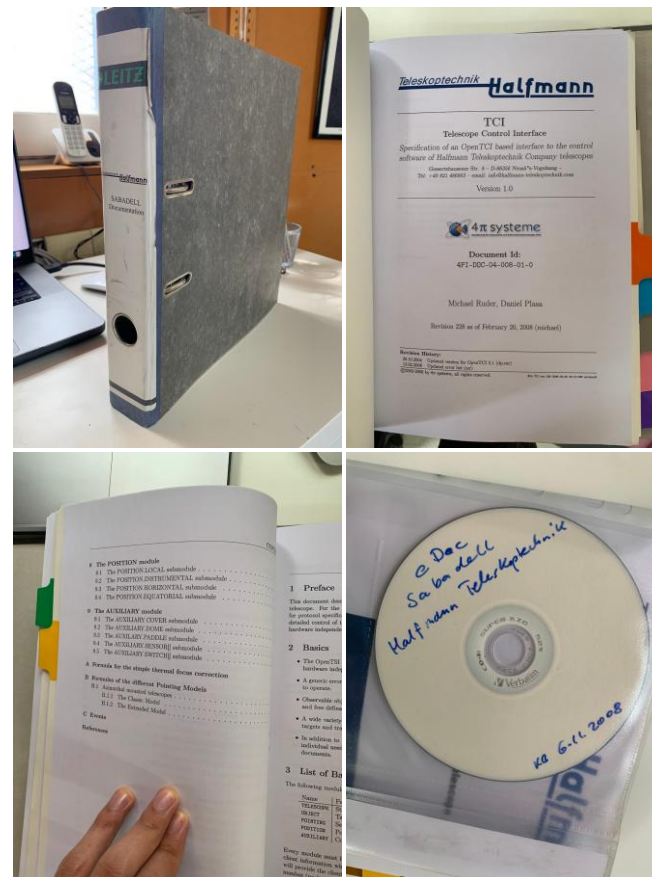
TCI / TPL2



Y por fin...Documentación!!!

Septiembre 2025

- Manuales impresos con las especificaciones TPL2, TCI y TSI.
- Documentación del MST y un CD con los PDF.
- Confirmaron lo que habíamos deducido.
- Señalaron funciones que no conocíamos.



El plan de rescate

Plan de rescate

Dos líneas de trabajo en paralelo, dos objetivos: Recuperar y modernizar

Hardware MST y observatorio

- Recuperación software PLC.
- Limpieza telescopio, espejos, observatorio, ...
- Saneamiento instalación eléctrica y PLC.
- Adaptadores cámaras.
- Reparación desrotador.
- Reparación CloudWatcher.
- Reparación SAI.
- Instalación cámaras seguridad Annke.
- Instalación internet Starlink.
- ...



Software: Drivers ASCOM Alpaca

- Estándards actuales y abiertos.
- Compatibilidad software actual: NINA, Sharpcap, Stellarium y cualquier otro cliente ASCOM
- Habilitar nuevas capacidades .
- Personalización y parametrización.
- Habilitar uso remoto.
- Permitir automatizar sesiones de forma completa y desatendida.
- Control completo equipo, 5 Drivers: Telescopio, Tapas, enfocador, Switch, Rotador
- Más allá de ASCOM...

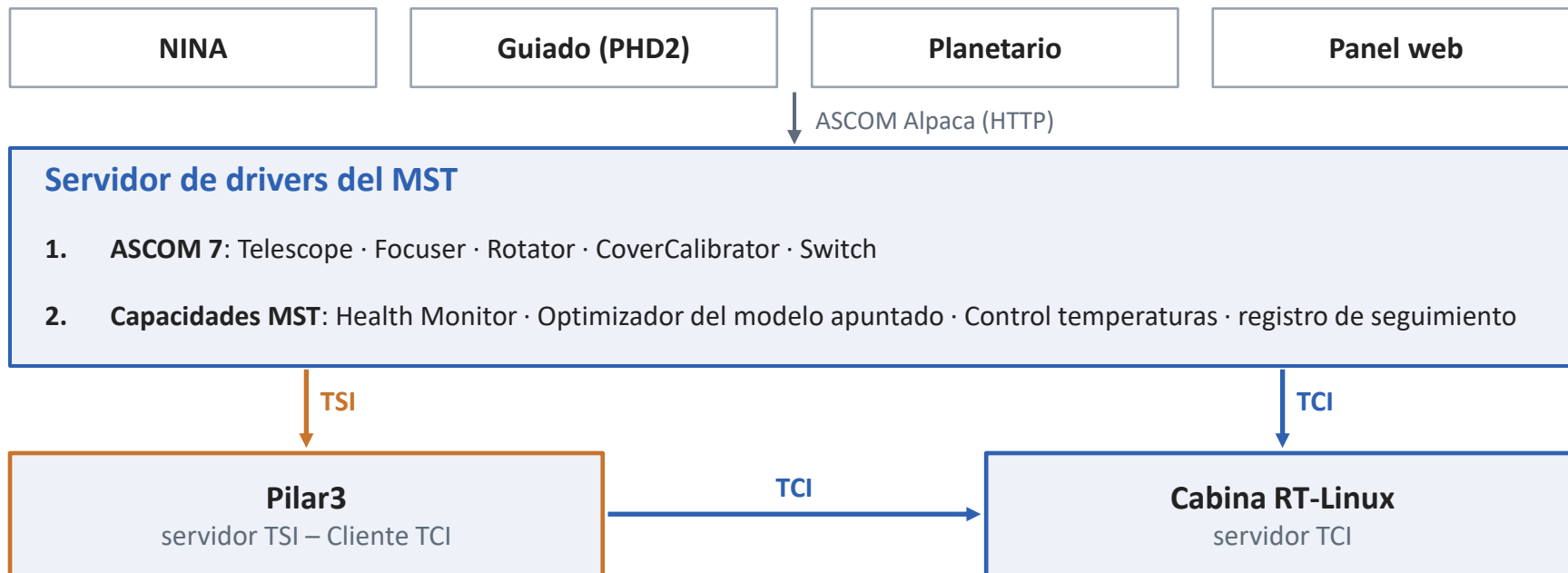
Hardware: Del PLC a la automatización

- Actualmente el techo se controla con el PLC y su programa original.
- El PLC no ofrece drivers ASCOM: todavía no se puede automatizar.
- Es necesaria nueva revisión instalación eléctrica.



Los drivers: ASCOM Alpaca y más allá

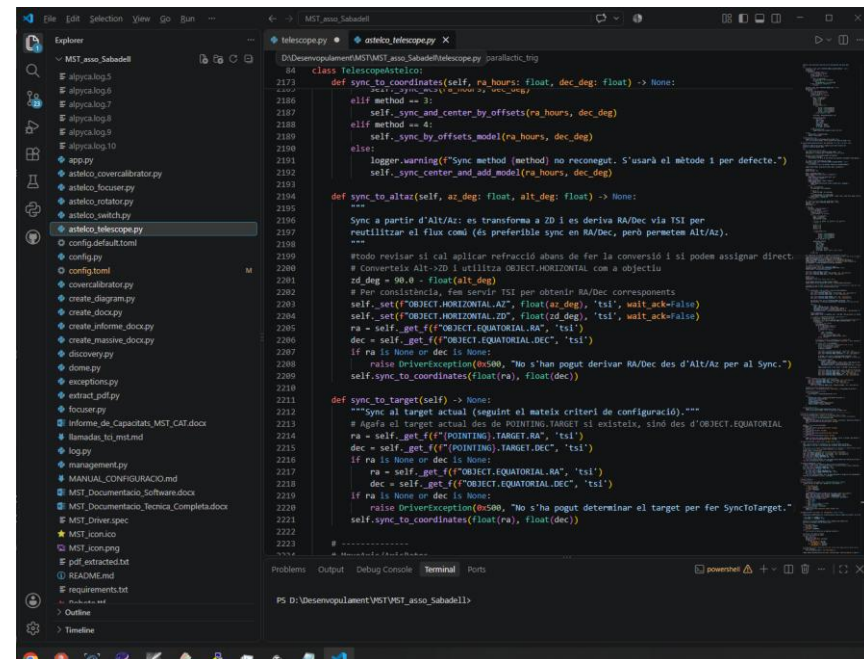
Arquitectura



Pilar3 se mantiene como servidor TSI.

Implementación ASCOM

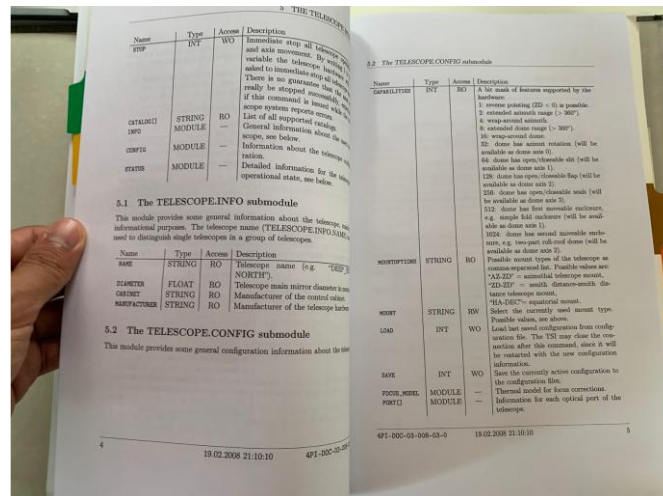
- Base inicial sobre plantillas AlpycaDevice (Python).
- Drivers: Telescope · Focuser · Rotator · CoverCalibrator · Switch
- Doble comunicación TCI / TSI.
- Gestión asíncrona y multihilo.
- Configuración en ficheros TOML y recarga en caliente.
- Interfaz web de control y parametrización.
- Gestión multicliente.



Desarrollo Drivers con Python en VSCode

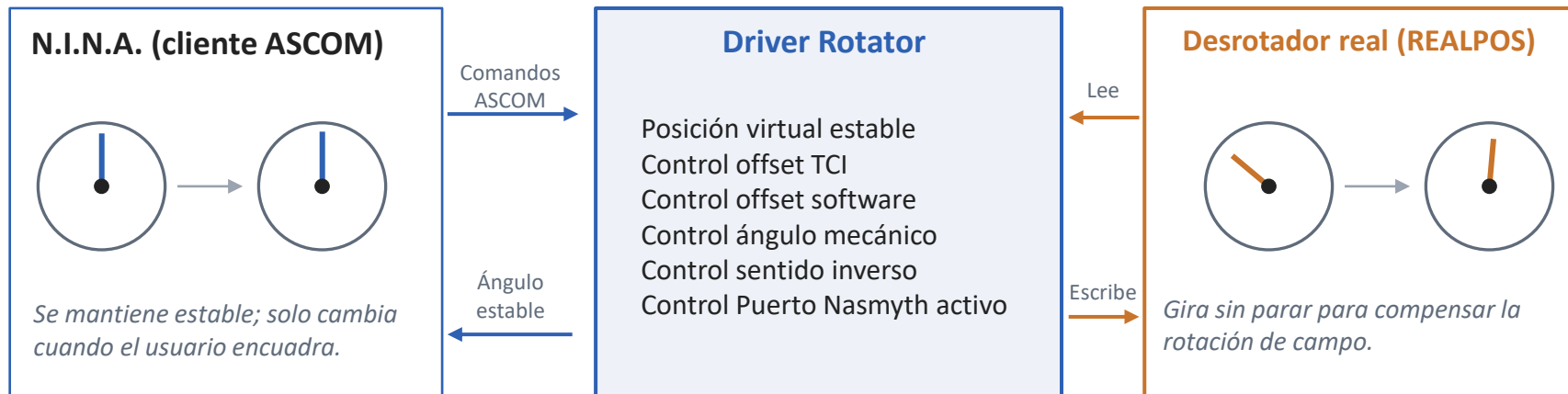
Retos adicionales ASCOM

- Funciones ASCOM no disponibles o traducibles directamente en los métodos internos del MST (TSI/TCI).
- Hardware fuera del estándar ASCOM:
 - Espejo terciario.
 - Desrotadores.
 - GPS.
- Bypass errores hardware telescopio:
 - Error GPS.
 - Errores inicialización en eje ALT.
 - Precisión de seguimiento en ALT.
- Bypass bugs Software Pilar3:
 - Fichero del modelo de apuntado.
- Modelo de Cielo independiente por foco Nasmyth.



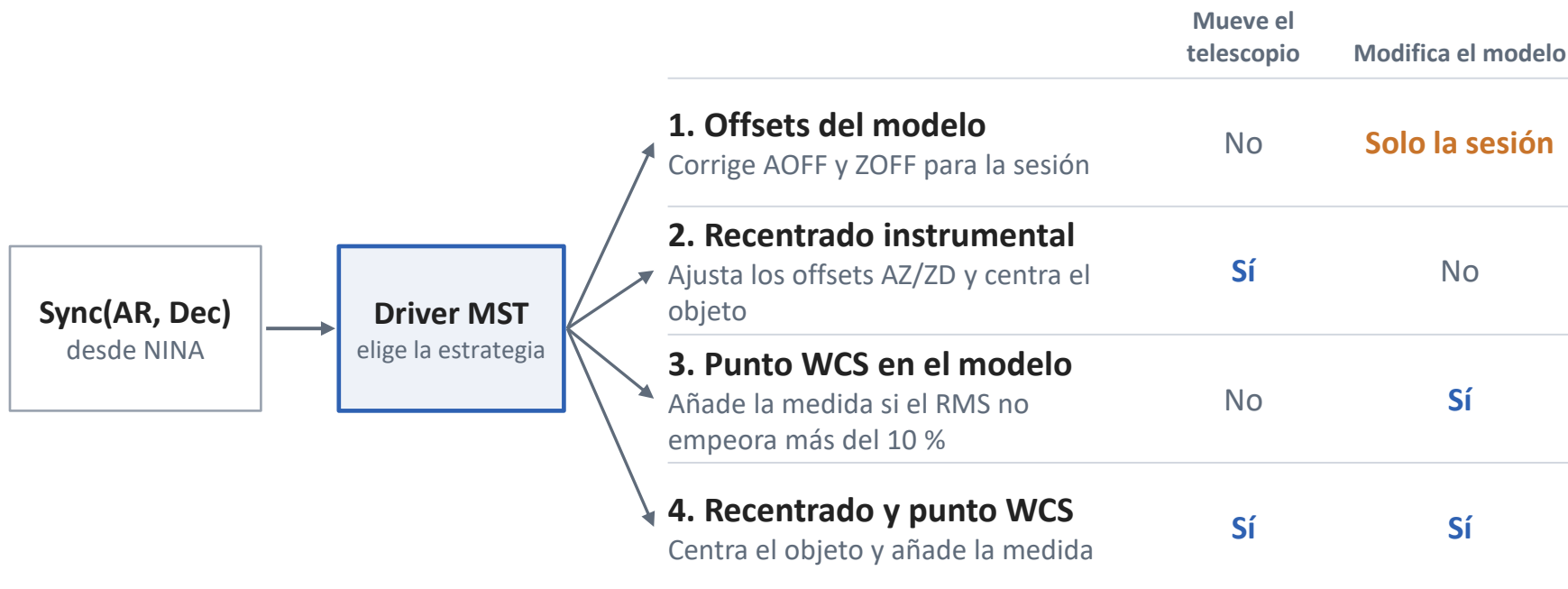
ASCOM- El rotador: un ángulo estable para el cliente

Conflicto: ASCOM únicamente soporta rotadores, no desrotadores



Solución: Creación de una «**posición mecánica virtual**» desacoplada del movimiento físico.

ASCOM - Cuatro formas de sincronizar tras el plate solving



En un telescopio comercial Sync solo reasigna coordenadas. Aquí hay un modelo de apuntado por puerto que conviene no estropear.

ASCOM - Guiado por pulsos en una montura altazimutal

1 Pulso

PHD2 pide mover la estrella hacia unos milisegundos.



2 Proyección

El pulso se pasa a segundos de arco reales sobre el cielo.



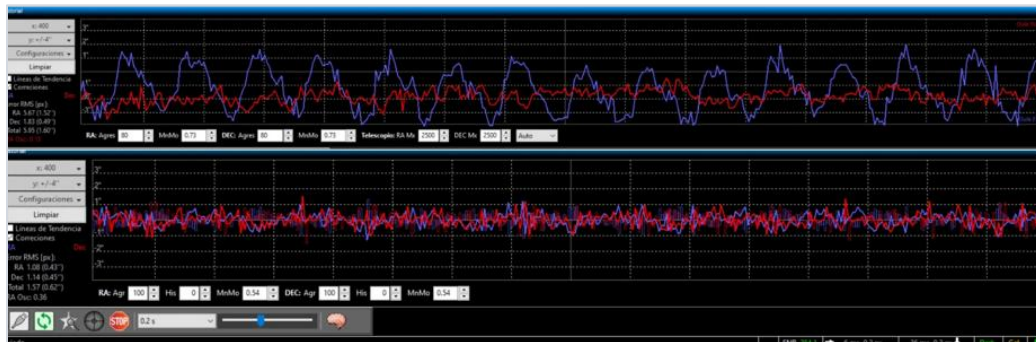
3 Ángulo paraláctico

El norte del cielo no es el «arriba» del telescopio: hay que girar.



4 Offsets en TSI

La corrección se aplica a los offsets de AZ y ZD del telescopio.



Cerca del cenit

Con $ZD < 1^\circ$ el pulso se rechaza: el giro en azimut se dispara.

Velocidades separadas

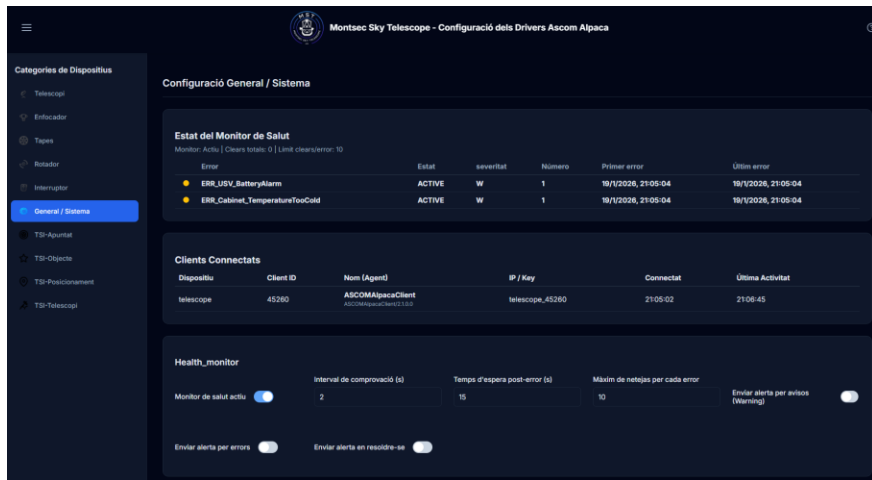
AR y Dec, cada una con su velocidad de guiado.

PPEC en el eje ZD

El mayor error periódico está en ZD: se puede intercambiar los ejes para usar el PPEC de PHD2.

Más allá de ASCOM

Monitor de salud



The screenshot shows the 'Configuració General / Sistema' page of the Montsec Sky Telescope. The 'Estat del Monitor de Salut' section displays two active errors: 'ERR_UHV_BatteryAlarm' and 'ERR_Calinal_TemperatureTooCold'. Below this, the 'Clients Connectats' table shows one connected client, 'telescope'. The 'Health_monitor' section includes settings for the health monitor status, check interval (2s), post-error wait time (15s), maximum retries (10), and alert settings for warnings and errors.

Error	Estat	severitat	Numero	Primer error	Últim error
ERR_UHV_BatteryAlarm	ACTIVE	W	1	18/5/2026, 21:05:04	18/5/2026, 21:05:04
ERR_Calinal_TemperatureTooCold	ACTIVE	W	1	18/5/2026, 21:05:04	18/5/2026, 21:05:04

Dispositiu	Client ID	Num (Agent)	IP / Key	Connectat	Última Activitat
telescope	45260	ASCOMAlpacaClient ASCOMAlpacaClient1185	telescope_45260	21:05:02	21:06:45

Health_monitor settings:

- Monitor de salut actiu: ☒
- Interval de comprovació (s): 2
- Temps d'espera post-error (s): 15
- Màxim de netejes per cada error: 10
- Enviar alerta per avisos (Warnings): ☒
- Enviar alerta per errors: ☐
- Enviar alerta en resoldre-se: ☐

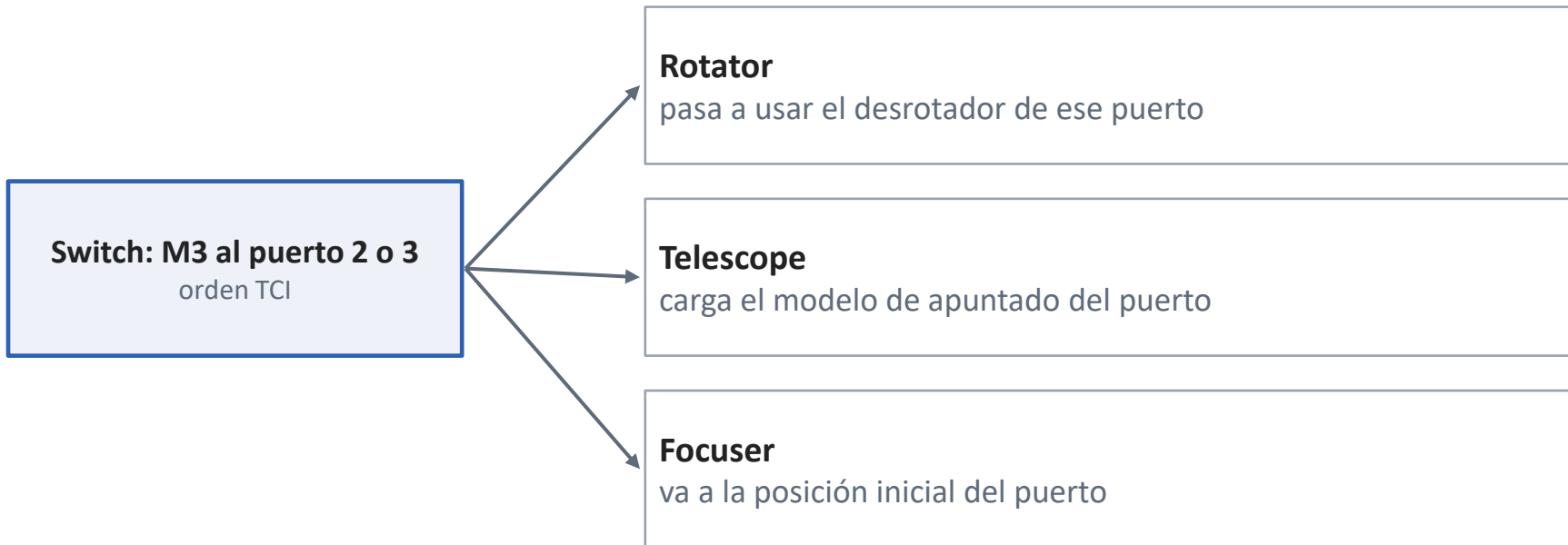
- Lee el estado global: pánico, error, aviso, información
- Identifica el grupo y el componente afectado
- Limpia errores transitorios, con un máximo de intentos
- Envía avisos al móvil (Pushover)

Monitor de Salud.

El manual de OpenTSI advierte que limpiar errores continuamente puede dañar el hardware. Un fallo que persiste necesita intervención.

Más allá de ASCOM

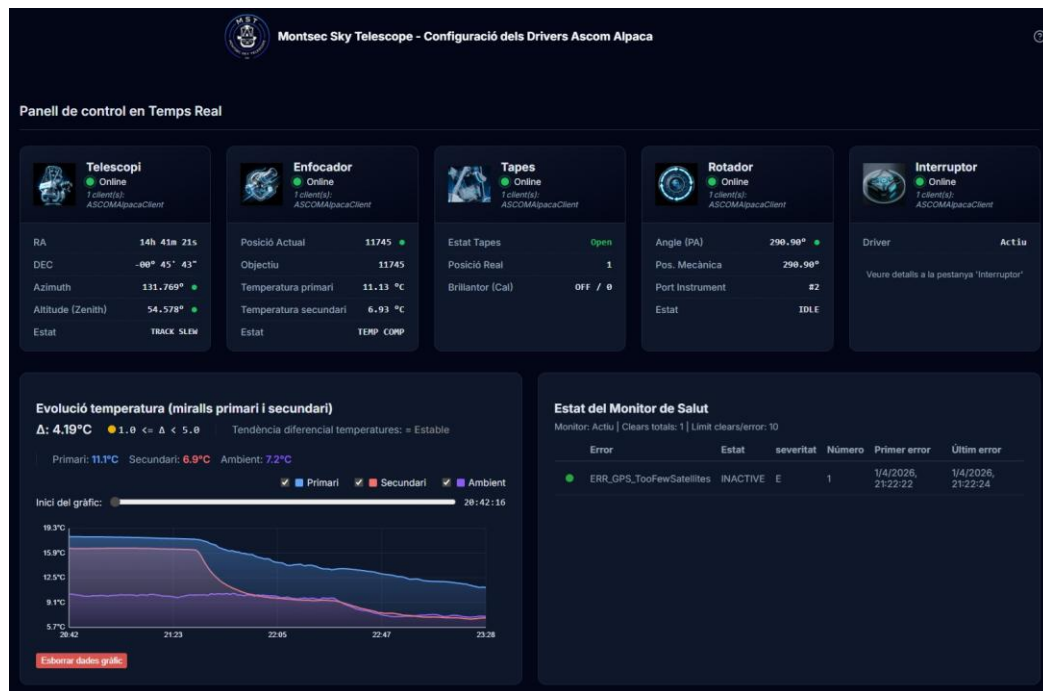
Nasmyth: Cambio de foco en tiempo real



Geometría, signos y límites de la desrotación dependen del puerto.

Más allá de ASCOM

Panel de control Web

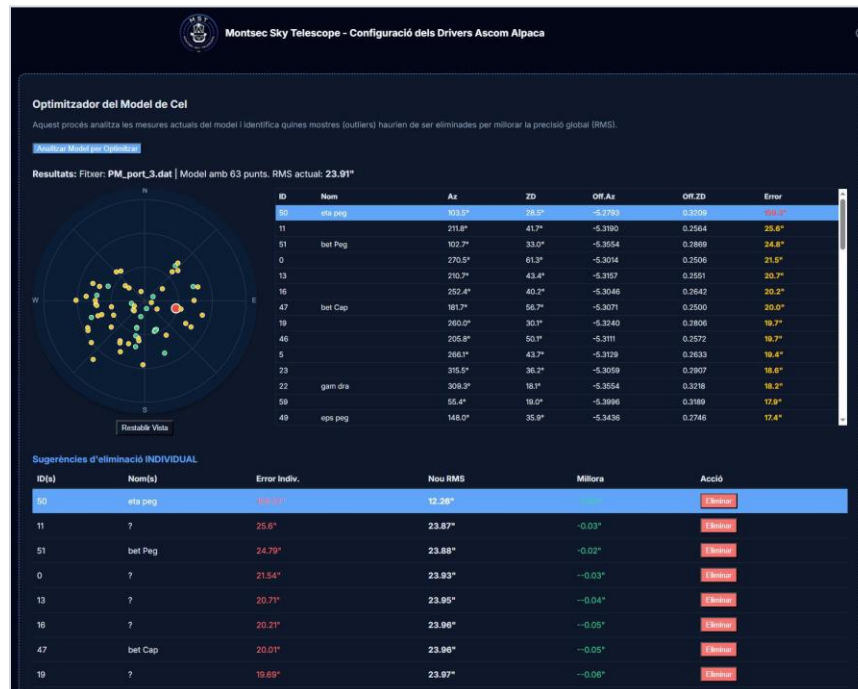


- Monitorización estado dispositivos.
- Evolución de temperatura.
- Estado del monitor de salud.
- Parametrización visual en caliente.
- Visualización de variables internas TSI.

Más allá de ASCOM

Control y gestión del modelo de apuntado

- Control de calidad durante la creación del modelo: Rechazo de outliers
- Análisis visual y optimizador del actual modelo de apuntado.
- Cálculo iterativo N-niveles para sugerencias de eliminación de outliers
- Creación automatizada modelo de apuntado.



PM_port_3.dat: 63 puntos, RMS 23,91" -> RMS 11.64"

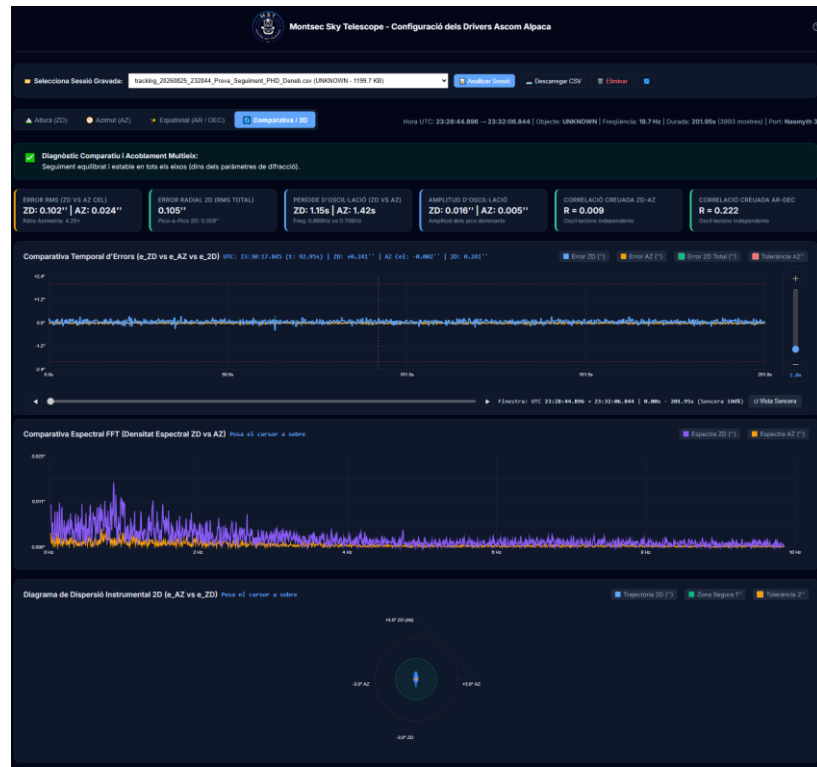
Más allá de ASCOM

Control y gestión del modelo de apuntado



Registro y análisis del seguimiento

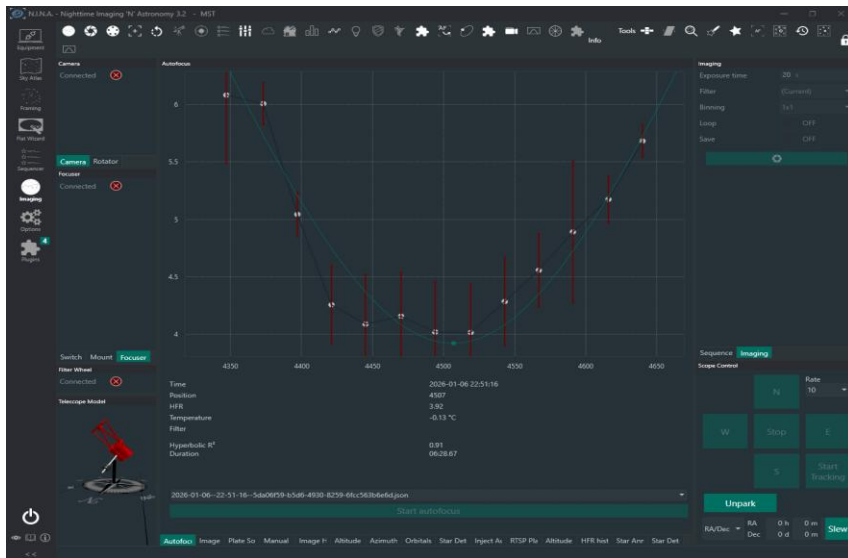
- Telemetría a 10, 20 o 50 Hz: seguimiento de los errores en encoders, y desrotador.
- Análisis: RMS, densidad espectral, comparativa entre ejes y coherencia con el desrotador.
- Uso actual: estudiar precision de seguimiento en ZD.



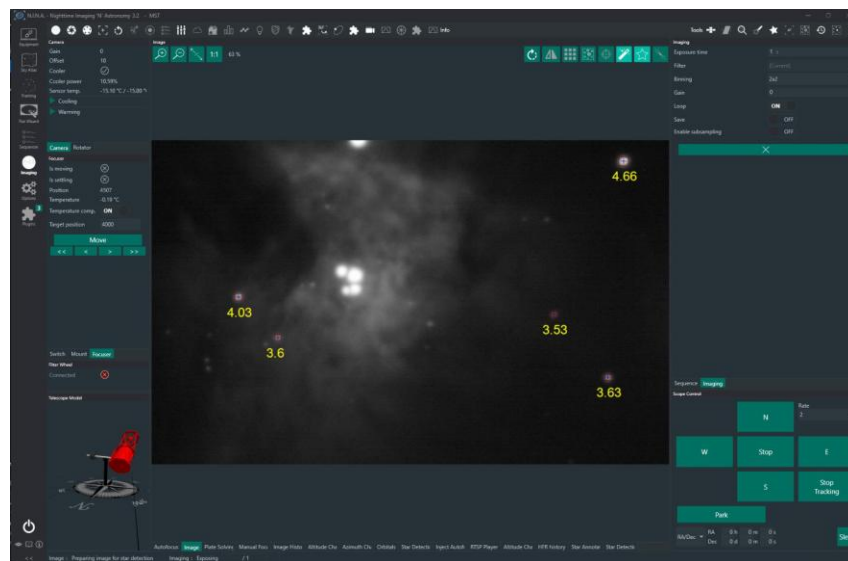
Primeros resultados

Primeros resultados

Enero 2026



Primeras pruebas de autofocus



Slews y Plate solving

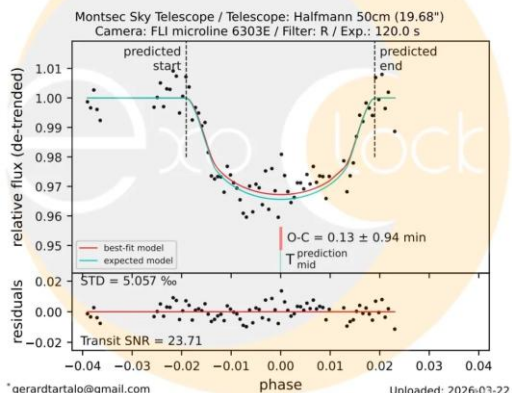
Primeros resultados

Marzo -Abril 2026

HAT - P - 68b

2026-03-14

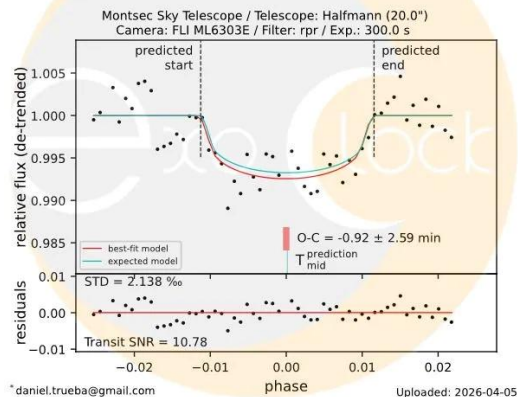
Gerard Tartalo* (Agrupació Astronòmica de Sabadell), Daniel Trueba (Agrupació astronòmica de Sabadell)



HAT - P - 26b

2026-04-05

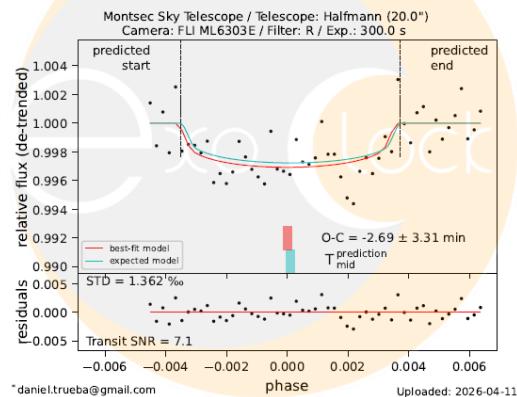
Daniel Trueba Castillo* (Associació Astronòmica Sabadell / Torroja del Priorat), Gerard Tartalo (Associació astronòmica de Sabadell)



K2 - 198b

2026-04-10

Daniel Trueba Castillo* (Associació Astronòmica Sabadell), Gerard Tartalo (Associació Astronòmica Sabadell)



Tránsitos de exoplanetas

Primeros resultados

Octubre 2025



Primeros resultados

Mayo 2026



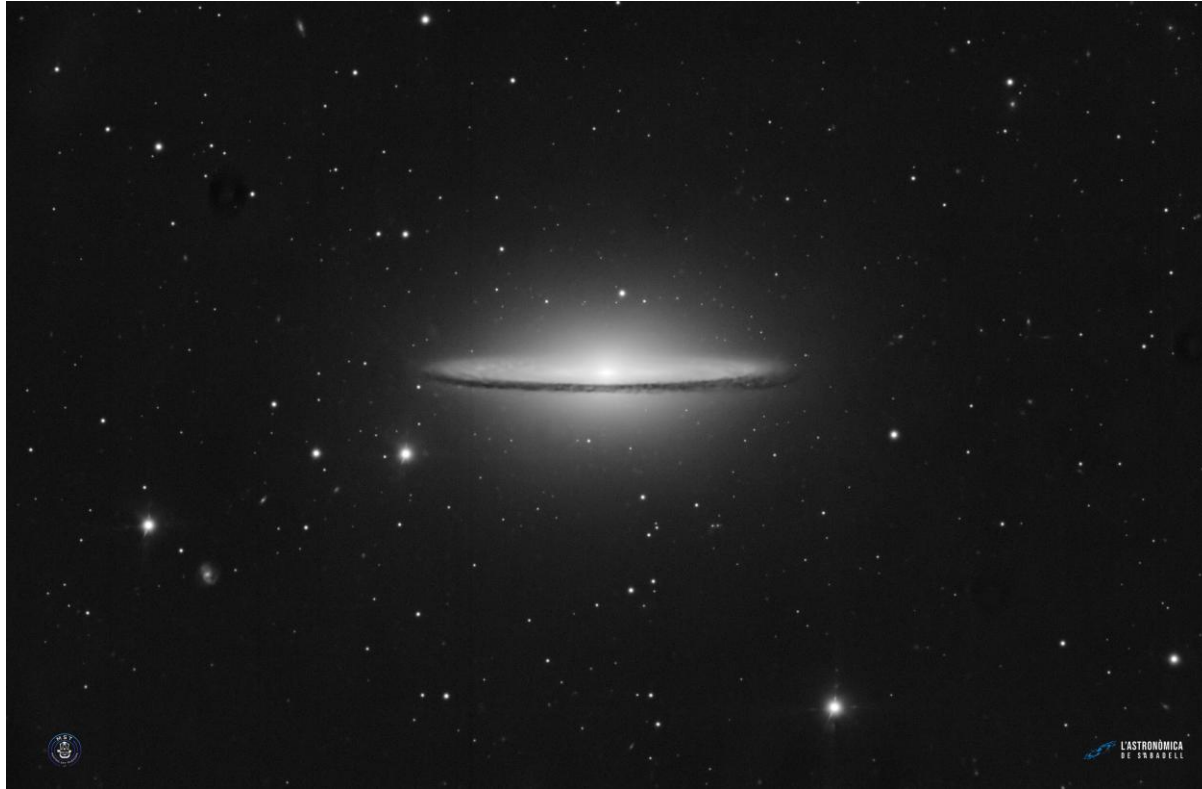
Primeros resultados

Mayo 2026



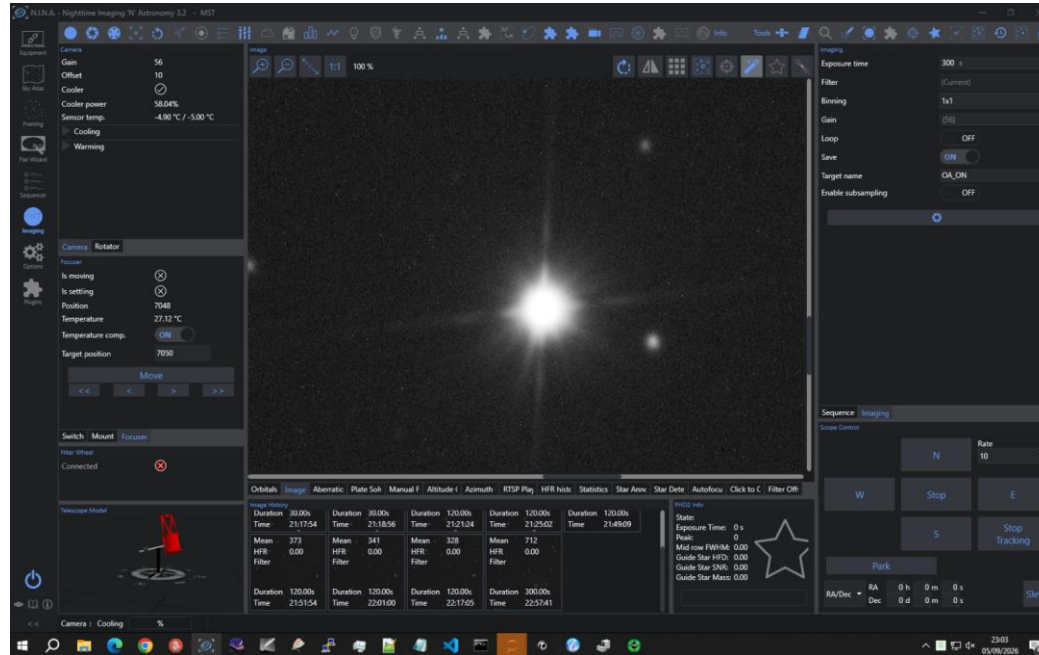
Primeros resultados

Mayo 2026



Primeros resultados

Septiembre 2026



Pruebas con óptica activa: 300 segundos a 0,17"

Estado actual

Finalizado

- Desarrollo drivers v1.0 e integración con NINA
- Control remoto del telescopio
- Compatibilidad ASCOM v7
- Plate solving y modelos de apuntado
- Monitorización y avisos

En curso

- Robustez y validación
- Instalación DragonFly – Automatización techo
- Instalación cámara PlayerOne Zeus
- Incidencia de seguimiento en ZD
- Continuar las pruebas con óptica activa.
- Procedimientos para los grupos de trabajo AAS

La incidencia en ZD puede limitar la calidad de imagen. Una causa mecánica es por ahora una hipótesis.

Agradecimientos

Gerard Tartalo · Impulsor del proyecto desde la junta

Junta de la Agrupació · Por su confianza y voluntad recuperación MST

Socios del Camp d'Àger · Colaboración y ayuda continua.

David Trueba Periago · Ayuda al desarrollo inicial del software.

Davide Ricci · Por la ayuda e información inicial clave del telescopio Astelco del OARPF.

Astrum y Jordi Vargas · Por su colaboración profesional en los trabajos del observatorio



Un proyecto para la Agrupació, hecho por la Agrupació.

Gràcies!