

PROGRAMA DE ANALISIS DE TRAYECTORIAS EN SISTEMAS SOLARES PASIVOS

D. Hoyos, R. Peñas Martín¹, I. De Paul

INENCO²

Buenos Aires 177- 4400 Salta

T.E :087-255424

RESUMEN

El Instituto de Investigación en Energía No Convencional INENCO está desarrollando una serie de experimentos tendientes a analizar las características de la circulación producidas por convección natural en el interior de sistemas solares pasivos tales como invernaderos, destiladores, viviendas, etcétera.

Dentro de este marco se desarrolló una serie de métodos computacionales que permiten realizar captura de imágenes producidas por trazadores en modelos a pequeña escala [1][2] para determinar trayectorias y campos de velocidades.

El presente trabajo se realizó a partir de una plaqueta de toma y procesamiento de imágenes ITEX MFG. La misma tiene la característica de ser programable usando MICROSOFT C 6.0 y presenta la ventaja de poder tomar una imagen con una velocidad del orden de 1 décima de segundo, si esa imagen es guardada en la memoria de la plaqueta procesadora. El software de la plaqueta permite realizar operaciones simples como suma de imágenes rápidamente. Por lo tanto se obtiene sobre un solo archivo la imagen de las trayectorias de las partículas

Para el posterior procesamiento se usan técnicas de visión artificial y reconocimiento de formas. Partiendo de la imagen formada por las trayectorias de las partículas se utiliza un filtro pasabajos para eliminar el ruido, luego un filtro pasaalto para remarcar los bordes y finalmente se discretiza la imagen en dos niveles. Si esta imagen es observada se pueden ver solamente los bordes de las trayectorias. Con ésta se procede a reconocer los distintos contornos y con esta información se realiza el ajuste analítico de la trayectoria con un polinomio de tercer orden.

INTRODUCCION

Desde el punto de vista del análisis de la transferencia térmica convectiva en el interior de sistemas solares pasivos, interesa determinar cómo se mueve el fluido en su interior, ya sea aire o agua. La utilización de modelos a pequeña escala que emplean agua como elemento convectivo se mostró como un método factible para realizar el análisis cualitativo del movimiento del fluido en el interior de un recinto (1).

¹ Universidad Alcalá de Henares España Madrid

² Instituto UNSa-CONICET

En un trabajo anterior (2) se presentó un conjunto de rutinas desarrolladas con el objeto de medir la velocidad con que se mueve el agua en el interior del modelo a partir de la observación de trazadores que son arrastrados por ella en su movimiento, que dispersan la luz de un haz laser en un plano vertical.

En este trabajo se presenta otro conjunto de rutinas desarrolladas con el objeto de determinar las trayectorias que describen los trazadores en su movimiento, con lo cual se complementa la información anterior. El trabajo presenta algunas serias dificultades dado que las imágenes sobre las cuales se trabaja presentan señales espúreas, "ruido", que son del mismo orden de intensidad luminosa que la luz dispersada por los trazadores. Esto requiere el empleo de filtros para limpiar la imagen de manera que sea posible realizar el tratamiento matemático necesario para obtener la información buscada. A continuación se describe brevemente las características del programa desarrollado y se muestra los resultados de una aplicación.

DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

El objetivo del trabajo es la medición del desplazamiento de trazadores consistentes en esferas microscópicas de vidrio, huecas, suspendidas en agua. Para la toma de datos se utilizó un equipo compuesto por una cámara de video Panasonic, un procesador de imagen ITEX MFG y una computadora AT 486 DX2.

En los programas, realizados en lenguaje C version MSC 6.0, se utilizan subrutinas suministradas por el fabricante que realizan la toma de imágenes, operaciones entre imágenes, y algunos filtros. Un primer programa realiza la toma de imágenes y genera tres archivos de imagen en distinto color. El segundo programa realiza el procesamiento de imágenes realizando la suma de los tres archivos en color y en un solo color. También se obtiene los objetos que no cambian de la figura y se resta esta figura con las originales para disminuir el ruido y sacar las partes de la figura que no sean partículas en movimiento. Realizado ésto, un nuevo programa realiza los distintos filtrados de imágenes.

Con estos programas se realiza la secuencia de acciones que se describe a continuación, ejemplificando los resultados obtenidos en una aplicación particular. En ésta se empleó un modelo cúbico de 10 cm de lado lleno con agua desgasada sembrada con microesferas de vidrio como trazadores, calentado desde una de las paredes laterales. Se empleó un laser de 10 mW y una lente cilíndrica para generar el plano de iluminación.

APLICACION

En primer lugar se realiza la captura de imágenes empleando el procesador ITEX que las guarda en una secuencia de tres, en tres frames de diferente color: rojo R, verde V y azul A, en este orden. Tanto el intervalo de tiempo de captura entre imágenes como el número de secuencias grabadas puede variarse por programa. (Figura 1).

A continuación se realiza el primer procesamiento para separar en dos archivos diferentes todas las imágenes estáticas tales como bordes del recinto y reflexiones del haz

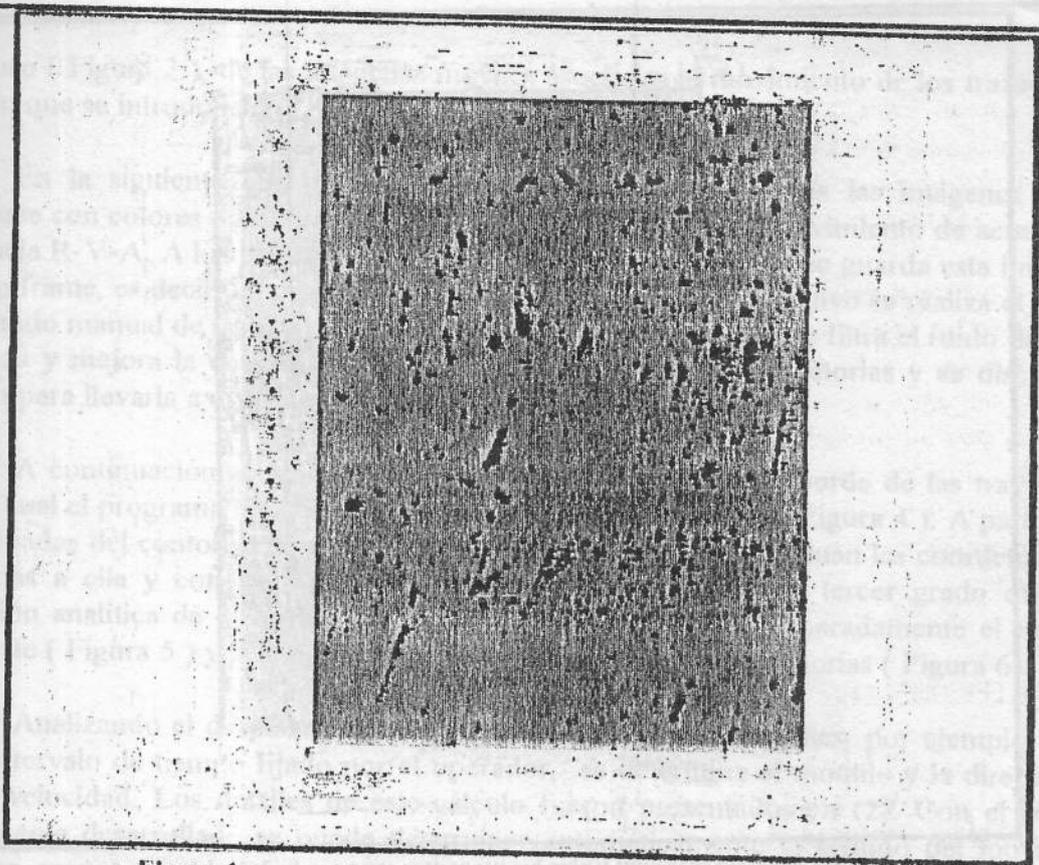


Figura 1: se muestra una versión discretizada de una de las imágenes tomadas en secuencia de tres.

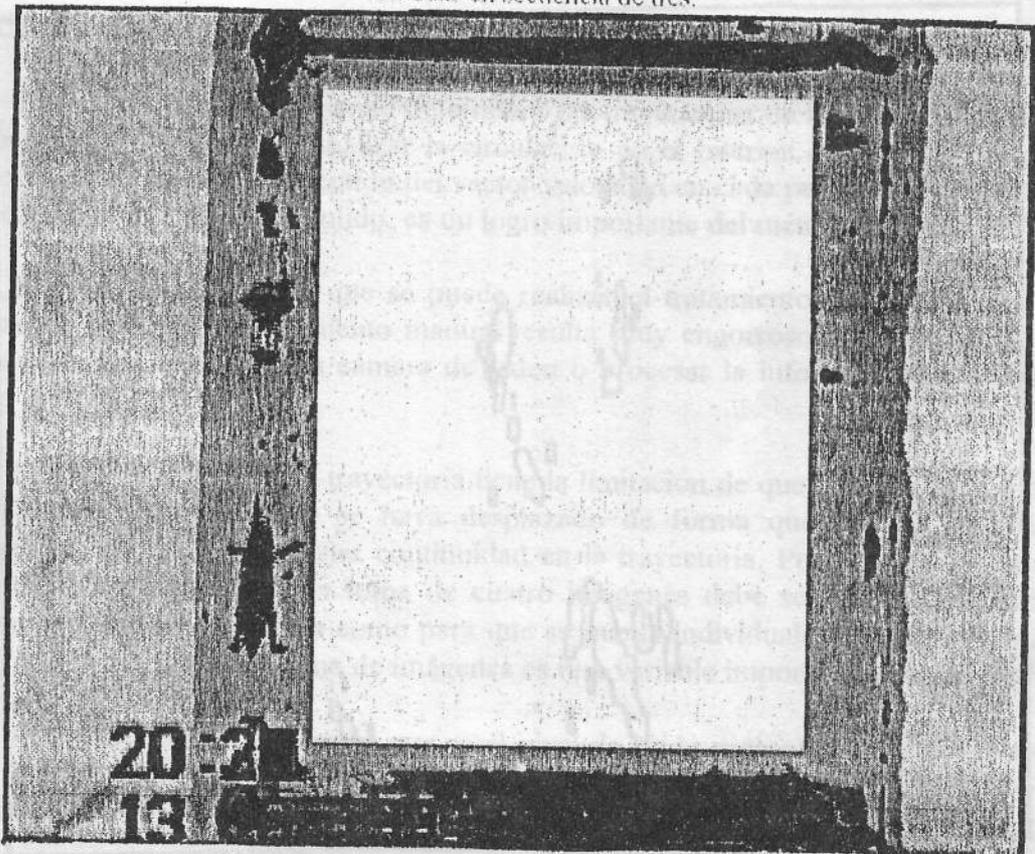


Figura 2: se eliminan las partes estáticas de la imagen, tales como bordes y reflexiones.

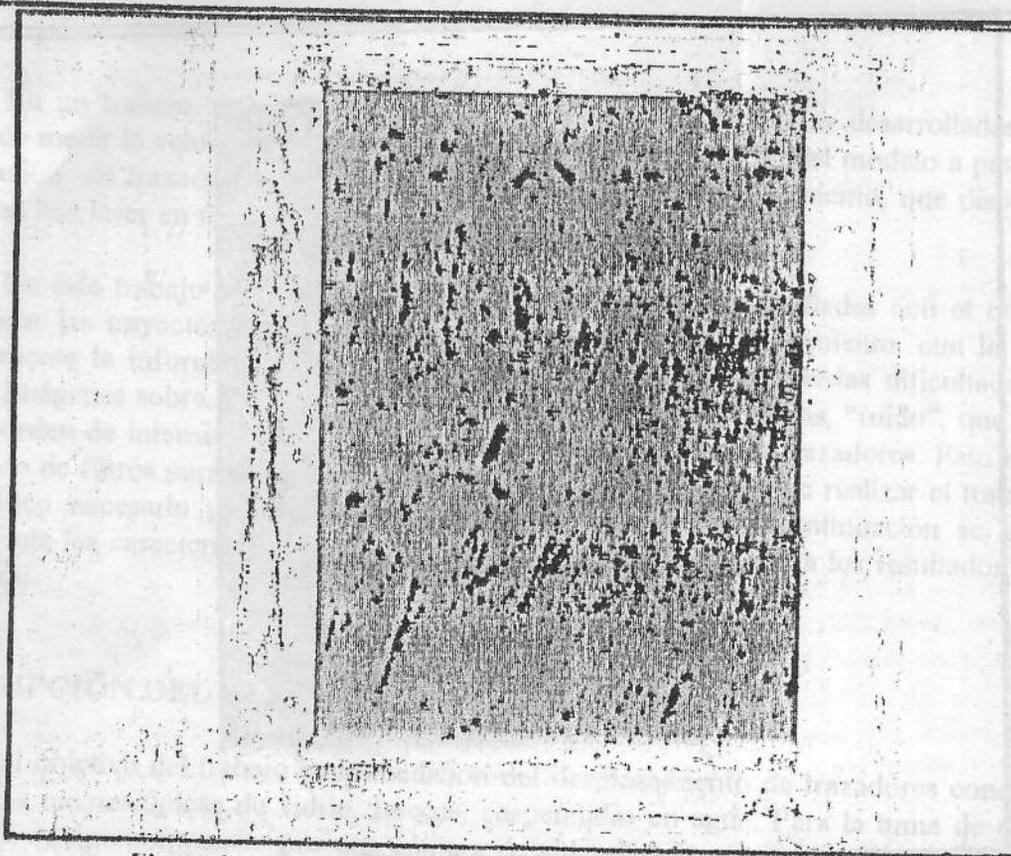


Figura 3: se superponen todas las imágenes para reconstruir la trayectoria.
En la pantalla del monitor la secuencia de colores R-V-A indica el sentido

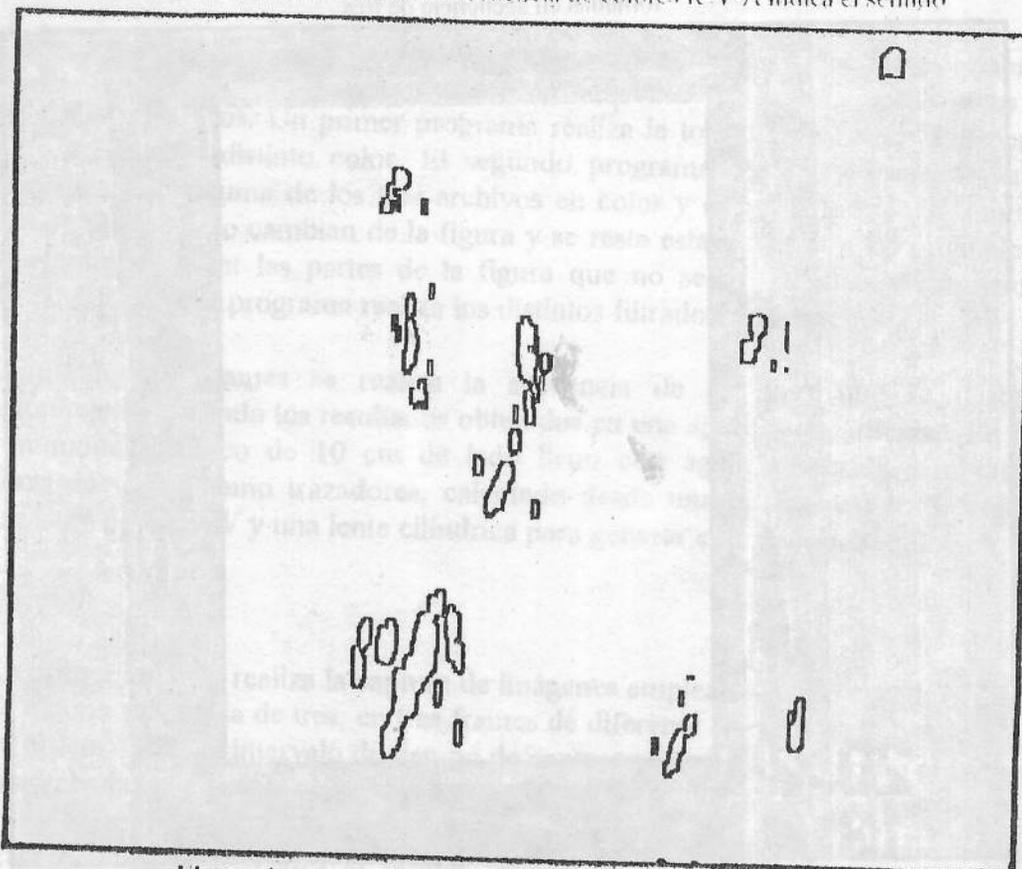


Figura 4: con un filtro que detecta bordes el programa reconoce
las imágenes de cada trayectoria

luminoso (Figura 2), de las imágenes móviles asociadas al movimiento de los trazadores y al ruido que se introduce.

En la siguiente etapa se realiza la superposición de todas las imágenes que, al mostrarse con colores diferentes permite distinguir el sentido del movimiento de acuerdo a la secuencia R-V-A. A los efectos de facilitar el tratamiento posterior se guarda esta imagen en un solo frame, es decir, en un solo color (Figura 3). Sobre este archivo se realiza el proceso de borrado manual de las zonas que no presentan datos de interés, se filtra el ruido de fondo, se realza y mejora la definición de las trazas asociadas a las trayectorias y se discretiza la imagen para llevarla a dos niveles de color.

A continuación se aplica un filtro que permite detectar el borde de las trayectorias, con lo cual el programa realiza el reconocimiento de las imágenes (Figura 4). A partir de las coordenadas del contorno de cada una de las trayectorias se determinan las coordenadas x-y asociadas a ella y con estos datos se interpola un polinomio de tercer grado que es la expresión analítica de dicha trayectoria. En pantalla se muestra separadamente el resultado del ajuste (Figura 5) y la superposición con la imagen de las trayectorias (Figura 6).

Analizando el desplazamiento sufrido por una de las imágenes, por ejemplo la roja, en el intervalo de tiempo fijado por el operador, se determina el módulo y la dirección del vector velocidad. Los detalles de este cálculo fueron presentados en (2). Con el software actualmente desarrollado se puede determinar automáticamente el sentido del movimiento del agua reconociendo el orden de la secuencia de colores R-V-A.

CONCLUSIONES

El método descrito permite determinar las trayectorias de los trazadores empleados en experiencias destinadas a analizar la circulación en el interior de recintos cerrados, así como el módulo, dirección y sentido del vector velocidad en cada punto de dicha trayectoria. La detección automática del sentido, es un logro importante del método propuesto.

Presenta la ventaja de que se puede realizar el tratamiento de imágenes con gran densidad de datos cuyo tratamiento manual resulta muy engorroso. Por otra parte permite trabajar a tiempo real con una cámara de video o procesar la información obtenida por el método de fotografía de trazas.

La determinación de la trayectoria tiene la limitación de que en el tiempo entre toma de dos imágenes la partícula se haya desplazado de forma que todavía se encuentren superpuestas, de manera de tener continuidad en la trayectoria. Por otra parte, para medir velocidades, el tiempo entre la toma de cuatro imágenes debe ser tal que la partícula se mueva una distancia suficiente como para que se pueda individualizar a las partículas. Esto implica que la velocidad de toma de imágenes es una variable importante a controlar.

El inconveniente más grave que es el nivel de ruido presente en las imágenes puede reducirse empleando otros trazadores tipo polímeros o empleando un laser de mayor potencia.

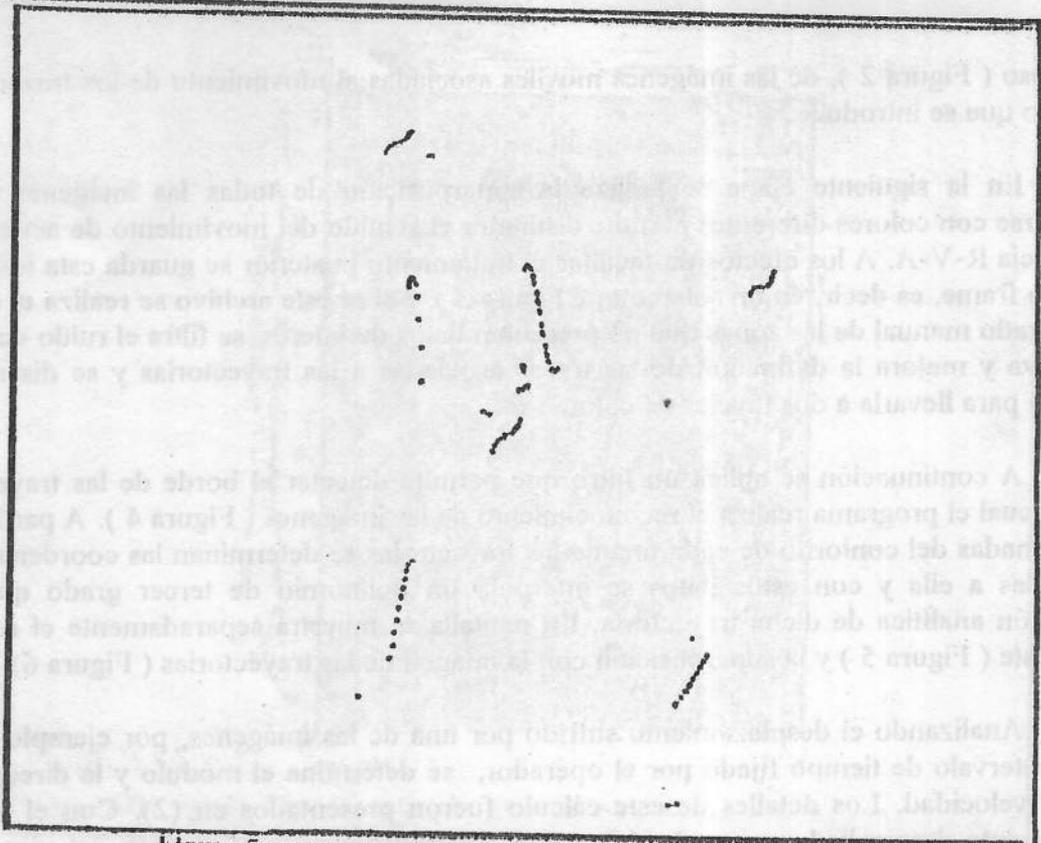


Figura 5: se muestra el resultado de interpolar un polinomio dentro del contorno asociado a cada trayectoria.

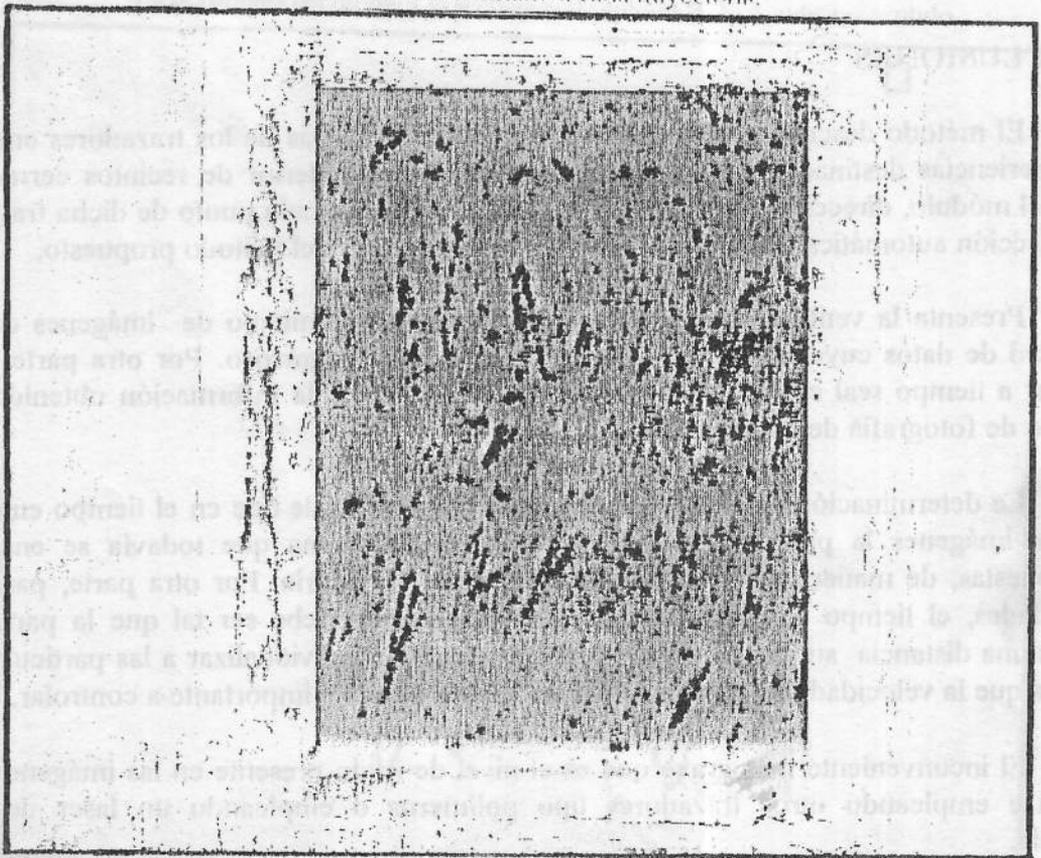


Figura 6: se muestra la superposición de la imagen de las trayectorias con el resultado del ajuste polinómico.

REFERENCIAS

- [1] I. De Paul, M. Ville, G. Lesino. "Modelos de circulación de aire en locales cerrados". Actas 16a Reunión de trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente La Plata Diciembre 1993.
- [2] D. Hoyos I. De Paul. "Programa de captura de imágenes, procesamiento y cálculo para medición de velocidades en líquidos. Presentado en 17a Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar

RESUMEN

En la realización de experiencias con utilización de la energía solar de tipo educativo o recreativo con aplicaciones rurales que requieren poca inversión, se hace necesario disponer de instrumentación de bajo costo para el seguimiento de las experiencias. Los dos elementos de mayor utilidad, son un termómetro de y un solarímetro. En este trabajo se propone resolver el problema mediante el uso de un instrumento de un circuito electrónico de costo mínimo armado por el propio usuario. Se supone que éste tiene alguna experiencia artesanal en el armado de circuitos electrónicos.

El sensor a ser usado termómetro es un diodo de silicio tipo 1N914 o similar. Este elemento de junctura cambia con la temperatura en el orden de 2 a 3 milivolts por grado centígrado, tiene poca masa y sujeta algunas oscilaciones. Para estabilizar la medida se utiliza un potenciómetro con dial que puede generar una tensión de referencia variable, y un led que mediante un circuito electrónico compara la tensión entregada por el sensor con la del potenciómetro. El Led puede indicar cuando se igualan ambos, y en ese momento la posición del potenciómetro da una medida de la tensión en el diodo.

Para el solarímetro se propone aprovechar el circuito del termómetro utilizando un sensor térmico consistente en una pastilla de chips de cobre conectada a la cual se adhiera un diodo de silicio. La chips se coloca en un recipiente o caja se expone al sol a través de una ventana transparente y ocupa la mitad de un círculo. La otra mitad está ocupada por una chips similar pero pintada de blanco, a la cual se pega una diodo con idénticas características eléctricas y que sirve de referencia.

Se discute la construcción y calibrado de los dos instrumentos.

INTRODUCCION

Los dos instrumentos de mayor utilidad para el seguimiento de experiencias solares rurales son un termómetro y un solarímetro. Cuando se arma una experiencia de tipo educativo o recreativo con aplicaciones rurales de poca inversión, siempre se requiere disponer de unidades de muy bajo costo. En este trabajo se propone resolver el problema mediante el uso de un instrumento con un circuito electrónico de costo mínimo armado por el propio usuario.

Una particularidad en relación con el termómetro es el uso de termómetros de vidrio. Ello tiene un doble problema. Por un lado, la instrumentación es muy frágil, sobre todo cuando se coloca la tapa de protección.

Investigador del CONICET
Prof. Jefe Adjunto CONICET
Instituto IANIGLA-CONICET