

# Control de un CCD a través de red Ethernet

R. Godoy<sup>1</sup>, G. Fernández<sup>1</sup>, J. Aballay<sup>1</sup>, H. Ruartes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Complejo Astronómico El Leoncito, CONICET-UNLP-UNC-UNSJ, Argentina

Contacto / rgodoy@casleo.gov.ar

**Resumen** / El CCD es uno de los elementos más empleados como detector en observaciones astronómicas. En la actualidad, en el *CASLEO* se cuenta con cámaras CCDs conectadas con la PC de observación a través de sistemas propios del fabricante, algunos ya obsoletos, y otros empleando un **puerto USB**. Este proyecto plantea el desarrollo del control total de un CCD a través de **una red Ethernet**, lo que facilitaría notablemente la adquisición de una imagen en forma remota. Además constituye el primer paso del *CASLEO* en busca de un ambicioso objetivo: la construcción de nuestras propias cámaras a partir de CCDs comerciales.

**Abstract** / CCDs are the most widely used detectors for astronomical observations. Presently, at *CASLEO* there are CCD cameras connected to the acquisition PC through the manufacturer's own systems, some of which are obsolete, and others that use an **USB port**. This project proposes the development of the total control of a CCD through an **Ethernet network**, which greatly facilitates the remote acquisition of images. It is also the first step of *CASLEO* towards an ambitious goal: the construction of our own cameras from commercial CCDs.

*Keywords* / instrumentation: detectors

## 1. Introducción

En la actualidad el Complejo Astronómico El Leoncito (*CASLEO*), cuenta con varios instrumentos adaptables al telescopio "Jorge Sahade" (JS) de 2,15 m, que se encuentran disponibles para el astrónomo permitiéndole realizar observación directa, espectrografía y polarimetría. Todas estas opciones requieren del uso de detectores CCDs. El más utilizado es el TK1024, de la **empresa Photometrics (Fig. 1)**. Este detector se comunica con la PC de observación a través una placa dedicada montada en su *bus* ISA. Dado que este *bus* ha quedado obsoleto, actualmente, se trabaja con el TK1024 empleando una vieja PC.



Figura 1: TK1024 montado en el CASPOL (*CASLEO-POLarimeter*).

El objetivo de este trabajo es controlar el CCD y obtener las imágenes adquiridas por él a través de un

medio estándar, lo que permitiría conectarlo con cualquier PC y eliminar la placa AT200 (ver Photometrics Ltd., 1992). El medio elegido es Ethernet, no solo por su uso masificado, sino además porque permite tomar el control directamente a través de cualquier PC en la red, sin necesidad de acceder a la PC local. Dada la complejidad del proyecto, se tomó como punto de partida un CCD Photometrics PM512 (ver Photometrics Ltd., 1993), cuya electrónica de control es idéntica a la del TK1024.

## 2. Análisis del sistema actual

El sistema original provisto por Photometrics cuenta con los siguientes elementos (**Fig. 2**):

- **Cámara CCD:** CH250.
- Unidad Electrónica de Cámara: CE200A.
- Placa de Control de Cámara: AT200.
- Unidad de Circulación de Líquido Refrigerante: LC200.

Estos componentes están unidos a través de cables especiales y controlados por la PC de observación en cuyo *bus* ISA se ubica la placa de control AT200. Un procesador de señales digitales (DSP) montado en esta placa envía las señales de control a la CE200A a través del **cable controlador de cámara** provisto por el fabricante; los datos desde el CCD también son recibidos a través de este cable. La placa AT200 no tiene memoria suficiente, por lo que utiliza la RAM de la PC para almacenar los datos recibidos. Una vez que toda la información se encuentra en la memoria, es manipulada por el software de la PC.

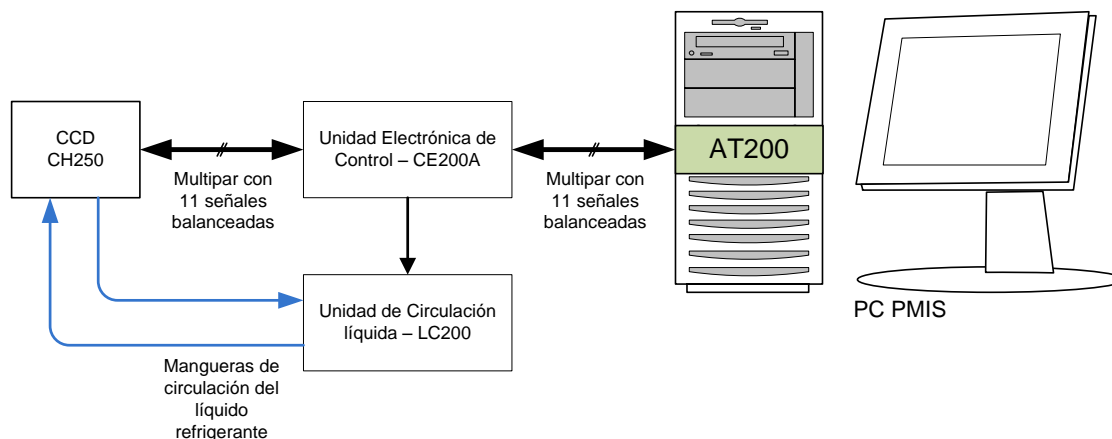


Figura 2: Configuración del sistema AT200.

### 3. Nuevo sistema de control y adquisición

Se identificaron las señales que se transmiten a través del cable que vincula la Unidad Electrónica de Cámara CE200A con la AT200:

- Comandos hacia la Unidad Electrónica CE200A: se incluyen 8 líneas que conforman un *bus* de datos paralelos sincronizado a través de una señal de reloj presente en otra línea. Sus nombres son: CA0, CA1, ..., CA7, para el *bus* de datos y PLS, **pulso de sincronismo**.
- Datos desde la Unidad Electrónica CE200A: los datos son enviados a la AT200 a través de dos líneas dedicadas cuyas funciones son:
  - SDA: dato.
  - ADCK: reloj.

La captura de estas señales a través de un analizador lógico **permitió** observar el comportamiento de las mismas, frecuencia de trabajo, secuencias de comandos, patrones de tiempo, etc.

### 4. Diseño del hardware

Teniendo en cuenta las exigencias en cuanto a velocidad de respuesta y la complejidad de la tarea a realizar, se optó por desarrollar un control basado en dos microprocesadores RABBIT (Digi International Inc., 2008) RCM6700 (Digi International Inc., 2010) funcionando a 200 MHz y conformando una estructura MAESTRO-ESCLAVO (**Fig. 3**).

El MAESTRO es quien interactúa con la PC de control a través de Ethernet empleando el protocolo de comunicación industrial MB-TCP. Este recibe la información de la tarea a realizar, configura el ESCLAVO, y captura en su memoria la imagen adquirida por el CCD para enviarla después a la PC de control. El ESCLAVO genera las cadenas de comandos correspondientes **de acuerdo con las** especificaciones recibidas desde el MAESTRO: ciclos de pre-exposición, exposición y ad-

quisición, tareas como BIAS\* y DARK\*\*, con o sin *binning*\*\*\* y/o ROI\*\*\*\*.

### 5. Software de control

Se desarrolló una aplicación para la PC basada en el conocido PMIS, pero adaptada al nuevo sistema de control (**Fig. 4**). Brinda la opción de realizar BIAS, DARK y EXPOSICIÓN de objetos en forma única o a través de series. Vuelca las imágenes en formato FITS, con la información correspondiente en el header. Se incorpora también un grupo de herramientas básicas como PLOT, ZOOM y ROI.

### 6. Conclusiones

Se tomaron imágenes con el sistema nuevo y se compararon con las obtenidas por la AT200 confirmando que ambos funcionan exactamente igual. Para permitir manejar CCDs más grandes se requerirán microcontroladores con mayor espacio en memoria, y quizás mayor velocidad de trabajo. Se está considerando el uso de FPGA. Este desarrollo de ingeniería inversa se concretó sin la colaboración del fabricante. Se considera que debiera ser menos complejo el trabajo con CCDs más actuales y con la ayuda del soporte técnico, por lo que resultan

\*Tarea que permite tomar una serie de exposiciones con tiempo de integración nulo (*bias*) destinadas a medir la diferencia entre los píxeles y cualquier ruido adicional agregado durante el proceso de lectura de la imagen del CCD y convertirla en un archivo de imagen digital.

\*\*Tarea que permite tomar una serie de exposiciones con un tiempo de integración cualquiera, en las cuales no se abre el obturador de la cámara (*darks*). La imagen obtenida de esta forma depende de la corriente de oscuridad del CCD.

\*\*\*Es un procedimiento realizado durante el proceso de lectura del CCD que provoca que se combinen las cargas de píxeles adyacentes. Esto reduce el tiempo de lectura y mejora la relación señal/ruido a expensas de una resolución espacial reducida.

\*\*\*\*Región de interés: es la zona de la imagen que se desea leer. Definir una zona de interés reduce el tiempo de lectura y el tamaño de las imágenes.

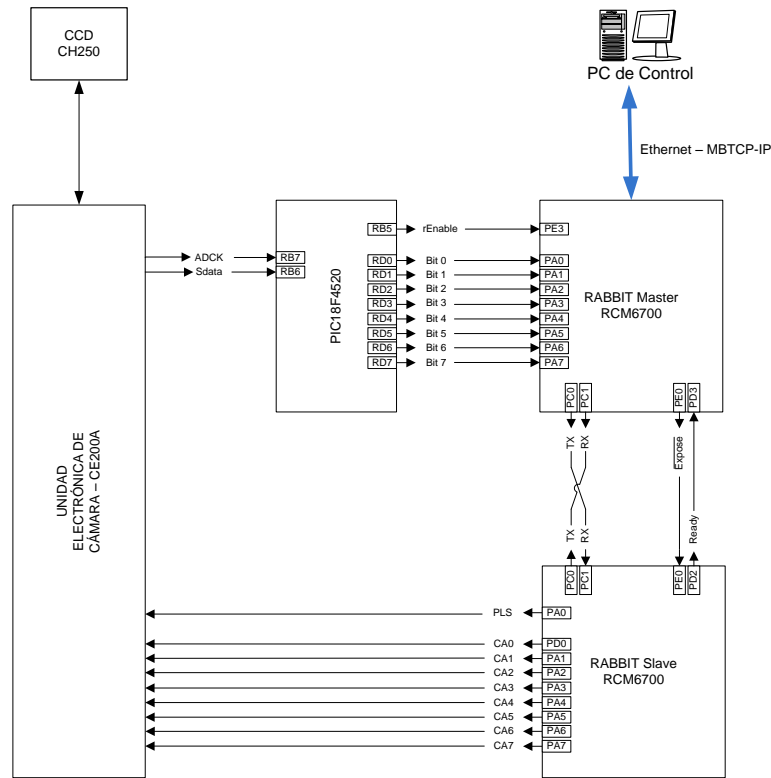


Figura 3: Nuevo esquema de control del CCD.

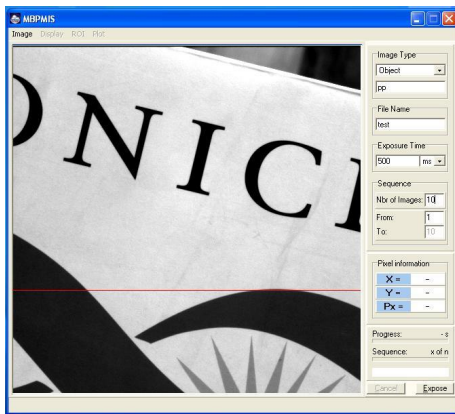


Figura 4: Aplicación de control.

Photometrics Ltd. 1992, AT200 CCD Camera System, Hardware Reference Manual. p. 31  
 Photometrics Ltd. 1993, PMIS Image Processing Software - User's Manual. p. 9

muy alentadores los avances conseguidos con miras a construir nuestras propias cámaras.

### Referencias

Digi International Inc. 2008, Rabbit Family of Microprocessors - Instruction Reference Manual. p. 1  
 Digi International Inc. 2010, MiniCore RCM5700/RCM6700 C-Programmable Ethernet Core Module - User's Manual. p. 11  
 Microchip 2004, PIC18F2420/2520/4420/4520 Data Sheet - 28/40/44-Pin Enhanced Flash Microcontrollers with 10-Bit A/D and nano Watt Technology. p. 323