

PROYECTO FIN DE CARRERA

The seal of the University of Carlos III of Madrid is a circular emblem. It features a purple outer ring with the text 'UNIVERSIDAD : CARLOS III' in yellow. Inside the ring is a shield with a yellow cross and a blue field. Below the shield, the Latin motto 'SACRA RES' is written in blue. The seal is partially obscured by the main title text.

**THERMAL REGULATION
OF EXPERIMENTAL TURBULENCE FACILITY**

**Autor: Sergio Mesa García
Titulación: Ingeniería Industrial
Director: Armann Gylfason
Institución: Reykjavik University, Iceland
Coordinador Académico: Esmeralda Giraldo
Cotutor en UCIIM: Cristina Castejón
Fecha de lectura: Abril 2009
Calificación obtenida: Notable
Curso académico 2008-2009**

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....pág. 3

ESTRUCTURA – ENSAMBLAJE pág. 4

ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL ROTOR pág. 5

CONTROL DE LA TEMPERATURA pág. 10

CONCLUSION pág. 13

INTRODUCCIÓN

El proyecto final de carrera que se presenta se basa en el trabajo de investigación en colaboración con el departamento de Ingeniería de la universidad de Reykjavik en Islandia “Reykjavik University” el cual está desarrollando un proyecto de investigación para estudiar el comportamiento de diferentes partículas sumergidas en un fluido limpio, el cual es sometido a movimientos turbulentos variables.

La estructura y funcionamiento del sistema se basa en tanque compuesto por un chasis metálico, ventanas de plástico y 3 salidas para la apertura y labores de montaje y mantenimiento. Las turbulencias son producidas por el movimiento rotatorio de 8 rotores interiores accionados por sus correspondientes motores.

Una vez se consiga terminar el trabajo y la estructura, se procederá al llenado del tanque con el fluido, y gracias a las turbulencias creadas se visualizará el movimiento descrito por esas partículas gracias a un sistema exterior de láser- pantalla que permitirá leer las trayectorias y comportamiento de éstas.

Las labores desempeñadas para el presente proyecto serán algunas de las múltiples tareas que aún faltan por estudiar, mejorar o montar.

En primer lugar, se ha trabajado en el montaje y ensamblaje de la estructura, en colaboración con el resto del personal trabajando en el proyecto de investigación que se encontraba en el taller, donde estaba ubicada la estructura.

Se ha llevado a cabo un estudio fluido dimensional a través de una simulación del contacto del rotor en movimiento rotatorio con el fluido, para poder sacar distintas propiedades físicas que eran necesarias para el desarrollo del trabajo de investigación.

Finalmente, se ha desarrollado un sistema de refrigeración para el fluido alojado en el interior de la estructura, que permita renovar el fluido, con lo cual refrigerar, en caso de que éste haya superado una temperatura a determinar. Con lo cual, a través de un lenguaje de programación en la computadora unida a sensores de temperatura adheridos a la estructura, una vez la temperatura exceda los valores límite, el sistema mandará una señal de salida que permitirá abrir una válvula por un lado el escape de parte del fluido interior y por otro la entrada de nuevo fluido, con la que la temperatura se estabilizará hasta conseguir valores deseados, próximos a los iniciales. Una vez alcanzado esto, el sistema cerrará la válvula y se mantendrá el fluido listo para nuevas operaciones de funcionamiento.

ESTRUCTURA – ENSAMBLAJE

En cuanto a la apariencia exterior del tanque en el cual se va a realizar el experimento de investigación, éste cuenta con un depósito para el alojamiento del fluido cerrado herméticamente por las tres caras con las que cuenta para la apertura, y en el que están alojados 8 rotores en el interior, los cuales serán los encargados de crear las turbulencias, y que serán movidos por 8 correspondientes motores que, unidos eléctricamente a un computador y dirigidos por un lenguaje de programación que coordinará el movimiento de todos ellos, proporcionarán el movimiento rotatorio del sólido.



Imagen 1: Estructura del tanque. Vista exterior.

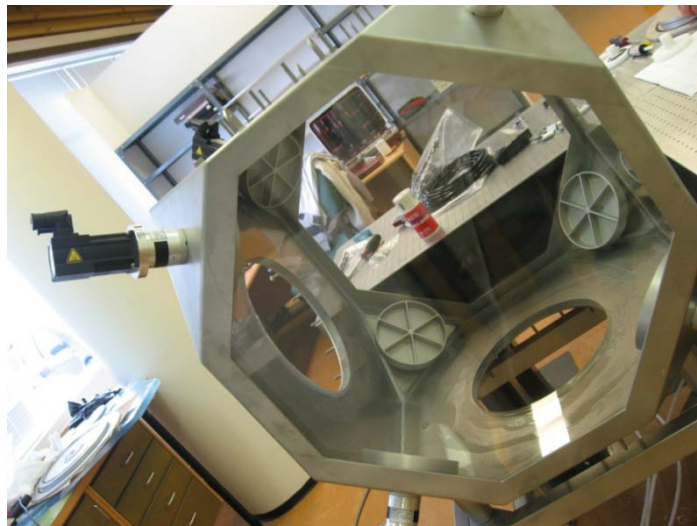


Imagen 2: Estructura del tanque. Vista interior

La labor durante la duración del proyecto ha sido, a medida que iba siendo necesario, el montaje y ensamblaje de los distintos elementos, tanto mecánicos como eléctricos, al chasis de la estructura del tanque.

ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS DEL ROTOR

Tal y como se ha citado en el apartado anterior, el rotor, a través de sus seis aspas regularmente distribuidas, proporciona, gracias al motor adherido a él, el movimiento rotatorio que, debido al contacto del rotor con el fluido, generará turbulencias en dicho fluido con el correspondiente movimiento de las partículas sumergidas en él.

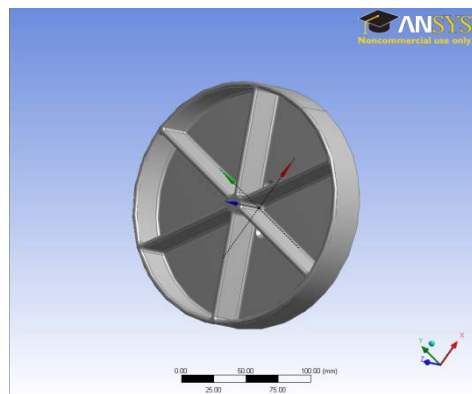
La labor encomendada en este proyecto era estudiar las propiedades físicas de este fenómeno, así como la fuerza y el momento producido por el contacto entre el sólido en movimiento giratorio y el fluido inicialmente estático, con el fin de calcular las fuerzas perdidas, el desgaste, la fricción o la resistencia al movimiento producido.



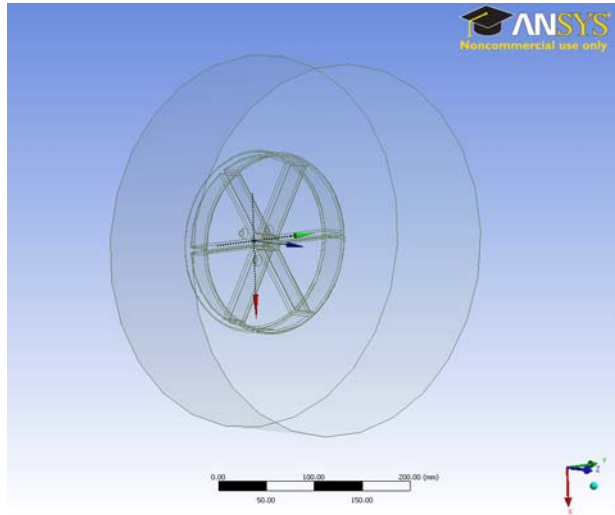
Para ello se ha debido hacer un análisis fluido dimensional que a través de la simulación del trabajo presente y de la iteración de numerosos casos permitiera obtener los datos deseados.

El programa utilizado ha sido el ANSYS y los pasos seguidos han sido los siguientes:

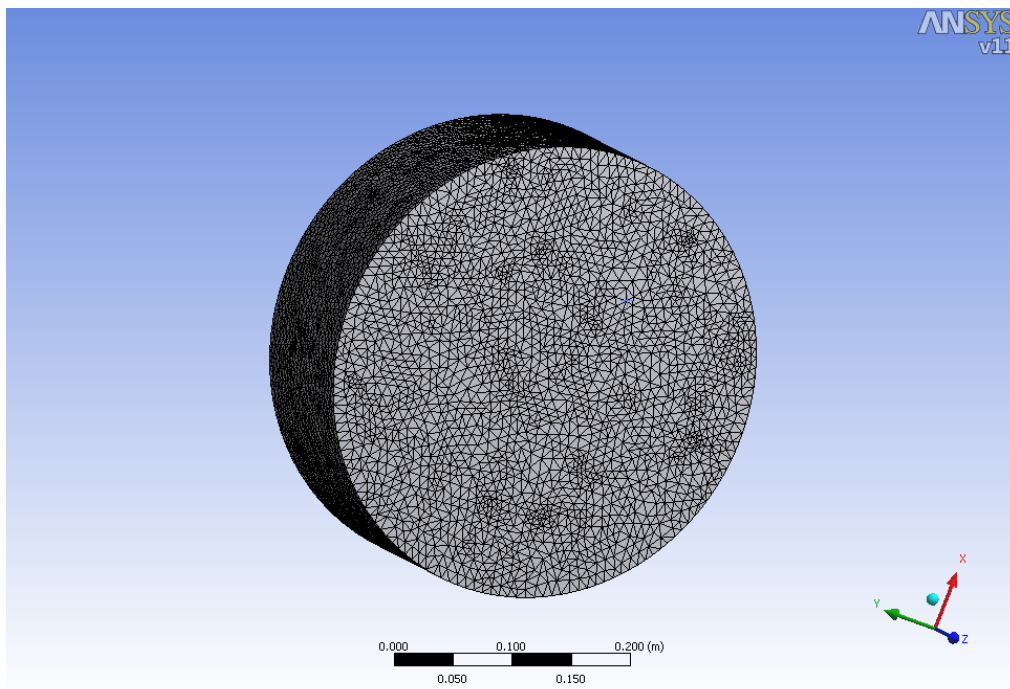
1. Importamos el modelo del rotor al programa con el objetivo de su estudio.



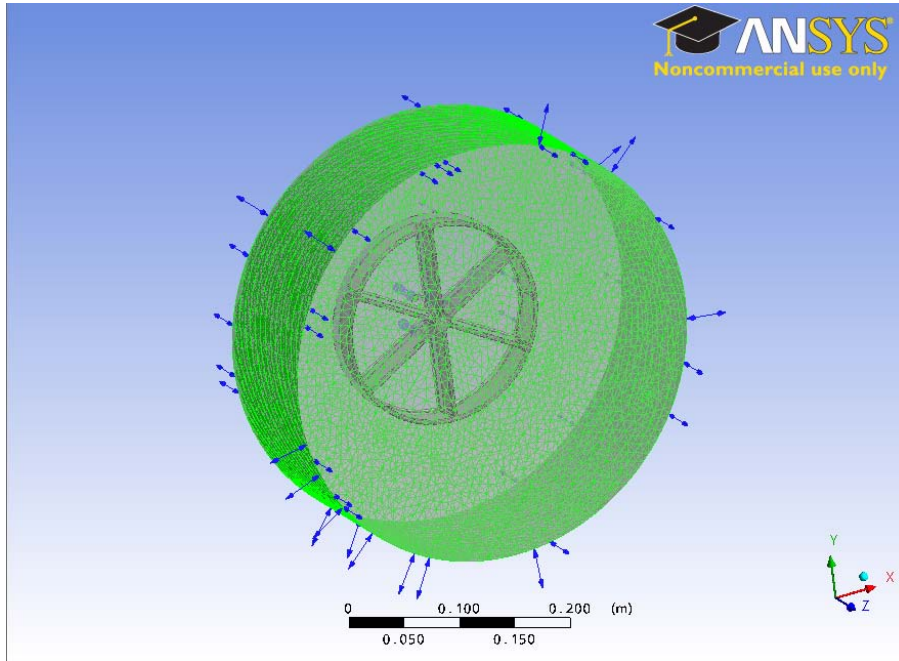
2. Creamos un entorno alrededor del rotor en el cual simularemos las proximidades del rotor donde ubicaremos el fluido.



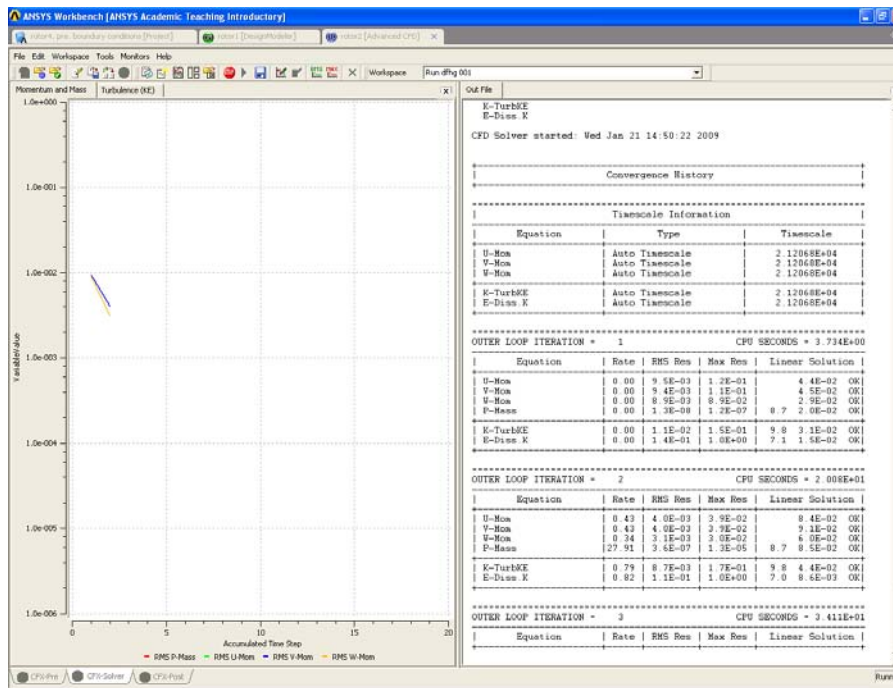
3. Crearemos un desorden descomponiendo el área de estudio según elementos finitos



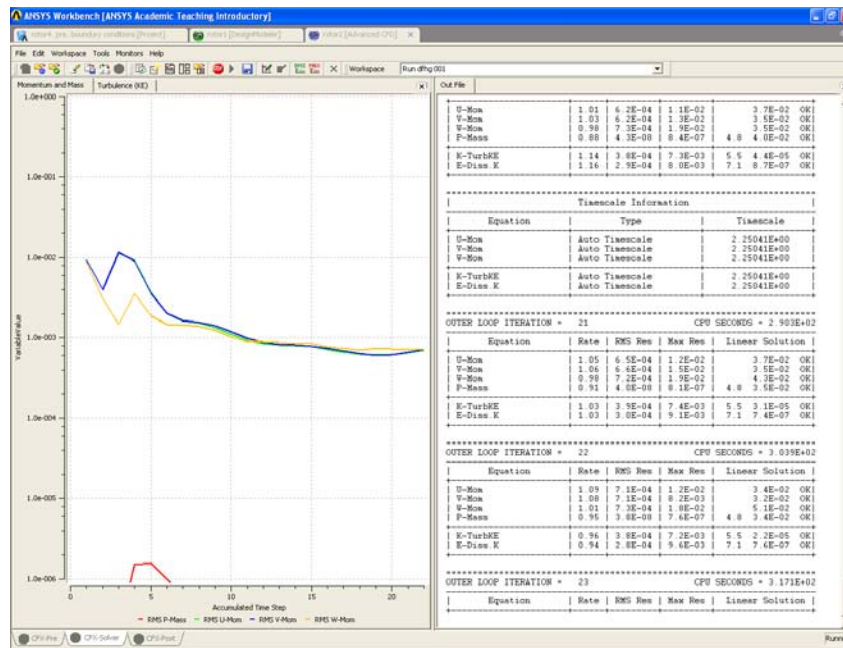
- Impondremos los esfuerzos correspondientes, esto es, de movimiento rotacional para el sólido y estático para el fluido circundante.



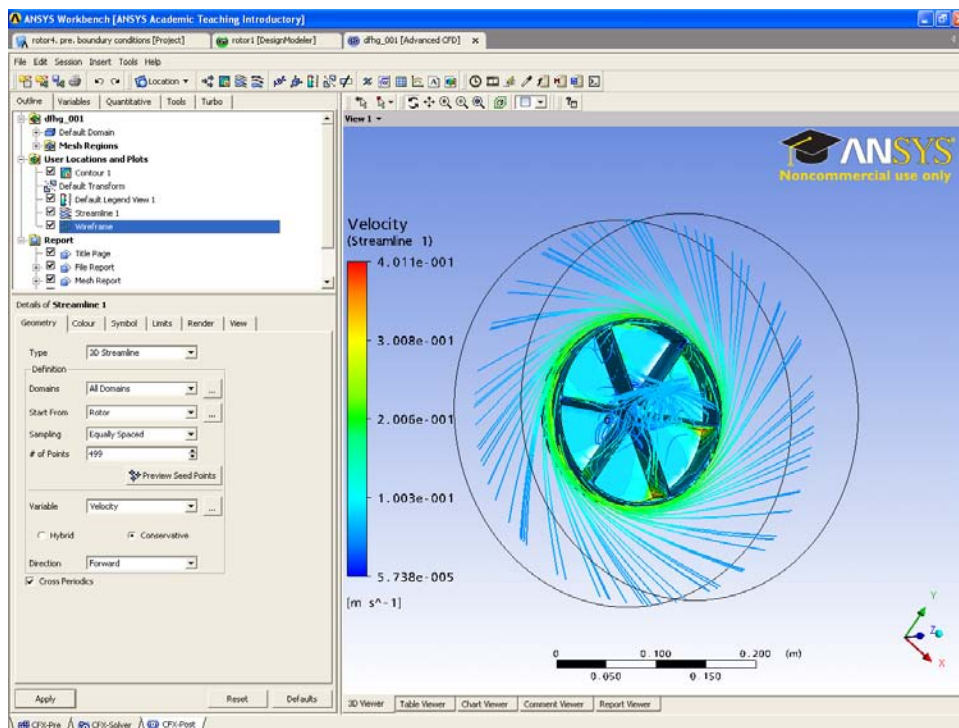
- Comenzamos a iterar la simulación.

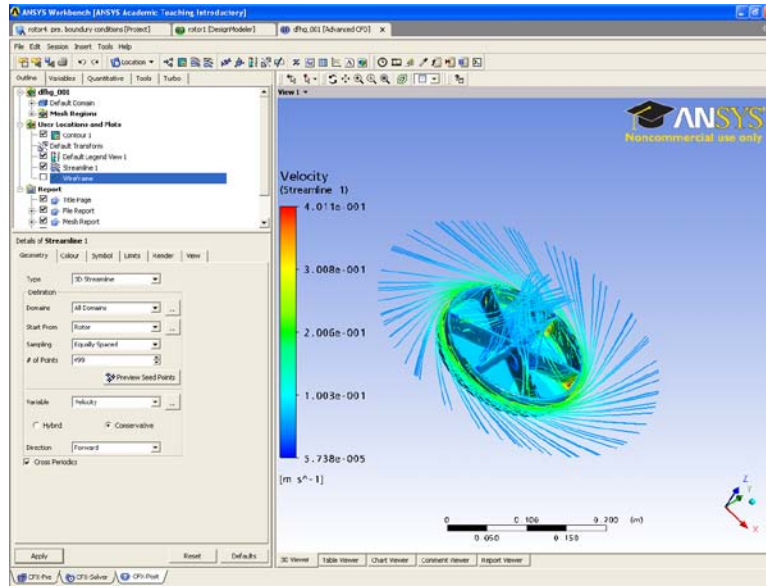


6. Paramos cuando el método de iteraciones para el análisis fluido dimensional converja.



7. Obtenemos el resultado del Análisis donde podremos estudiar distintos parámetros tales como la velocidad del fluido o la temperatura en distintas zonas del rotor.





8. Obtenemos los parámetros físicos que nos eran requeridos y volvemos a repetir el análisis para distintas temperaturas del rotor. Por ejemplo, para V igual a 10 y 150 rad/s:

4. Solution Report

Table 5. Boundary Flows for rotor2

Location	Type	Mass Flow	Momentum		
			X	Y	Z
Liquid	Boundary	-8.3795e-03	1.3286e-04	1.3602e-04	-2.7494e+03
Rotor	Boundary	0.0000e+00	-1.4755e-04	-5.0485e-05	2.7494e+03

Table 6. Forces and Torques for rotor2

Location	Type	X	Y	Z
Rotor	Pressure Force	2.4623e-04	4.9096e-04	-2.7494e+03
	Viscous Force	-2.2793e-04	-5.0063e-04	3.3703e-03
	Total Force	1.8300e-05	-9.6700e-06	-2.7494e+03
	Pressure Torque	-5.7675e-05	-3.1719e-04	7.6873e-03
	Viscous Torque	1.7363e-05	-7.5330e-06	-1.3771e-02
	Total Torque	-4.0312e-05	-3.2472e-04	-6.0837e-03

Table 5. Boundary Flows for rotor82_001

Location	Type	Mass Flow	Momentum		
			X	Y	Z
liquid	Boundary	-3.0458e-04	-4.3212e-05	9.0050e-06	-2.7559e+03
rotor	Boundary	0.0000e+00	2.3331e-04	6.5338e-05	2.7559e+03

Table 6. Forces and Torques for rotor82_001

Location	Type	X	Y	Z
rotor	Pressure Force	-6.8143e-05	-3.5755e-05	-2.7559e+03
	Viscous Force	-1.4495e-04	-6.7700e-05	8.9007e-04
	Total Force	-2.1309e-04	-1.0346e-04	-2.7559e+03
	Pressure Torque	4.2037e-05	-5.6704e-04	2.0707e-03
	Viscous Torque	5.8169e-06	-3.0131e-06	-3.7749e-03
	Total Torque	4.7854e-05	-5.7005e-04	-1.7042e-03

CONTROL DE LA TEMPERATURA

Para la correcta refrigeración del fluido alojado en el tanque nos basamos en un sistema compuesto por dos sensores sensibles a la temperatura que mandarán una señal eléctrica a la computadora, la cual se encargará de procesarlo y mandar las órdenes correspondientes en caso de que sea necesario.

Los sensores utilizados son Pt 100 samey 66RYS05, que corresponde con el mostrado en la figura 3 y que trabaja con temperaturas entre -60 y 150 °C.

El funcionamiento del sensor radica en la recepción de la temperatura y el envío de una señal en forma de intensidad, con un rango de 4 a 20 mA, según la relación mostrada en la tabla 1.

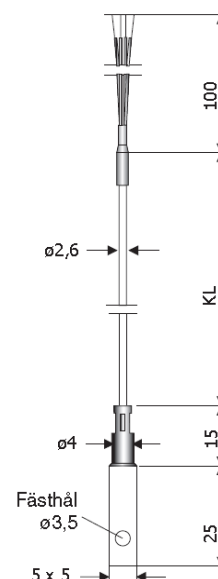


Ilustración 1: Sensor Pt 100 Samey

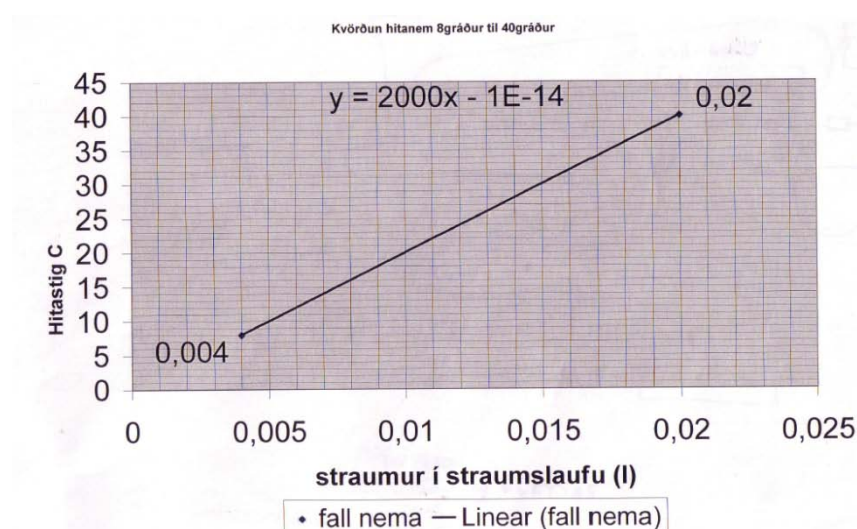


Tabla 1: Temperatura (°C) Vs Intensidad (A)

La señal de intensidad del sensor es recibida por un Diferencial USB – 6009 que transforma dicha señal de Intensidad en Voltaje, que será el que posteriormente sea leído en la computadora y procesado a través de un lenguaje de programación.

La labor encomendada en el presente proyecto era la de diseñar un sistema de programación capaz de procesar esa señal y convertirla en temperatura, para posteriormente poder tratarla, registrarla, compararla y mandar las ordenes de salida en caso de que sea necesario, que en el presente trabajo será abrir una válvula capaz de hacer pasar nuevo fluido y refrigerar el sistema, a partir de que éste supere una temperatura superior a la deseada, la cual podremos introducir personalmente según las especificaciones requeridas en el momento

El programa utilizado es el Lab-View, y tanto el diagrama de bloques como la apariencia exterior del diseño son presentados en las siguientes ilustraciones:



number of samples per channel

50

rate

100,00

samples per channel

1

stop

STOP

Thermometer 1



SENSOR 1

Voltage 1

0

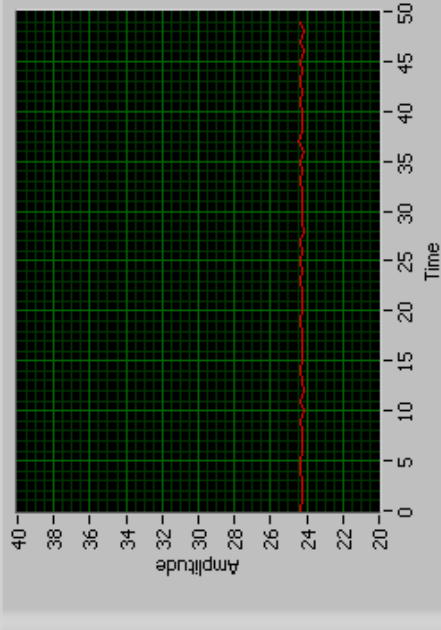
1,21548

Temperature 1

0

24,3096

Temperature 1



Thermometer 2



SENSOR 2

Voltage 2

0

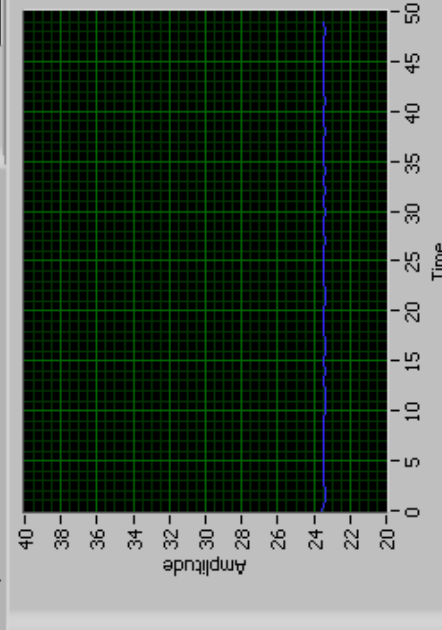
1,1781

Temperature 2

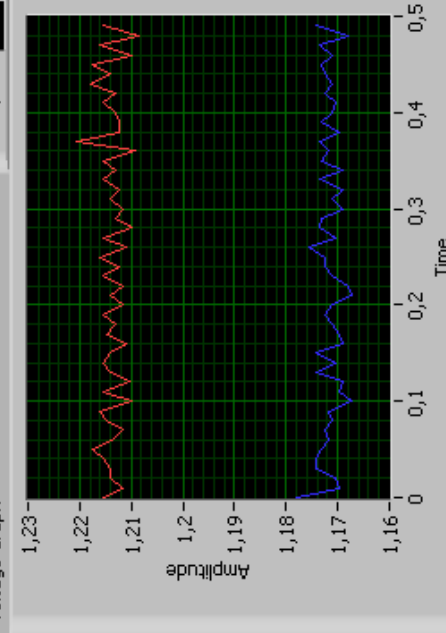
0

23,562

Temperature 2



Voltage Graph

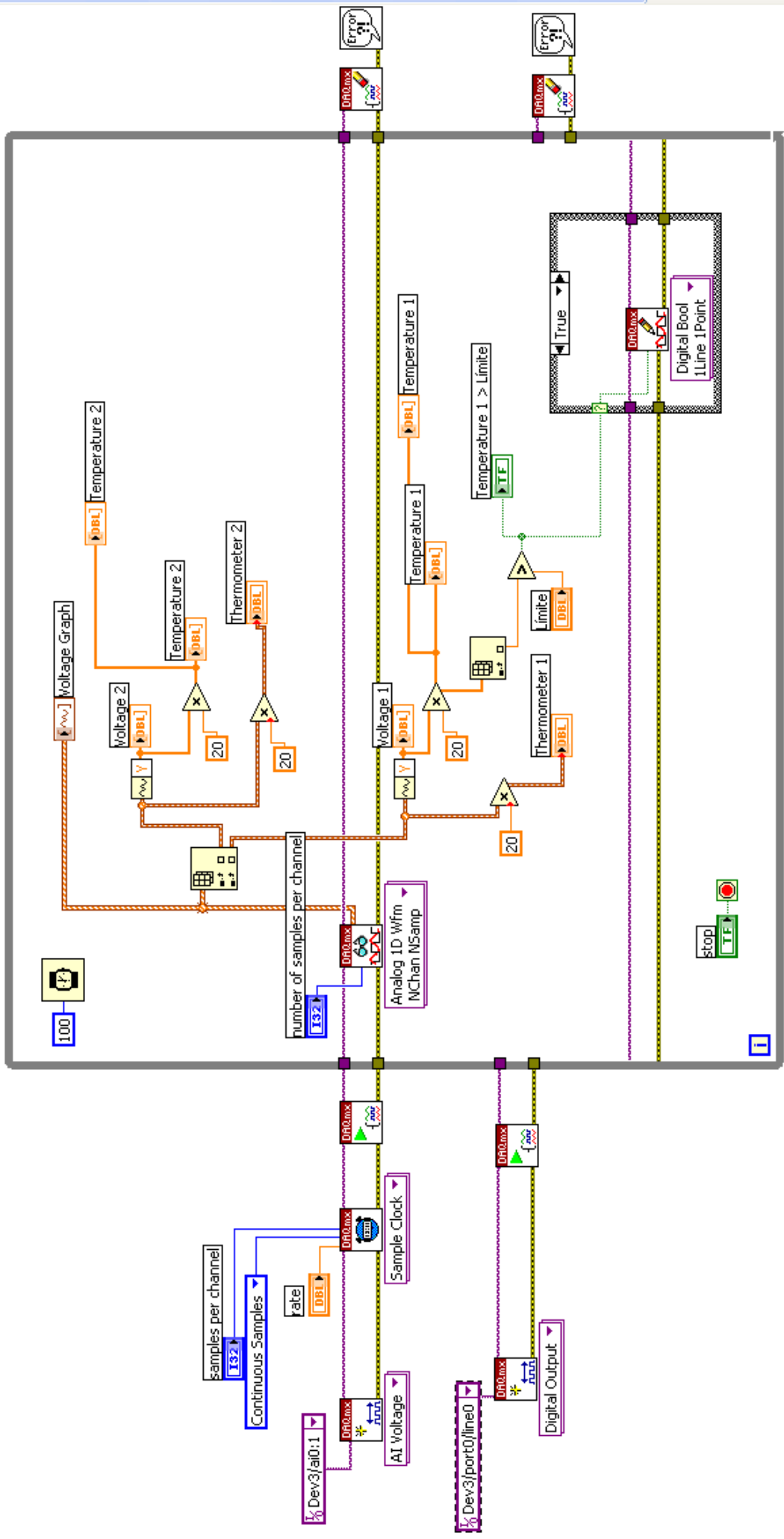


Límite

35

Temperature 1 > Límite





CONCLUSION

Los resultados del trabajo realizado aún no han sido probados debido a que el trabajo de investigación aún no ha sido finalizado, debido a diversos problemas derivados del escape del fluido al no ser suficientemente hermética la estructura, lo que ha llevado a un nuevo diseño del chasis y replanteo de nuevos proyectos.

No obstante, por un lado, los resultados y parámetros físicos obtenidos en el análisis dimensional han sido comparados con los teóricos con resultados positivos, y en cuanto al sistema de refrigeración, ha sido probado aisladamente de manera satisfactoria.

A pesar de que aún queda mucho trabajo y tiempo por dedicar a la presente investigación, se espera poder terminar a lo largo de este año todo el trabajo previsto y una vez finalizado sacar resultados y conclusiones positivas y útiles.

Una vez pueda ser finalizado, se comenzará a estudiar el comportamiento de distintas partículas ante el movimiento turbulento de distintas frecuencias e intensidades, y sacar resultados satisfactorios que puedan ser usados en un futuro para infinidad de aplicaciones, tales como el comportamiento de impurezas sumergidas en tanques de gasolina en vehículos.