Medición de Presiones de Aceite y Huelgos de los Pads

Junio de 2026

Pablo F. Pereyra

Introducción

El telescopio Jorge Sahade (TJS) cuenta con una montura ecuatorial de horquilla, cuyo peso total alcanza aproximadamente 40 toneladas. En esta montura, el eje polar es un componente fundamental, ya que constituye el eje principal alrededor del cual gira el telescopio para compensar la rotación de la Tierra, posibilitando un seguimiento preciso de los objetos celestes.

Este eje polar está soportado por cojinetes hidrostáticos de aceite, denominados pads, cuya función esencial es sostener el eje y permitir su movimiento suave y controlado durante las observaciones.

Los cojinetes hidrostáticos mantienen el eje "flotando" sobre una fina película de aceite presurizado, evitando el contacto directo entre superficies metálicas. Esto disminuye significativamente la fricción y el desgaste mecánico, favoreciendo movimientos precisos y estables, condición necesaria para obtener datos de alta calidad durante observaciones prolongadas.

Además, al mantener el eje polar perfectamente centrado y alineado, estos pads garantizan la exactitud del seguimiento, evitando desviaciones que podrían afectar la calidad de las observaciones. También contribuyen a distribuir uniformemente el peso del telescopio, previniendo deformaciones o daños en la estructura.

Los pads se clasifican en las siguientes categorías:

- **Pad axial:** Absorbe la carga vertical, que comprende el peso de la horquilla y el tubo óptico, transmitiéndola al pedestal y permitiendo que el eje gire con mínima fricción.
- **Pads laterales Este y Oeste:** Actúan como cojinetes radiales, oponiéndose mutuamente para mantener el eje centrado y correctamente alineado en su alojamiento.

Para asegurar el correcto funcionamiento del sistema, resulta indispensable medir periódicamente la presión de aceite en los pads, con los objetivos de:

- Garantizar que el eje efectivamente flote sobre la película de aceite, evitando el contacto directo con las superficies duras.

- Detectar cualquier desviación en las presiones que pueda indicar desbalance, desgaste o falla en la bomba.
- Mantener las presiones equilibradas para distribuir adecuadamente la carga, evitando deformaciones y esfuerzos mecánicos indebidos.

El control del huelgo – la distancia entre el eje y la superficie del pad, equivalente al espesor de la película de aceite - es fundamental para prevenir daños por contacto directo o vibraciones causadas por excesiva separación. Desbalances en los huelgos laterales pueden provocar desalineaciones del eje polar, afectando directamente la precisión del seguimiento del telescopio.

Medición de las Presiones de Aceite

Para monitorear las presiones de aceite asociadas a los cojinetes hidrostáticos y poder tomar medidas de control adecuadas según los valores obtenidos, se seleccionaron cinco transmisores de presión de Winters Instruments modelo LE31500. Estos sensores ofrecen un rango de medición de 0 a 1.500 psi, con salida de corriente 4-20mA y una precisión de clase ±0.5%.

En la **Figura 1** se observa la Sala de Bombas, donde están ubicadas la bomba principal y la auxiliar, junto con el manómetro analógico que indica la presión de la bomba que se encuentra en servicio. Se instaló un transmisor LE31500 que brinda una señal 4-20mA proporcional a dicha presión. La **Figura 2** muestra en forma ampliada el manómetro (marcado con círculo celeste) y el transmisor LE31500 instalado (rectángulo verde).

Las **Figuras 3** y **4** corresponden a la Sala de Maniobras, ubicada en la base del pilar del telescopio, donde se visualizan los manómetros analógicos y los transmisores LE31500 encargados de medir la presión de la bomba principal y las presiones de aceite que levantan o mantienen flotando al eje polar sobre la película de aceite en los tres pads hidrostáticos.

Figura 1. Vista general de la Sala de Bombas, con manómetro analógico y transmisor LE31500 instalado.

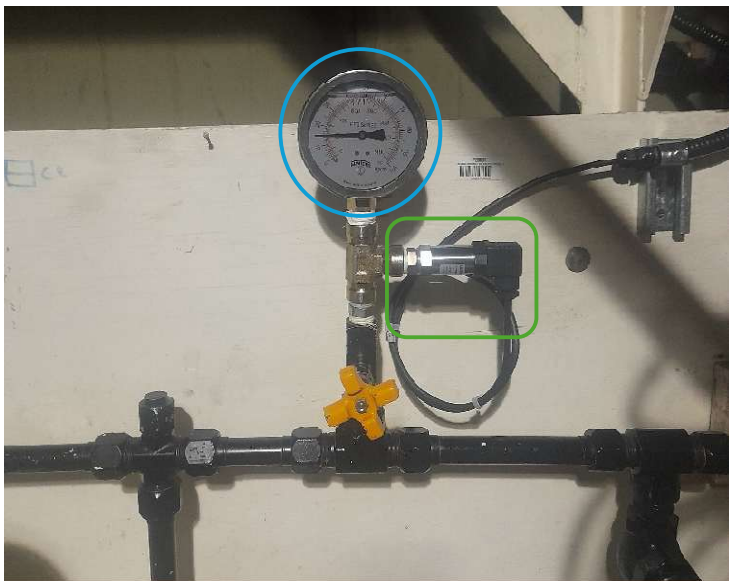

Figura 2. Detalle del manómetro analógico y transmisor LE31500 en la Sala de Bombas.

Figura 3. Medición en Sala de Maniobras: manómetro y transmisor LE31500 midiendo la presión de la bomba principal.

Figura 4. Equipos de sensado de presión en los cojinetes hidrostáticos (pads) en la Sala de Maniobras: manómetros analógicos y transmisores LE31500.

Para la digitalización de las señales de corriente (4-20mA) proporcionadas por los transmisores LE31500, se adquirió y se puso en funcionamiento un PLC Schneider TM221CE24T junto con un módulo TM3AI8 de 8 entradas analógicas, y una fuente de alimentación ABLS1A24050. Este sistema permite digitalizar y leer las cinco señales de presión de aceite correspondientes a la bomba principal (en ambas salas) y a los pads axial, radial Este y radial Oeste. Al PLC se le asignó la dirección IP 192.168.10.89 y se programó la lógica de adquisición.

La **Figura 5** muestra el PLC, el módulo de entrada analógica y la fuente de alimentación instalados en el rack de poder del TJS, junto con otros equipos de control del telescopio.

Figura 5. Sistema de digitalización de presiones de aceite: PLC Schneider TM221CE24T con módulo TM3AI8 y fuente ABLS1A24050.

Se desarrolló un programa que corre en la PC TELESCO, encargada del control del telescopio y su cúpula, para extraer y graficar en tiempo real las cinco señales de presión. La **Figura 6** presenta estas gráficas.

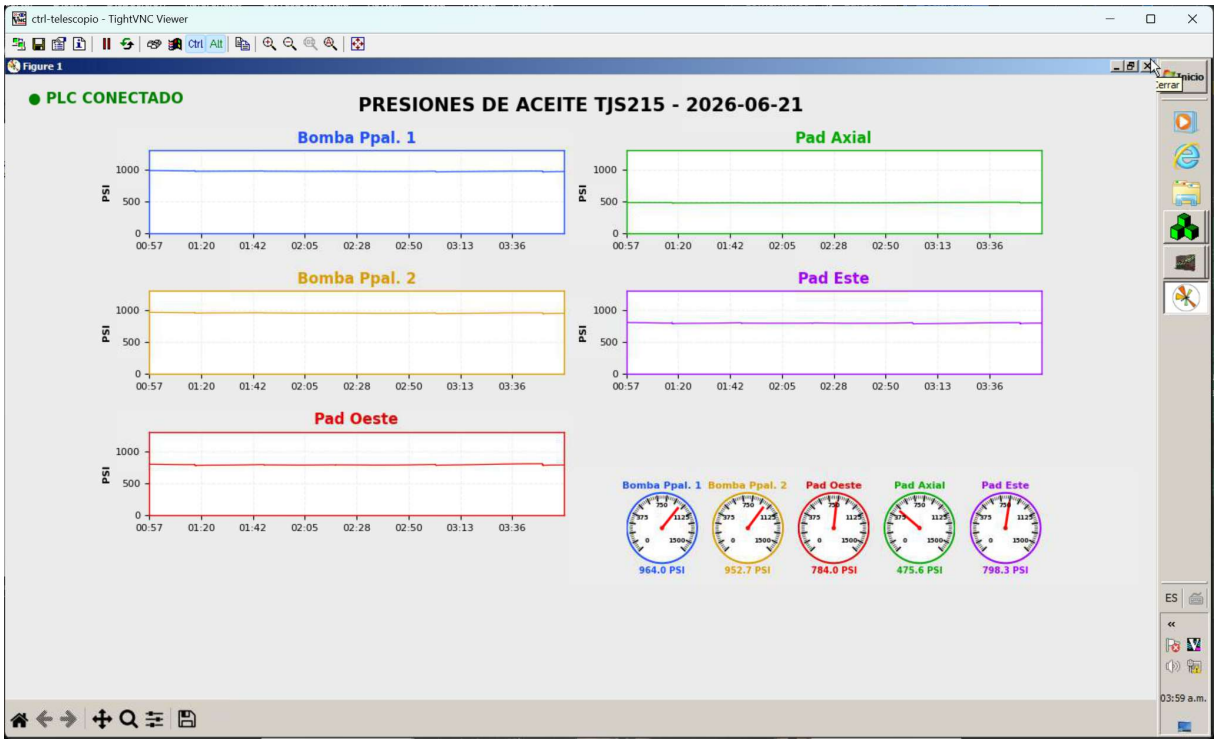

Figura 6. Visualización gráfica en tiempo real de las cinco señales de presión de aceite registradas por el sistema.

Actualmente se avanza en la integración de este PLC al sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) de la PC TELESCO, incluyendo la implementación de acciones automáticas y alarmas que se activarán cuando las presiones se encuentren fuera de los rangos operativos establecidos.

Medición de los Huelgos de los Pads

Una forma indirecta de medir los huelgos en los cojinetes hidrostáticos o espesor de la película de aceite es a través de la medición de los desplazamientos axial y radial del eje polar. Para este propósito se instalaron tres sensores láser Acuity AR200-6, cuyas principales características son:

- **Standoff (Distancia de separación / Distancia operativa):** 21 mm
- **Span (Rango de medición):** 6.35 mm
- **Linearity / Accuracy (Linealidad y Precisión):** ±12.7 µm

La **Figura 7** muestra uno de estos sensores, instalado para medir el desplazamiento radial Este (marcado con círculo celeste). En la **Figura 8** se observan los sensores que miden el desplazamiento axial (indicado con ovalo verde) y radial Oeste (círculo celeste) del eje polar. Además, se puede ver el conjunto de tres cajas de interfaz (marcadas con

rectángulo amarillo) encargadas de distribuir la corriente eléctrica suministrada por la fuente de alimentación (**Figura 9**), ordenar el cableado y convertir la señal a puertos serie RS232.

Figura 7. Sensor láser Acuity AR200-6 midiendo el desplazamiento radial Este del eje polar.

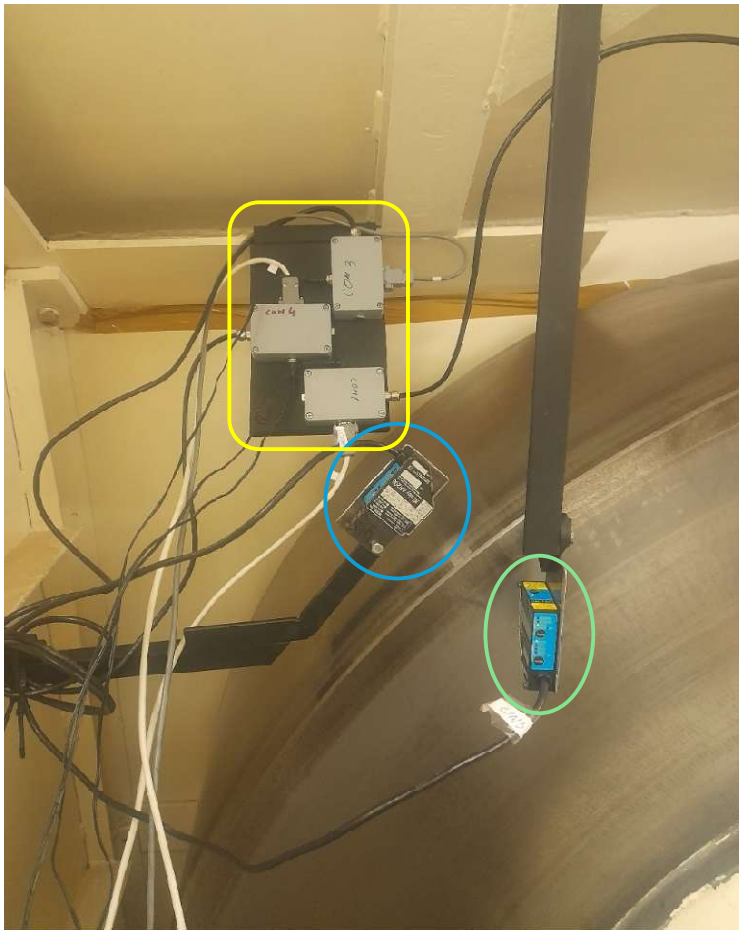

Figura 8. Sensores láser Acuity AR200-6 instalados para medir los desplazamientos axial y radial Oeste del eje polar.

Figura 9. Fuente de alimentación para los tres sensores láser.

Para la adquisición de datos generados por los tres sensores, se desarrolló un programa que utiliza la librería “CTI Software Library AR-200 Serial” suministrada con los sensores.

En el rack de poder del TJS se instaló un relé temporizador, configurado para energizar el motor de la bomba de aceite aproximadamente 10 segundo después de recibir la orden de arranque a través de un pulsador en cualquiera de las consolas.

El software detecta la activación del pulsador de encendido, inicializa la comunicación con los sensores láser y comienza automáticamente la adquisición de datos a una frecuencia de 10 muestras por segundo. Después de unos segundos, la frecuencia de adquisición se reduce a 1 muestra por segundo para obtener datos estables.

La **Figura 10** muestra la interfaz del software durante la adquisición con la gráfica en tiempo real del espesor de la película de aceite en los tres pads (axial, radial Este y radial Oeste).

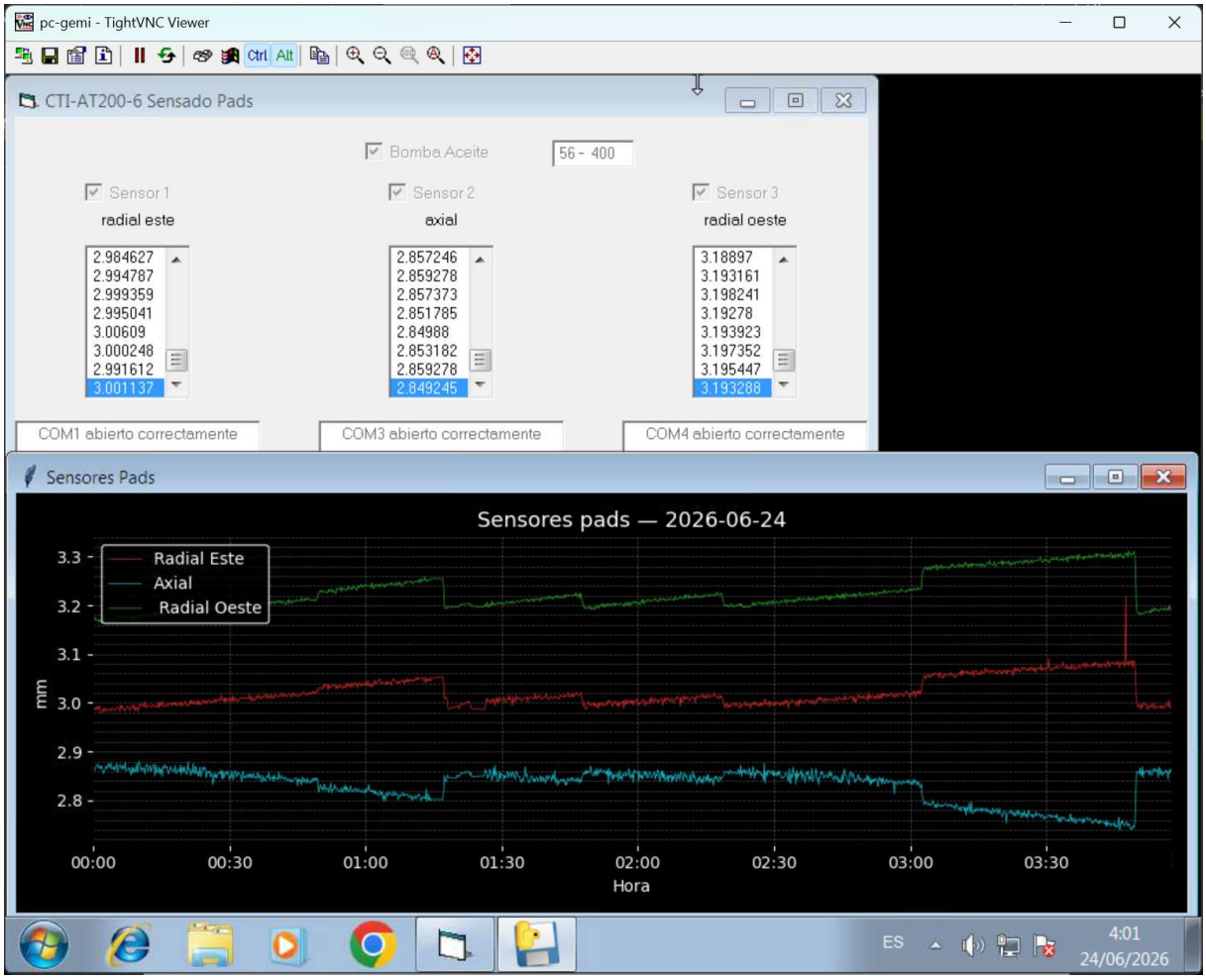

Figura 10. Software de adquisición y monitoreo gráfico del espesor de la película de aceite en los cojinetes hidrostáticos.

La **Figura 11** presenta el estado del software en espera, listo para iniciar una nueva adquisición al activarse el pulsador de arranque de la bomba.

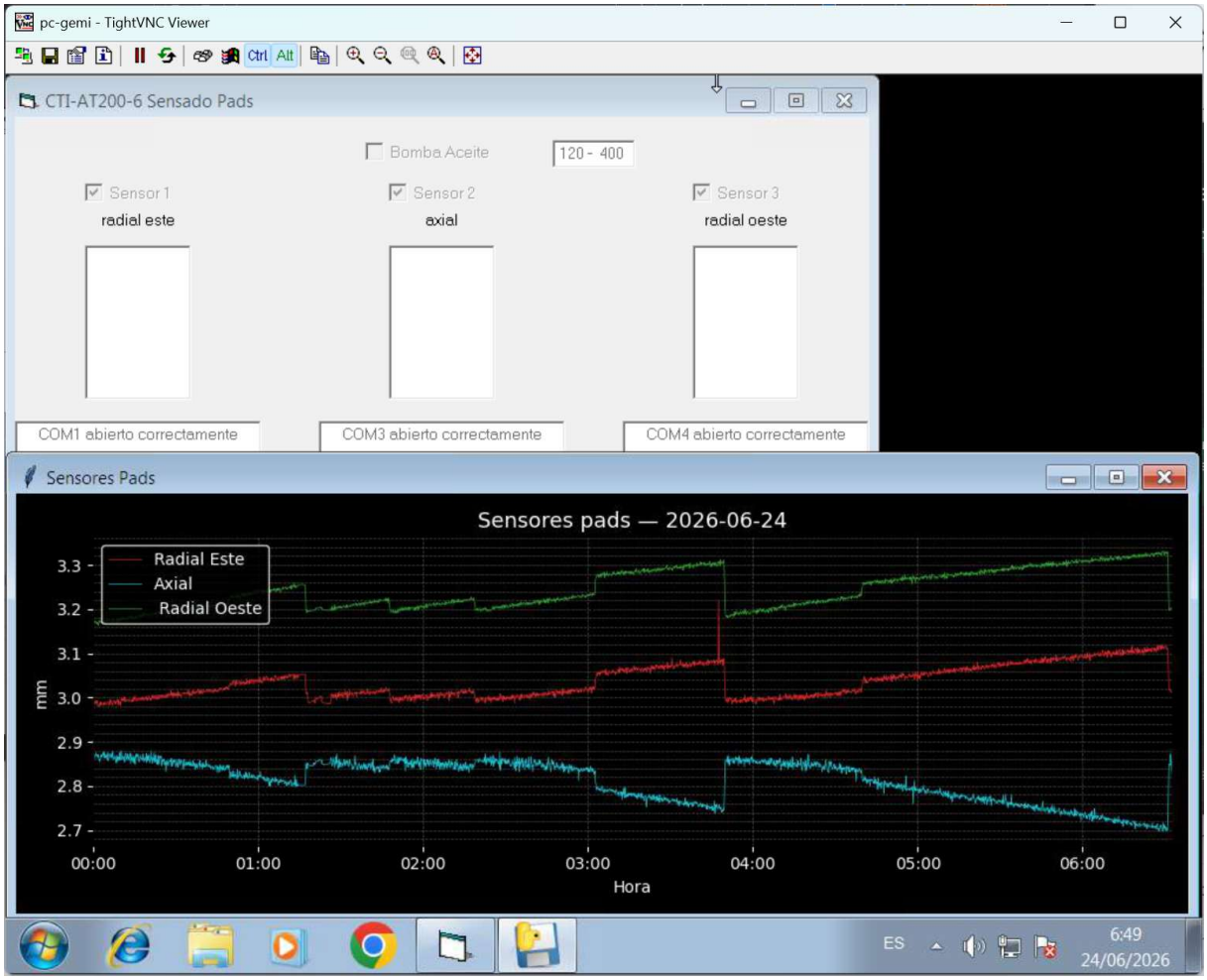

Figura 11. Pantalla del software en modo espera previo a una nueva adquisición.

Equipo de Trabajo y Financiamiento

Los trabajos descritos fueron realizados por los integrantes de las tres áreas técnicas: GEMI (Grupo de Electromecánica Instrumental), GEL (Grupo Electrónica) y GC (Grupo Computación).

El desarrollo de ambos sistemas de medición fue financiado por el Instituto y con aportes de la Fundación Williams.