



Optomecatrónica en la industria

(Visualización y medición de velocidad en flujo de fluidos)

David Moreno Hernández

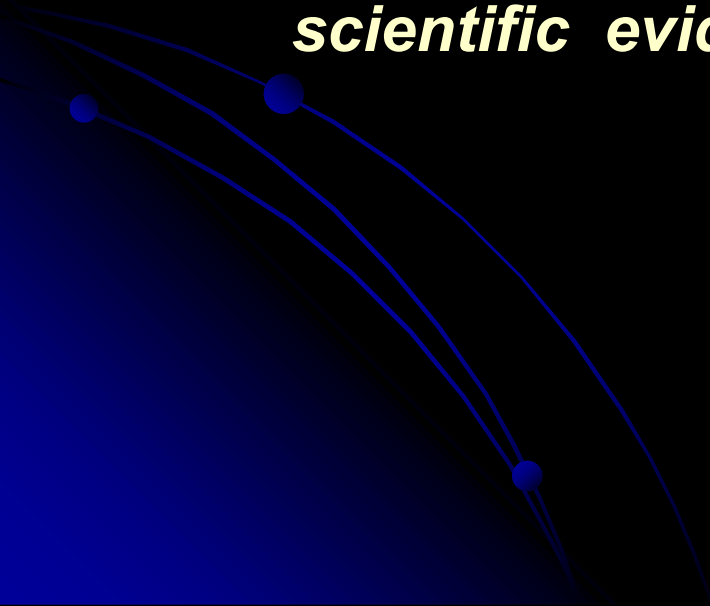
División de Óptica (Metrología Óptica)

Centro de Investigaciones en Óptica A. C.

Visualización y medición en flujo de fluidos

La idea acerca de un proceso físico es siempre mejorado si un patrón producido por o relacionado a este proceso puede ser observado.

E. Mach. “Visual (sensation) are the source of scientific evidence”.



Visualización y medición en flujo de fluidos

Cualquier método óptico se basa en la interacción de una onda de luz con el flujo de fluido (La luz es modificada debido a esta interacción por el estado del fluido en ese momento).

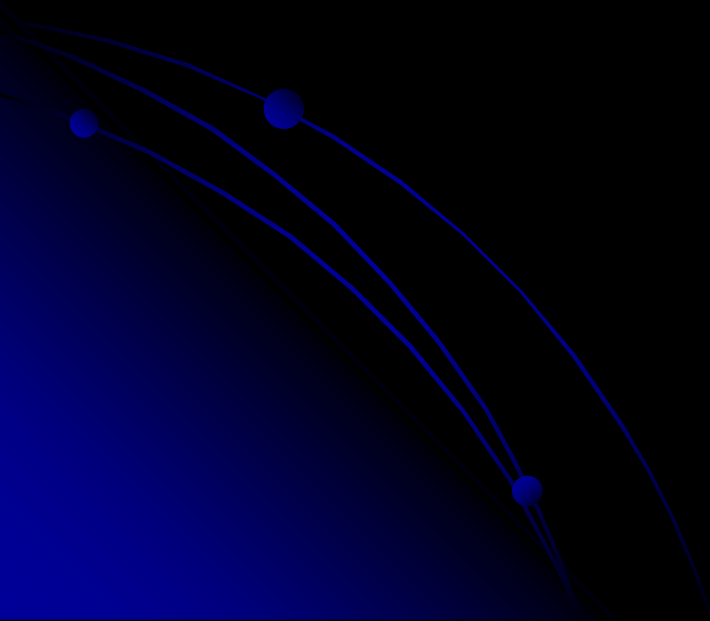
La información de la interacción luz-fluido puede ser obtenida de dos formas diferentes:

1. Transmisión de luz
2. Luz esparcida por partículas



Visualización y medición en flujo de fluidos

- 1. Todas las técnicas en el cual el fluido no se puede observar es sembrado con especimenes (trazadores) externos.**
- 2. Técnicas donde varia el índice de refracción**



Visualización y medición en flujo de fluidos

Métodos en los que la luz se esparce

Esparcimiento	Elástico	Inelástico
De moléculas	Esparcimiento De Raleigh	Esparcimiento Raman
De partículas	Velocimetría Doppler, Fotografía de moteado, Seguimiento de partículas, Visualización de flujos.	Trazadores fluorescentes

Elementos básicos en un sistema formador de imágenes.

1. Fuente de luz



2. Óptica

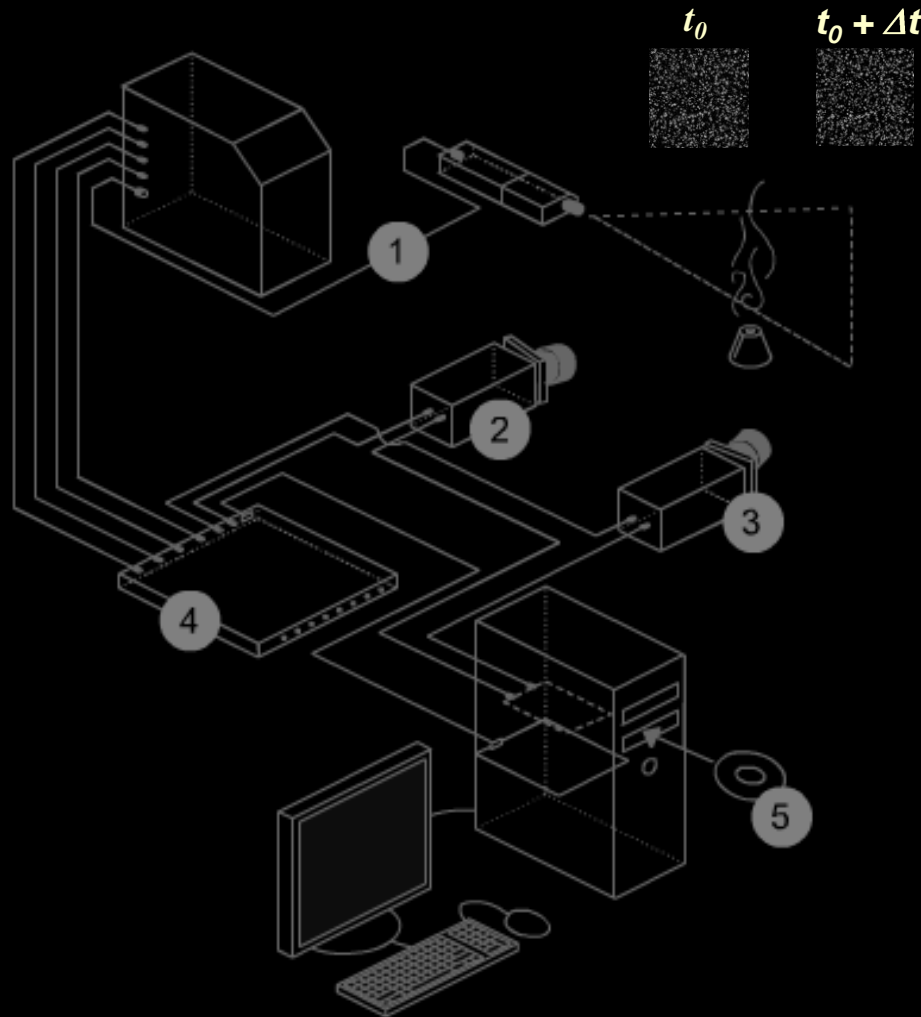


3. Cámaras



Método de luz esparcida

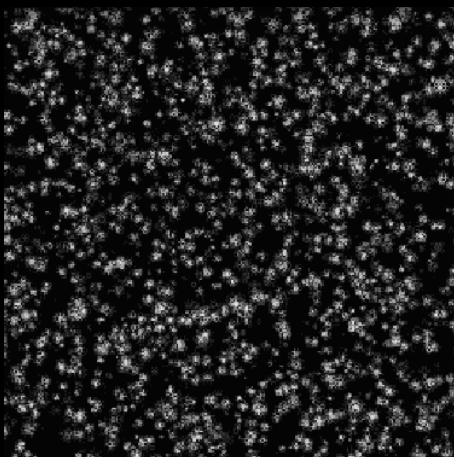
Velocimetría de partículas por imágenes (PIV)



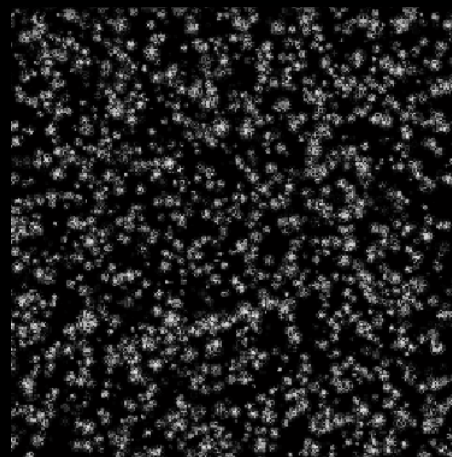
$$u = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Correlación-Cruzada

$$I_1 = I_1(X, t)$$



$$I_2 = I_2(X, t + \Delta t)$$



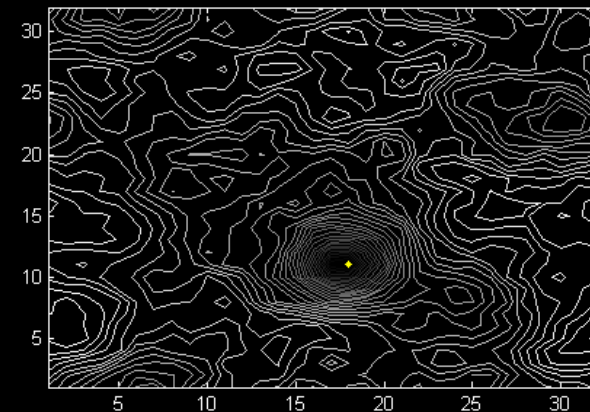
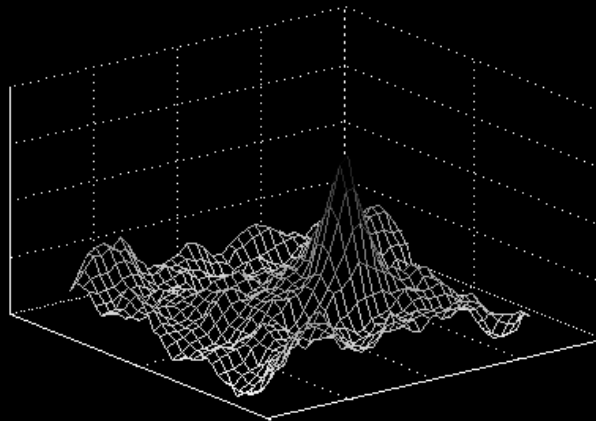
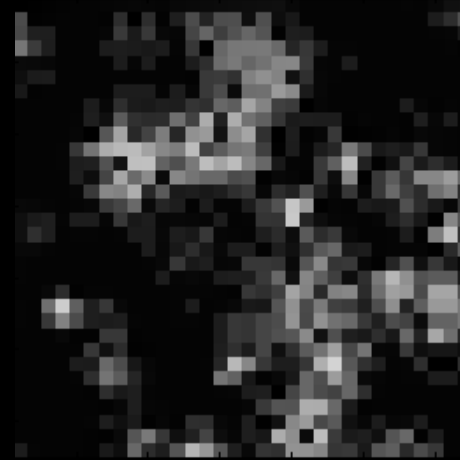
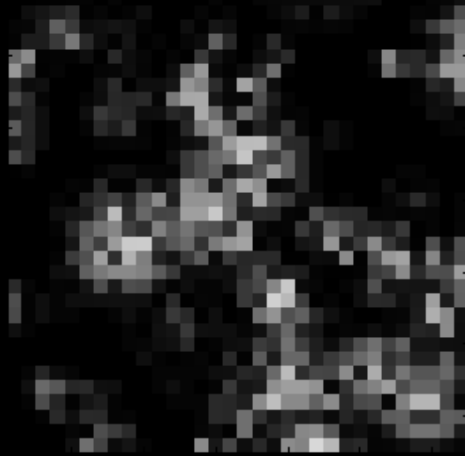
La función de Correlación cruzada se define como

$$C(\mathbf{s}) = \int_{IA} I_1(\mathbf{X}) I_2(\mathbf{X} + \mathbf{s}) d\mathbf{X}$$

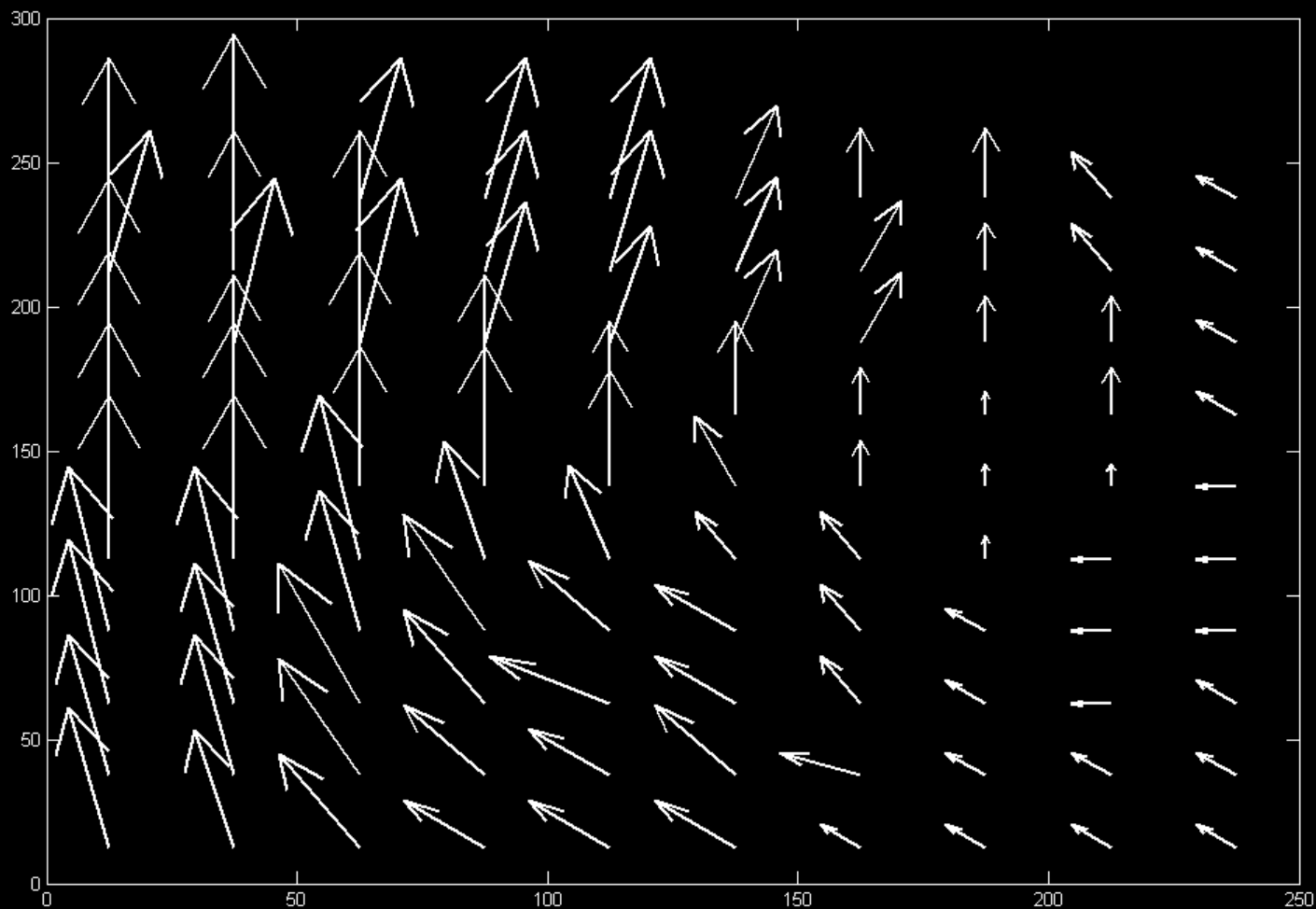
Hay un teorema que no permite evaluar la integral anterior fácilmente

$$C(\mathbf{s}) = \mathcal{F}^{-1} \{ \mathcal{F} \{ I_1(\mathbf{X}) \} \mathcal{F} \{ I_2(\mathbf{X}) \} \}$$

Correlación-Cruzada



Mapa de velocidad

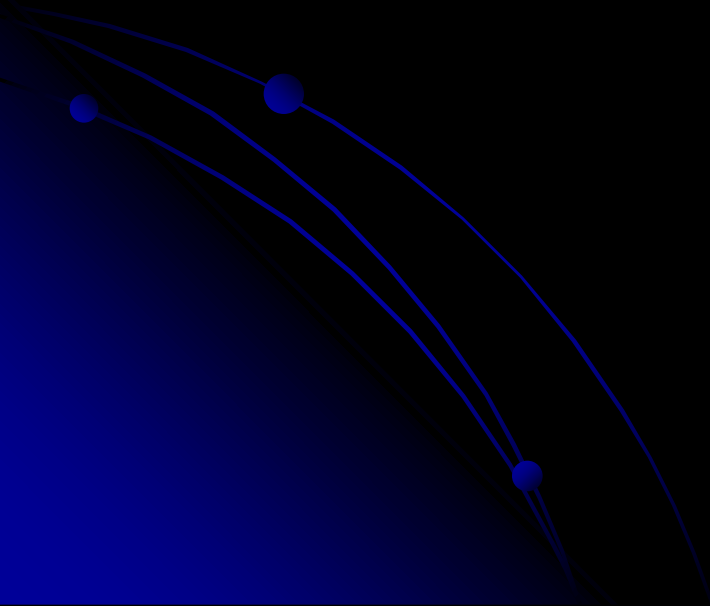


Algunos resultados

Análisis de flujo de aire en un refrigerador (mabe)

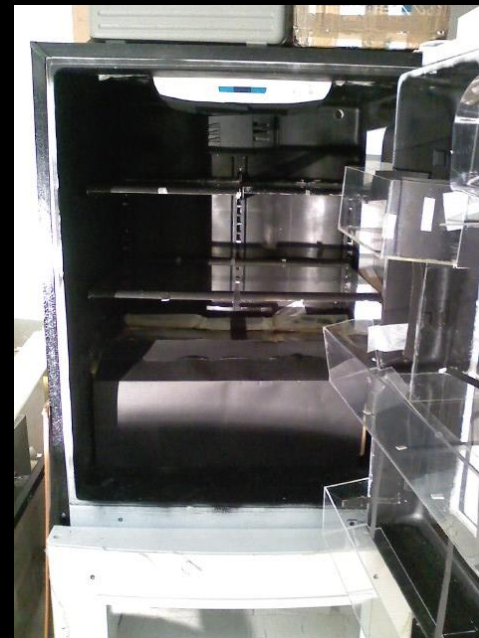
Objetivo:

Analizar mediante métodos ópticos el flujo de aire en las diferentes secciones de un refrigerador *Bottom Mount* bajo diferentes condiciones de enfriamiento.



Algunos resultados

Análisis de flujo de aire en un refrigerador



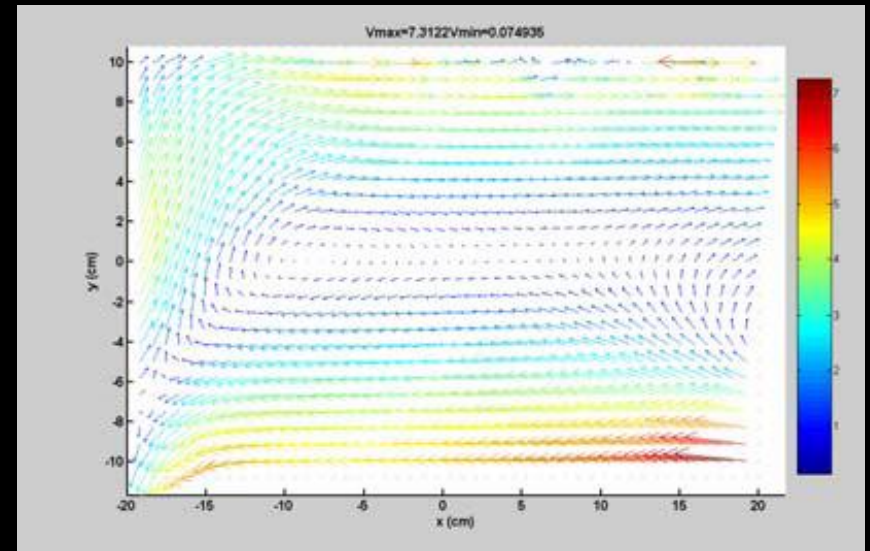
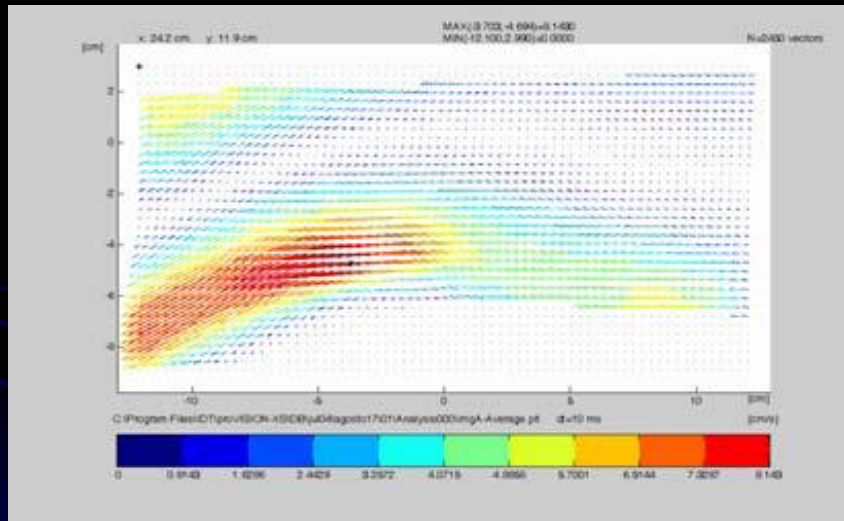
Algunos resultados

Análisis de flujo de aire en un refrigerador (en el proceso de resultados)

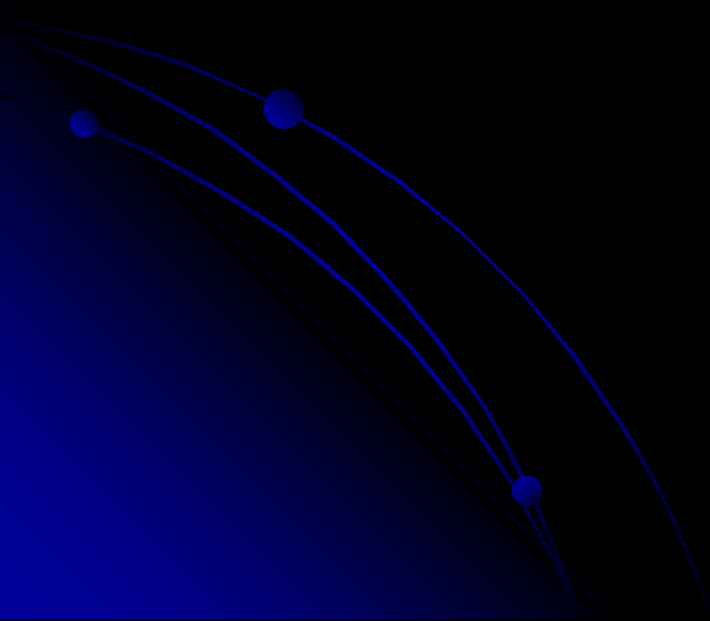


Análisis de flujo de aire en un refrigerador

Mapa de velocidades



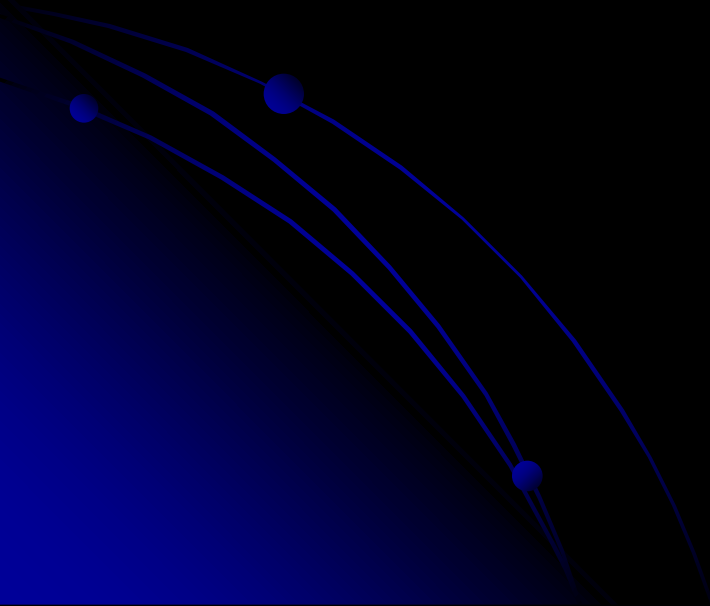
Análisis de flujo de aire en un refrigerador



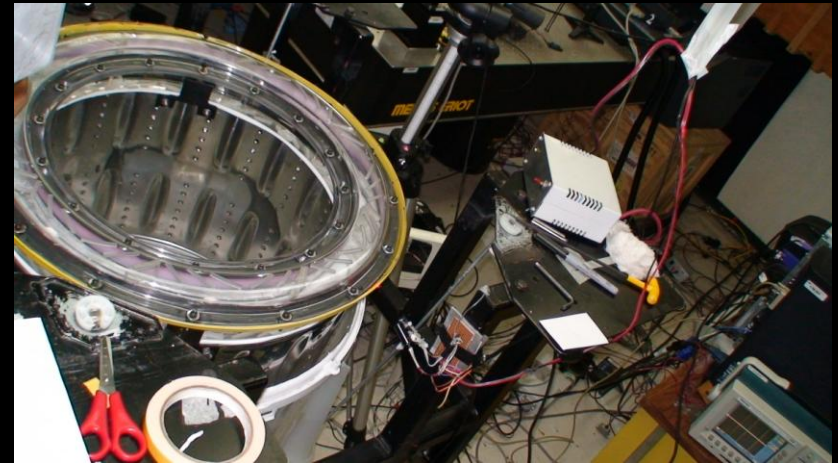
Análisis de velocimetría de un anillo de balance (mabe)

Objetivo:

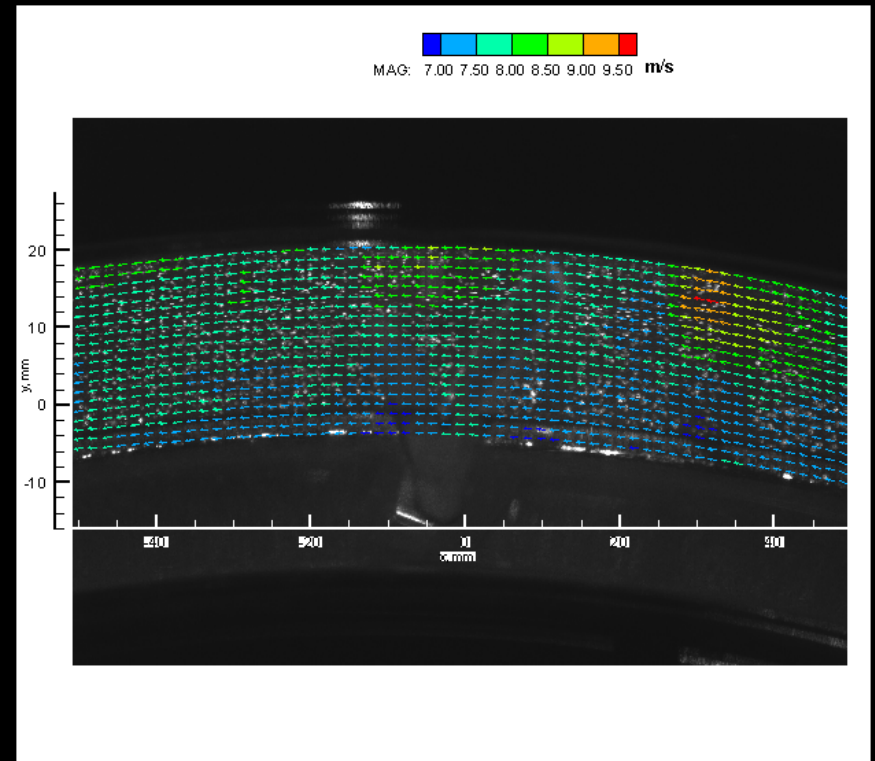
Analizar el flujo de agua dentro del anillo de balance durante el ciclo de secado en una lavadora, a diferentes velocidades de revolución y diferentes condiciones de carga.



Análisis de velocimetría de un anillo de balance



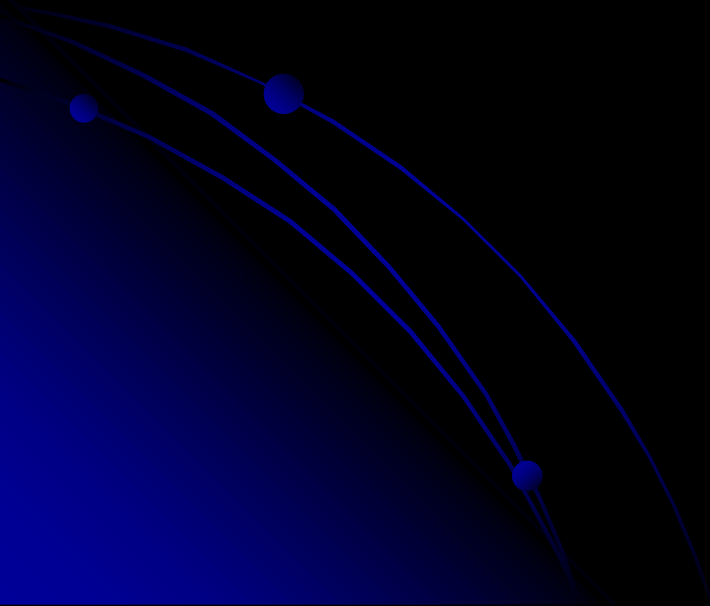
Análisis de velocimetría de un anillo de balance



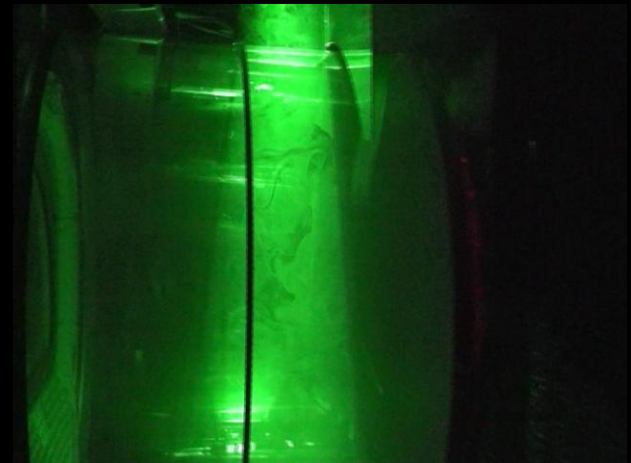
Visualización de flujo de aire en una secadora

Objetivo:

Visualizar mediante métodos ópticos el flujo de aire caliente en las diferentes secciones internas de una secadora, principalmente tipo eléctrico.



Visualización de flujo de aire en una secadora



Gracias por su atención!

