

MEDICION DE LAS PELICULAS DEL CIRCULO DE DECLINACION  
MEDIANTE EL USO DE UN ARREGLO LINEAL DE FOTSENSORES  
(RETICON) \*

MEASURE OF THE FILM FROM THE DECLINATION CIRCLE WITH A  
LINEAL ARRAY OF PHOTSENSORS (RETICON)

G. Carrasco<sup>1</sup>, P. Loyola<sup>1</sup> y N. Haddad<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Astronomía, Universidad de Chile  
<sup>2</sup> Alumno tesista del Departamento de Electricidad,  
Universidad de Chile. Actualmente en el European Southern  
Observatory.

RESUMEN: La medición semi-automática de las películas foto-  
gráficas del círculo de declinación está basada en el empleo  
de un arreglo lineal de 512 fotosensores, RETICON RL 512G.  
El hardware correspondiente incluye: un conversor análogo-di-  
gital, 2 kb de memoria RAM, los circuitos electrónicos de  
sincronización y la interface necesaria para controlar el  
sistema con un microcomputador Apple IIe. Posteriormente, la  
información obtenida se envía a un PC Multitech que procesa  
los datos y entrega los resultados finales. El tiempo de me-  
dición de cada cuadro es de 5 ms, se hacen cuatro lecturas  
por cada cuadro. El error de una medición es de  $\pm 0.02''$ . El  
sistema no necesita refrigeración.

(\*) Trabajo financiado con el Proyecto No. 1269/86 del Fondo Nacional de Desarrollo  
Científico y Tecnológico, FONDECYT.

**ABSTRACT:** The semi-automatic measure of the photographic film from the declination circle, is based in the use of a lineal array of 512 photosensors, RETICON RL 512G. The corresponding hardware includes: analog-digital conversor, a memory of 2 kb RAM, the electronic sinchronization and the necessary interface to control the system with a micro-computer Apple IIe. Lately, the information obtained, is sent to a PC Multitech, which process the data and gives the final results. Four reading, lasting 20 ms in total, are made for each picture; the error of a measure is  $\pm 0.02''$ . The system does not need refrigeration.

## I. INTRODUCCION

En enero de 1979 se comenzaron, en el Círculo Meridiano Repsold del Observatorio Astronómico Nacional de Cerro Calán, las observaciones diferenciales, en ambas coordenadas, de 651 estrellas del Catálogo de Estrellas Débiles Fundamentales (FKSZ) y 1.217 estrellas del Catálogo FK4 en la zona comprendida entre  $+40^{\circ}$  y  $-90^{\circ}$  de declinación. En el programa de observación se incluyeron 31 radiofuentes recomendadas por la Comisión 24 de la UAI. Posteriormente, en 1983 se comenzaron las observaciones de los planetas Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno y los pequeños planetas Ceres, Pallas, Juno y Vesta.

Las observaciones de las estrellas del FKSZ se terminaron a fines del año 1986 y durante 1987 se han continuado las observaciones de las radiofuentes y de los miembros del Sistema Solar.

Hasta el presente se han realizado más de 35.000 observaciones individuales de los programas mencionados anteriormente. La compilación de las reducciones de las observaciones en ascensión recta está en proceso de finalización,

no así las reducciones de las observaciones en declinación, cuyo principal problema es la medición de aproximadamente 140.000 fotografías del círculo de declinación.

En 1986 se comenzó el diseño de una máquina semi-automática, de arrastre manual, destinada a la medición de las películas fotográficas del círculo de declinación. Está basada en un arreglo lineal de 512 fotosensores, Reticon RL 512G (Carrasco et al., 1987).

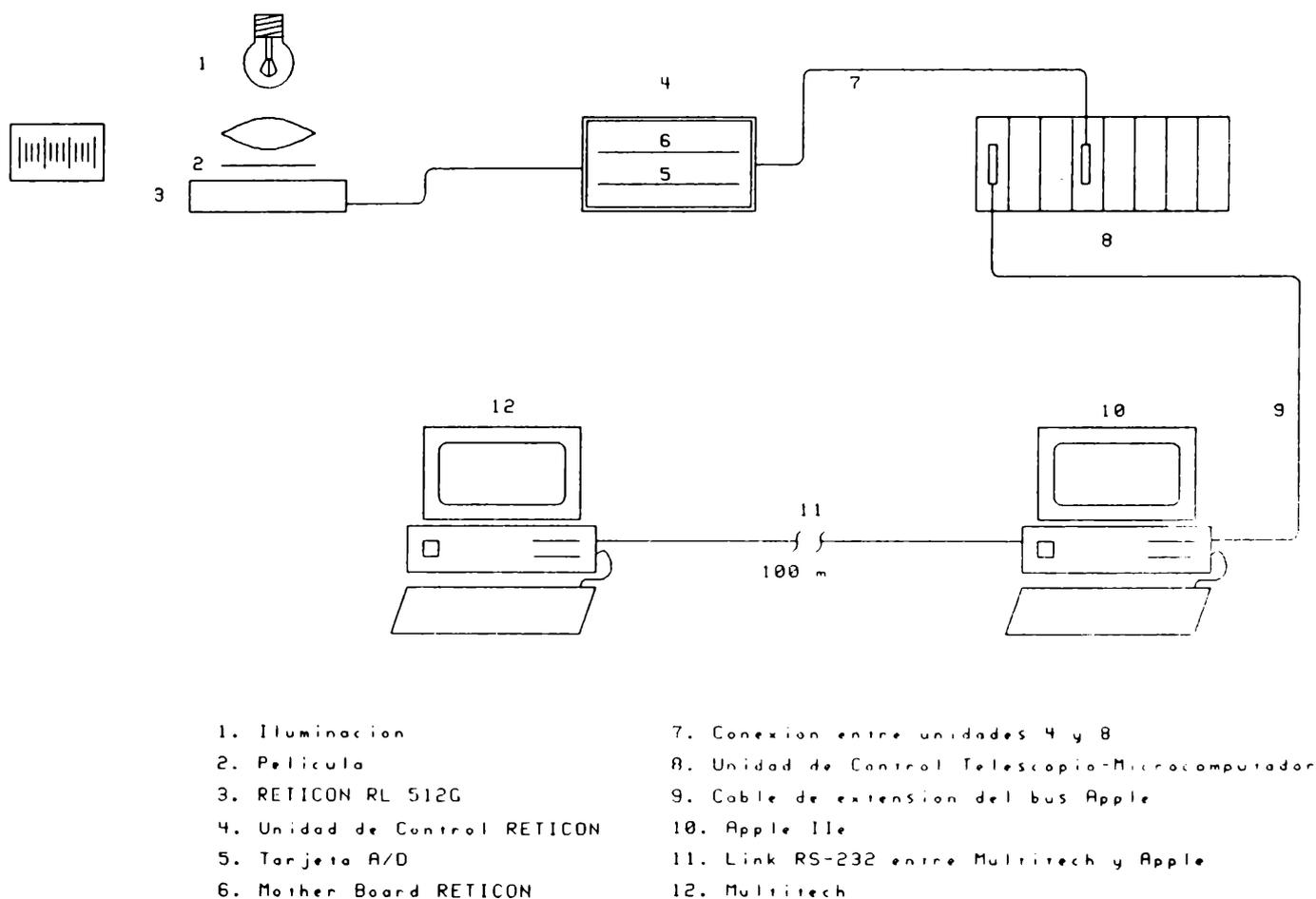


FIGURA 1. ESQUEMA BASICO DE LA MAQUINA PARA MEDIR PELICULAS

El sistema diseñado (Figura 1) se encuentra ubicado en la oficina de la cúpula del Círculo Meridiano. Consta de una fuente de luz blanca paralela, una Unidad de Control Reticon, una Unidad de Control Telescopio-microcomputador, un microcomputador Apple IIe y un PC Multitech, este último ubicado en las oficinas generales del Observatorio. El sistema desarrollado es versátil, ya que permite la lectura directa del círculo de declinación.

Con la aprobación del Proyecto N<sup>o</sup> 1269/86, por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, FONDECYT, ha sido posible la completación de la máquina semi-automática para la medición de las películas.

## II. HARDWARE

El hardware de la máquina para medir películas consta de: el sensor Reticon, la Unidad de Control Reticon (UCR) y la Tarjeta Reticon.

La Unidad de Control Reticon está compuesta de:

a. Mother Board, fabricado por EG&G Reticon (Carrasco et al., 1987), contiene los circuitos electrónicos necesarios para controlar el Reticon, es decir: la señal de clock, las señales de sincronismo, voltajes de polarización, etc. Mediante jumpers es posible cambiar la configuración de esta tarjeta de modo de generar externamente algunas de las señales de sincronismo. En este caso, se genera externamente la señal de START.

b. Tarjeta A/D (Figura 2) consta de un conversor Analogo-Digital de 8 bits de aproximadamente 2 ms de tiempo de conversión, un circuito de sincronismo entre el pulso de START externo (PB 7) y el reloj interno del Mother Board, un amplificador operacional para escalar la señal de video proveniente del Mother Board y dejarla en el rango de 0 a 5 volts, un



La Unidad de Control Telescopio-microcomputador (UCT) es una extensión del bus del microcomputador Apple IIe. Consta de 8 slots o tarjetas. La primera tarjeta maneja la comunicación entre el Apple IIe y la UCT, esto es: líneas de datos, direccionamiento, interrupción, reset, clock, etc. El resto de las tarjetas se utiliza para controlar distintas funciones en el telescopio.

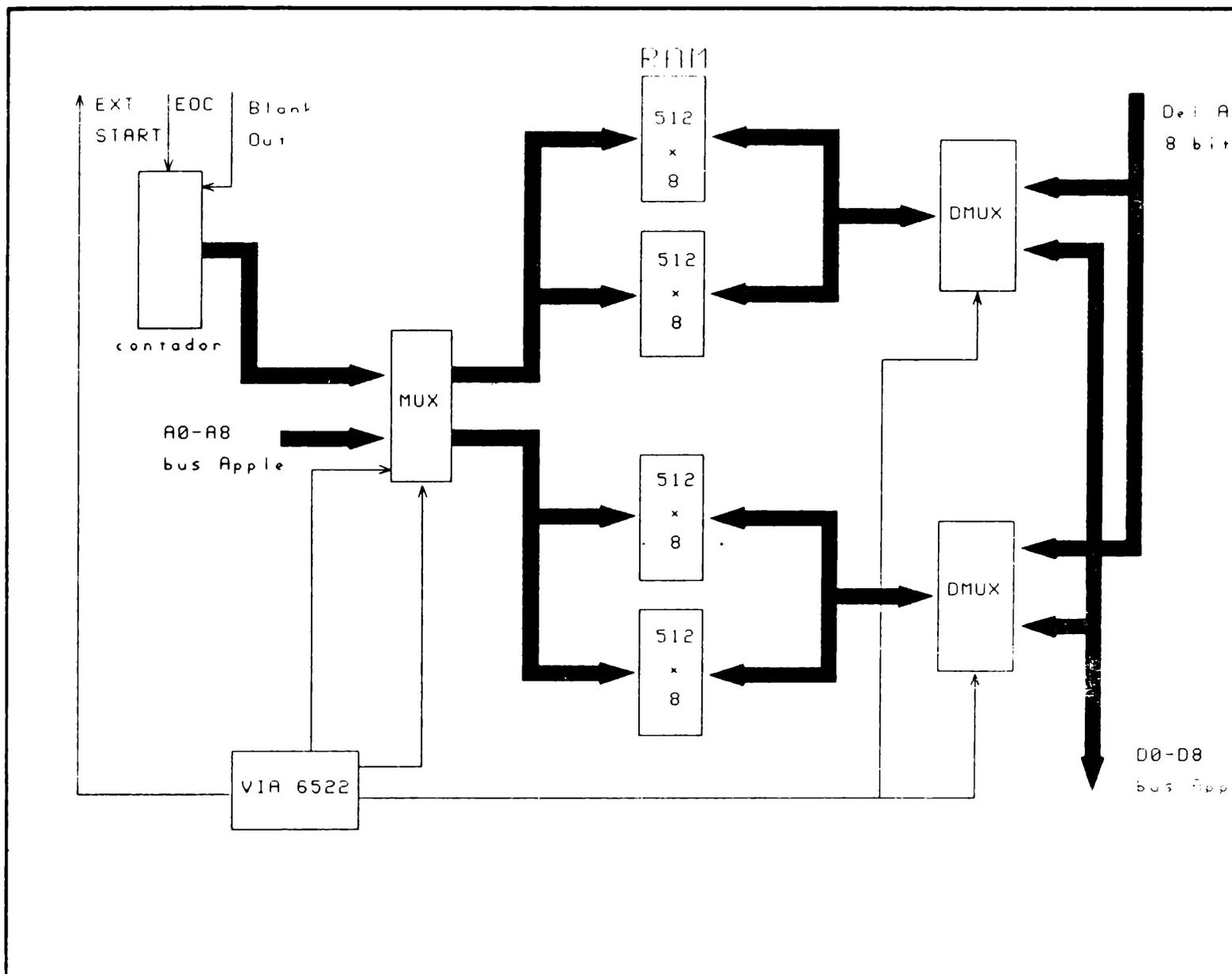


FIGURA 3. UNIDAD DE CONTROL TELESCOPIO-MICROCOMPUTADOR. TARJETA RETICON

La Tarjeta Reticon (Figura 3), está asignada al slot 4 de la UCT y contiene:

- a. 2kb de memoria RAM agrupadas en 4 bancos de 512 bytes cada uno, lo que significa que es posible almacenar 4 lecturas del Reticon.
- b. Una VIA (Versatil Interface Adapter 8522) que, controlada desde el microcomputador, genera todas las señales de control necesarias para asignar el banco de memoria que será utilizado para almacenar la señal de video ya digitalizada. Genera además, el pulso de START que señala al Mother Board el momento de hacer una lectura del Reticon. El tiempo entre dos pulsos de START determina el lapso de integración, que no puede ser superior a 40 ms, esto está dado por la corriente de oscuridad del Reticon.
- c. Un contador que es controlado por señales de sincronismo provenientes de la UCR. Este contador genera las señales de direccionamiento para la memoria RAM seleccionada.

### III. MEDICIONES

La medición de las películas es un proceso simple y rápido. El rollo de película a medir se monta en un portafilminas, que va entre el haz de luz paralelo y el sensor (Figura 1). El avance de la película se hace en forma manual. Para empezar el proceso de lectura, se carga el programa "FILM" en lenguaje BASIC y se selecciona la opción "MEDIR", una vez hecho esto, el programa queda a la espera de que el operador presione la tecla "M" para enviar las señales de control al hardware y hacer una lectura de adquisición. Cuando el sistema detecta que la lectura terminó, crea un archivo secuencial con la información y, vuelve a la opción "MEDIR", en espera de que el operador mueva la película al próximo cuadro.

En un principio se pensó, como metodología de medición, hacer una lectura de las cuentas de oscuridad por cada cuadro medido, para restarlo de la medición, pero después de realizar varias experiencias se encontró que su influencia es despreciable. De acuerdo con las especificaciones del Reticon, la corriente de oscuridad aporta un 1% a la carga total de saturación ( $Q_{sat} = 4pC$ ) para un tiempo de integración de 40 ms, a la temperatura ambiente.

Normalmente, 40 ms es el tiempo máximo de integración utilizado. Este tiempo de integración se ajusta de acuerdo con la calidad de la película; para esto, existe en el programa la opción "FILM", que permite al operador ver directamente la imagen obtenida y variar el tiempo de integración hasta encontrar el contraste óptimo.

#### IV. REDUCCION DE LAS MEDICIONES

Para la reducción de las mediciones (Figura 4) se utiliza un computador personal Multitech, conectado en forma remota al Apple IIe mediante un link RS-232.

Debido a que la transparencia del film no es homogénea, la señal útil aparece sobrepuesta a la señal de fondo (Figura 5a), ésta última debe ser eliminada. Para lograr esto, se calcula la transformada rápida de Fourier tomando sólo los 5 primeros términos y se divide la señal original por la antitransformada de estos 5 términos, obteniéndose así una imagen en la cual se ha eliminado casi completamente la señal de fondo (Figura 5b). Luego, se buscan los máximos locales y se determina cuáles de ellos corresponden a las divisiones del círculo y cuáles a los índices.

Para determinar la posición exacta de los máximos locales se integra el área bajo la curva y se asume que la

mejor estimación del centro es aquella que deja el 50% del área a cada lado.

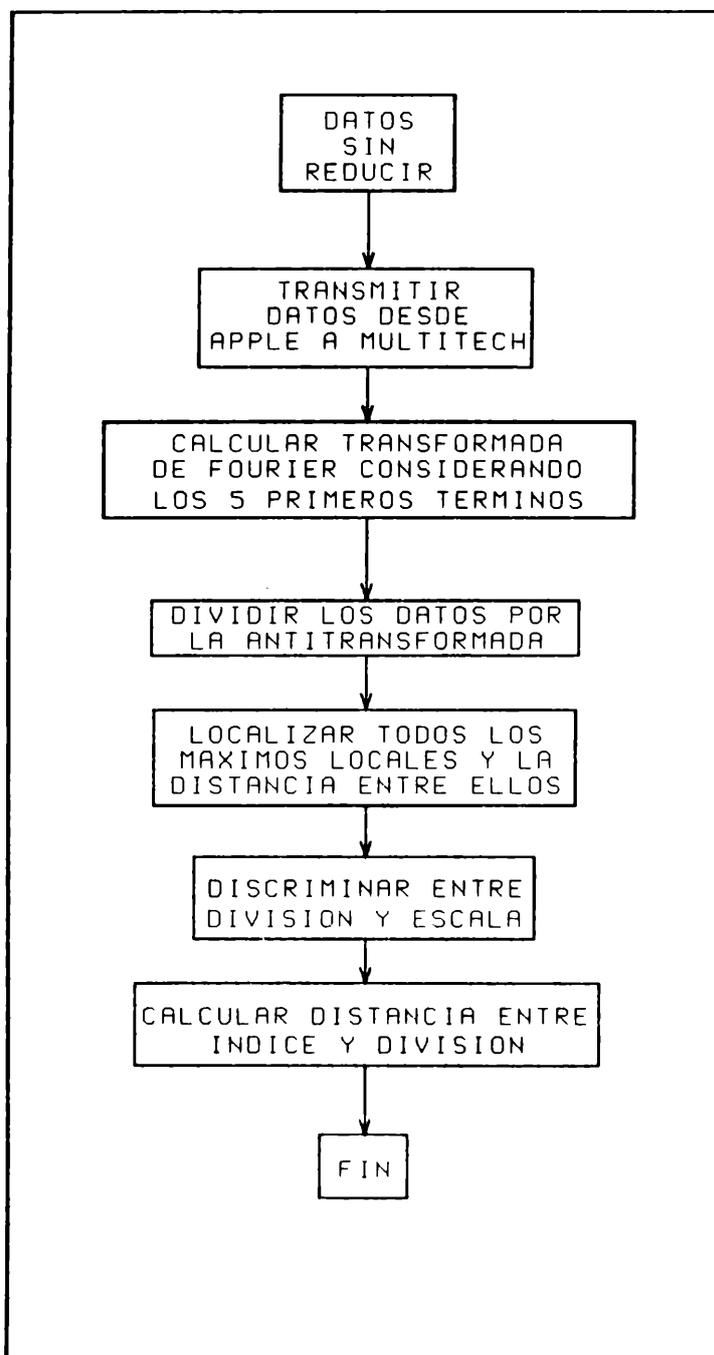


FIGURA 4. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA REDUCCION DE LAS MEDICIONES

El área bajo la curva se calcula utilizando el método de integración parabólica (Figura 6).

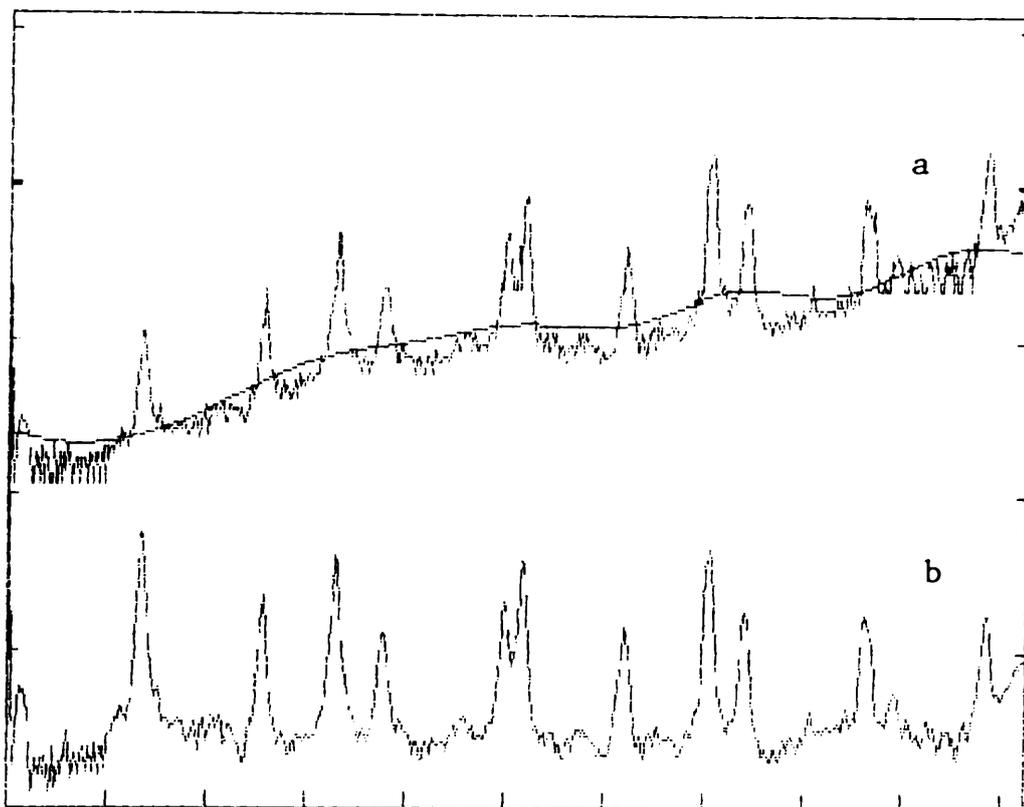


FIGURA 5. LECTURAS DE LAS PELICULAS ENTREGADAS POR EL RETICON.

## V. RESULTADOS

Las ventajas de la nueva máquina, diseñada y construida en el Departamento, respecto de la antigua máquina visual Toepfer, pueden resumirse diciendo que: teóricamente es posible medir hasta 180 cuadros por hora, con un error de medición de  $\pm 0.02''$ , independiente de la persona que mide. Además graba las mediciones en un diskette disminuyendo la posibilidad de errores.

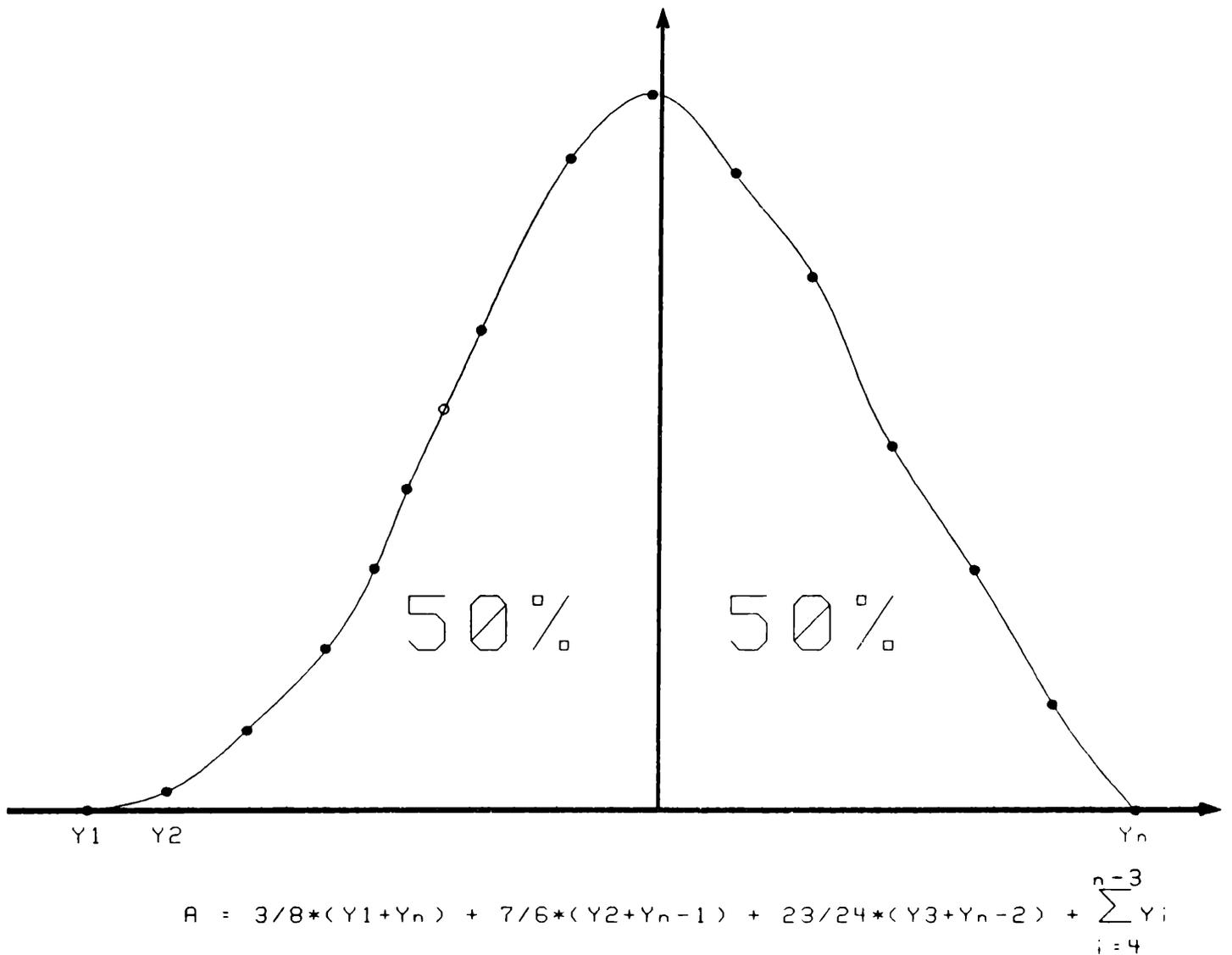


FIGURA 6. DETERMINACION DE LOS MAXIMOS LOCALES

Debido a que el tiempo de integración es muy pequeño, no es necesario considerar la instalación de un sistema de refrigeración para el sensor, factor que influiría enormemente en el costo de construcción y mantención de la máquina.

Los autores agradecen al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, FONDECYT, por el Grant concedido, a R. Silva<sup>1</sup>, por su colaboración en el diseño y construcción de las fuentes de tensiones regulables y a P. Hernández por la colaboración prestada en el armado de las tarjetas e instalación de las unidades.

## REFERENCIAS

Carrasco, G.; Loyola, P.; Haddad, N.; Siclaire, P.: 1987, Boletín de la Sociedad Argentina de Astronomía. **32**, 281.

<sup>1</sup> Alumno practicante, Ingeniería Industrial Electrónica, Pontificia Universidad Católica de Chile.