Proceso de optimización y automatización para uso remoto del telescopio "Helen Sawyer Hogg" del CASLEO

P. F. Pereyra[1], J. L. Aballay[1], G. Fernández[1], R. Godoy[1], L. A. Mammana[1], J. L. Giuliani[1], J. Pinto[1], E. Álvarez[1], C. Fernández[1] & O. Collado[1]

[1] *Complejo Astronómico El Leoncito, CONICET - UNLP - UNC - UNSJ, Argentina*

Contacto / ppereyra@casleo.gov.ar

Resumen / El telescopio *Helen Sawyer Hogg* de 0.6 m, instalado en el Complejo Astronómico El Leoncito, ha sido recientemente sometido a numerosos trabajos con el propósito de optimizar y automatizar su funcionamiento, principalmente para lograr un mejor rendimiento en su modo de observación remota desde cualquier lugar con conexión a Internet. En primer lugar, se han solucionado los graves problemas de seguimiento cambiando el sistema del tornillo sin fin de ángulo horario. Se han colocado encoders relativos para determinar la posición del telescopio en ángulo horario y declinación y se han mejorado los sistemas de precarga en ambos movimientos. Se ha empleado un controlador lógico programable para el control del telescopio y su cúpula. Para alimentar el motor de apertura y cierre del shutter de la cúpula se implementó una línea Vahle. Se cuenta además con una cámara de supervisión para poder ver el interior de la cúpula y una cámara de amplio campo que ayuda a la identificación del objeto observado. Se desarrolló un software para controlar el telescopio y su cúpula, como así también otro para controlar una nueva cámara de adquisición.

Abstract / The *Helen Sawyer Hogg* telescope of 0.6 m, located at the El Leoncito Astronomical Complex, has recently had numerous tasks to optimize and automate its operation, mainly to achieve better performance in its remote observing mode from any place with Internet connection. First, the severe tracking problems have been solved by changing the hour angle worm gear system. Relative encoders have been placed to determine the position of the telescope (hour angle and declination) and the preload systems have been improved in both movements. It has been used a programmable logic controller to control the telescope and its dome. It has been implemented a Vahle line to power the motor that open and close the dome's shutter. It also has a monitoring camera to see the inside of the dome and a wide field camera that helps to identify the observed object. A software was particulary developed to control the telescope and its dome, while another one controls the acquisition of a new CCD camera.

Keywords / telescopes — instrumentation: detectors

1. Introducción

El telescopio *Helen Sawyer Hogg* (HSH) está instalado en el Complejo Astronómico El Leoncito (CASLEO), en el Cerro Burek ($\lambda = 69^\circ\, 18'\, 24.5''$ W, $\varphi = 31^\circ\, 47'\, 12.4''$ S, 2664.8 $msnm.$). Posee una montura ecuatorial de tipo alemana y un sistema óptico Cassegrain clásico con una abertura de 609.6 mm (CASLEO/Instrumental/HSH, 2016). La Fig. 1 muestra el telescopio HSH y su cúpula en la actualidad.

El telescopio ha sido recientemente dotado con una nueva cámara CCD SBIG modelo STL-1001E (SBIG, 2003), la cual ha sido apropiadamente seleccionada para la escala de ese telescopio.

En este trabajo se presentan todas las tareas realizadas para optimizar el funcionamiento del telescopio, la cúpula y la cámara CCD para su operación en forma remota.

2. Sistema de control del telescopio y cúpula

Para controlar en forma automática el telescopio HSH y su cúpula se eligió emplear un controlador lógico programable (PLC - Programmable Logic Controller) (Bolton W., 2009), ya que este tipo de dispositivo es muy robusto para operar en ambientes de tipo industrial y es adecuado para ser utilizado en sistemas de control distribuido. Se eligió el PTC 5800 de la firma Nematron (Nematron Corporation, 2003) que tiene capacidad de comunicación a través de la red Ethernet.

En la Fig. 2 se puede observar el interior del rack metálico que contiene la electrónica que se utiliza para el control automático del telescopio y la cúpula. El rectángulo amarillo encierra el elemento principal de este sistema, el controlador lógico programable. El rectángulo verde muestra las plaquetas electrónicas multiplicadoras de los pulsos (x 1, x 2 y x 4) de los encoders de ángulo horario (HA), de declinación (DEC) y de cúpula, mientras que el naranja delimita el circuito que genera el tiempo sidéreo (ST) y es el que recibe la señal del GPS (Global Positioning System). El resto de los elementos que se pueden observar lo constituyen los relés de accionamiento y las fuentes de alimentación de la electrónica.

Se desarrolló el software de control en el PLC, la interfaz gráfica de usuario y el sistema SCADA (Super-

Figura 1: El telescopio Helen Sawyer Hogg y su cúpula en la actualidad

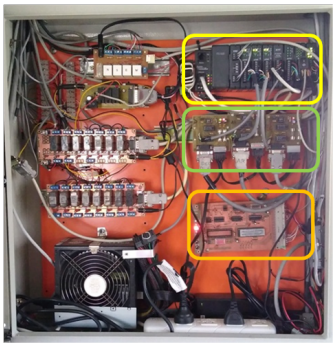

Figura 2: Hardware del sistema de control

visory Control and Data Acquisition). Esto último es la aplicación que se comunica con el PLC y permite controlar en forma automática el telescopio y la cúpula desde una PC, monitorear la evolución de variables, generar alarmas programadas, etc. En la Fig. 3 se muestra la interfaz gráfica a través de la cual un usuario interactua con el sistema de control. Esta interfaz fue desarrollada utilizando el InduSoft Web Studio (IWS) (InduSoft, 2009) y funciona en una PC que actúa como Servidor. La PC se comunica con el PLC utilizando el protocolo Modbus a través de Ethernet. Modbus es un protocolo de comunicación, de arquitectura cliente/servidor, ampliamente utilizado en la industria que permite la conexión de dispositivos electrónicos.

La interfaz gráfica muestra en el recuadro con título *HSH Telescope* los principales parámetros que se utilizan en la observación como las coordenadas del telescopio (RA, DEC, Elevation y Azimut) y la información del tiempo (ST, Date y UT). A través de la misma se puede mover el telescopio en forma manual, utilizando una manopla digital que está ubicada en la parte inferior-izquierda, o automática a las coordenadas ingresadas por el usuario. Se cuenta con la posibilidad de utilizar coordenadas astrométricas J2000.0 o aparentes para la fecha de observación. La cúpula también se puede mover en forma automática siguiendo el objeto observado, o en forma manual para posicionarla donde se desee.

Para evitar que el telescopio acceda a posiciones prohibidas se incorporó un sistema de protección por software que impide que se envíe el telescopio a una posición con elevación menor a 15°. También se ha agregado al hardware del sistema un acelerómetro que permite determinar cuando el telescopio llega a alguna posición extrema, para poder parar así el movimiento que lo llevó a esa ubicación.

Se construyó una línea Vahle para poder alimentar el motor que permite la apertura y cierre del shutter de la cúpula. También se colocó en el interior de la cúpula una cámara de supervición para poder ver el interior de la misma.

3. Sistema de Adquisición

El detector STL-1001E posee un chip de 1024×1024 pixeles, siendo el tamaño del pixel de $24\,\mu$m $\times$ $24\,\mu$m. Por lo tanto, su escala de pixeles es de $0.5424''/pixel$. Con esta cámara se obtiene un campo de 9.26 arcmin $\times$ 9.26 arcmin. Este CCD cuentra con una rueda de filtros integrada con filtros estándares ($UBVRI$).

Posee un sistema de enfriado por efecto *Peltier* de dos etapas más la circulación (a través de una bomba) de un compuesto de etilenglicol y agua, que permite que el CCD pueda alcanzar la temperatura de $(-50 + T_{amb})^\circ$ C. Se adaptó un nuevo sistema para la circulación forzada del líquido refrigerante, que mejora la función de la bomba provista junto con la cámara.

En la Fig. 4 se puede ver dicha cámara CCD montada en el telescopio, como así también las mangera por las que circula el líquido refrigerante.

Se desarrolló un software para el control de esta cámara y que permite incorporar la posición del telescopio y otros parámetros útiles al *header* de las imágenes FITS generadas. El *header* consiste de *keywords* como CCDSIZE, CCDSUM, PIXSIZE, CAMTEM, EXPTIME, OBSERVAT, DATE-OBS, TIME-OBS, UT, ST, HA, RA, DEC, EQUINOX, MJD-OBS, ZD, AIRMASS, RA2000, DEC2000, IMAGETYP, OBJECT, INSTRUME, OBSERVER, COMMENT, FILTER, etc. La Fig. 5 muestra la captura de pantalla del software de adquisición. A través de este programa se puede seleccionar una ROI (region of interest) del CCD, establecer la temperatura de trabajo de la cámara, cambiar los filtros de la rueda, como así también tomar secuencias de imágenes tanto científicas (imágenes objeto), como de calibración (bias, darks y flats).

Se cuenta con una cámara de amplio campo que ayuda a la identificación del objeto observado. Además se instaló una PDU (Power distribution unit) que permite encender / apagar la cámara de adquisición, como así también encender / apagar la bomba del refrigerante del CCD y la lámpara para la obtención de flats de cúpula.

4. Trabajos futuros

Actualmente está en etapa de puesta a punto un sistema para el cierre del shutter de la cúpula utilizando un motor independiente a baterias. Esto es necesario ya que el Cerro Burek no cuenta aún con un grupo electrógeno

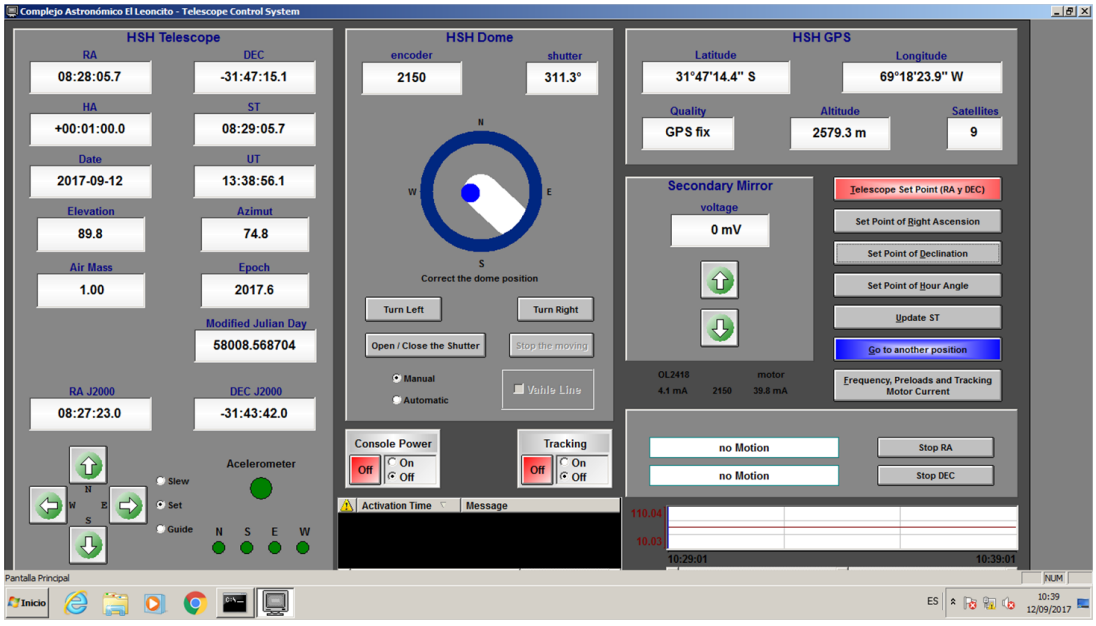

Figura 3: Captura de pantalla del software de control del telescopio y la cúpula

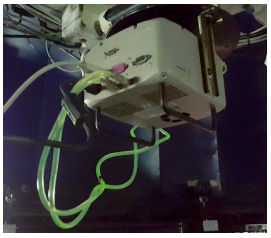

Figura 4: Cámara STL-1001E

que lo alimente en caso de cortes de energía eléctrica. Se incorporará la posibilidad del cierre automático del shutter si se pierde la conexión a Ethernet, si hay un corte de energía eléctrica y el UPS se está quedando sin carga en las baterías, o si las condiciones climáticas son muy malas como para poner en riesgo el instrumental.

Se diseñó y ya se encuentra disponible un sistema de pétalos que en breve se montará en el telescopio.

A mediano plazo se implementará un sistema hidráulico para la apertura / cierre de las doce ventanas de la cúpula, lo que facilitará rápidamente el equilibrio térmico con el exterior.

5. Conclusiones

Se está finalizando la etapa de pruebas con todas las innovaciones funcionando conjuntamente.

Con una conexión a Internet, se puede controlar con muy buenos resultados el telescopio, su cúpula y su sistema de adquisición de imágenes en forma remota, lo cual permite la observación desde cualquier parte del mundo.

Las imágenes adquiridas muestran una satisfactoria alta calidad astronómica, aptas para diversos trabajos profesionales. En breve será ofrecido a la comunidad astronómica, como un servicio más de CASLEO.

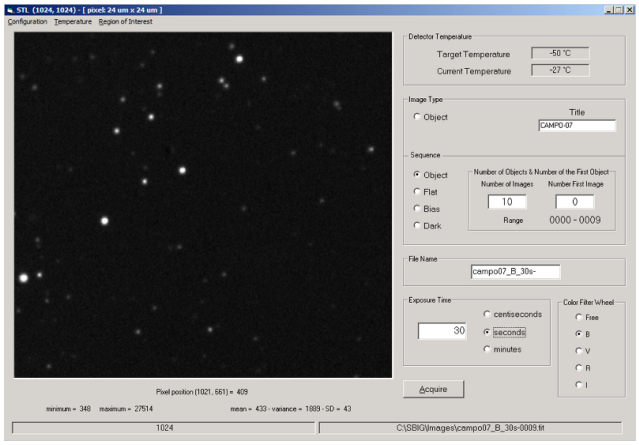

Figura 5: Captura de pantalla del software de adquisición

Agradecimientos: Se agradece al Dr. Eduardo Fernández Lajús las gestiones realizadas para que CASLEO pueda contar, en calidad de préstamo, con la cámara STL-1001E.

Referencias

Bolton W. 2009, Programmable Logic Controllers, Fifth Edition. pp 1–398

CASLEO/Instrumental/HSH, 2016, Telescopio "Helen Sawyer Hogg", `http://www.casleo.gov.ar/instrumental/hsh.php`

InduSoft 2009, User's Guide and Technical Reference Manual for InduSoft Web Studio Version 6.1 SP6. pp 1–912

Nematron Corporation 2003, Pointe Controller User Guide. pp 1–441

SBIG 2003, Operating Manual Research Camera Models: STL-1001E, STL-1301E, STL-4020M, STL-6303E and STL-11000M. pp 1–83