

ACTUALIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL ASTRÓGRAFO DEL OBSERVATORIO DE YEBES.

1.- CONSIDERACIONES PRELIMINARES

Versión: 1.02.19. Fecha: 03.12.21

Héctor Martín Pérez Martínez, Alfonso Bollo Alejandro, Joaquín Fernández-Paniagua Simón,
Alejandro Rivera Lavado.

1.- Introducción.

En el presente documento se proponen una serie de acciones a realizar sobre el astrógrafo del Observatorio de Yebes para su puesta en marcha tras un período de desuso. Dichas tareas se engloban principalmente en dos grandes grupos:

- Actualización del sistema de control: Se presenta el esquema de control descrito en la documentación encontrada en la biblioteca del centro y en el propio edificio del instrumento y se proponen diversas líneas de actuación para la conservación de parte del sistema de control y la actualización del resto con electrónica actualizada.
- Tareas de mantenimiento: Se describen aquellas tareas de mantenimiento imprescindibles y deseables encontradas durante la inspección del instrumento. Aquellas tareas imprescindibles pueden requerir tiempo de trabajo de otros miembros del personal del centro y/o la adquisición de repuestos.

El objetivo principal es la recuperación del dispositivo a una condición usable, independientemente de su posible rentabilidad científica actual, permitiendo como mínimo la realización de actividades divulgativas, educacionales o docentes.

Una característica adicional deseable es la capacidad de operación en remoto, por lo que todas las líneas de actuación propuestas darán soporte a un posible uso a distancia del instrumento. El que se consiga este objetivo requiere la realización de varias de las tareas de mantenimiento y actualización propuestas.

Para la realización del presente documento se han realizado una inspección inicial de la documentación disponible en el centro acerca del instrumento, así como de todos sus subsistemas. Las principales conclusiones de dicha inspección se muestran en la sección 2, organizadas en los siguientes puntos:

- Mecánica e hidráulica (sección 2.1).
- Electricidad/electrónica de control (sección 2.2).
- PC de Control y software (sección 2.3).
- Cámaras CCDs y software de captura de imágenes (sección 2.4).
- Otros (sección 2.5).

Todas aquellas reparaciones realizables a coste cero han sido realizadas durante la inspección inicial. Ello ha permitido que el instrumento pase de estar fuera de servicio a parcialmente operativo. ALGUNAS MEDIDAS DE SEGURIDAD HAN SIDO TEMPORALMENTE DESHABILITADAS DEBIDO A LA CONDICIÓN ACTUAL DE DIVERSOS COMPONENTES DEFECTUOSOS, QUE, DE OTRO MODO, IMPEDIRÍAN CUALQUIER TAREA DE DIAGNÓSTICO. CONSEGUIR UNA CONDICIÓN OPERATIVA QUEDA CONDICIONADA A LA REALIZACIÓN DE TAREAS DE MANTENIMIENTO ADICIONALES. HASTA ENTONCES, NO SE RECOMIENDA LA MANIPULACIÓN O EL USO DEL INSTRUMENTO. La sección 3 lista

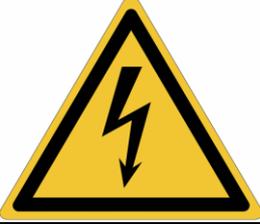
las correcciones realizadas. A fin de dejar el equipo completamente operativo, se proponen algunas tareas adicionales necesarias y opcionales en la sección 4.

Por último, se ha realizado una guía rápida básica que permitiría a cualquier persona realizar tareas básicas de control del instrumento. La realización de observaciones podría requerir instrucciones adicionales que dependerán de la configuración final del mismo.

EN CASO DE CONTRADICCIÓN, TODA CONSIDERACIÓN DE SEGURIDAD DE ESTE DOCUMENTO PREVALECE ANTE LAS EXPUESTAS EN VERSIONES CON FECHA ANTERIOR.

Nota: la utilización del astrógrafo y/o la manipulación de alguno de sus subsistemas durante las tareas de mantenimiento requiere especial precaución, dado que puede que en momentos puntuales alguna protección pueda estar deshabilitada. NO MANIPULE NINGÚN EQUIPO SALVO QUE SEPA LO QUE ESTÁ HACIENDO Y SEA CONSCIENTE DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MISMO.

Durante las tareas de mantenimiento:

	Algunas protecciones mecánicas pueden haber sido temporalmente retiradas.
	Algunos finales de carrera son defectuosos. Riesgo de aplastamiento o colisión al mover la plataforma y/o el astrógrafo.
	Riesgo de electrocución y de incendio por elementos eléctricos en mal estado. Los difusores de luz de la iluminación de la cúpula han sido retirados quedando visibles las escobillas y las guías de la toma de 380 V de la cúpula.

NUNCA DEJAR LAS INSTALACIONES DESATENDIDAS SIN HABER CORTADO EN EL CUADRO PRINCIPAL LA ALIMENTACIÓN DE LOS SIGUIENTES SUBSISTEMAS:

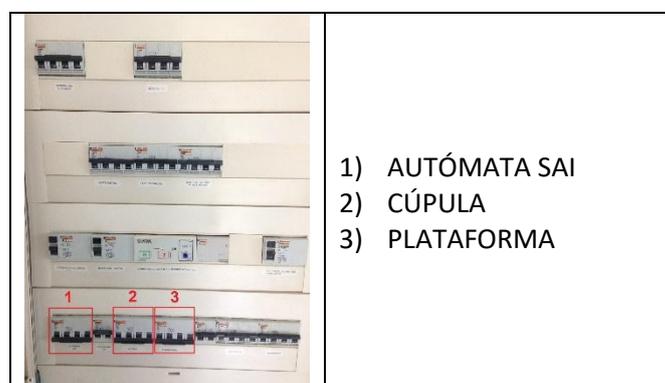


Figura 1.1: vista del cuadro principal. Se marcan los tres magnetotérmicos que deben quedar bajados siempre que el astrógrafo o sus instalaciones estén desatendidas.

1.1.- Consideraciones preliminares.

Los siguientes aspectos deben ser tenidos en cuenta ante una previsible puesta en marcha y operación futura del astrógrafo. Han sido identificados tras la evaluación preliminar de la documentación y de las instalaciones del instrumento. Alguna de las siguientes líneas de actuación puede ir más allá del ámbito abarcado por este documento:

- Estado de salud del sistema eléctrico: evaluación preliminar de la salud de todos los cables (especialmente del cableado eléctrico rígido y de su aislante) y las conexiones, buscando en una selección de conexiones y empalmes restos de óxido y/o carbonilla.
- Evaluación de medidas de detección, aviso y extinción de incendios en las instalaciones.
- Búsqueda y evaluación de posibles goteras en el edificio.
- Reacondicionado de la pintura del edificio (especialmente la de la cúpula, sobre la superficie de aislante Porexpan).
- Control de plagas. Al comienzo de las tareas de evaluación se ha puesto veneno para ratones.

1.2.- Histórico del astrógrafo y documentación.

Las siguientes fechas resultan relevantes para los trabajos descritos en el presente informe. La lista indicada a continuación puede no contener una lista completa de las tareas de mantenimiento realizadas sobre el instrumento o las instalaciones.

1976	Puesta en marcha inicial. Documentación relevante: Manual de usuario y documentación original (biblioteca del centro, carpeta AAAA).
1995/97	Actualización del sistema de control (empresa XXXX). Notas a mano sobre la documentación original (biblioteca del centro, carpeta AAAA).
2004	Actualización del sistema de control (empresa: SETELSA, contacto: Inmaculada Malo Gómez).
2010?	Actualización.
2011?	Último uso del astrógrafo.

2.- Descripción del instrumento.

En este apartado, se realiza una descripción de la configuración a fecha de 10 de agosto de 2021. El instrumento es un astrógrafo doble compuesto por dos telescopios refractores de 40 cm de apertura y 200 cm de distancia focal fabricados por la compañía Zeiss. Además, consta de otro telescopio refractor guía de 20 cm de apertura y 300 cm de distancia focal, así como de un telescopio buscador.

Se dispone de toma de 220 Vac en los propios telescopios. Diverso cableado de comunicaciones ha sido adaptado a través del carenado del instrumento, a fin de poder acoplar diversos instrumentos, tales como una cámara CCD. Si bien los telescopios de 40 cm están preparados para la toma de imágenes mediante placas fotográficas, actualmente consta de sendos soportes para acomodar cámaras CCD de la marca Santa Barbara Instrument Group (en concreto, los modelos ST-10E y ST-6).

El conjunto de cuatro instrumentos se acomoda sobre una montura inglesa de hormigón que es parte del edificio. Una plataforma independiente de dicha montura permite el acceso al instrumento elevándose gracias a cuatro tornillos acomodados en cuatro pilares y accionados por dos motores de 380 V. Se aprecia que diversos finales de carrera y sensores han sido agregados en diversas etapas del instrumento.

Nota: hay falta de consistencia en la nomenclatura de los dos ejes de la montura:

- Ascensión recta: alfa y/o tau.
- Declinación: delta.



Figura 2.1: Astrógrafo doble (fecha: 27 de julio de 2021).

A continuación, se detallan las conclusiones de la inspección realizada en agosto de 2021. En las tablas de cada subsección se detallan las notas registradas a fecha del presente documento. Versiones posteriores del mismo pueden incluir actualizaciones y/o notas adicionales.

2.1.- Mecánica/Hidráulica.

Los dos ejes del instrumento (ascensión recta y declinación) son accionados mediante diversos motores de 380 V y 220 V, algunos de ellos del tipo paso a paso (los controladores se encuentran instalados en la parte posterior del armario del autómatas. Los motores de alta y de baja velocidad son acoplados mediante embragues electromecánicos comandados por relés de estado sólido (algo viejos, basados en transistores BJT del tipo 2NXXXX; alguno ya ha sido reparado con anterioridad).

Uno de los motores permite compensar la rotación de la tierra continuamente (motor de seguimiento). Si dicho compensado se realiza mediante el software de control del PC este motor debe ser apagado bajando el magnetotérmico que se encuentra en el frontal del Rack del autómatas (situado entre los magnetotérmicos A4 y A5, ver Figura 2.1.1).



Figura 2.1.1: Magnetotérmico del motor de seguimiento (velocidad constante ajustada por un variador instalado en la parte trasera del bastidor) para la compensación de la rotación de la tierra, marcado con el recuadro rojo.

Tras varios días de pruebas iniciales funcionando correctamente, los motores de baja y muy baja velocidad y el de seguimiento (ver Figura 2.1.4a) dejaron de funcionar. Tras desmontar el carenado del eje de ascensión recta se aprecia lo siguiente: Los tres motores se acoplan al eje de ascensión recta mediante dos tornillos sin fin dobles (este y oeste, ver figura 2.1.5). El eje de tracción del tornillo sin fin oeste tiene un pasador que lo une a la entrada de dicho tornillo. Este pasador se salió, golpeando con el cuerpo metálico (ver Figura 2.1.4b) y bloquear el eje. Tras solucionar el problema introduciendo correctamente el pasador, el problema mecánico persiste. Tras verificar el bloque de motores de baja velocidad, el embrague y los electroimanes se deduce un bloqueo en los tornillos sin fin dobles producido por una falta de sincronía entre ambos ocasionada por el bloqueo del eje. Tras ajustar de nuevo los tornillos sin fin (ver tornillos de ajuste en figura 2.1.5 y abrazadera que une los ejes de ambos tornillos sin fin en la figura 2.1.6a) el eje vuelve a funcionar. Dependiendo de la temperatura ambiente, el rozamiento remanente puede verse incrementado, lo que reduce la velocidad de los motores de baja velocidad, perjudicando a la capacidad de seguimiento de fuentes. La corrección completa de este problema requiere la fabricación de dos llaves de cuatro puntas (figura 2.1.4b).

Se detecta un ruido continuo en el motor de muy baja velocidad que se verifica al bajar el magnetotérmico AD5. Se verifica el correcto funcionamiento de los relés RD5 y RD6. Se anota el ruido en la tarea T2.2_23 (considerado como fallo eléctrico), pero no se contempla revisión a corto plazo ante falta de olor o ruidos adicionales durante su funcionamiento (que es correcto).

Tras verificar el grupo de presión, se procede a una primera inspección y prueba de apertura de la cúpula. Ésta dispone de cuatro pistones hidráulicos de doble efecto, dos abajo y dos arriba para la apertura de ambas hojas. Los carriles superior e inferior acumulan mezcla de grasa y restos de nidos que bloquean las ruedas. Se procede a una limpieza, petroleado y engrasado de las guías. Se aplica aceite a las ruedas. Tras petroleo, las

juntas de los pistones parecen estar en razonable buen estado. Un tornillo parcialmente fuera tiene su cabeza empotrada en la botella de uno de los pistones, lo que probablemente mantuviese bloqueada su hoja.

Tras el reacondicionamiento y tras varios usos en días sucesivos, la apertura y cierre parece realizarse con suficiente fluidez. Si bien alguna hoja puede atravesarse puntualmente, ésto no afecta al correcto funcionamiento, pero sí a la fluidez. Se recomienda accionar el mecanismo regularmente. De ser posible, en un futuro se puede considerar agregar reguladores de caudal a cada botella, a fin de homogeneizar el avance de los cuatro, lo que mejoraría considerablemente la fluidez. Es más interesante a corto plazo, la adición de sensores de apertura y cierre. Con un sistema inalámbrico, se podría accionar en remoto dicho sistema. Éste es el único sistema que, a día de hoy, impide la operación del instrumento en remoto.

Se han definido las siguientes tareas:

T2.1_1	Cúpula: Accionando manualmente la correa, la cúpula parece girar sin problemas. La cúpula parece girar al menos dos vueltas sin problemas mediante los dos motores de 380 V. Hay bastante suciedad y restos orgánicos (heces de ratón). Encontrado pájaro y lagarto muerto en el carril de la cúpula. Funciona sin problemas. Retirada de cadáveres de los animales. SOLUCIONADO.
T2.1_2	Apertura de la cúpula: Según conversaciones con Joaquín, posible fallo en sistema hidráulico/actuadores de apertura de las hojas. Nivel bajo de aceite en el depósito (ver figura 2.1.2). Se requiere determinar el tipo de aceite necesario. El recinto de la bomba y del depósito debería ser limpiado a fin de facilitar la detección de posibles fugas. Tras años rezumando esto resulta difícil. Se requiere inspección visual de dichos actuadores. (¿Posible junta defectuosa en un pistón?). Se observa aceite rezumar en uniones y codos del circuito hidráulico en varios puntos de la cúpula (bomba y apertura). Nota: esta tarea es requisito de la tarea T2.4_1. Debe garantizarse el correcto funcionamiento de la cúpula antes de proceder con las pruebas de la óptica y las CCDs.
T2.1_3	El carenado del astrógrafo rezuma aceite (figura 2.1.3). Requiere inspección y, probablemente, un engrasado. Para ello, será necesario desmontar los paneles atornillados.
T2.1_4	Motores de baja y muy baja velocidad y de seguimiento del eje de ascensión recta bloqueados. Tras revisar motores se determina su correcto funcionamiento. Un pasador había bloqueado uno de los ejes. Al recolocar y al desbloquear los tornillos sin fin este y oeste la baja velocidad del eje vuelve a funcionar (se aprecia dificultad de giro, ver T2.1_8).
T2.1_5	Se requiere revisar y/o aportar valvulina a las cajas de engranajes de los motores de los ejes de ascensión recta y declinación, tanto en los motores de alta velocidad como en la de los motores de baja y muy baja velocidad. Los niveles actuales permiten la operación del astrógrafo a corto plazo en un régimen de uso no intensivo.
T2.1_6	La tornillería del carenado tiene tornillos con la rosca dañada y/o oxidados. Se recomienda cambiarlos todos, reparar algunas roscas dañadas e incrementar el diámetro de algunos agujeros de las planchas de metal para facilitar su ajuste.
T2.1_7	Se han encontrado piezas metálicas del astrógrafo en uno de los armarios de la cúpula. Se desconoce su utilidad o su condición. Se han recolocado y atornillado en su sitio original (figura 2.1.6b). El instrumento no acusa mejora o perjuicio en su funcionamiento tras instalar las piezas.
T2.1_8	El distribuidor del cardán del eje de baja velocidad (ascensión recta) presenta mucha holgura y ruido. SE DEBE REVISAR LO ANTES POSIBLE. Durante una primera inspección fue necesario drenar el aceite lubricante. Se debe reponer.

T2.1_9	Exceso de rozamiento en los engranajes de la baja velocidad de la ascensión recta . A veces es requerido accionar el motor en sentido inverso para facilitar el arranque. Especial problema al arrancar a izquierdas, coincidiendo con la dirección en la que el peso anti-holgura ubicado en la planta baja del edificio (también utilizado para detección de exceso de torsión en cables y de límite de recorrido angular en dicho eje) sube.
T2.1_10	Es recomendable revisar el contrapeso , a fin de verificar el correcto equilibrado del instrumento (equilibrado eje ascensión recta) si bien no se observan anomalías más allá de las descritas en T2.1_9. Además, probable desequilibrio entre extremos de los tubos del instrumento (equilibrado eje declinación).
T2.1_11	El cableado de los solenoides del eje de ascensión recta ha sido recolocado para evitar futuros enganches o roturas. Se ha reparado un cable de tierra arrancado.
T2.1_12	Se ha realizado un alineado aproximado de los buscadores pequeño y grande, a fin de facilitar las primeras pruebas iniciales del instrumento.
T2.1_13	La rotación y el movimiento lineal de los soportes de película de los telescopios principales está bloqueado por la oxidación de las partes móviles. Se requiere desmontar y engrasar.



Figura 2.1.2: Bomba hidráulica instalada en la cúpula (a). Indicador de nivel del depósito (b). El nivel de aceite no llega al indicador.

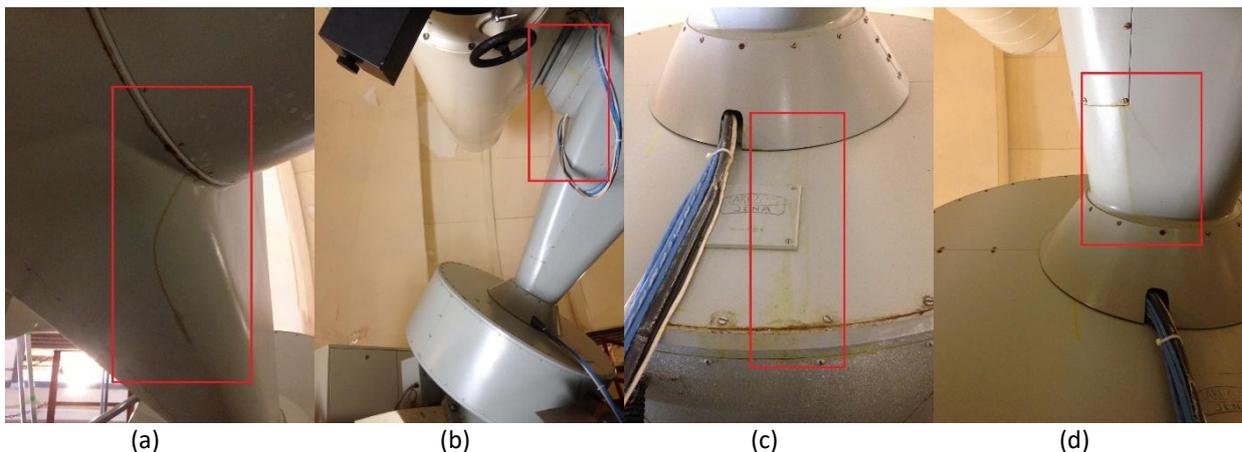
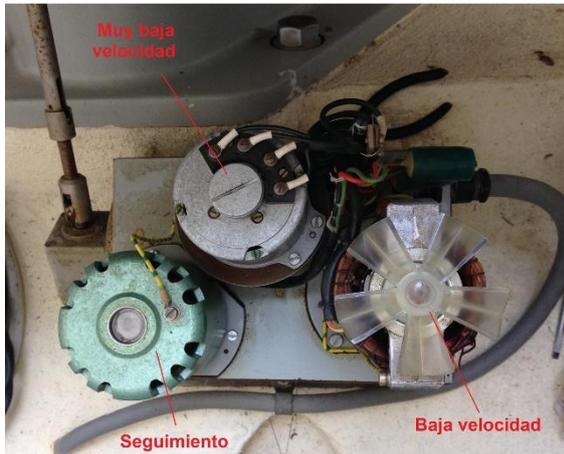


Figura 2.1.3: Manchas de aceite sobre el carenado. Se requiere desmontar los paneles a fin de inspeccionar y engrasar los rodamientos.

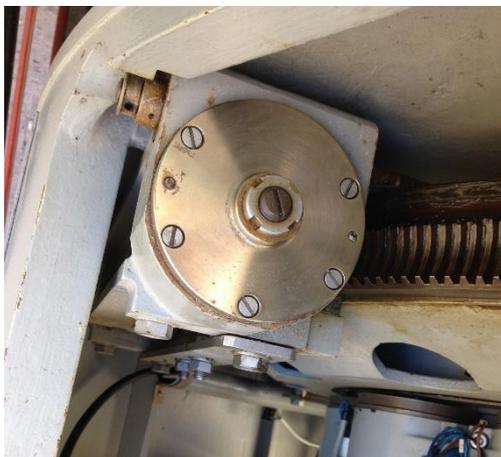


(a)



(b)

Figura 2.1.4: Motores de baja velocidad, muy baja velocidad y seguimiento del eje de ascensión recta (a). Pasador causante del bloqueo del eje del tornillo sin fin oeste (b).



(a)



(b)

Figura 2.1.5: Tornillos sin fin dobles este (a) y oeste (b). Ambos traccionan a la vez sobre el piñón del eje de ascensión recta.



(a)



(b)

Figura 2.1.6: Abrazadera de unión de los ejes de tracción de los dos tornillos sin fin (a). Piezas encontradas fuera del astrógrafo antes de ser reinstaladas en su posición original (b).

2.2- Electrónica/Electricidad de control.

Inicialmente se planteó una actualización del sistema de control del telescopio. Éste ya ha sido actualizado con anterioridad. En 2004 (TBC), se instaló un **controlador** OMRON C200H-NC112 (position control unit), drivers de motores modelo PDS (PDS13, PDS15 ó PDS15-D) de Parker Motion & Control, y conversores de frecuencia FVR-E7S (2.2 kW @ 220V, 4 kW @ 380 V) de SIDE S.A., contactores y diversa electrónica de control (relé de estado sólido) y acondicionadores de señal mediante transistores, entre otros (a verificar en inspecciones posteriores del equipo). Dicho control parece en buen estado. En este punto, no parece necesario ni recomendable su reemplazo.



Figura 2.2.1: Controlador lógico programable (PLC) OMRON C200H-NC112 (arriba izquierda). Se aprecia el puerto serie de comunicaciones que conecta con el PC de control vía modem. A su izquierda, se aprecian (de izquierda a derecha) dos módulos ID212 (entradas digitales), dos OC225 (salidas digitales), dos ID215 (encoders de los ejes alfa y delta del astrógrafo) y dos módulos NC112 para control de motores paso a paso de los ejes X e Y (instalados en el tubo M del astrógrafo). Debajo, se encuentran las bornas de conexión de las entradas y salidas digitales.

Tras subir los magnetotérmicos del cuadro principal y encender los cuadros de contactores, se aprecia ruido excesivo de contactor y olor extraño (tan solo la primera vez) compatible con la rotura de un fusible. El **cuadro de contactores** de la cúpula tiene un fusible fundido (fase de la izquierda).



(a)



(b)

Figura 2.2.2: Cuadro de contactores de la cúpula (a). Se recuadra en rojo el fusible reemplazado. Se aprecian daños por corrosión. En (b), se muestra guardamotor conectado a uno de los contactores con corrosión en sus bornas.

Se aprecia un fuerte olor a **animal** en todo el edificio. Se encontró un ratón de campo muerto en una caja con un obturador electrónico en el cuarto de revelado. Había anidado entre el plástico de burbujas. Es necesario ventilar/limpiar/aplicar tratamiento anti-plagas, especialmente en el cuarto de revelado. Se ha sacado todo el material eléctrico/electrónico de dicho cuarto. Ahora está guardado en el armario de la sala de control. También se ha detectado una considerable presencia de hormigas en toda la planta baja, pájaros en la cúpula y avispas en la terraza (hay un avispero debajo de algunas baldosas de la terraza).

En cuanto a la **plataforma**, en efecto, estaba bloqueada en su posición inferior. Esta condición bloquea cualquier otro movimiento tanto de la plataforma como del astrógrafo (probablemente, con la excepción del motor de seguimiento del giro de la tierra). **NO SE RECOMIENDA UNA EXCESIVA CARGA DE LA PLATAFORMA A FIN DE EVITAR FUTUROS BLOQUEOS. SE DESCONOCE LA CARGA MÁXIMA EN MOVIMIENTO O ESTÁTICA.**

La plataforma tiene finales de carrera (ver figura 2.2.3) en dos pilares de una diagonal (entrada, E y en la puerta del revelado, R). Dos finales de carrera para el límite inferior (EII, nunca accionado para límite duro y EIS, accionado con la plataforma abajo; RII y RIS para el pilar R) y dos para el límite superior (ESI, accionado con plataforma arriba y ESS, nunca accionado; RSI y RSS para el pilar R). Adicionalmente, en cada pilar (E, R, el del autómatas A y el de la esquina en el que se almacenan planchas de repuesto de Porexpan P) hay un final de carrera inferiores (cuatro en total: EI, AI, RI y PI) cuya utilidad se desconoce a fecha de escritura del presente documento. Probablemente, detección en cuatro puntos de nivelado/pandeo o detección de sobrecarga (TBC).

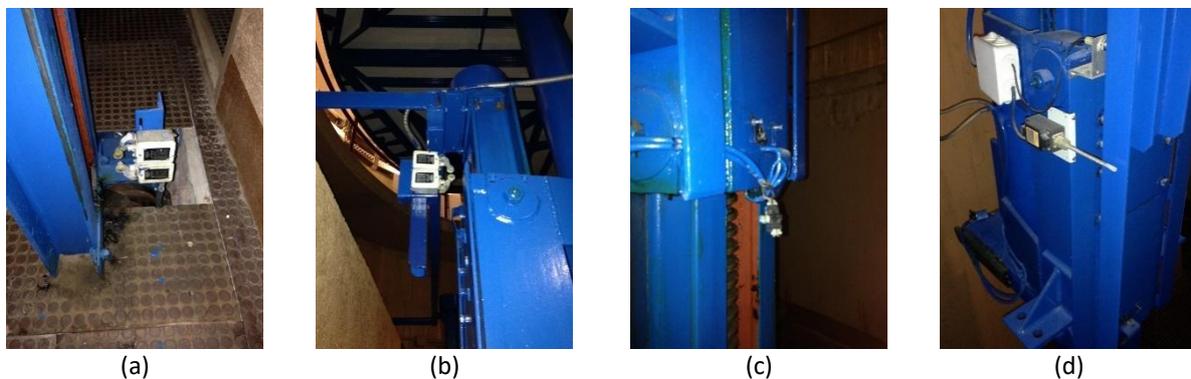


Figura 2.2.3: (a) Finales de carrera RII (abajo) y RIS (arriba). (b) Finales de carrera ESI (abajo) y ESS (arriba). (c) Final de carrera RI. (d) Final de carrera de plataforma abajo agregado en alguna de las últimas actualizaciones. Indica al software de modo independiente la posición de la plataforma.

Tras una primera prueba:

Sensor:	Tipo:	Estado:	Notas:
EII	NC	KO	- La plataforma lo estaba accionando (julio de 2021). - La plataforma NO lo está accionado. - Test continuidad OK. Test mecánico OK.
EIS	NC	OK	- La plataforma lo está accionado. - Test continuidad OK.
RII	NC	OK	- La plataforma NO lo está accionado. - Test continuidad OK. Test mecánico OK.
RIS	NC	OK	- La plataforma lo está accionado. - Test continuidad OK.

EI	VERIFICAR	KO	Fallo en las pruebas de continuidad.
AI	VERIFICAR	KO	Fallo en las pruebas de continuidad.
RI	VERIFICAR	KO	Fallo en las pruebas de continuidad.
PI	VERIFICAR	KO	Fallo en las pruebas de continuidad.
ESI	NC	OK	- La plataforma NO lo está accionado. - No accesible sin escalera. Funciona bien.
ESS	NC	OK	- La plataforma NO lo está accionado. - No accesible sin escalera. No probado.
RSI	NC	OK	- La plataforma NO lo está accionado. - No accesible sin escalera. Funciona bien.
RSS	NC	OK	- La plataforma NO lo está accionado. - No accesible sin escalera. No probado.

Nota: EII, PII, EIS y PIS funcionan perfectamente. Tras invertir las fases de los dos motores (en pilares E y P) y puentear los finales de carrera EII y PII fue posible destrabar la plataforma. Tras subir un tramo, se restauraron EII y PII. La plataforma ya es completamente operativa.

Nota: los pulsadores EI, AI, RI y PI fallaron en las pruebas de continuidad. La plataforma funciona con los cuatro pulsadores puenteados.

Tras una limpieza inicial del instrumento, se han realizado pruebas más exhaustivas sobre el instrumento: control del movimiento mediante mando a distancia, consola de la cúpula y PC de control (ver sección 2.3), sincronización cúpula-telescopio, inspección de todos los mandos, de la óptica y de la electrónica de este. Se aprecian distintas partes oxidadas que dificultan o impiden el movimiento de tornillos (figura 2.2.4a), tapas de los telescopios (los dos buscadores) y portaoculares (buscadores pequeños, figura 2.2.4b). Los oculares de los dos buscadores no fueron convenientemente protegidos y acumulan considerable suciedad. Sería recomendable imprimir tapas protectoras. El telescopio refractor pequeño tiene considerablemente manchado el ocular, la rejilla



(a)



(b)

Figura 2.2.4: Tornillo dañado en el bloque del prisma del buscador pequeño (a). Porta oculares con daños por corrosión y sin el casquillo para la iluminación de la retícula (b).

Nota: se ha encontrado una caja con un ocular de 16 mm en la cúpula. El buscador pequeño y el grande montan los de 25 mm. Para las pruebas, se han tomado los de 10 mm y 6.3 mm de la torre solar.

Se aprecia oscilación en la convergencia del instrumento a un objetivo observable. Se puede evaluar la implementación de curvas de aceleración y frenado (control de velocidad de motores de 380 V) en lugar del control mediante contactores a fin de reducir la brusquedad de sus movimientos.

En las pruebas de los límites de recorrido para los ejes de ascensión recta y declinación el final de carrera δ - (límite *sur*, eje declinación) falló. Al intentar volver al rango apropiado se activa el límite

$\delta+$ (*norte*). Habiéndose realizado las pruebas desde la consola de la cúpula, con permanente supervisión visual directa, no se ha llegado a dañar el cableado. A fin de solucionar el problema, se debe mover manualmente en instrumento de vuelta al rango apropiado. Para ello, se han realizado las siguientes acciones:

- Desconexión temporal de la “entrada seguridad en declinación N fin de carrera” E2 del módulo ID212 1 del autómata (entrada A0, borna placa montaje 2).
- Desconexión temporal de los encoders de los ejes de ascensión recta y declinación: se sigue permitiendo el movimiento sobre los ejes, pero el autómata no actualiza ángulos, por lo que no puede establecer un límite programado.
- Inversión de la dirección de avance

El límite $\delta+$ sigue impidiendo la vuelta al recorrido de trabajo, por lo que se sospecha que exista un bloqueo adicional previo al controlador OMRON C200H-NC112. Para ello, se plantean las siguientes líneas de actuación:

- Inspección de los ejes del telescopio retirando el carenado en busca de posibles fallos mecánicos/eléctricos. Búsqueda de los finales de carrera de declinación. Inspección y supresión temporal.
- Supresión de la señal del final de carrera $\delta+$ a la entrada al rack, no a la entrada del módulo ID212.

Una vez realizadas las desconexiones pertinentes, y tras inspeccionar visualmente los finales de carreas $\delta+$ y $\delta-$, se observa que la palanca del pulsador $\delta-$ está doblada. Tras retirar el bloque (ver foto), se devuelve el instrumento al recorrido de trabajo con un accionado manual de los motores rápidos. Tras reparar la palanca doblada, recolocar el final de carrera $\delta-$ y fijar el bloque, se verifica el correcto funcionamiento de los límites del eje δ .

Nota: el 21/10/2021 se realizaron tareas de mantenimiento, tras las cuales las fases de la línea principal de 380 Vac quedaron cruzadas. Los motores trifásicos no conectados al SAI funcionaron en contramarcha:

- Tan solo el astrógrafo (autómata y motores de ejes de ascensión recta y declinación) están conectados al SAI.
- Se debe conectar la bomba hidráulica de apertura de cúpula al SAI.
- La línea SAI de 220 Vac del cuadro principal no está conectada a nada.
- Cuando se cruza una fase, la cúpula gira en sentido inverso, la bomba hidráulica no suministra presión y la plataforma invierte su marcha (existe riesgo de que se bloquee en los finales de carrera extremos).

Se han definido las siguientes tareas:

T2.2_1	El cuadro de contactores de la cúpula tiene el fusible de la fase de la izquierda fundido (recuadrado en rojo en la figura 2.2.2a). Existen reemplazos en el armario de la sala de control. Tras realizar comprobaciones con el polímetro sobre dicho cuadro y los motores de la cúpula se reemplaza por uno nuevo. SOLUCIONADO.
T2.2_2	El cuadro de contactores de la cúpula presenta marcas de oxidación (figura 2.2.2b). El agua se cuela por la puerta de la terraza (o la junta) y sigue el tubo de canalización eléctrica que atraviesa la escalera hasta el propio cuadro. SE DEBE REPARAR LA GOTERA Y/O MOVER EL CUADRO.
T2.2_3	Control de plagas: tras observar la presencia de roedores se realiza una inspección del cableado, especialmente en aquellas partes no protegidas por la canalización metálica.

	<p>No se han detectado daños.</p> <p>Se han retirado cartones y plásticos de embalar acumulados, quedando el material de valor almacenado en el armario de la sala de control. Se ha desratizado el edificio. Además:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hay nidos de avispas en el suelo de la terraza, sobre la sala de control. - Hay puntos de entrada de pájaros en la cúpula. Por ahora no es problema mientras se use regularmente el instrumento.
T2.2_4	La plataforma estaba empotrada en la posición inferior. Tras puentear EI y subir una cuarta parte del recorrido (ver T2.2_5 y T2.2_6), pudo volver a la posición de reposo. Ahora funciona sin problemas en todo su recorrido.
T2.2_5	Finales de carrera de la plataforma: EI, AI, RI y PI defectuosos (figura 2.2.3c). Actualmente están puenteados. SE DEBEN REPONER A FIN DE RESTAURAR ESTA MEDIDA DE SEGURIDAD.
T2.2_6	Los motores de la plataforma funcionaban en sentido contrario (figura 2.2.5). El problema se ha corregido invirtiendo las fases de ambos. El etiquetado de los cables en los motores (fases U, V y W) ya no se corresponde con el marcado en el propio motor. Nota: antes de esta corrección, a presionar “subir” (botón de la consola de control de la cúpula) la plataforma se empotraba más hacia el suelo, pero al presionar “bajar” no se movía (los finales de carrera EIS y EPS estaban activados).
T2.2_7	En el mando de la plataforma , los botones “Subir” y “Bajar” intercambiados. Corregido. Ahora el mando es coherente con los botones correspondientes de la consola de la cúpula. Nota: antes de esta corrección
T2.2_8	En la consola de la cúpula , fallan los botones flecha izquierda y flecha derecha (se quedan pulsados). Corregido tras desmontar y limpiar los pulsadores afectados. Ahora es posible el control manual del telescopio, de la cúpula y de la plataforma desde este terminal.
T2.2_9	<p>Bomba hidráulica (electricidad): OK. Se enciende y apaga, alcanzando presión nominal (¿50 bar?). Nivel de aceite en depósito bajo. Llave de retorno cerrada. Existe una llave de despresurización de la línea de presión (probablemente cerrada) accionable con una palanca guardada en el armario de la bomba.</p> <p>Nota: no se ha probado a abrir la cúpula. Según Joaquín, las guías están en perfecto estado. Posible fallo en los actuadores hidráulicos, compatible con el nivel bajo de aceite (¿posible desgaste en las juntas de los pistones?).</p>
T2.2_10	Cableado de la cúpula (figura 2.2.6): la cubierta de algunos cables está agrietada por envejecimiento, tanto el cableado de iluminación como el de la bomba hidráulica. Se deberían reemplazar.
T2.2_11	<p>Cableado externo del astrógrafo: los cables añadidos a posteriori al instrumento son guiados en parte por dentro y en parte por fuera del carenado. Para ello, se realizaron taladros en planchas metálicas del mismo. Las rebabas metálicas de los taladros destrozan la cobertura plástica de los cables al moverse el telescopio (figura 2.2.7). Se recomienda instalar prensaestopas o anillos de plástico a fin de evitar futuros daños. Se recomienda retirar aquellos cables en desuso e intentar reutilizar cables del propio instrumento.</p> <p>A realizar cuando se considere la tarea T2.1_3 y/o cuando se ejecuten la mejora propuesta T4.0_10.</p>
T2.2_12	Los sensores de orientación de la cúpula habían sido enganchados por la misma, quedando dicho sistema inutilizado. El soporte con el que se fijaron a la estructura del edificio está deformado. Se ha enderezado para continuar las pruebas (figura 2.2.8), pero se recomienda encontrar una mejor solución para fijar los sensores. Se

	recomienda sustituir el sensor de proximidad (posición de cero) por otro fotoeléctrico (E3S-X3CE4 o equivalente).
T2.2_13	Chisporroteo audible en interruptor de iluminación de la cúpula (figura 2.2.9). Riesgo de incendio. NO REPARADO. SE RECOMIENDA CAMBIAR EL SISTEMA DE ALUMBRADO.
T2.2_14	Los interruptores magnetotérmicos del autómata saltan ocasionalmente al iniciar movimientos manuales del astrógrafo desde la consola de la cúpula. Se recomienda cambiar al menos los marcados como A3 y A5 en la figura 2.1.1 (todos).
T2.2_15	Los finales de carrera ópticos que previenen la colisión del astrógrafo con las columnas están destrozados (figura 2.2.10). Fueron montados con tensión considerable sobre su carcasa y están rajados. Cuando fallan, salta la protección de colisión, bloqueando el movimiento del telescopio hacia la dirección correspondiente, independientemente de su posición real. Si se detecta el bloqueo, se puede mover el sensor afectado hasta que el led rojo del mismo permanezca encendido. REQUIERE REEMPLAZO.
T2.2_16	Los interruptores del astrógrafo no funcionan correctamente. Se deben limpiar los contactos (figura 2.2.11).
T2.2_17	Algunas bombillas del astrógrafo están fundidas, lo que dificulta la lectura del panel de mandos del propio telescopio (apertura de obturadores del astrógrafo). Sustituir por las de reemplazo.
T2.2_18	La bombilla de la retícula del telescopio refractor pequeño no funciona (figura 2.2.4). Falta el casquillo. Hay que revisar el cableado. Utilizando un casquillo de otro sitio la bombilla no luce. Nota: Se han diseñado e impreso tres tapas para protección de los oculares de los telescopios buscadores. Nota: diseñar y fabricar tapas para proteger el prisma, para cuando se de mantenimiento al portaoculares.
T2.2_19	Enchufes de la cúpula: uno está suelto, otro no tiene tensión.
T2.2_20	Límite δ- defectuoso: se desmontó el carenado. Palanca del final de carrera doblada. Se debe enderezar
T2.2_21	En el mando del astrógrafo a veces falla el botón. Inspección del cableado. Se detecta un problema de continuidad entre en el pin 8 del conector DB15 hembra y el mando.
T2.2_22	El magnetotérmico de alumbrado del cuadro principal sirve también a los enchufes de la sala de control (PC y temporizador con calefactor, al menos). Chisporrotea al poner la calefacción. Se debe, o cambiar (redimensionar) o conectar los enchufes y alumbrado a otra sección con más potencia. Esto no cumple con las normas actuales: la iluminación y los enchufes deben ir en zonas separadas. No se requiere 4 fases (380 V), tan solo fase y neutro.
T2.2_23	Zumbido continuo en motor de muy baja velocidad del eje de declinación . Las tensiones alimentadas desde el cuadro de control parecen ser correctas.
T2.2_24	Bobinado con signos de desgaste en el motor de baja velocidad del eje de ascensión recta : algunas cuerdas que fijan el bobinado en la parte superior del motor están ennegrecidas y rotas.
T2.2_25	Resistencia rota en fuente de alimentación del cuadro del autómata (figura XXX). Tras examinar, se verifica que es parte del ajuste de la tensión de salida. La tensión nominal es de 15 V. La medida es de 16.8 V. No se aprecia quemadura ni restos evidentes de corrosión. No se repara.
T2.2_26	El cableado externo al carenado (añadido en actualizaciones posteriores) puede engancharse con la polea del peso, en el eje de ascensión recta, pilar sur. Se

	recomienda utilizar un tubo organizador de cable en espiral (o similar) y fijar el mazo en partes críticas evitando que cables débiles puedan ser enganchados en partes móviles.
T2.2_27	El final de carrera Y - falló en una de las pruebas realizadas (fallo intermitente). Revisar.
T2.2_28	Conectar los enchufes a la línea SAI de 220 Vac . La infraestructura de red y el PC de control deberían estar conectados a dicha línea (puede requerir recablear la línea de los enchufes con cable flexible de 2.5). Actualmente, todos los enchufes están conectados a la entrada regular, en la sección de alumbrado.
T2.2_29	Al menos la apertura de la cúpula debe estar conectada a la línea SAI de 380 Vac .
T2.2_30	Según la documentación original, falta un segundo mando (ver T2.2_21). Ello permitiría accionar la cúpula y la plataforma desde el propio instrumento. Una Raspberry de control de seguimiento (con CCD) en buscador (ver T4.0_7) podría accionar ambos mandos, dando salida al mando que queda para el movimiento del instrumento. La raspberry permitiría conmutar entre ambos mandos, con uno de los conmutadores de éste; también se podría implementar en ésta un mando con pulsadores suficientes. Haría falta un conector del astrógrafo o reemplazarlo por otro (¿Fisher?).
T2.2_31	El pararrayos no está debidamente puesto a tierra. Se ha pintado de blanco el carril deslizante que conecta el cable del pararrayos con el de la toma tierra.

Nota: las mangueras de cable originales del astrógrafo cuentan con líneas disponibles (Figura 2.2.12). Se pueden considerar para un uso futuro, evitando añadir cables externos.



Figura 2.2.5: Motor de la plataforma ubicado bajo el pilar R. Hay otro motor ubicado bajo el pilar E.



(a)



(b)



(b)

Figura 2.2.6: cableado de la cúpula en mal estado (a). El contactor que activa la bomba está accesible tras retirar el panel difusor y los cables no están guiados (b). El motor de la bomba tiene sus bornas al descubierto (c).

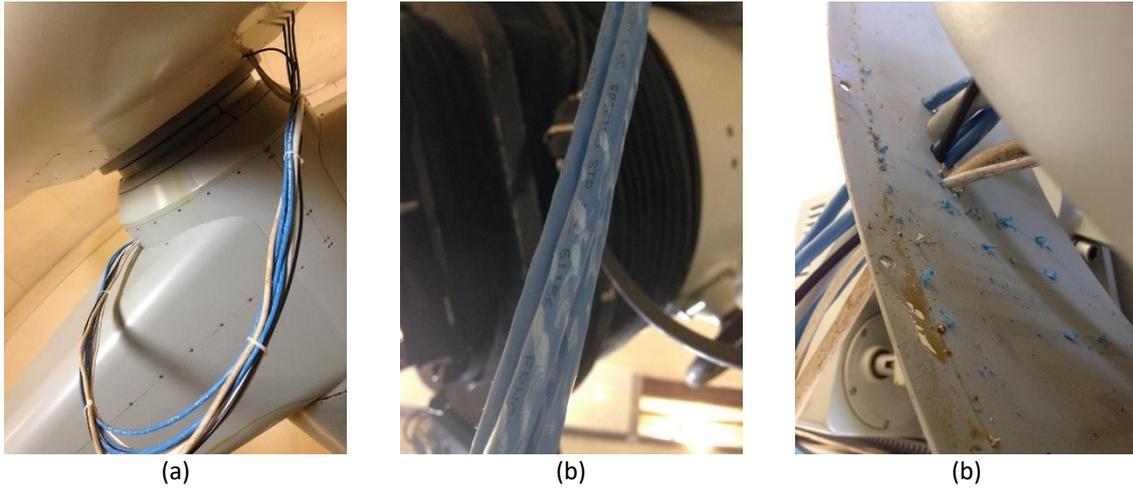


Figura 2.2.7: Cableado externo del astrógrafo (a). Se aprecian daños en el mismo debidos a las rebabas de los taladros realizados en el carenado tanto fuera (b) como dentro del mismo (c).

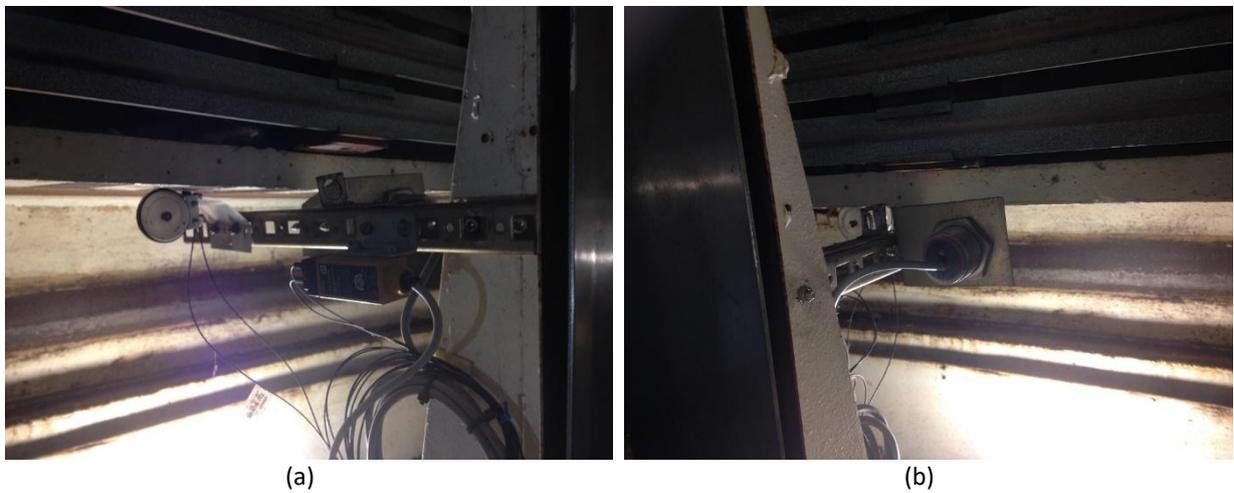


Figura 2.2.8: Sensores de orientación de la cúpula tras ser recolocados. Encoder óptico (a) y detector de cero (b). La cúpula había enganchado el conjunto deformando el soporte metálico sobre el que se instalan. El encoder no podía leer las marcas blancas y negras pintadas sobre la cúpula; el detector tampoco llegaba a sensar la chapa metálica atornillada sobre la cúpula para marcar el cero en azimut.



Figura 2.2.9: Interruptor con chisporroteo, recuadrado en rojo (iluminación perimetral de la cúpula). En la foto, se muestra la posición en la que no se produce el chisporroteo, tanto con las luces encendidas como apagadas. Si se modifica la posición del conmutador de la planta baja se produce chisporroteo al encender la luz.

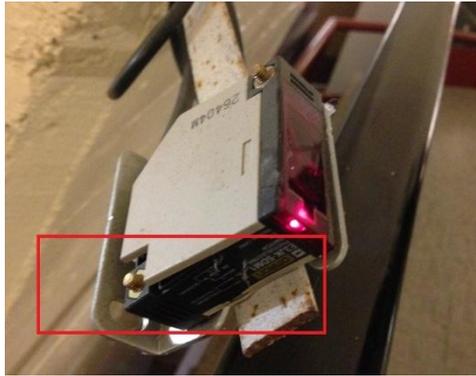
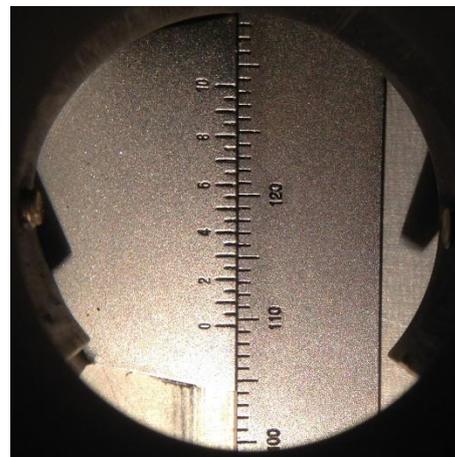


Figura 2.2.10: Final de carrera óptico Omron E3JK-5DM1 dañado. Se aprecia que la tapa superior está levantada y la inferior rajada. Aleatoriamente, el final de carrera se bloquea activado (led rojo apagado) restringiendo el movimiento del astrógrafo.



(a)



(b)

Figura 2.2.11: El astrógrafo consta de diversos interruptores para la iluminación de diversos elementos (paneles, escalas y retículas). En la foto, control de foco de tubo principal con interruptor (recuadrado en rojo) que requiere ajuste (a). Regla micrométrica interna iluminada (b).



Figura 2.2.12: Líneas disponibles en el cableado del astrógrafo. Las líneas de la 19 a la 28 están disponibles y llegan hasta el Rack del autómata.

2.3.- PC de control y software.

Software de control diseñado por la empresa SETELSA en 2004 sobre Visual Basic 6.0 y ANSI C. Funciona en un PC HP Pentium III con Windows 2000. Probablemente sea instalable con buena funcionalidad en Windows 10, si bien futuras actualizaciones de Microsoft pudieran comprometer el funcionamiento. Bloquear las actualizaciones de Windows 10 no es inmediato, (al menos para las versiones no destinadas a sistemas empotrados). No hay información disponible para sistemas más nuevos con Windows 11.

Hay tres PC HP Pentium III en la sala de control. El PC en uso para el control de movimiento (figura 2.3.1a) funciona sin problemas, salvo siguiente error (sale cada pocos segundos/minutos, continuamente):

La instrucción en "0x784ab0c8" hace referencia a la memoria en "0x03110000".
La memoria no se puede "written".
Haga click en ACEPTAR para cerrar el programa.
Haga click en CANCELAR para depurar el programa.

La tapa de la unidad de CDs del ordenador de control está bloqueada y no se puede sacar. Hay ordenadores de sobra en la sala de control, pero o no arrancan (el de la derecha) o no están conectados.

El PC puede ser utilizado para las pruebas preliminares. Tras un reacondicionado podría servir para divulgación. Se recomienda su actualización (no prioritario).

El PC utilizado para el control de las CCDs no arranca (lanza una secuencia de errores acústicos de la BIOS al ser encendido). Sus piezas son utilizadas para las reparaciones y ampliaciones realizadas sobre el PC de control (figura 2.3.1b).

Se han encontrado los siguientes CD-ROMs con software relacionado:

CD_01	Software del astrógrafo. Versiones ASTER.0 (previa a 2004) y ASTER (posterior a 2004).
CD_02	Microsoft Visual Studio 6.0: Disco 1 y 2
CD_03	SETELSA, Sistemas Electrónicos y Telecomunicación. S.A. Software del astrógrafo (el CD_01 es una copia de éste). Además del software, contiene: <ul style="list-style-type: none">- El código del autómata.- Manuales de usuario.

Todos los CDs han sido copiados a disco duro. En cuanto a la instalación del software, se recomienda la instalación previa de Visual Studio 6.0 con las opciones por defecto (el código fuente está disponible abriendo el fichero "C:\Aster\Aster.mak"). No obstante, parece ser operativo tan solo siguiendo las siguientes instrucciones:

- 1) Copiar la carpeta "Aster" a C:\.
- 2) Eliminar la propiedad de solo lectura del directorio y de todo su contenido.
- 3) Registrar el componente "C:\Aster\Componente\threed32.ocx" (ver fichero "Registrar Componente.txt").

Se han definido las siguientes tareas:

T2.3_1	Software de control: localización del código fuente y realización de copia de seguridad. Se ha verificado su correcta funcionalidad una vez desbloqueada la plataforma. El
---------------	---

	astrógrafo parece seguir correctamente cuerpos planetarios. En este punto, no se recomienda la codificación de un nuevo software de control.
T2.3_2	Sincronización de la cúpula: Queda pendiente verificar la correcta sincronización de la cúpula con la dirección de observación.
T2.3_3	Solucionado del mensaje de error de memoria recurrente . Tras una búsqueda inicial de información no se han obtenido pistas sobre su causa. Dado que no impide el manejo del telescopio esta tarea queda postergada.
T2.3_4	La unidad de CD-Rom del ordenador de control no funciona. Sustituir.
T2.3_5	Ensamblado de un segundo PC Pentium III para evaluar el estado de las cámaras CCDs (tarea T2.4_1). Para ello, depredar los dos PC Pentium III de la sala de control.
T2.3_6	Configurar la zona horaria para GMT, sin cambios horarios. ASTER6 (el software de control) no compensa la zona horaria, impidiendo el correcto apuntamiento.
T2.3_7	Implementación del software de control: los ejes no parecen implementar el control de los motores muy lentos de ningún eje. La precisión de apuntamiento sería mucho más buena si se hiciese primero una convergencia con motores rápidos, luego con los lentos y, finalmente, con los muy lentos. Cada uno con una definición de convergencia acorde con lo alcanzable por la situación actual de la mecánica.
T2.3_8	Implementación del software de control: Los motores lentos y muy lentos del eje δ tienen límites de excursión $\Delta\delta+$ y $\Delta\delta-$ adicionales a los definidos ($\delta+$ y $\delta-$, ver sección 2.2 y tarea T2.2_20): la posición del eje de declinación es un ángulo $\delta+\Delta\delta$, siendo $ \Delta\delta \leq \Delta\delta_{max}$ un ángulo limitado en un intervalo centrado en cero. El software no controla la llegada a alguno de los límites. Si, al buscar una fuente, se llega a dicho límite en el paso de convergencia con motores lentos, el proceso queda interrumpido indefinidamente. Debería buscarse el punto medio del recorrido de los motores lentos y luego reiniciar el proceso de convergencia.
T2.3_9	Modificación del software: Se dispone de todo lo necesario para realizar cualquier modificación al software de control ASTER.

Tras las tareas descritas en la sección 3, se consideran finalizadas las actividades desde T2.3_1 hasta las T2.3_6. La actualización del PC de control no es prioritaria dado que en su estado actual permite asistir al resto de actividades prevista para la puesta en marcha del instrumento. No obstante, se propondrá una línea de actuación en la sección 4. La realización de las tareas T2.3_7 y T2.3_8 queda condicionada a la implementación final ejecutada.



(a)



(b)

Figura 2.3.1: PC de control (a). PC Pentium III utilizado para piezas (b). Se ha reutilizado la unidad de CD-ROM y la memoria RAM.

2.4.- Cámaras CCD:

Se han encontrado en el edificio del astrógrafo las siguientes cámaras CCDs de la compañía Santa Barbara Instrument Group (SBIG):

Modelo ST-10E:

- Se ha conseguido el datasheet del chip CCD.
- Se debe “recargar” el desecante interno de la cámara (viene sellada con una junta, pero no al vacío). Idea: ¿Meterlo dentro de la impresora 3D? Verificar el estado interno de la electrónica buscando marcas de corrosión.
- Recabar el software de control de la CCD.
- Instalada en el astrógrafo (tubo superior en la posición de reposo).

Modelo ST-6:

- Buena pinta.
- Guardada en una caja (encima de un archivador metálico de la sala de control), con la apertura tapada y junto a su unidad del microprocesador. La unidad del microprocesador presenta corrosión en sus conectores DB.

Modelo CCDH-1 SBIG (1):

- En el cajón de la mesa de madera, sala de control.
- Aspecto bastante dudoso.
- Con conector DB-15 hembra.

Modelo CCDH-1 SBIG (2):

- En la cajonera de metal, sala de control.
- Aspecto bastante dudoso.

Se han encontrado los siguientes CD-ROMs con software relacionado:

CD_04	CCDSOFT Imagen Processing and CCD Camera Control Software (SBIG). Nota (clave del CCDSOFT v5): D068-5F046058
CD_05	SBIG Software Bisque Nota (clave del producto): KS-4323-1369

Todos los CDs han sido copiados a disco duro.

Se han definido las siguientes tareas:

T2.4_1	Verificación de la comunicación entre la cámara CCDs instalada y el PC de control de las cámaras. ERROR: detectado olor a quemado en la cámara SBIG ST-10E instalada en el astrógrafo. Tras desmontar la cámara se aprecia daño en una FPGA y en un condensador de la placa trasera (ver figura 2.4.1a y b). Sin disponer del código de sintetizado de la FPGA es imposible su reparación. A más largo plazo, se puede considerar diagnosticar la CCD para fabricar una PCB de control propia (hay alto riesgo de daños adicionales).
T2.4_2	Verificación de la cámara CCD SBIG ST-6 : ésta requiere de comunicación Serie con PC. Probablemente no sea posible la comunicación

T2.4_3	Cámara SBIG CCDH-1 (1): Verificar la compatibilidad con el módulo microprocesador. Si lo fuese, probar con el mismo setup de T2.4_4
T2.4_4	Cámara SBIG CCDH-1 (2): Verificar la compatibilidad con el módulo microprocesador. Si lo fuese, probar con el mismo setup de T2.4_3



(a)



(b)

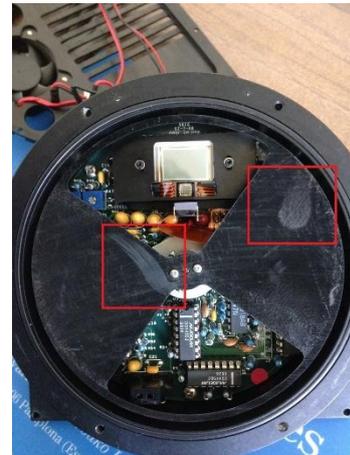
Figura 2.4.1: Las 4 cámaras CCD encontradas en el edificio del astrógrafo. Modelo ST-10E tras retirar del astrógrafo y apertura de la tapa trasera para inspección (a). Modelos ST-6, ¿? y ¿? (b). Se muestra también la CPU de la cámara ST-6.



(a)



(b)



(b)

Figura 2.4.2: Daños apreciados en la cámara SBIG ST-10E. Se observan daños en la FPGA de control (a) y en un condensador (b). La cámara estanca de la CCD presenta marcas de manipulación: faltan tornillos y el obturador electrónico tiene huellas (c).

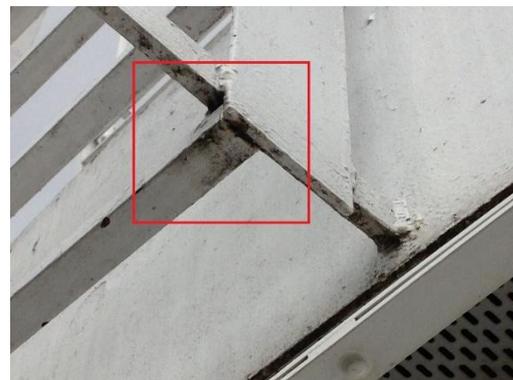
2.5.- Otros:

Adicionalmente, se han considerado otras tareas relevantes para el reacondicionamiento de las instalaciones y del instrumento:

T2.5_1	La taza del baño pierde. Está rajada en la base. Se recomienda su reemplazo.
T2.5_2	Escalera de subida a la cúpula con un peldaño reventado (ver figura 2.5.1). La escalera ha sido golpeada (¿se intentó mover la cúpula sin retirar la escalera?). La reparación del acceso a la cúpula es paso previo a cualquier actividad sobre la misma.
T2.5_3	Limpieza inicial del astrógrafo para retirar el polvo y las heces de animales acumuladas sobre éste (figura 2.5.2). Es una tarea previa a la realización de pruebas de la óptica, a fin de prevenir la entrada de suciedad en los telescopios.
T2.5_4	Control de plagas (ver tarea T2.2_3): se requiere una limpieza en profundidad de heces acumuladas en distintas superficies del edificio. En concreto, se requiere la limpieza en profundidad del cuarto de revelado. Sería interesante controlar también el acceso de hormigas a la planta baja mediante repelente. La presencia de avispas no es relevante salvo que sea necesario el acceso a la terraza para tareas de mantenimiento. Se aplicó cebo para roedores en agosto de 2021, durante las tareas de inspección.
T2.5_5	Ajuste de las ventanas de la sala de control . No estaban adecuadamente cerradas, debido a que los carriles están sucios. Se recomienda mantenimiento.
T2.5_6	Retirada de las lascas de pintura de la cúpula sueltas. Una posterior mano de pintura es opcional, pero se debe evitar la caída de pintura sobre el instrumento.



(a)



(b)

Figura 2.5.1: Daños en la escalera de subida a la cúpula (a). Detalle en donde se aprecia los daños en la soldadura de la primera barra. Sobre ésta es donde se cuelga la escalera de acceso.



Figura 2.5.2: Astrógrafo durante las operaciones de limpieza. Se ha retirado la cámara CCD, se han tapado todos los tubos y se han cerrado todos los obturadores durante todo el proceso.

3.- Tareas realizadas.

Durante la inspección inicial se han llevado a cabo aquellas tareas que mantenimiento o reparación que no requerían la adquisición de material nuevo. La siguiente tabla ofrece un listado de éstas, detallando las actividades realizadas.

T2.1_1	Se han retirado los animales muertos de la cúpula . Se realizará una limpieza en profundidad cuando se evalúe la condición operativa del instrumento.
T2.1_2	Apertura de la cúpula: se ha revisado el carril y el correcto funcionamiento del grupo de presión hidráulico. Funciona con completa normalidad. Se establece una presión de trabajo de 30 Kg/cm. El tiempo de apertura y cierre es de 1 minuto y 40 segundos (aproximadamente).
T2.1_3	Se ha desmontado el carenado del astrógrafo . Se observa pérdidas internas de las cajas de engranajes de los motores de alta, baja y muy baja velocidad de ambos ejes. El nivel de taladrina remanente parece suficiente para continuar operando a corto plazo. Ver T2.1_8. Se recomienda controlar el nivel y, en su caso, rellenar. Se aprecia envejecimiento en la cubierta del cableado.
T2.1_4	Motores de baja y muy baja velocidad y de seguimiento del eje de ascensión recta desbloqueados. Se ha reajustado el eje de tracción para equilibrar la tracción de los tornillos sin fin este y oeste.
T2.1_7	Las piezas metálicas del astrógrafo encontradas en uno de los armarios de la cúpula han sido recolocadas y atornilladas en su sitio original.
T2.1_9	Parcialmente solucionado (ver T2.1_4). Se requiere la fabricación de dos llaves de cuatro puntas.
T2.1_10	Contrapeso no revisado. Problema en eje de ascensión recta solucionado (ver T2.1_4).
T2.1_11	Solucionado.
T2.1_12	Alineado aproximado de los buscadores. Se recomienda realizar un segundo alineado con los telescopios refractores grandes al ejecutar la tarea propuesta T4.0_4.
T2.1_13	Rotación y el movimiento lineal de los soportes de película de los telescopios principales: Se han desbloqueado tras desmontar y lijar el óxido. Requiere engrasado.
T2.2_1	Comprobado el estado del cuadro de contactores y de los motores de la cúpula. Se ha cambiado el fusible fundido. QUEDA PENDIENTE LA SUSTITUCIÓN DE LOS CONTACTORES AFECTADOS POR LA HUMEDAD, ASÍ COMO DE LA IMPERMEABILIZACIÓN DE LA GOTERA.
T2.2_3	Control de plagas: No se han detectado daños en el cableado por mordeduras de roedor. Se han retirado cartones y plásticos de embalar acumulados, quedando el material de valor almacenado en el armario de la sala de control. Se ha desratizado el edificio.
T2.2_4	La plataforma vuelve a estar operativa en todo su recorrido. El movimiento del telescopio está desbloqueado.
T2.2_5	Finales de carrera de la plataforma: EI, AI, RI y PI puenteados durante las pruebas. SE DEBEN REPONER A FIN DE RESTAURAR ESTA MEDIDA DE SEGURIDAD.
T2.2_6	Se ha corregido la dirección de giro de los motores de la plataforma .
T2.2_7	Se ha corregido la funcionalidad de los botones "Subir" y "Bajar" del mando de la plataforma .
T2.2_8	Se han revisado y limpiado los botones de la consola de la cúpula . Ahora es posible el control manual del telescopio, de la cúpula y de la plataforma desde este terminal.
T2.2_9	Se ha probado la Bomba hidráulica (electricidad). Parece funcionar bien. Queda pendiente rellenar el depósito de aceite y realizar las pruebas de apertura y cierre de la bomba hidráulica.

T2.2_12	Se ha corregido temporalmente la posición de los sensores de orientación de la cúpula. Para ello, se ha desmontado el soporte y se ha enderezado manualmente.
T2.2_13	Chisporroteo audible en interruptor de iluminación de la cúpula: no se produce si se enciende tan solo desde la llave inferior (en la base de la escalera) evitando utilizar la llave de la cúpula.
T2.2_20	Solucionado el problema en el límite δ- .
T2.2_21	Mando del astrógrafo revisado y reparado. Botón AR+ bastante envejecido.
T2.3_1	Software de control: localización del código fuente y realización de copia de seguridad. Se ha verificado la correcta funcionalidad de este una vez desbloqueada la plataforma. El astrógrafo parece seguir correctamente cuerpos planetarios. En cuanto se verifique el funcionamiento de las CCDs se pretende la toma de una fotografía de ejemplo con un tiempo de exposición elevado para determinar la calidad de dicho seguimiento.
T2.3_2	Sincronización de la cúpula: Tras realizar la tarea T2.2_12 ya funciona. Finalizado. Nota: el movimiento de la cúpula se realiza tras alcanzar la convergencia en los ejes de ascensión recta y declinación. Si ésta demora mucho y se desea mover la cúpula, se puede presionar el botón STOP. Una vez finalizado el movimiento de ésta, se puede reanudar la búsqueda del objetivo presionando de nuevo el botón "Aceptar y cargar".
T2.3_3	Error de memoria recurrente solucionado. Problema con el servicio WinMgmt.exe de Windows 2000. Solucionado borrando los ficheros en "C:\WINT\system32\wbem\Repository" y reiniciando.
T2.3_4	La unidad de CD-Rom del ordenador de control ha sido sustituida por la de otro Pentium III. Solucionado.
T2.3_5	Ensamblado de un segundo PC Pentium III: Descartado. Las pruebas del resto de cámaras se harán con el PC de control. Nota: se ha aprovechado otro PC Pentium III para ampliar la RAM del PC de control de 128 MB a 192 MB. Nota: se han realizado diversas tareas correctivas (supresión de servicios innecesarios en este equipo) para aumentar el rendimiento. Se ha instalado una bahía de disco duro extraíble. Se ha corregido (actualizado) la configuración de la aplicación NetTime 2.0 con información actualizada de servidores de tiempo.
T2.3_6	Zona horaria configurada para GMT, sin cambios horarios. ASTER6 apunta el instrumento, pero todavía falla (por poco; no medido). Una leve corrección con el mando manual permite encontrar fácilmente la luna (ver figura 3.1).
T2.3_9	Modificación del software: se dispone de lo necesario para realizar cambios.
T2.4_1	Cámara CCDs instalada: Se ha desmontado y observado los daños tras el olor a quemado (ver figura 2.4.1). Los tornillos presentan marcas de oxidación. Tras los daños observados queda descartado el uso de la cámara ST-10E. Nota: La cámara estanca de la CCD tiene tan solo tres de seis tornillos. El chopper tiene marcas de huellas.
T2.5_2	Escalera de subida a la cúpula reparada.
T2.5_3	Limpieza inicial del astrógrafo: se ha solicitado una limpieza superficial y ha sido realizada. Otras tareas de limpieza del instrumento serán realizadas durante las tareas de reparación de este. Se recomienda la adquisición de un kit de limpieza de lentes para el mantenimiento de estas. En concreto, se deben pulir y engrasar partes móviles de los telescopios, en especial aquellas que han empezado ya a oxidarse.
T2.5_4	Se aplicó cebo para roedores en agosto de 2021, durante las tareas de inspección.
T2.5_5	Ajuste de las ventanas de la sala de control . Están adecuadamente cerradas. Nota: aún

	así, se ha trasladado la documentación original del astrógrafo a la biblioteca, a fin de evitar su degradación progresiva por la humedad.
T2.5_6	Retirada parcial de las lascas de pintura de la cúpula sueltas.

Tras las tareas aquí descritas se ha podido realizar observaciones de fuentes sencillas, tales como la luna, los planetas del sistema solar y diversos objetivos en tierra. Las figuras 3.1, 3.2 y 3.3 muestran ejemplos de observaciones realizadas desde septiembre a noviembre de 2021 durante las tareas de mantenimiento.

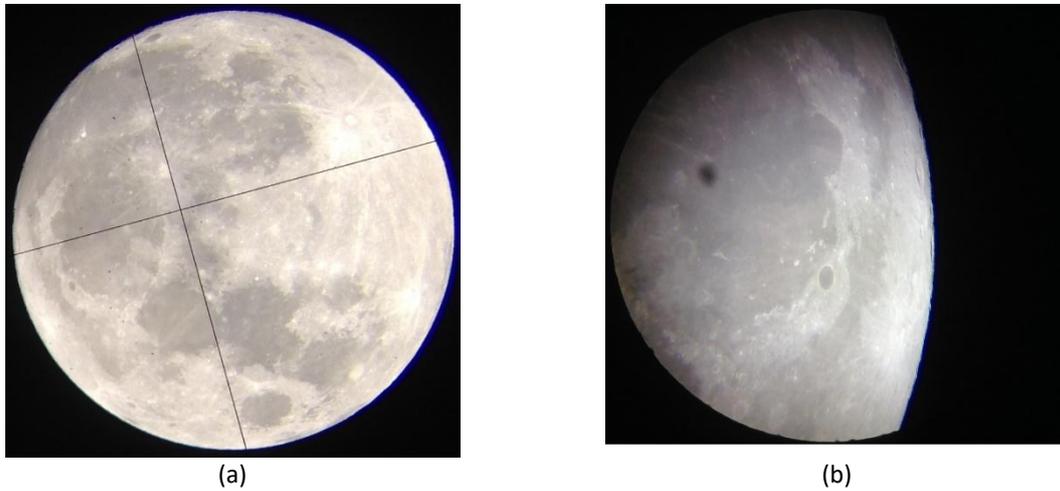


Figura 3.1: Primeras imágenes tomadas de la luna (29/09/2021) con los telescopios buscadores pequeño (a) y grande (b). Se aprecia considerable suciedad en la lente. Jugando con el enfoque es evidente la presencia de suciedad en varias de las superficies de los elementos del sistema óptico de ambos telescopios refractores.

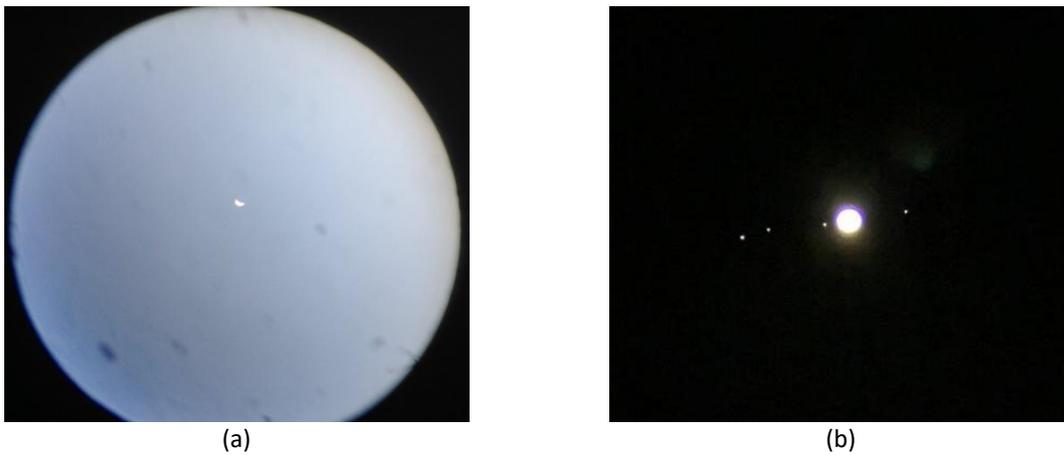


Figura 3.2: Primeras imágenes tomadas de Venus en medio día (a) y Júpiter y sus lunas tras la puesta de sol (b).

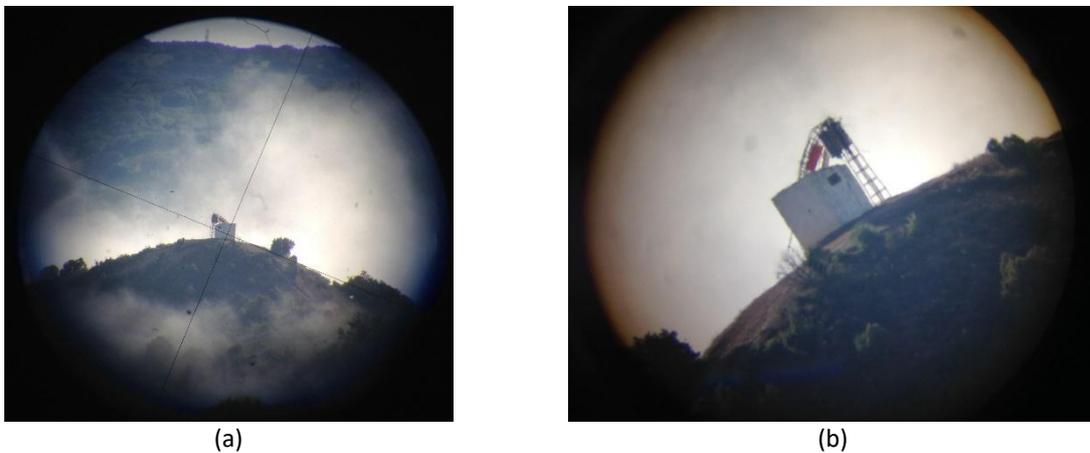


Figura 3.2: Torre de comunicaciones colapsada en las coordenadas 40.50222° N, -3.08255° O. Fotos tomadas con los buscadores pequeño (a) y grande (b).

4.- Tareas necesarias y opcionales a realizar.

Todas aquellas tareas no listadas como totalmente completas en la sección 3 deberían ser completadas a fin de finalizar el reacondicionamiento del instrumento. El anexo 1 ofrece una lista de elementos necesarios. Además, se requiere imprimir en plástico de alta duración (ABS o ASA; no PLA) los siguientes elementos:

T4.0_1	Imprimir tapones para los oculares.
T4.0_2	Imprimir soporte para acoplar a los oculares cámaras de teléfonos móviles.
T4.0_3	Imprimir un casquillo de bombilla para el astrógrafo.

Adicionalmente, se proponen las siguientes líneas de actuación. Estas líneas permitirían mejorar la usabilidad o expandirían las capacidades del instrumento. Se incluye para cada una de ellas una lista tentativa de componentes necesarios. La lista definitiva de componentes requeridos dependerá de aquellas actividades que se lleven a cabo.

T4.0_4	Diseño de un sistema óptico para incrementar los aumentos de uno de los telescopios principales para llegar a $2.3 \times 400 = 920x$ e integrar una cámara. Trabajo enmarcable en un trabajo fin de máster (TFM).
T4.0_5	El otro tubo integraría una cámara intentando retener el gran campo de visión original del tubo. Para ello, éste segundo sistema óptico debería adaptar el haz de salida al área del sensor de la cámara utilizada. En caso de no ser posible, se podría utilizar el stage XY del tubo. Trabajo enmarcable en un trabajo fin de máster (TFM).

Se requeriría la adquisición de diversos elementos ópticos. En ese punto, no se dispone de los datos del sistema óptico de los tubos refractores de 400 mm, por lo que es necesario un estudio del haz de salida. En la configuración actual, dicho haz está optimizado para la exposición de placas fotográficas.

ITEM:	REF.:	UDS.:	PRIORIDAD:	NOTAS:	COSTE:	
Lentes	TBD	-	Media	TBD	0 €	0 €

T4.0_6	Apertura remota de la cúpula. Mando a distancia Arduino en infrarrojo entre la bomba hidráulica y la electroválvula y otro Arduino con tarjeta de red para poder ser controlado en remoto. Se requieren sensores de apertura y cierre en las puertas. El Arduino con red debe controlar el contactor de la alimentación de las cuatro escobillas de la cúpula. Como añadido, el sistema puede integrar alumbrado de la cúpula mediante tiras leds de color. Ello permitiría establecer un código de colores para notificaciones de alarma/operación remota/límites físicos. Etc. A fin de garantizar la cobertura en cualquier posición, bien en la cúpula, bien en el edificio se debe replicar el módulo correspondiente. Trabajo enmarcable en un trabajo fin de máster (TFM).
---------------	--

Se requeriría la adquisición de los siguientes materiales (Total est.: 589 €):

ITEM:	REF.:	UDS.:	PRIORIDAD:	NOTAS:	COSTE:	
Arduino Uno	769-7409	5	Media	Para el mando a distancia del aire acondicionado de la sala de control.	20 €	100 €

Fuente de alimentación 5V	135-8950	2	Media	Integrada, 5Vdc, 6A	20 €	40 €
Shield con relés:	875-0292	1	Baja	Control de la motobomba.	25 €	25 €
Receptor IR	.	5	Alta	Ver Transmisor IR	3 €	15 €
Ethernet Shield	873-2285	2	Alta	Sustitución prioritaria de cables desgastados.	27 €	54 €
Transmisor IR	-	5	Alta	https://www.dx.com/p/mini-38khz-infrared-transmitter-ir-emitter-module-infrared-receiver-sensor-module-for-arduino-2044140.html	3 €	15 €
Cable de red cat6	50 m	1	Alta		40 €	40 €
Sensores proximidad	444-3237	4	Media	https://es.rs-online.com/web/p/sensores-de-proximidad/4443237	75 €	300 €

T4.0_7	<p>Bucle cerrado de seguimiento con Raspberry pi y CCD montada en el buscador pequeño. Opción: accionar el instrumento vía el mando manual o vía comandos remotos al autómeta.</p> <p>Trabajo enmarcable en un trabajo fin de máster (TFM).</p>
---------------	--

Se requeriría la adquisición de los siguientes materiales (Total est.: 183 €):

ITEM:	REF.:	UDS.:	PRIORIDAD:	NOTAS:	COSTE:	
Raspberry Pi	Raspberry Pi 4B	1	Alta	https://solectroshop.com/es/placas-raspberry-pi-4/1829-raspberry-pi-4-modelo-b-4gb-ram-765756931182.html	60 €	60 €
Cámara Raspberry Pi	HQ Camera	1	Alta	https://solectroshop.com/es/camaras-raspberry-pi/5178-camara-raspberry-pi-hq-de-alta-calidad-oficial-sony-imx477-de-123-megapixeles.html	60 €	60 €
Shield con relés	PiRelay V2	1	Alta	https://solectroshop.com/es/modulos-raspberry-pi-raspberry-pi-hats/5439-pirelay-v2-relay-shield-para-raspberry-pi.html	35 €	35 €
Conector DB15 Macho	TBD	1	Alta	-	4 €	4 €
Conector DB15 Hembra	TBD	1	Alta	-	4 €	4 €
Fuente de alimentación 5V	135-8950	1	Alta	Integrada, 5Vdc, 6A	20 €	20 €

Si se ejecuta la T4.0_10 se puede plantear la integración de ambos sistemas. Es recomendable la ejecución de la T4.0_9, a fin de poder activar/desactivar en remoto el seguimiento nativo del astrógrafo.

T4.0_8	<p>Control de velocidad variable de los ejes de ascensión recta y declinación mediante variadores de 220 Vac y/o 380 Vac. Ello permitiría incrementar la velocidad angular máxima del instrumento, reducir vibraciones en el movimiento y en el seguimiento, y mitigar el desgaste mecánico.</p> <p>Un control de velocidad en el movimiento de la cúpula es opcional, pero también deseable a fin de evitar golpes en la estructura del edificio.</p>
---------------	---

	Trabajo enmarcable en un trabajo fin de máster (TFM).
T4.0_9	Activación/desactivación del motor de seguimiento desde el autómat. Ahora es controlado manualmente (ver figura 2.1.1). Trabajo integrable en T4.0_8.

Se requeriría la adquisición de los siguientes materiales (Total est.: 1.222 €):

ITEM:	REF.:	UDS.:	PRIORIDAD:	NOTAS:	COSTE:	
Variador Freq ATV12HU15M3	669-5806	2	Alta	Variadores trifásicos, 9.3 A, 1.5 kW	310 €	620 €
Variador Freq ATV12P075M2	822-6231	2	Alta	Variadores monofásicos, 10.2 A,	200 €	400 €
Software control variadores	Schneider Electric SoMove	1	Alta	https://www.se.com/es/es/product-range/2714-somove/#software-and-firmware	0 €	0 €
Arduino Mega	715-4084	1	Alta	https://es.rs-online.com/web/p/arduino/7154084/	45 €	45 €
Ethernet Shield	873-2285	1	Alta	Control remoto de los variadores	27 €	27 €
Cable de red cat6	50 m	1	Media	Red para el Arduino.	40 €	40 €
Raspberry Pi 4	Raspberry Pi 4B	1	Baja	Opcional para el control de los variadores.	60 €	60 €
Fuente 5V	145-7870	1	Alta	5V, 6.3 A, Carril DIN	30 €	30 €

Para esta actualización, se recomienda la adquisición de un cuadro lo suficientemente grande que permitiese el alojamiento de los variadores y los contactores de los cuadros de las figuras 2.2.2 (figura A.1.2), que deben ser sustituidos por las marcas de óxido. Esta tarea debe ser coordinada con la T2.2_2. Puede requerir la supresión de parte de la lógica cableada original del bastidor del autómat, así como la reprogramación de su funcionalidad. Puede requerir volver a rutar cableado por el edificio.

T4.0_10	Adecuación del astrógrafo para la futura adquisición de cámaras USB3.0 de astronomía. Para ello, se propone la adquisición de un mini-PC con al menos un procesador de cuatro núcleos (Intel i5 o Ryzen 5), 8 GB de RAM y 256 GB de disco duro SSD. Dicho PC sería instalado en el propio instrumento (cerca de los oculares). Los cables añadidos serían retirados, siendo reemplazados por una única toma de 220 Vac y cable de red. Éstos irían guiados por dentro del carenado (ver tarea T2.2_11). Se plantea la adquisición, además, de una cámara que permita realizar las primeras tareas de seguimiento y observación planetaria. El seguimiento permitiría un marco comparativo con el proyecto T4.0_7.
----------------	---

Se requeriría la adquisición de los siguientes materiales (Total est.: 1.140 €):

ITEM:	REF.:	UDS.:	PRIORIDAD:	NOTAS:	COSTE:	
Mini PC	Minix NGC-5	1	Alta	https://www.pccomponentes.com/minix-ngc-5-intel-core-i5-8279u-8gb-256gb-ssd	500 €	500 €
Cámara (foto. planetaria y seguimiento)	QHY5III174	1	Alta	https://www.qhyccd.com/qhy5iii174m-c/ (Versión Color)	600 \$	600 €
Cable de red cat6	50 m	1	Alta	Para llevar red al astrógrafo.	40 €	40 €
Cámara (foto. cielo profundo)	TBD	1	Media	TBD	2.000 €	TBD

Inicialmente, se propone la adquisición de la cámara de fotografía planetaria y seguimiento. Se propone la definición de la segunda unidad tras la adecuación del astrógrafo, en función de las

capacidades alcanzadas. La tarea T4.0_4 abre la posibilidad de dotar con dos cámaras adicionales los dos tubos refractores principales. La tarea T4.0_10 contempla dicha actualización futura.

T4.0_11	Nuevo control: Se propone la adquisición de un mini PC y una pantalla para Rack de 19", a fin de integrar un puesto de control en la consola de la cúpula. Ello permitiría la operación mediante el software con inspección visual directa.
----------------	---

Se requeriría la adquisición de los siguientes materiales (Total est.: 1.190 €):

ITEM:	REF.:	UDS.:	PRIORIDAD:	NOTAS:	COSTE:	
Mini PC	Minix NGC-5	1	Alta	https://www.pccomponentes.com/minix-ngc-5-intel-core-i5-8279u-8gb-256gb-ssd	500 €	500 €
Schneider Electric XB5AS8445	609-6164	1	Alta	Seta de parada de emergencia en consola, para el caso de colisión inminente.	50 €	50 €
Monitor Beetronics	19VG7M	1	Alta	https://www.beetronics.es/monitor-19-pulgadas-5-4?utm_term=&utm_campaign=ES+%7C+Monitors+%7C+Smart+Shopping&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=3188963164&hsa_cam=9422013005&hsa_grp=98591573427&hsa_ad=419686999136&hsa_src=u&hsa_tgt=pla-810332911802&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=Cj0KCQiAnaenBhCUARIsABEee8WtOiNG-rf9gyVMWUzNAdOO-WG7ri1FHYr_en3rNyEqAExEHuHglAaAkGtEALw_wcB	400 €	400 €
Conector USB Panel	122-3031	2	Alta	https://es.rs-online.com/web/p/alargadores-usb/1223031	40 €	80 €
Conector USB 3.0 Panel	122-3034	1	Baja	https://es.rs-online.com/web/p/alargadores-usb/1223034	60 €	60 €
Pulsador con LED Panel	174-4234	1	Alta	https://es.rs-online.com/web/p/botones-pulsadores/1744234	20 €	20 €
Cable de red cat6	50 m	1	Baja	Si se tira algún cable adicional (recomendado)	40 €	40 €
Switch Ethernet	5 puertos	1	Baja	Si no se tira cable desde el switch del edificio, para la consola.	25 €	25 €
Regleta enchufes	333283	1	Media	https://www.pccomponentes.com/equip-regleta-8-tomas-para-rack-19-1u?gclid=Cj0KCQiAnaenBhCUARIsABEee8XqGUDV9YxwDWpcb3EFkQaeg4jIzreHRmsniXZZqleGvB3rHsYr3JgaApOuEALw_wcB	15 €	15 €

4.1.- Otras tareas de mantenimiento:

Adicionalmente, se requieren la realización de las siguientes tareas:

- Superficie interna de la cúpula: se requiere el raspado de la capa de pintura actual, que está en malas condiciones, y el aplicado de una capa nueva.
- Limpieza del exterior del astrógrafo: eliminación de las deposiciones de los animales, evaluación de la pintura del instrumento y, si procede, pintado.
- Control de goteras en el edificio, especialmente, en la sala de control y el baño.

- Una de las paredes de hormigón rezuma agua con óxido (verificar).
- TBD.

ANEXO I: Manual de usuario

A.1.- Consideraciones de seguridad:

TENGA PRESENTE LAS PRECAUCIONES, PROTECCIONES DESHABILITADAS Y RIESGOS ESPECIFICADOS EN ESTE DOCUMENTO DURANTE OPERACIÓN DEL INSTRUMENTO, ESPECIALMENTE SI HAY TAREAS DE MANTENIMIENTO EN CURSO O PENDIENTES.

EN CASO DE CONFLICTO, CUALQUIER INDICACIÓN DEL DOCUMENTO MÁS RECIENTE PREVALECE SOBRE LA DE OTRO MÁS ANTERIOR. ASEGURESE DE DISPONER DE LA ÚLTIMA VERSIÓN.

CUALQUIER INDICACIÓN DEL SERVICIO DE PREVENCIÓN DE RIEGOS LABORALES PREVALECE ANTE CUALQUIER INFORMACIÓN DE ÉSTE. EN CASO DE DUDA, NO OPERE EL INSTRUMENTO.

Preste especial atención durante la operación del instrumento, tanto sobre usted como sobre aquellas personas que le acompañen. Tenga en cuenta la existencia de los siguientes riesgos:

- Riesgo eléctrico: Algunas protecciones pueden estar retiradas, exponiendo conductores con tensiones peligrosas (220 V y 380 V). Algunos de los componentes eléctricos deben ser reemplazados.
- Riesgo de caída: Utilice el acceso a la plataforma que sea más conveniente dependiendo de su posición. Asegure el resto de los accesos con las cadenas, en ambas barandillas.
- Riesgo de aplastamiento: Tenga especial cuidado al mover tanto el astrógrafo como la plataforma. Realice una inspección visual directa. Verifique la posición de las personas presentes, escaleras, cables y cualquier otro elemento al alcance de las partes móviles. No se permite el movimiento remoto (desde el software de control) si la plataforma no está en su posición más baja.
- Riesgo de colisión: verifique visualmente la trayectoria del astrógrafo anticipándose a cualquier posible colisión. Tenga especial cuidado en los movimientos manuales.



Al finalizar, el instrumento debe quedar en la misma posición en la que estaba. Salvo la orientación de la cúpula, el resto de los elementos debe quedar tal y como se encontraron. La cúpula debe quedar cerrada. En caso de que no sea posible su cierre o se detecte cualquier anomalía en las instalaciones, se debe notificar mediante correo electrónico (a.rivera@oan.es, m.perez@oan.es).

SI SE DETECTA CUALQUIER ANOMALÍA EN EL FUNCIONAMIENTO, NO CONTINUE OPERANDO. DESCONECTE TODO E INFORME POR CORREO ELECTRÓNICO.

NO SUBA GRUPOS DE PERSONAS A LA PLATAFORMA. NO PONGA EN MARCHA LA PLATAFORMA CON UN GRUPO DE PERSONAS. La carga máxima de ésta no está determinada.

EN LAS CIRCUNSTANCIAS ACTUALES, NO SE RECOMIENDA EL USO DEL INSTRUMENTO SIN APOYO TÉCNICO.

A.2.- Descripción de las instalaciones:

Localice los siguientes elementos en la **planta baja**:

- Cuadro eléctrico principal:

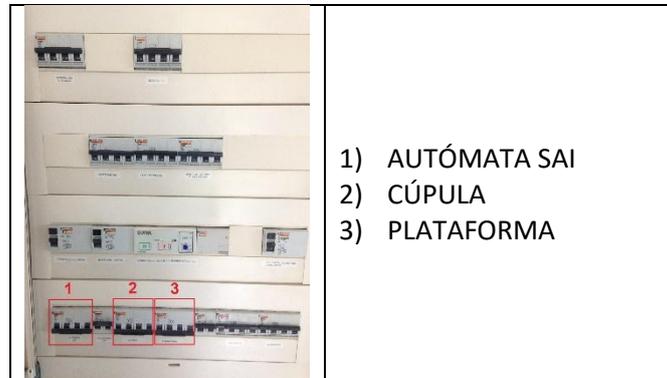


Figura A.I.1: Vista del cuadro principal. Se marcan los tres magnetotérmicos que deben quedar bajados siempre que el astrógrafo o sus instalaciones estén desatendidas.

- Cuadros eléctricos de la cúpula y la plataforma; bastidor del automático (rack de 19''):

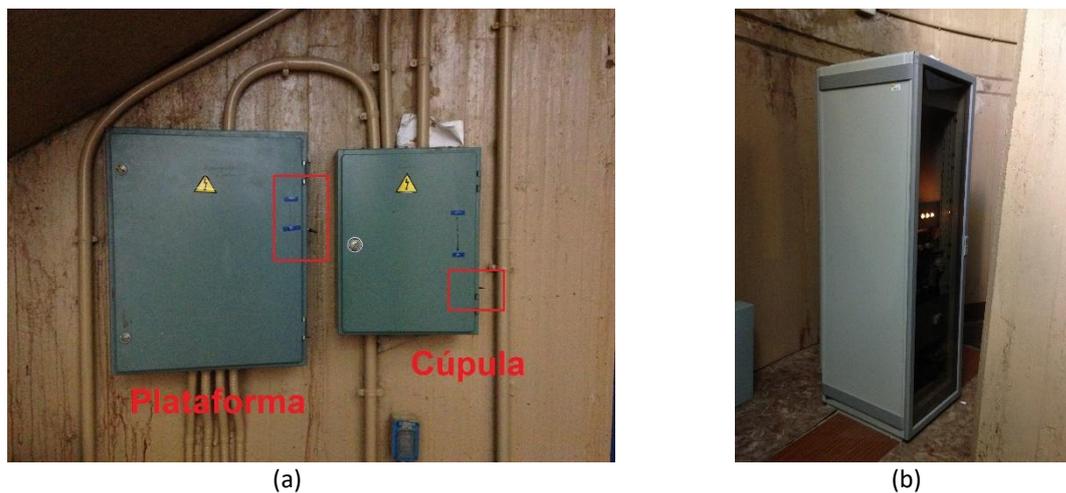


Figura A.I.2: Cuadros eléctricos de la plataforma y de la cúpula (a) y bastidor del automático (b)

- Ordenador de control:



Figura A.I.3: PC de control.

En la **planta superior**:

- Control manual del movimiento y apertura de la cúpula:

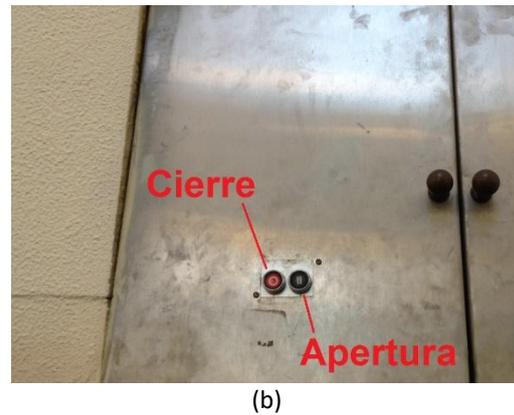


Figura A.I.4: Control de movimiento de la cúpula y de encendido de la bomba de apertura (a) y botones de apertura y cierre (b).

- Controles manuales: Consola y mando:

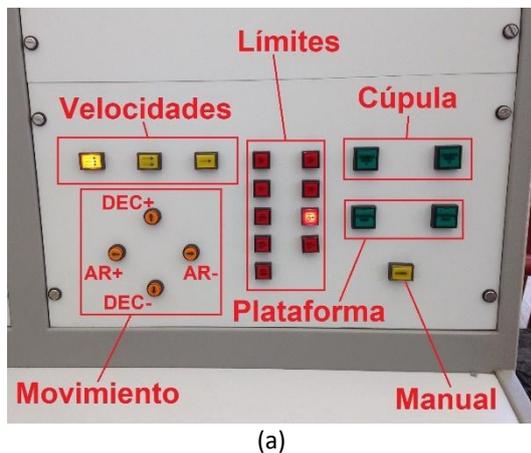


Figura A.I.5: Consola (a) y mando (b) para el control manual del astrógrafo.

En el **exterior**:

- Escalera de acceso a la cúpula:

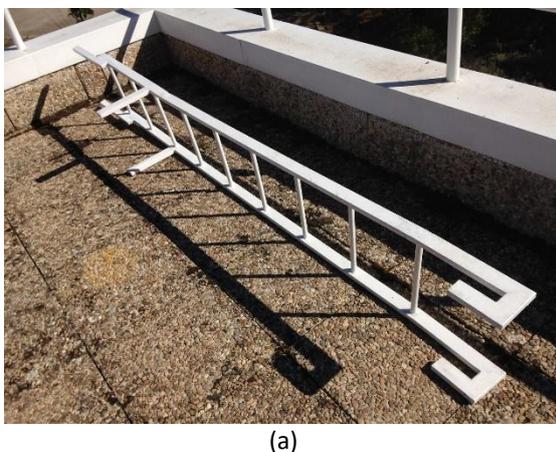


Figura A.I.6: Escalera de acceso a la cúpula (a). Dicha escalera se acopla al primer peldaño de la escalera de la cúpula. Durante el uso del astrógrafo, la escalera debe estar retirada y tumbada en la terraza, tal y como se muestra en la figura A.I.6a. **NO INTENTE SUBIR A LA CÚPULA.**

A.3.- Puesta en marcha:

Para ello, siga en orden los siguientes pasos:

- Anote fecha y hora de uso en las hojas de uso. Notifique por correo electrónico cualquier incidencia o cambio que aprecie en el equipo y/o en las instalaciones.
- Suba los magnetotérmicos 1), 2) y 3) del cuadro principal (ver Figura A.I.1)
- Encienda los cuadros eléctricos de la cúpula y la plataforma mediante los interruptores del costado derecho de cada cuadro (ver figura A.I.2a). Oirá el zumbido de los contactores.
- En el bastidor de 19" (Figura A.I.2b), lleve el interruptor principal a su posición de encendido, moviendo la palanca negra desde "0" hasta "I".
- Pulse el botón circular verde ubicado a su derecha. Deberían encenderse las tres bombillas R, S y T indicando que la alimentación es correcta.
- Asegúrese de que no ha saltado ningún magnetotérmico de los mostrados en la figura A.I.8. De haber saltado alguno, vuelva a subirlo. No insista si pasa más de tres veces seguidas.
- Espere 1 minuto. Asegúrese de que el módem (situado a la derecha del PC de control tiene el LED verde encendido). Encienda el PC de control. Inicie sesión (usuario: administrador; contraseña: astrógrafo).
- Suba a la primera planta. Salga a la terraza. Verifique que la escalera de subida a la cúpula está tumbada en el suelo de la terraza.
- Vuelva dentro. Inspecciones visualmente el equipo verificando que está en la posición de reposo (figura A.I.7). Todos los oculares y tubos deben estar tapados. La plataforma debe estar en su posición inferior.



(a)



(b)

Figura A.I.7: Posición de reposo del instrumento. Vista desde la consola (a) y desde la escalera (b). Se aprecia que los tubos están ligeramente inclinados, protegiendo la apertura de éstos ante caída de placas de pintura. El límite δ - debe estar encendido en la consola. El eje de declinación debe de estar paralelo al suelo.

- Accione manualmente la cúpula (ver Figura A.1.4a). Permita al menos una vuelta completa observando que gire fluidamente en todo el recorrido.
- Abra la cúpula. Para ello, encienda la bomba hidráulica (figura A.I.4a) y mantenga pulsado el botón negro "I" de apertura (Figura A.I.4b). La apertura total debería tomar 1 minuto y 45 segundos. Si el movimiento no es lento pero suave, no continúe. Intente cerrar (ver sección A.5) y notifique la incidencia.
- Inicie la operación con el software de control. Para ello, ejecute *Aster6* desde el acceso directo del menú inicio del PC de control. Tenga en cuenta la nomenclatura del instrumento:
 - Ascensión recta: alfa (α) y/o tau (τ).
 - Declinación: delta (δ).

A.4.- Uso del instrumento:

Abra las tapas de aquellos telescopios que vaya a utilizar. Retire los tapones de los oculares. Deben ser colocados de nuevo tras acabar las observaciones.

A.4.1.- Seguimiento automático:

Si desea que el instrumento haga un seguimiento de la fuente compensando la rotación de la tierra, deberá asegurarse que el magnetotérmico recuadrado en rojo en la Figura A.I.8 esté levantando.



Figura A.I.8: Magnetotérmico del motor de seguimiento (velocidad constante ajustada por un variador instalado en la parte trasera del bastidor) para la compensación de la rotación de la tierra, marcado con el recuadro rojo.

A.4.2.- Software de control:

IMPORTANTE: AL SELECCIONAR UNA FUENTE, VERIFIQUE PRIMERO QUE LA ESCALERA DE LA PLATAFORMA ESTÁ ALEJADA DEL INSTRUMENTO. TENGA ESPECIAL CUIDADO EN NO DEJAR DICHA ESCALERA PRÓXIMA AL INSTRUMENTO AL CAMBIAR DE FUENTE PARA EVITAR RIESGO DE COLISIÓN.

El software de control Aster6 permite seleccionar fuentes de diversos catálogos para apuntar el instrumento. Debido al algoritmo de convergencia actualmente implementado, la puntería no es muy buena, por lo que puede ser necesario un apuntamiento manual observando desde el ocular del buscador pequeño y actuando sobre el mando del astrógrafo (Figura A.I.5b). Para apuntar el telescopio:

- Tras lanzar el programa, haga click en el botón aceptar del aviso que aparece al inicio.
- Seleccione "Control -> Otras variables (X-Y, Atmósfera, etc.)". Se recomienda establecer una tolerancia de seguimiento de cúpula de 2 grados, introduciendo el número y haciendo click en "OK".
- Seleccione "Catálogo -> Sistema Solar". Seleccionar catálogo deseado (ej.: "Sistema Solar").
- Seleccione, "Control -> Fuente". Se muestra una nueva ventana que depende del Catálogo seleccionado (ej.: el del sistema solar permite seleccionar un planeta haciendo click en el "OK" correspondiente).
- Se cargan los datos de ascensión recta y elevación en la parte superior derecha de la ventana.
- Al hacer click en "Cargar y Alfa y Delta" se inicia el movimiento. Primero converge con la alta velocidad y, finalmente, con la baja velocidad. Si se demora demasiado, se puede interrumpir el proceso con el botón "Stop".
- Seleccionando "Control -> Seguimiento CUPULA" la cúpula seguirá al astrógrafo.

- Seleccionando “Control -> Raquetas” se muestran los botones para un control manual del astrógrafo, cúpula y plataforma desde el software.

A.4.3.- Apuntamiento fino manual:

Se recomienda centrar la fuente en la retícula del objetivo del buscador pequeño jugando con el mando del astrógrafo, una vez haya convergido el software o se haya pulsado “Stop”. Una vez centrado, debería verse en el buscador grande sin problemas. De no ocurrir así, verifique que

A.4.4.- Posibles problemas:

Debido a la situación actual del instrumento, pueden sucederse los siguientes problemas (o combinación de problemas) que dificulten su uso. Esta lista no es exhaustiva y depende de tareas de mantenimiento en curso o futuras:

- A veces falla el movimiento de la ascensión recta y/o la declinación en un solo sentido: Posible bloqueo del final de carrera óptico de la Figura 2.2.10 (ver tarea T2.2_15). Se soluciona apretando ligeramente el sensor, hasta que se encienda su LED rojo. Se verifica el correcto funcionamiento acercando la mano y escuchando un relé que se acciona en el rack de 19”.
- Bloqueo de algún motor de algún eje y/o ruido anómalo con o sin movimiento al intentar mover: Verificar que todos los magnetotérmicos de la Figura A.I.8 estén subidos (excepto el marcado en rojo si no se quiere compensar la rotación de la tierra).
- Bloqueo de los dos ejes del astrógrafo, pero no se enciende ningún límite en la consola. Todos los magnetotérmicos de la figura A.I.8 están subidos. Verificar la plancha metálica soportada por cuatro muelles, fijada a la base del astrógrafo. Si el cable toca la plancha puede haberse accionado el detector de colisión (Figura A.I.9). Se soluciona moviendo a mano el alambre del detector, llevándolo a su posición central.
- Fallo de comunicación con el controlador/autómata: verifique en el Rack que todos los magnetotérmicos de dos polos están subidos. Espere de 2 a 4 minutos. Si el problema persiste, apague y vuelva a encender el autómata bajando, esperando 30 segundos y volviendo a subir el magnetotérmico de cuatro polos 1) del cuadro principal (Figura A.I.1).



Figura A.I.9: Detector de colisión. A veces, el cable se engancha en la chapa metálica, lo que produce un bloqueo del instrumento. En rojo, se detalla el alambre que transmite el movimiento al switch. Si se mueve con la mano, se debería oír el switch. Si se deja en su posición central, el astrógrafo queda desbloqueado.

A.5.- Apagado del instrumento:

El proceso de apagado sigue un orden al inverso de encendido.

- Tape tubos y oculares del instrumento.
- Cierre el software de control (importante: desde el menú salir, nunca haciendo click en la X directamente). Mientras esté encendido, el control manual mediante la consola de la plataforma está deshabilitado.
- Apague el PC de control.
- Cierre la cúpula. Para ello, encienda la bomba hidráulica y mantenga pulsado el botón rojo "O" de cierre. Las hojas deberían deslizarse lenta pero suavemente. Al comienzo, suena un ruido de rozamiento del cepillo de la hoja con la cúpula. Esté pendiente ante cualquier otro sonido anómalo. El proceso debería tardar aproximadamente 2 minutos. Preste especial atención a que la cúpula quede completamente cerrada. A modo de ilustración, la figura A.I.8 muestra las últimas etapas de cierre. Las fotografías se han hecho de día, a fin de ilustrar cómo aun existiendo solape entre las hojas, entra luz debido a los huecos existentes. Es necesario un ajuste completo a fin de evitar la entrada de animales a la cúpula (Figura A.I.8d).
- Deje la cúpula en una posición diferente a la que tenía al comienzo. Ello evitará que se deforme en una única dirección.
- Mueva manualmente el astrógrafo a su posición de reposo. La escalera de madera debe quedar lejos del instrumento, con los peldaños mirando al mismo y tocando la barandilla de la plataforma. Cualquier otra escalera, si la hubiera, debe quedar tumbada en el suelo. El soporte azul de la plataforma debe quedar lejos de los tubos del astrógrafo.
- Baje manualmente la plataforma hasta que pare. Deje todos los accesos cerrados por cadenas, tanto en el lado de la plataforma como en el de la barandilla de la primera planta.
- Nunca deje la escalera de subida fijada a la cúpula. Cierre la puerta de acceso a la terraza.
- En la planta baja, apague el PC de control.
- En el rack de 19", pulse el botón rojo. Se apagarán las tres bombillas R, S y T. Mueva la llave principal desde la posición "I" a la posición "O". Cierre la puerta del bastidor.
- Apague los dos cuadros eléctricos de la cúpula y de la plataforma con los interruptores de sus costados derechos.
- Verifique que el PC de control ya está apagado. Baje tan solo los magnetotérmicos 1), 2) y 3). Cierre la tapa del cuadro. Todas las ventanas y puertas del edificio deben quedar cerradas.

A.6.- Mantenimiento por parte del usuario:

El mantenimiento del equipo y de las instalaciones corre a cargo del personal técnico del Observatorio de Yebes. Tan solo se consideran las siguientes operaciones por parte del usuario:

- Accionamiento periódico de la cúpula (ver sección A.3). Al comienzo del uso del equipo es recomendable rotar la cúpula al menos una vuelta completa. Al finalizar la observación, se debe dejar en una posición diferente, a fin de evitar que descansa siempre en la misma posición.
- Apertura de la cúpula. Es recomendable la realización regular de ciclos de apertura y de cierre. Es una buena práctica de mantenimiento abrir y cerrar una o dos veces durante la puesta en marcha.
- Durante la puesta en marcha, es recomendable subir y bajar manualmente la plataforma al menos una vez a fin de mantener sus tornillos sin fin engrasados. Se debe revisar que no se

produzcan impactos de la plataforma con el instrumento o cualquier otro objeto, prestando especial cuidado con no dañar los cables del astrógrafo. NO SUBA GRUPOS DE PERSONAS.

ANEXO II: BOM

En ese punto, se prevé necesaria la adquisición de los componentes indicados en la siguiente tabla para la realización de las tareas de mantenimiento pendientes. En azul, las posiciones ya adquiridas a fecha de edición de la presente versión.

ITEM:	REF.:	UDS.:	PRIORIDAD:	NOTAS:	COSTE:	
EDIFICIO:						435 €
Pilas AAA	789-2821	2	Media	Para el mando a distancia del aire acondicionado de la sala de control.	0,25 €	0,5 €
Pack WC	505676	1	Media	WC: https://www.bricodepot.es/pack-wc-eco	54,95 €	54,95 €
Bombillas LED	>= 10 W	10	Baja	Combillas casquillo grueso.	3-5 €	50 €
Manguera de 5 polos, 2.5	5 x 2.5 mm ² RV-K 0.6/1KV	20 m	Alta	Sustitución prioritaria de cables desgastados.	2,42 €	48,40 €
Cable 2.5 tierra	Rollo	200 m	Alta	Sustitución prioritaria de cables desgastados.	70 €	70 €
Cable 2.5 Azul	Rollo	200 m	Alta	Sustitución prioritaria de cables desgastados.	70 €	70 €
Cable 2.5 Negro	Rollo	200 m	Alta	Sustitución prioritaria de cables desgastados.	70 €	70 €
Cable 2.5 Gris	Rollo	100 m	Alta	Sustitución prioritaria de cables desgastados.	35 €	35 €
Cable 2.5 Marron	Rollo	100 m	Alta	Sustitución prioritaria de cables desgastados.	35 €	35 €
PLATAFORMA:						TBD
Pulsadores finales de carrera	-	4	Alta	Uno por pilar (¿Límite de peso/pandeo de la plataforma?)	TBD	TBD
CUADRO DE CONTACTORES:						690 €
Contactores 4 polos, 380 V	Schneider LC1K09004M7	5	Alta	VERIFICAR TENSIONES DE CONTROL Y POTENCIA MÁXIMA	56 €	280 €
Guardamotores	Schneider LR2K0322	4	Alta	Nota: en este punto, las referencias y precios son orientativos. No hay suficiente información todavía para decantarse por la serie TeSys K ó D de Schneider.	75 €	300 €
Bloque de contactos auxiliares	Schneider LA1KN22	5	Alta	Nota: hay contactores que pueden ser de 3 polos en vez de cuatro.	22 €	110 €
Porta-fusibles 4P	TBD	TBD	TBD	Nota: Quizás redundantes con los magnetotérmicos y los guardamotores.	TBD	TBD
CUADRO DEL AUTÓMATA:						1.150 €
Contactor de 4 polos, 380 V	Schneider	1	TBD	El contactor justo debajo del interruptor principal produce una chispa considerable. Posible desgaste.	TBD	TBD
Magnetotérmico de 1 polo	-	2	TBD	A determinar tras finalizar la tarea T2.1_8 y T2.1_9.	TBD	TBD
PLC	C200H	1	Baja	Repuesto del autómata. Una actualización es posible, pero modelos actuales pueden requerir software con alquiler de licencia para su programación.	300 €	300 €
Modulo	ID212	2	Baja	Repuesto de entradas digitales.	100 €	200 €
Modulo	OC225	2	Baja	Repuesto de salidas digitales.	100 €	200 €
Modulo	ID215	2	Baja	Repuesto entradas encoders.	100 €	200 €
Modulo	NC112	2	Baja	Repuesto motores paso a paso.	100 €	200 €
Backplane	BC081-V1	1	Baja	Repuesto backplane.	50 €	50 €

ASTRÓGRAFO/CONSOLA:						1.030 €
LEDs	Kit de Leds	1	Alta	Diodos LEDs para reemplazar las bombillas fundidas del instrumento	10-15€	15€
Cable CAT6/CAT6e	-	200m	Alta	A cablear desde el switch del edificio hasta el instrumento y la consola de control principal.	160 €	160 €
Prensaestopas	TBD	TBD	Media	Diámetro 6-10mm, para el cableado guiado dentro y fuera del carenado.	TBD	TBD
Final de carrera óptico	E3ZLS832M	4	Alta	https://es.rs-online.com/web/p/fotocelulas/7431322	140 €	560 €
Kit de limpieza lentes	Geoptik	1	Muy Alta	Maletín completo de limpieza para astronomía	36 €	36 €
Bote de aire comprimido	EW5601	3	Media	https://www.pccomponentes.com/ewent-spray-de-aire-comprimido-400ml	3 €	9 €
1L Alcohol isopropílico		1	Muy Alta	Complemento limpieza de lentes	12 €	12 €
Set destornilladores de precisión	RS	1	Muy Alta	https://es.rs-online.com/web/p/juegos-de-destornilladores/0537883	17 €	17 €
Destornillador buscapolos	RS	1	Muy Alta	https://es.rs-online.com/web/p/buscapolos/0544853	3 €	3 €
Set de herramientas	RS	1	Muy Alta	https://es.rs-online.com/web/p/juegos-de-herramientas/8296561	200 €	200 €
Silent block (Martín)	Reemplazo de las unidades retiradas	3	Alta	Silentblocks para la caja con los motores de baja velocidad del eje de ascensión recta.	5 €	15 €
Tornillos M4x10 mm, cabeza cilíndrica o pan	Paquete 200 uds.	1	Media	Sustitución de todos los tornillos del carenado del astrógrafo. Bastantes tornillos están oxidados.	TBD	TBD
Tornillos M4x10 mm, cabeza avellanada o plana	Paquete 100 uds.	1	Media	Sustitución de todos los tornillos del carenado del astrógrafo. Bastantes tornillos están oxidados.	TBD	TBD
CÚPULA:						355 €
Bombillas LED	TBD	TBD	Media	Reemplazo de las bombillas actuales. Se recomienda comprar una tira led de colores para instalar a lo largo del perímetro de la cúpula (ver Tarea T4.0_6)	TBD	TBD
Carriles lineales	497-9411	2	Alta	Nuevo soporte de sensores: https://es.rs-online.com/web/p/sistemas-de-guias-lineales/4979411	120 €	240 €
Sensor de fibra óptica	896-7305	1	Baja	Para el cero. Mismo modelo o reemplazo que el instalado para contar pasos (Omron E3S-X3CE4).	69,5 €	69,5 €
Fibra óptica	896-7298	1	Baja	Fibra óptica	41,5 €	41,5 €
TOTAL (aproximado a la alza; sin IVA):						3.700 €

ANEXO III: Diagramas relevantes:

A continuación, se muestran capturas de la documentación del sistema que son relevantes para alguna de las actuaciones descritas en el presente informe.

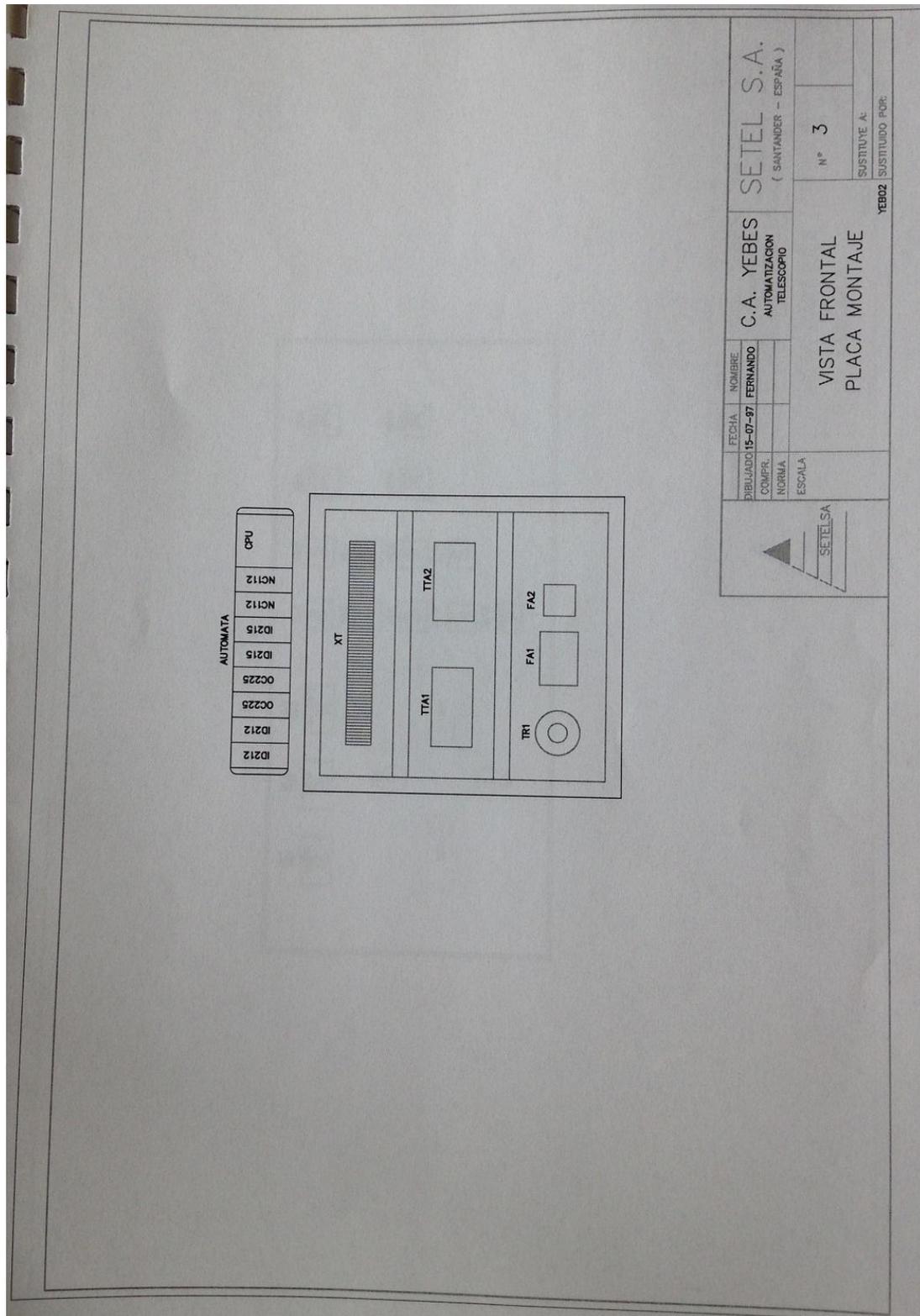


Figura A.III.1: Vista frontal de los elementos que componen el autómata (PLC y sus módulos de entrada y salida, primera fila, superior), el panel de bornas de conexiones (segunda fila) los acondicionadores de señal (tercera fila) y las fuentes de alimentación (fila inferior).

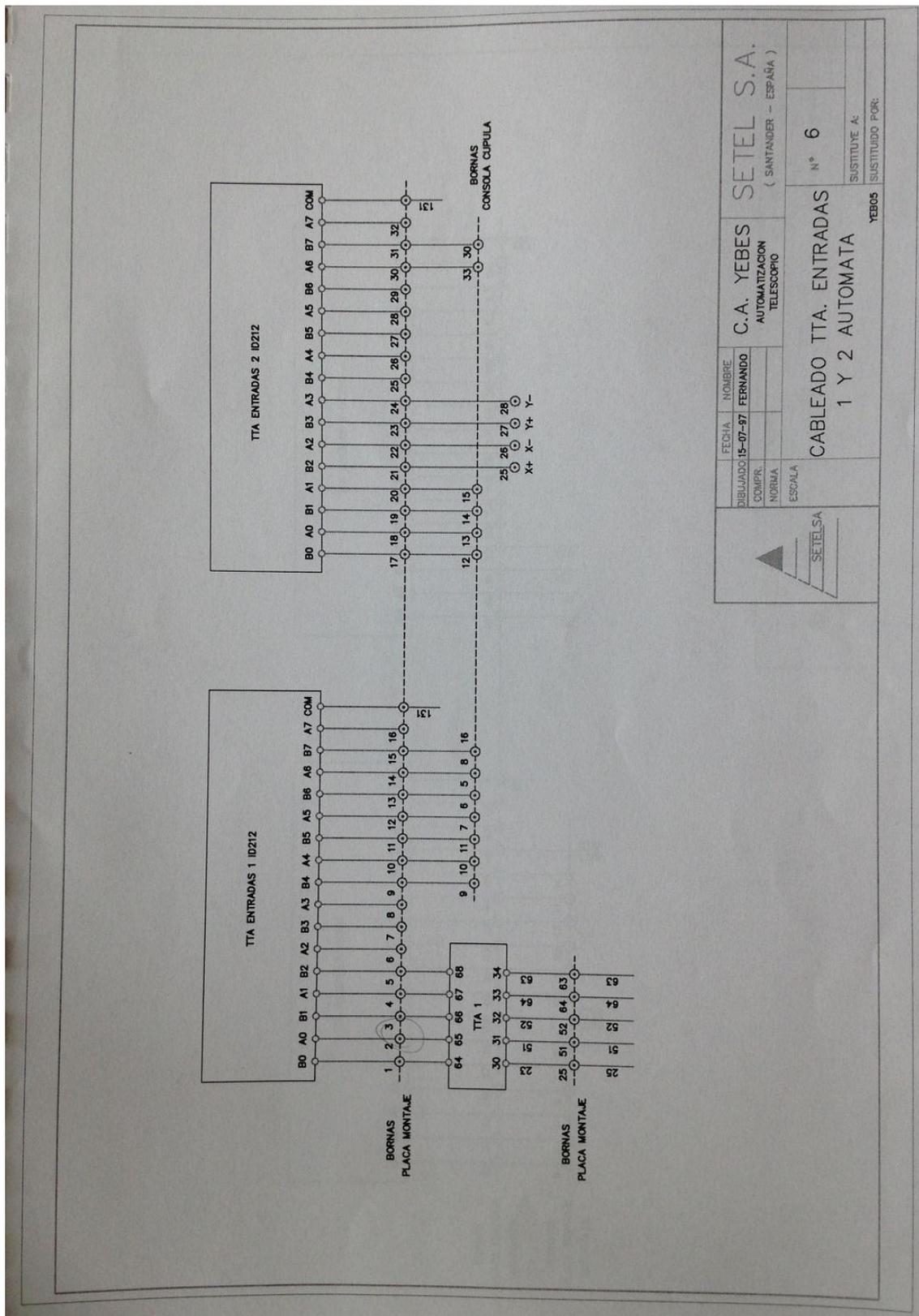


Figura A.III.2: Mapa de conexiones en el panel de bornas. Muestra la equivalencia entre la nomenclatura de las señales en los diagramas eléctricos, las bornas y los terminales de los dos módulos ID212 para las entradas digitales.

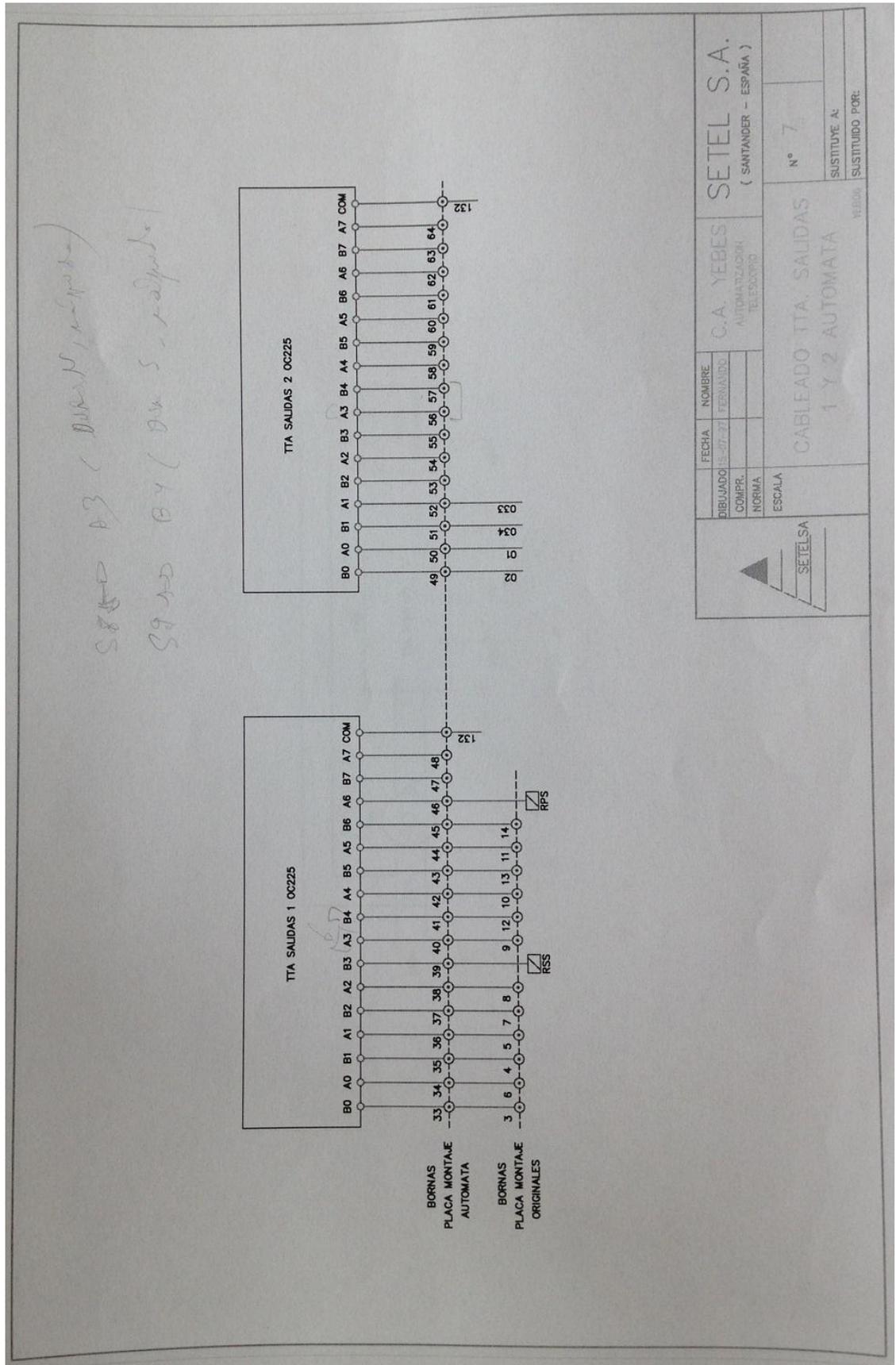


Figura A.III.3: Mapa de conexiones en el panel de bornas. Muestra la equivalencia entre la nomenclatura de las señales en los diagramas eléctricos, las bornas y los terminales de los dos módulos OC225 para las salidas digitales.

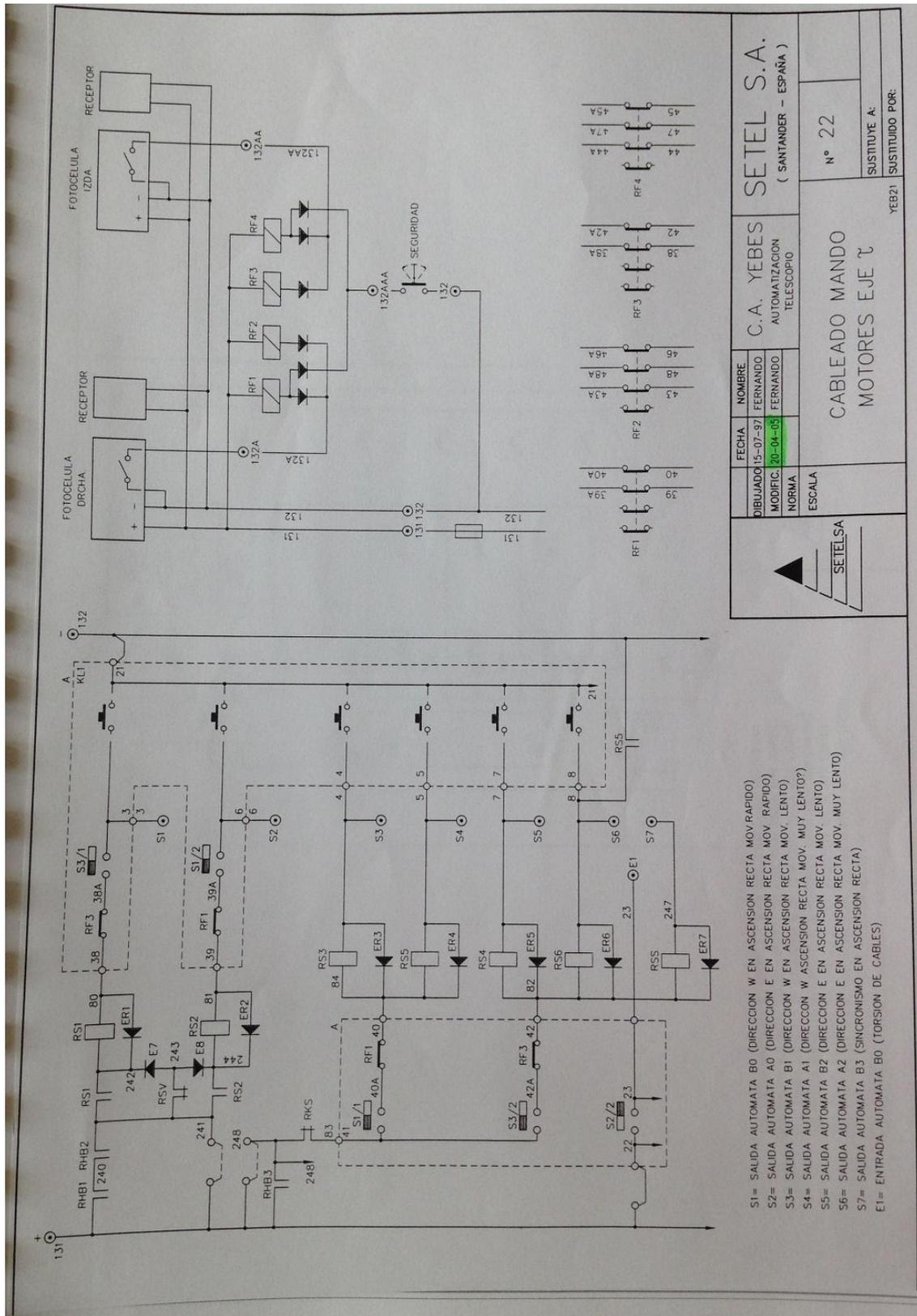


Figura A.III.4: Diagrama eléctrico de los motores del eje de ascensión recta (alfa, tau). Se muestra la actualización realizada en 2004 en donde se incluían los sensores de proximidad (finales de carrera) ópticos (figura 2.2.10) para evitar que el instrumento impacte con el pilar de hormigón de su montura.

		FECHA	NOMBRE	SETEL S.A. C.A. YEBES AUTOMATIZACION TELESCOPIO (SANTANDER - ESPAÑA)	N° 22 SUSTITUYE A: YEB21 SUSTITUIDO POR:
		DIBUJADO: 15-07-97 MODIFIC.: 20-04-05 NORMA ESCALA	FERNANDO FERNANDO		

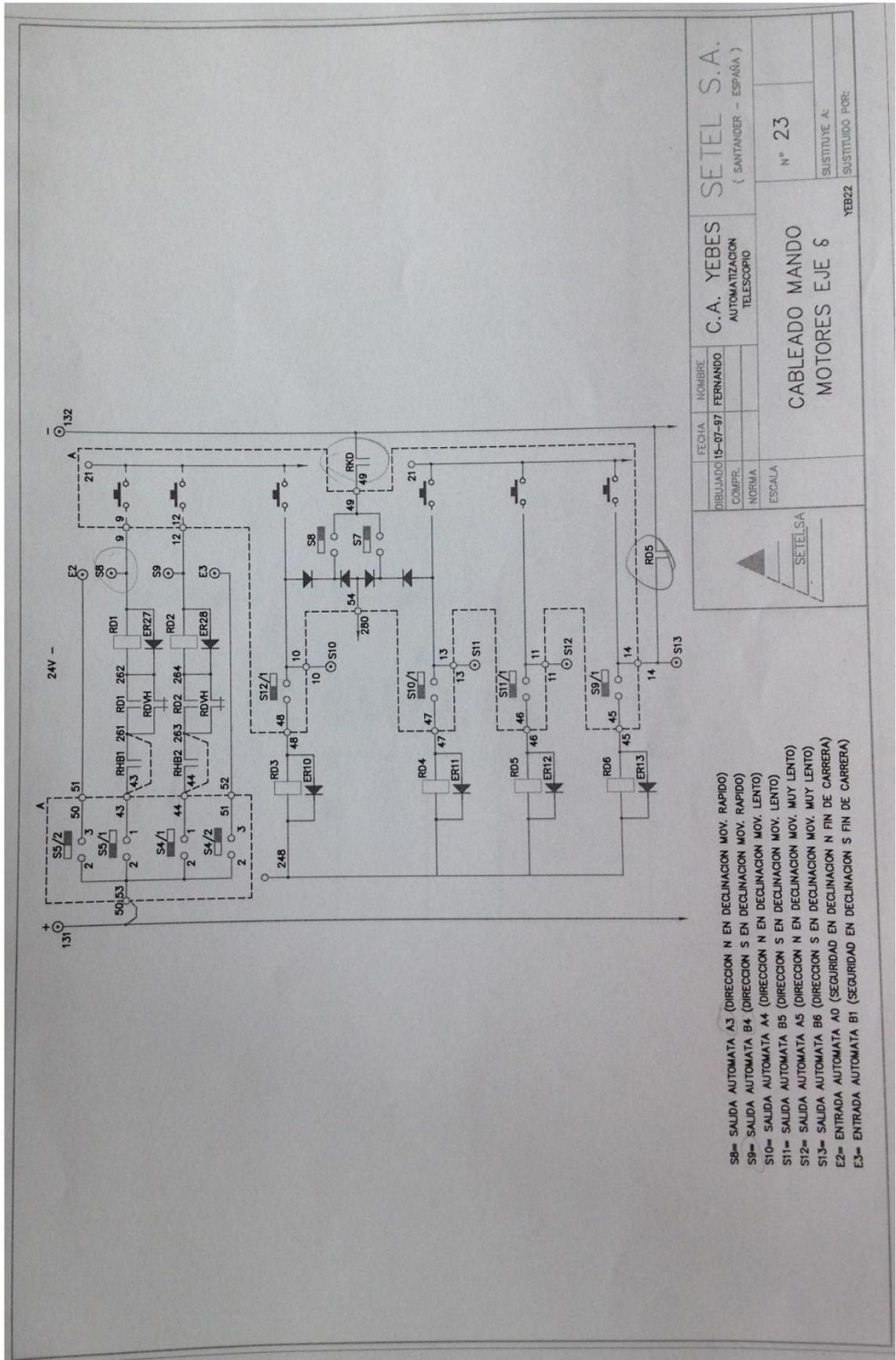


Figura A.III.5: Diagrama eléctrico de los motores del eje de declinación (delta).