

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO



UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

VERANO DE LA CIENCIA 2024

Manual de Simulación de Enfriamiento de un Tren de Baterías en Fluent

Energy Research Group

ASESOR:

José Luis Luviano Ortiz

Campus Irapuato-Salamanca, Salamanca Guanajuato

Junio de 2024

Objetivo

El objetivo de este manual es guiar a los usuarios a través del proceso de configuración y ejecución de una simulación en Fluent para analizar el enfriamiento de un tren de baterías. Proporciona instrucciones claras y detalladas sobre cómo definir modelos, asignar materiales, establecer condiciones de frontera, ejecutar la simulación y visualizar los resultados, con el fin de optimizar la gestión térmica y asegurar el rendimiento y seguridad de las baterías.

Destinatarios

Este manual está dirigido a estudiantes del área de termofluidos que tienen una comprensión básica de la dinámica de fluidos computacional (CFD) y están interesados en aplicar estos conocimientos para simular y analizar la gestión térmica de sistemas de baterías utilizando Fluent.

Contenido

- **Introducción**
- **Configuración Inicial en Workbench y Fluent**
- **Importar y Revisar la Malla en Fluent**
- **Configuración de Modelos y Materiales en Fluent**
- **Asignación de Propiedades y Condiciones de Frontera**
- **Configuración de Solución e Inicialización**
- **Visualización de Resultados y Guardado**

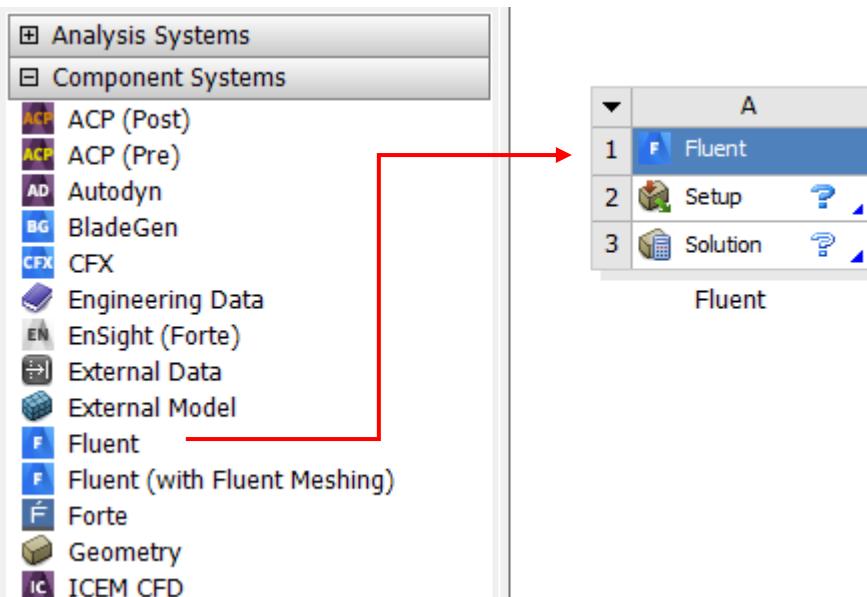
Manual de Análisis y Simulación de Enfriamiento de Tren de Baterías para Automóviles Eléctricos

Introducción

A lo largo de este manual, se presentarán los pasos necesarios para configurar los parámetros del modelo, definir las condiciones de contorno, seleccionar los modelos físicos apropiados, y llevar a cabo el proceso de resolución. Este enfoque permitirá a los usuarios adquirir una comprensión sólida del procedimiento de simulación y aplicar estos conocimientos a estudios de caso específicos o proyectos de investigación relacionados con la gestión térmica de baterías.

Configuración Inicial en Workbench y Fluent

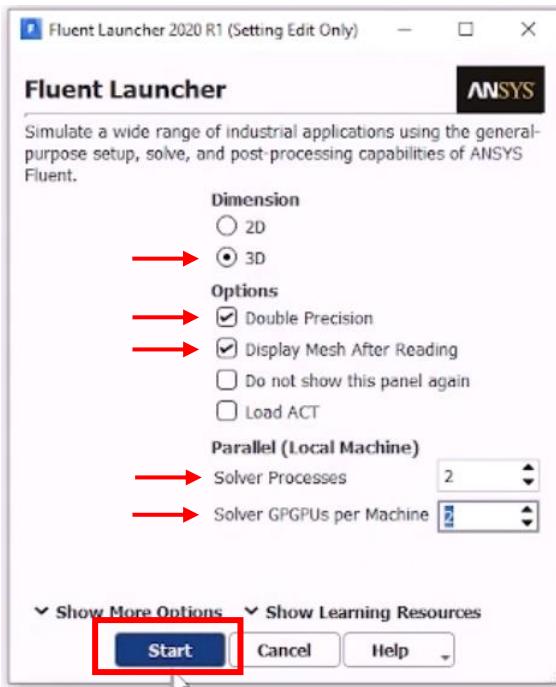
1. Abrir ANSYS Workbench: Inicia ANSYS Workbench desde tu equipo.
2. Añadir Fluent al Espacio de Trabajo: En el proyecto de Workbench, arrastra el módulo de Fluent al espacio de trabajo.



3. Abrir el Setup de Fluent: Haz doble clic en el icono de Fluent para abrir la configuración inicial.
 - a. Selecciona 3D para definir la dimensión de la simulación.
 - b. Marca la opción Double Precision para aumentar la precisión de los cálculos.
 - c. Activa la opción Display Mesh After Reading para visualizar la malla después de cargarla.

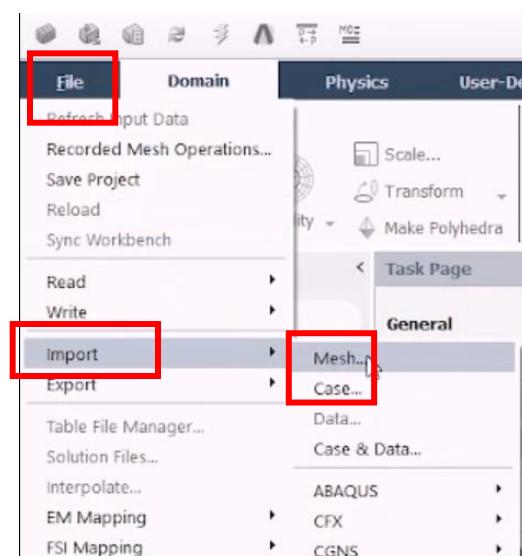
- d. Configura Solver Processes en 2 (este valor puede variar dependiendo del número de núcleos de tu equipo).
- e. Configura Solver GPUs Per Machine en 2 (este valor puede variar dependiendo de la disponibilidad de GPUs en tu equipo).
- f. Selecciona Start

Nota: Los valores para Solver Processes y Solver GPUs Per Machine deben ajustarse según las capacidades del hardware del equipo en el que se esté trabajando.



Importar y Revisar la Malla en Fluent

1. Importar la Malla
 - a. En Fluent, ve a Files > Import > Mesh.
 - b. Selecciona el archivo de malla que se va a utilizar y cárgalo en el programa.

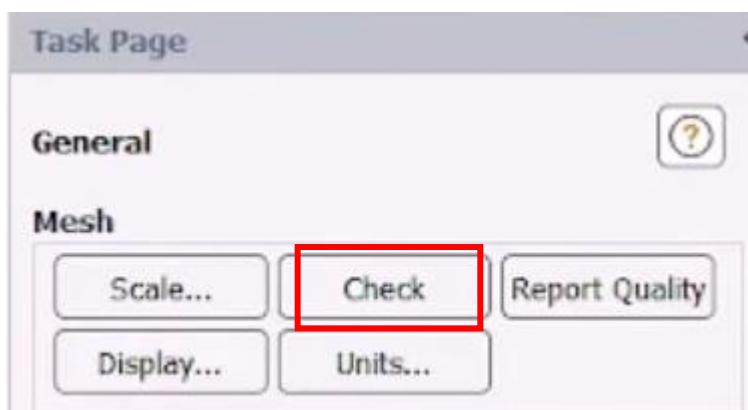


2. Revisar la Malla

Una vez importada la malla, es importante verificar su integridad y calidad para asegurar una simulación precisa.

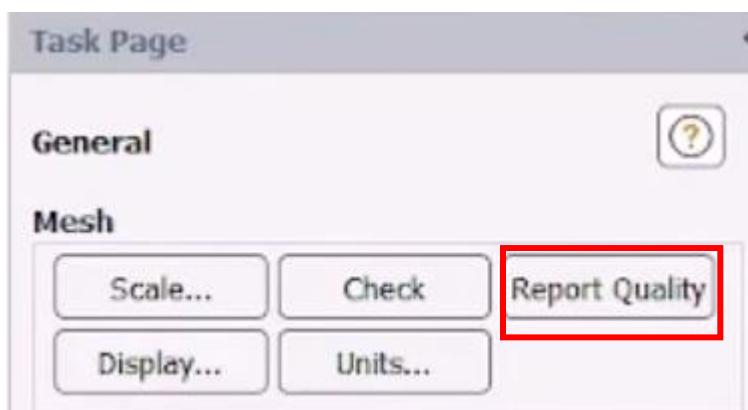
a. Opción Check

- i. Ve a Mesh > Check
- ii. Esta opción realiza una verificación básica de la malla para identificar problemas comunes, como elementos degenerados o negativos, que pueden afectar la estabilidad y precisión de la simulación.
- iii. Es crucial realizar esta verificación para asegurarse de que la malla sea adecuada para el cálculo y no presente errores graves que puedan interrumpir el proceso de simulación.



b. Report Quality

- i. Ve a Mesh > Report Quality.
- ii. Esta opción genera un informe detallado sobre la calidad de la malla, evaluando aspectos como la ortogonalidad, el skewness y el aspect ratio de los elementos.
- iii. Revisar la calidad de la malla es esencial para garantizar que los elementos cumplan con los estándares requeridos, lo que se traduce en resultados más confiables y precisos. Una malla de alta calidad minimiza los errores numéricos y mejora la convergencia del solver.

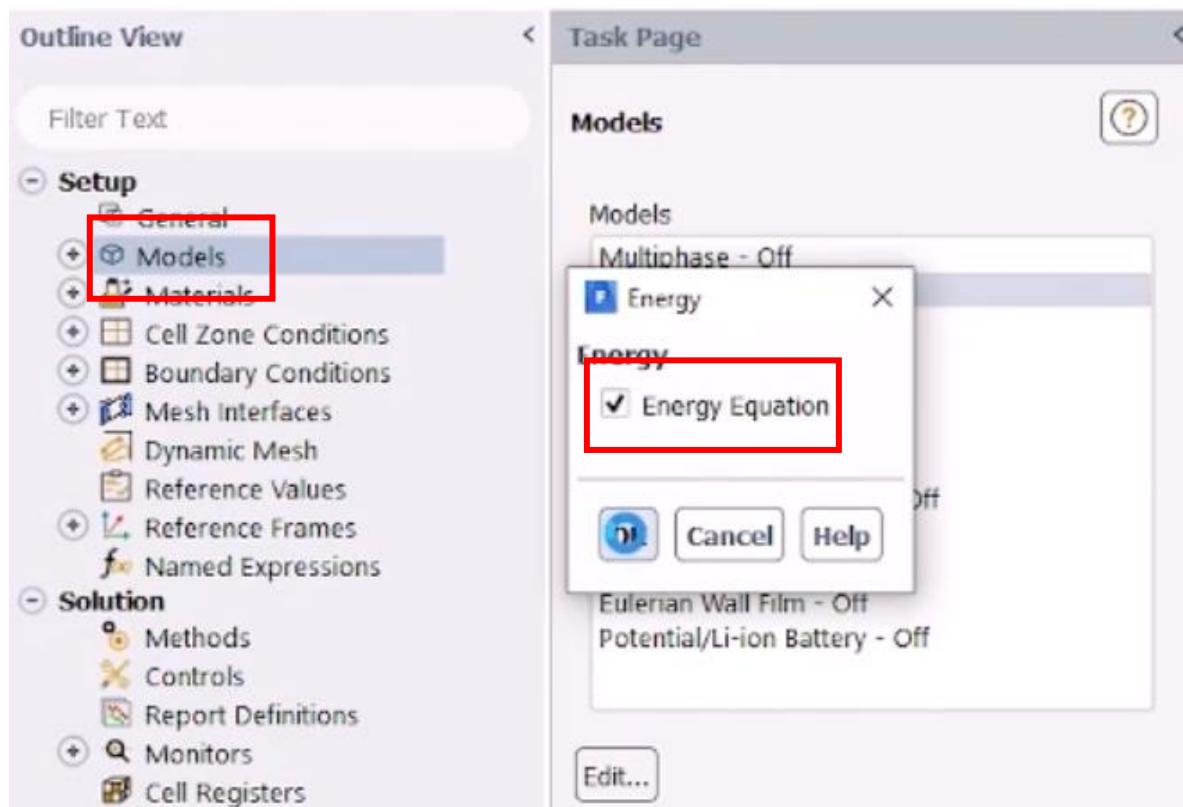


Una vez completados estos pasos y verificada la malla, puedes proceder al siguiente paso de la configuración y simulación.

Configuración de Modelos y Materiales en Fluent

1. Configuración de Modelos

- En el panel de configuración (Setup), ve a Models.
- Activa la opción Energy Equation marcando la casilla correspondiente.



c. En el modelo viscoso, selecciona k-epsilon y configura de la siguiente manera:

- Selecciona k-epsilon Model y elige Realizable.
- Deja el resto de las configuraciones por defecto.

The image shows two overlapping dialog boxes. The top dialog is titled 'Models' and lists various physical models: Multiphase - Off, Energy - On, Viscous - SST k-omega (highlighted with a red box), Radiation - Off, Heat Exchanger - Off, Species - Off, and Discrete Phase - Off. The bottom dialog is titled 'Viscous Model' and contains configuration settings for the selected Viscous model. The 'Model' section lists several options, with 'k-epsilon (2 eqn)' selected (highlighted with a red box). The 'k-epsilon Model' section shows 'Realizable' selected (highlighted with a red box). The 'Model Constants' section includes fields for C2-Epsilon (1.9), TKE Prandtl Number (1), TDR Prandtl Number (1.2), Energy Prandtl Number (0.85), and Wall Prandtl Number (0.85). The 'User-Defined Functions' section shows 'Turbulent Viscosity' set to 'none'. The 'Prandtl Numbers' section shows 'TKE Prandtl Number', 'TDR Prandtl Number', 'Energy Prandtl Number', and 'Wall Prandtl Number' all set to 'none'.

Models

- Multiphase - Off
- Energy - On
- Viscous - SST k-omega**
- Radiation - Off
- Heat Exchanger - Off
- Species - Off
- Discrete Phase - Off

Viscous Model

Model

- Inviscid
- Laminar
- Spalart-Allmaras (1 eqn)
- k-epsilon (2 eqn)**
- k-omega (2 eqn)
- Transition k-kl-omega (3 eqn)
- Transition SST (4 eqn)
- Reynolds Stress (7 eqn)
- Scale-Adaptive Simulation (SAS)
- Detached Eddy Simulation (DES)
- Large Eddy Simulation (LES)

k-epsilon Model

- Standard
- RMS
- Realizable**

Near-Wall Treatment

- Standard Wall Functions
- Scalable Wall Functions
- Non-Equilibrium Wall Functions
- Enhanced Wall Treatment
- Menter-Lechner
- User-Defined Wall Functions

Options

- Viscous Heating
- Curvature Correction
- Production Limiter

Model Constants

- C2-Epsilon: 1.9
- TKE Prandtl Number: 1
- TDR Prandtl Number: 1.2
- Energy Prandtl Number: 0.85
- Wall Prandtl Number: 0.85

User-Defined Functions

- Turbulent Viscosity: none

Prandtl Numbers

- TKE Prandtl Number: none
- TDR Prandtl Number: none
- Energy Prandtl Number: none
- Wall Prandtl Number: none

2. Configuración de Materiales

- a. Ve a la sección de Materials.
- b. Añadir Fluido (Agua):
 - i. Selecciona Fluid y añade uno nuevo.
 - ii. Desde la base de datos de Fluent, selecciona agua y haz clic en Copy para añadirlo a la lista de materiales del proyecto.

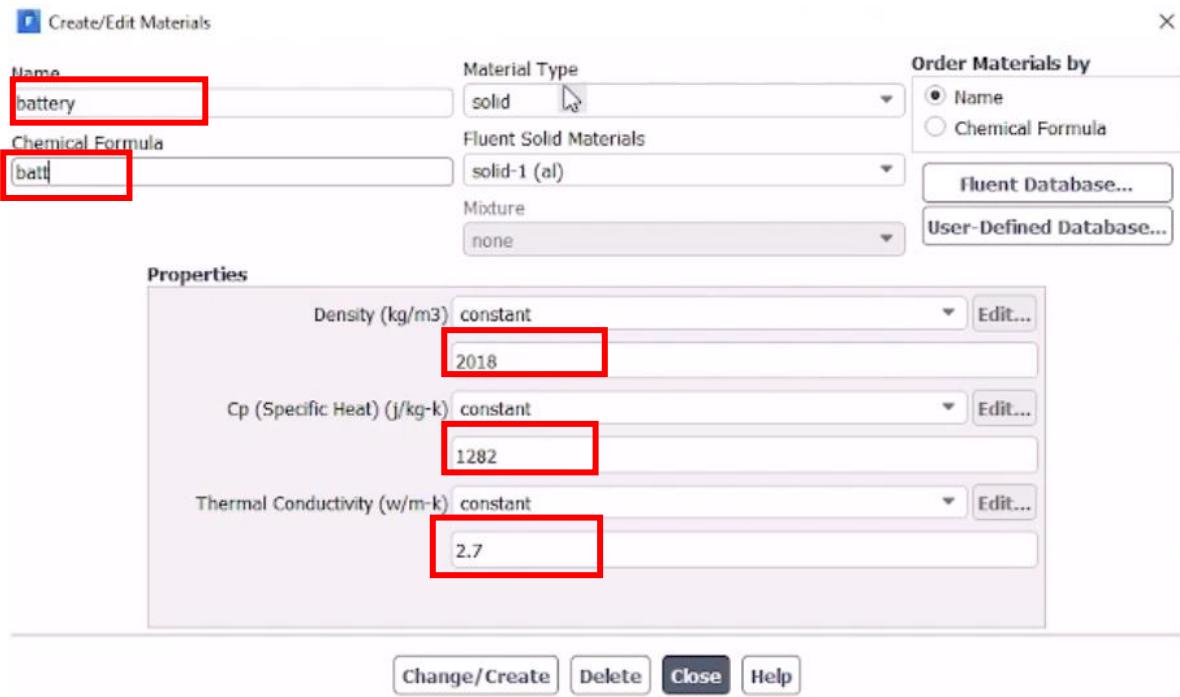
The screenshot shows the Fluent software interface with the 'Setup' tree on the left. The 'Materials' node is selected, and a context menu is open with the 'New...' option highlighted. To the right is a 'Materials' list window showing categories: Fluid, air, Solid, and aluminum. Below this is a 'Fluent Database Materials' window. The 'Material Type' dropdown is set to 'fluid'. The list of materials includes: vinyl-trichlorosilane (sicl3ch2ch), vinylidene-chloride (ch2cd2), water-liquid (h2o<1>), water-vapor (h2o), and wood-volatiles (wood_vol). The 'water-liquid (h2o<1>)' item is selected. At the bottom of the Fluent Database Materials window are 'Copy Materials from Case...' and 'Delete' buttons. The 'Properties' window at the bottom shows the following properties for the selected material:

Property	Value	Unit	View...
Density (kg/m ³)	998.2	kg/m ³	View...
Cp (Specific Heat) (J/kg-k)	4182	J/kg-k	View...
Thermal Conductivity (W/m-k)	0.6	W/m-k	View...
Viscosity (kg/m-s)	0.001003	kg/m-s	View...

At the bottom of the Fluent Database Materials window are 'New...', 'Edit...', 'Save', 'Copy', 'Close', and 'Help' buttons.

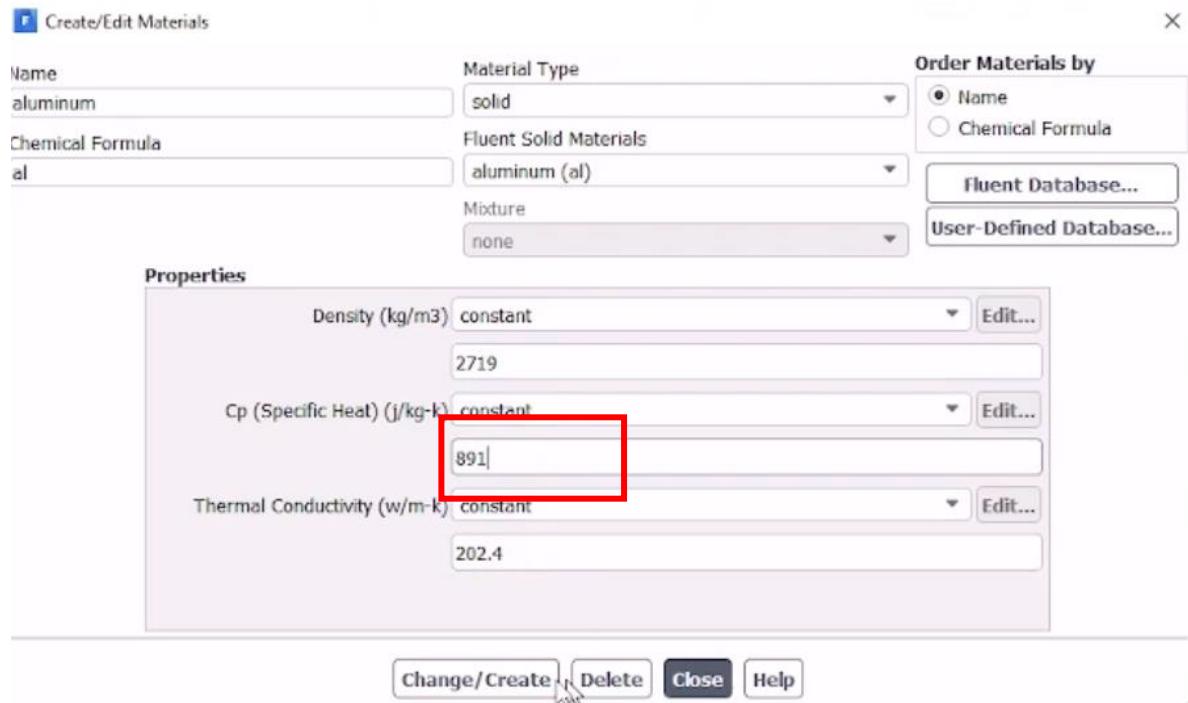
c. Añadir Material Personalizado (Batería):

- En Solid, añade un nuevo material.
- Configura las propiedades del material personalizado:
 - Nombre del material: Battery
 - Símbolo químico: batt
 - Densidad constante: 2018 kg/m³
 - Calor específico: 1282 J/kg-K
 - Conductividad térmica: 2.7 W/m-K
- Haz clic en Change/Create para guardar el material.



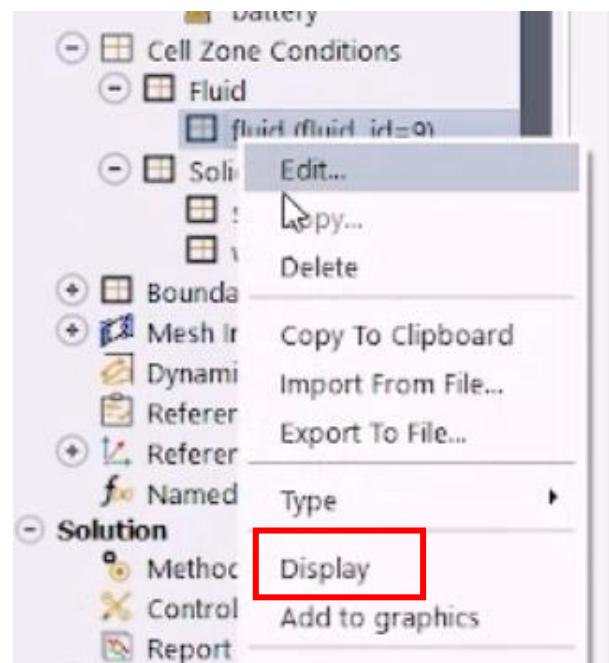
d. Modificar Propiedades del Aluminio:

- Selecciona Aluminum (ya definido en la base de datos).
- Modifica el calor específico a 891 J/kg-K.
- Guarda los cambios.



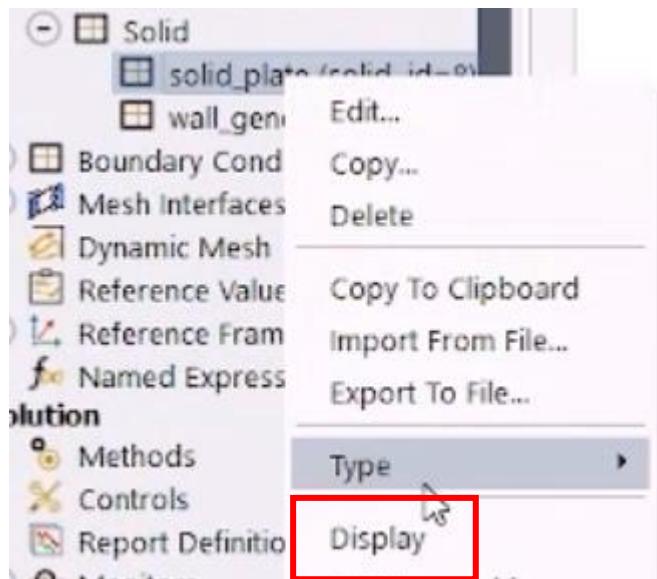
3. Verificación de Condiciones de Zona de Celda

- Ve a Cell Zone Conditions.
- Visualizar Fluido:
 - En la lista de Fluid, haz clic derecho y selecciona Display.
 - Esto te permitirá visualizar el fluido y asegurarte de que los cuerpos marcados como fluidos están correctamente definidos.

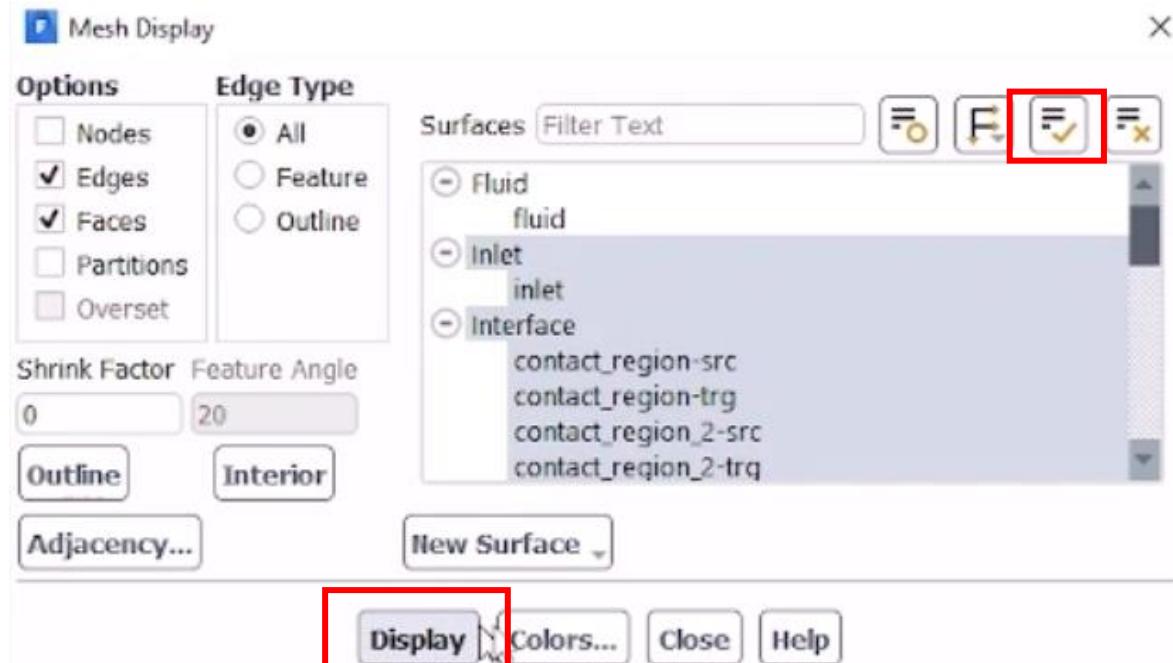


c. Visualizar Sólidos:

- Realiza el mismo procedimiento para los sólidos, asegurándote de que todos los cuerpos sólidos estén correctamente definidos según sus propiedades.

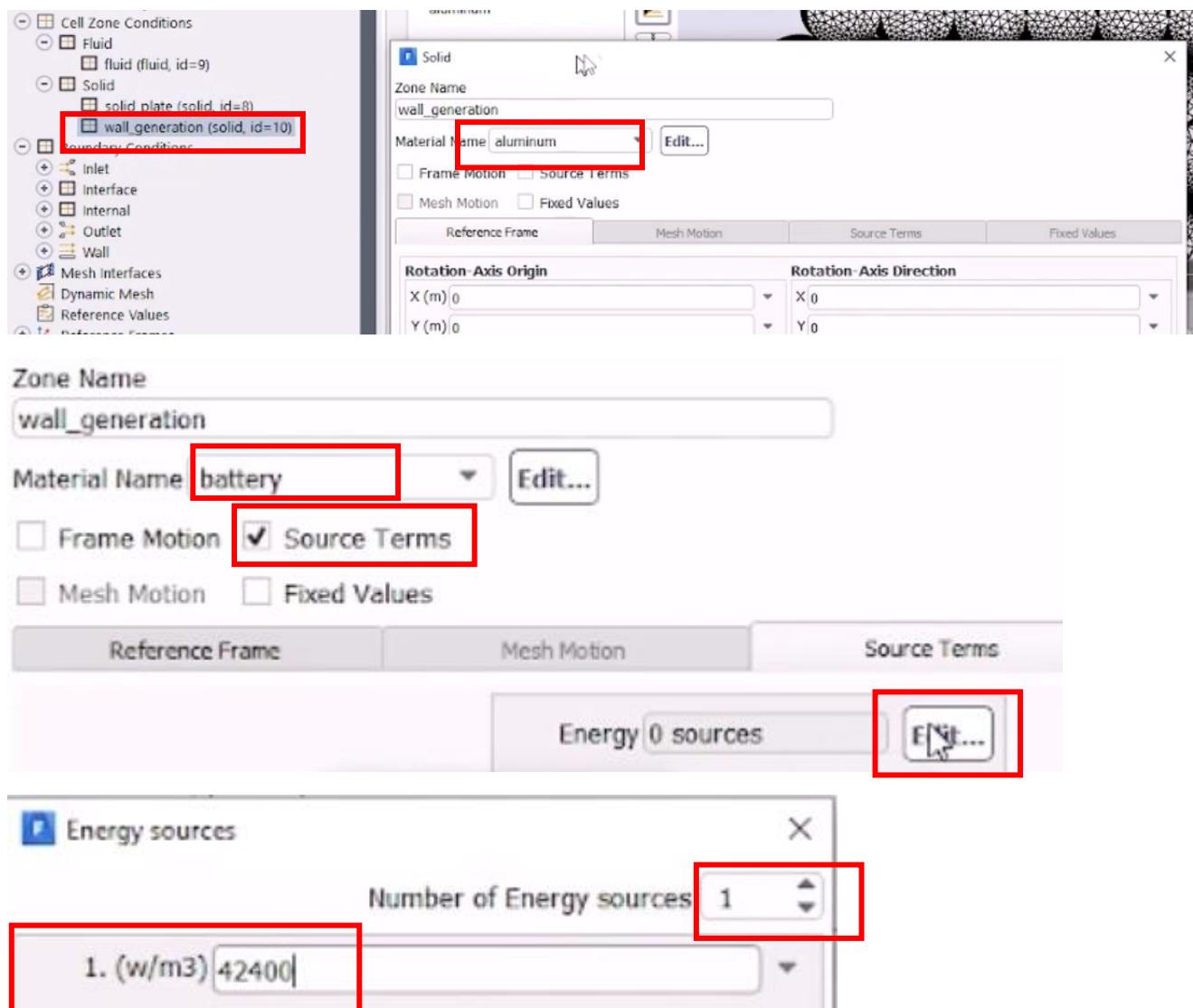


Una vez verificados y configurados correctamente los fluidos y sólidos, clic derecho en la malla principal, presionar display mesh, seleccionar todo y puedes proceder al siguiente paso de la configuración.



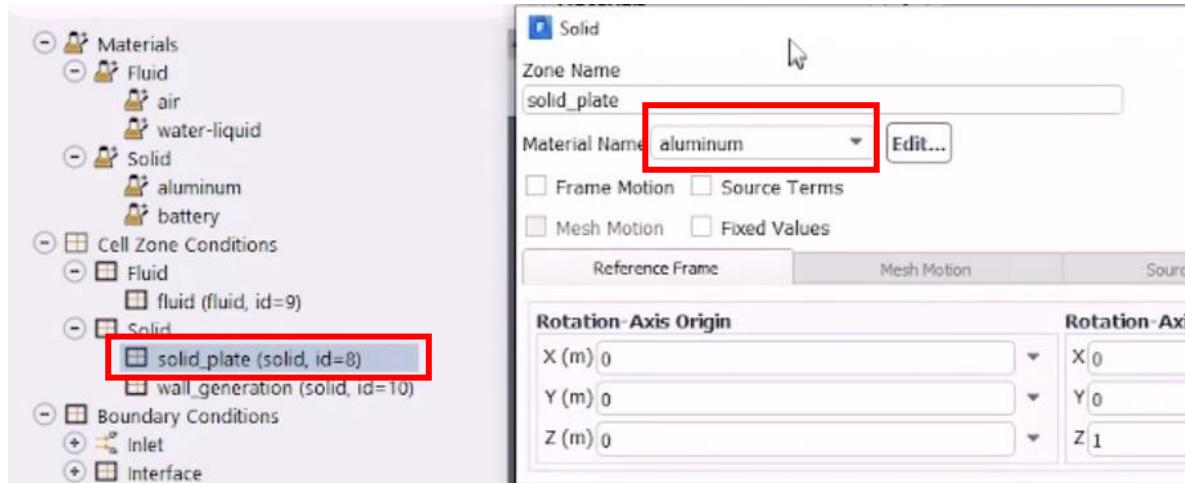
Asignación de Propiedades y Condiciones de Frontera

1. Asignación de Propiedades a las Partes del Sistema
 - a. Ve a Cell Zone Conditions.
 - b. Asignar Material a la Batería
 - i. Selecciona el cuerpo de la batería.
 - ii. Asigna el material Battery que definimos anteriormente.
 - iii. Activa Source Terms y haz clic en Edit.
 - iv. Marca la opción de Constant y establece el valor en 42400.
 - v. Guarda los cambios.



c. Verificar Material del Chasis

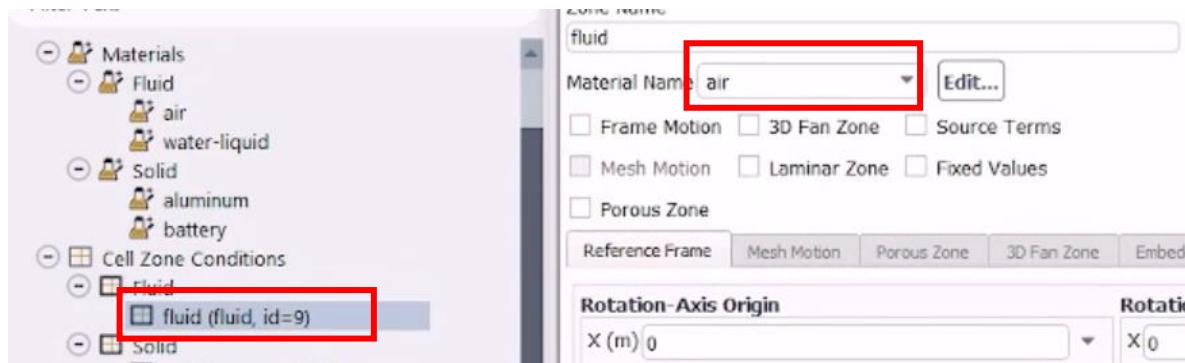
i. Asegúrate de que el material asignado al chasis sea Aluminum.



d. Asignar Fluido

i. Selecciona la zona de fluido

ii. Asegúrate de que el fluido asignado sea agua, aparecerá como aire por defecto



2. Condiciones de Frontera

- Ve a Boundary Conditions.
- Configurar Inlet:
 - Selecciona la frontera de entrada (Inlet).
 - Establece la velocidad en 0.3 m/s.
 - Establece la temperatura en 298.15 K.

Filter Text

- Cell Zone Conditions
- Fluid
 - fluid (fluid, id=9)
- Solid
 - solid_plate (solid, id=8)
 - wall_generation (solid, id=10)
- Boundary Conditions
 - Inlet
 - inlet (velocity-inlet, id=14)
 - Interface
 - contact_region_2-src (interface, id=1)
 - contact_region_2-trg (interface, id=2)
 - contact_region_3-src (interface, id=3)
 - contact_region_3-trg (interface, id=4)
 - contact_region-src (interface, id=5)

Velocity Inlet

Zone Name: inlet

Momentum Thermal Radiation Species DPM Multiphase Potential UDS

Velocity Specification Method: Magnitude, Normal to Boundary

Reference Frame: Absolute

Velocity Magnitude (m/s): 0.3

Supersonic/Initial Gauge Pressure (pascal): 0

Turbulence

Specification Method: Intensity and Viscosity Ratio

Turbulent Intensity (%): 5

Turbulent Viscosity Ratio: 10

Zone Name: inlet

Momentum Thermal Radiation Species DPM Multiphase

Temperature (k): 298.15

- Configurar Outlet:

- Selecciona la frontera de salida (Outlet).
- Deja todas las configuraciones por defecto.

Zone Name: outlet

Momentum Thermal Radiation Species DPM Multiphase Potential UDS

Backflow Reference Frame: Absolute

Gauge Pressure (pascal): 0

Pressure Profile Multiplier: 1

Backflow Direction Specification Method: Normal to Boundary

Backflow Pressure Specification: Total Pressure

Prevent Reverse Flow

Radial Equilibrium Pressure Distribution

Average Pressure Specification

Target Mass Flow Rate

Turbulence

Specification Method: Intensity and Viscosity Ratio

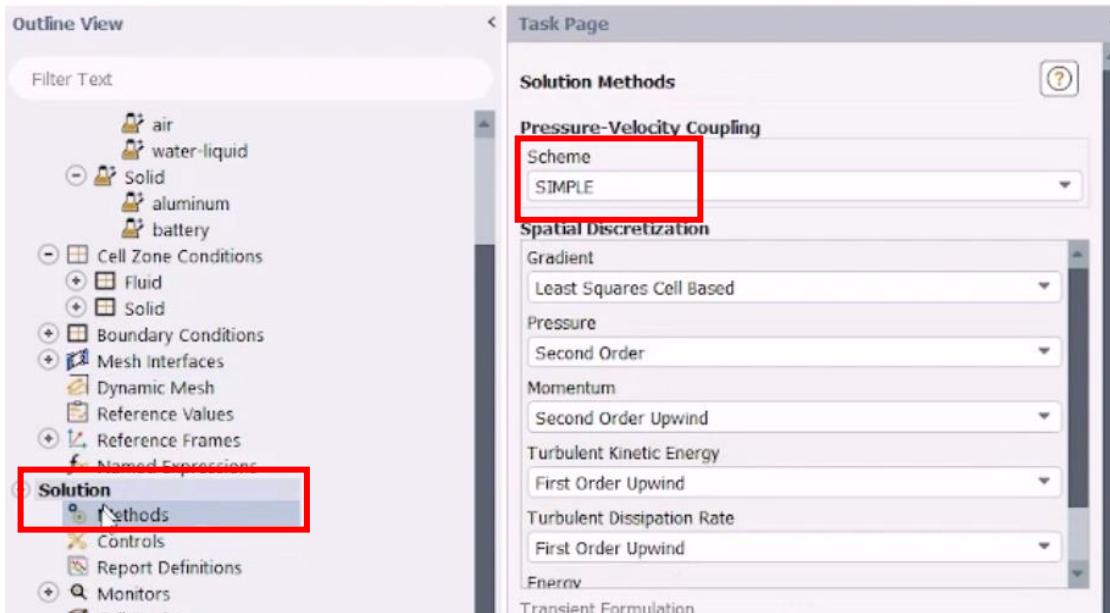
Backflow Turbulent Intensity (%): 5

Backflow Turbulent Viscosity Ratio: 10

Configuración de Solución e Inicialización

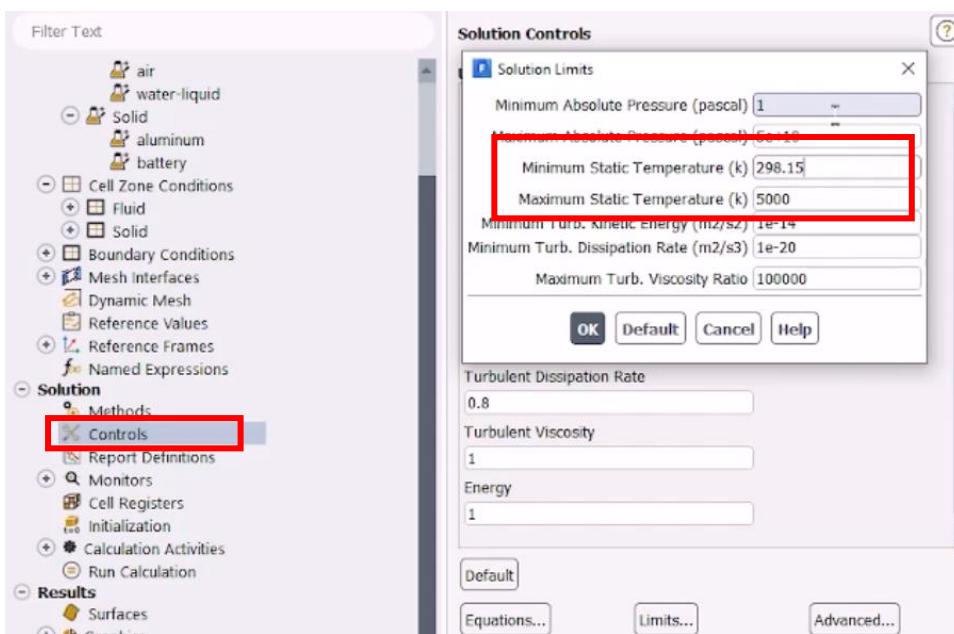
1. Configuración de Métodos

- Ve a Solution y selecciona Methods.
- En Scheme, selecciona Simple.
- Deja el resto de las configuraciones como están.



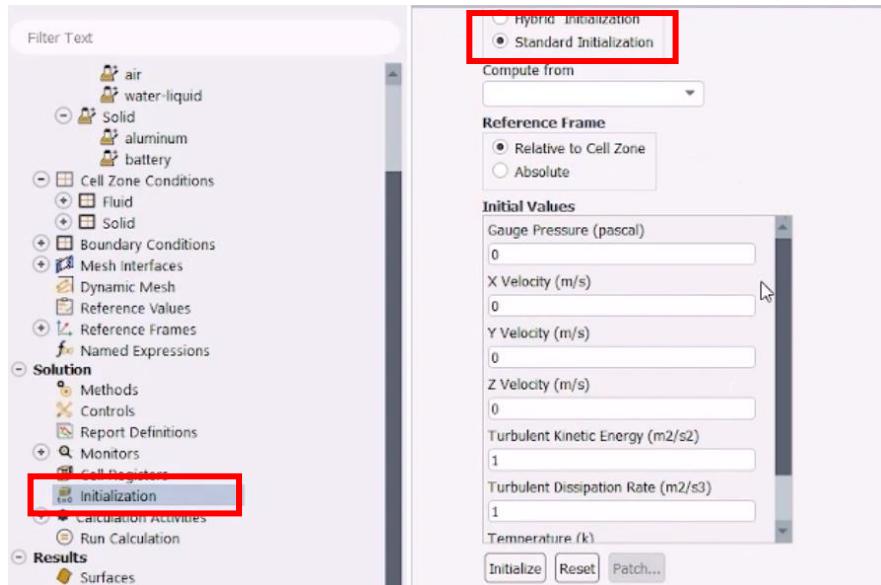
2. Configuración de Controles

- Ve a Controls.
- Selecciona Limits.
 - Establece la Maximum Static Temperature en 5000 K.
 - Establece la Minimum Static Temperature en 298.15 K.



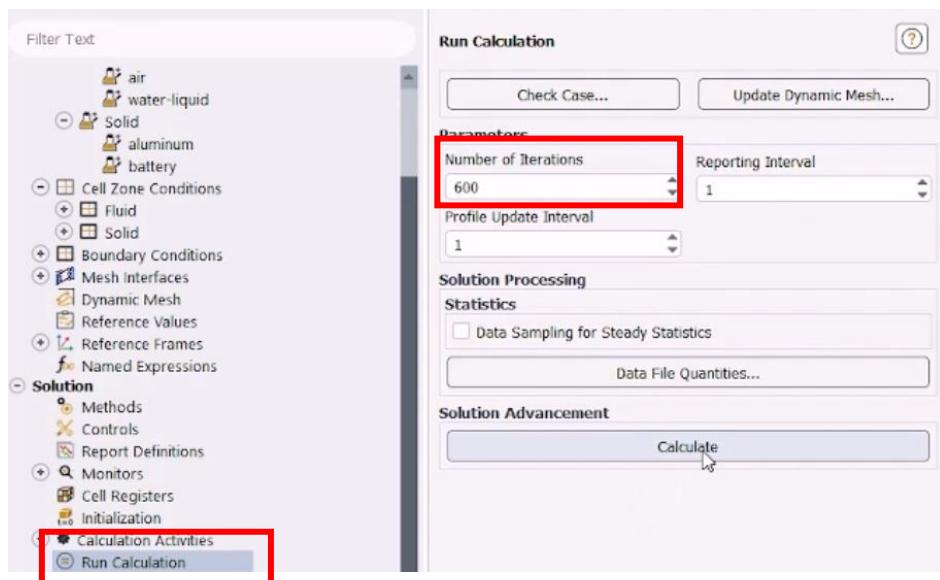
3. Inicialización

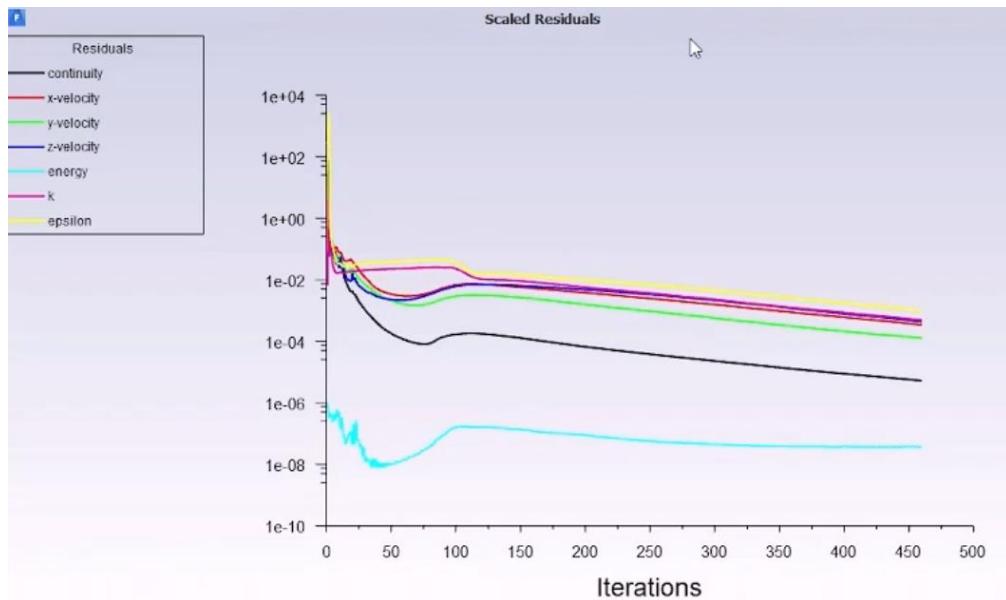
- Ve a Initialization.
- Selecciona Standard Initialization.
- Deja todas las configuraciones como están.
- Haz clic en Initialize.



4. Ejecutar Cálculo

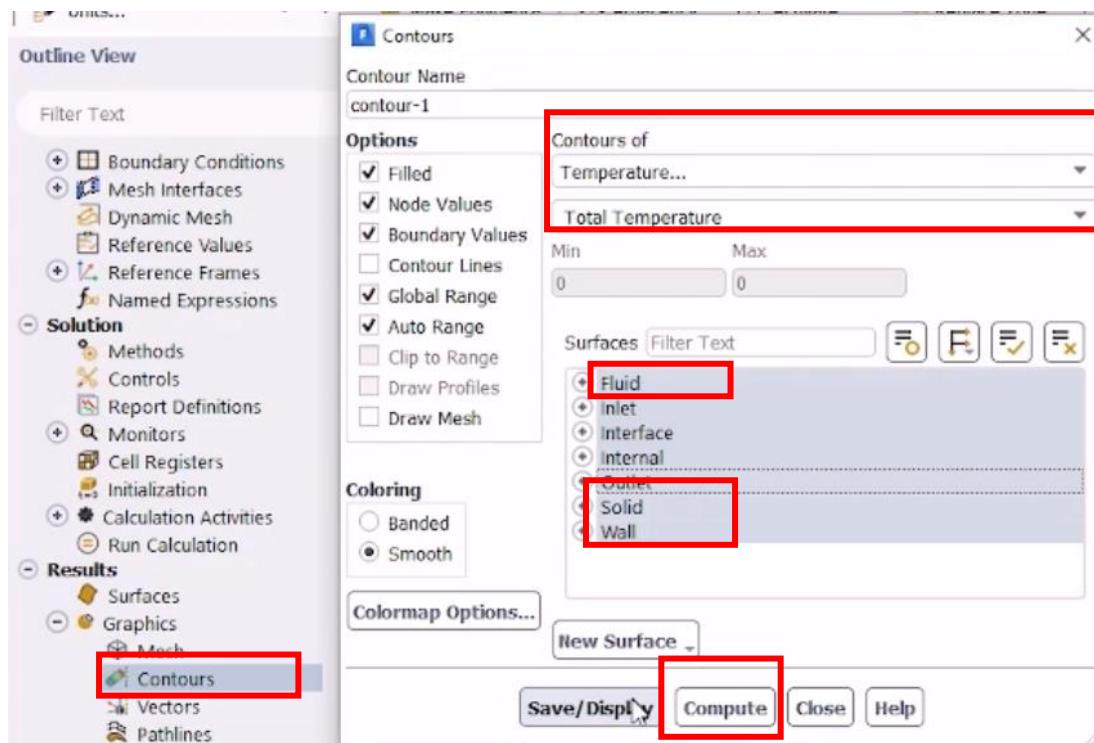
- Ve a Run Calculation.
- Haz clic en Check Case y revisa las recomendaciones proporcionadas por Fluent.
- En Parameters, establece Number of Iterations en 600.
- Deja el resto de las configuraciones por defecto.
- Haz clic en Calculate para iniciar la simulación.





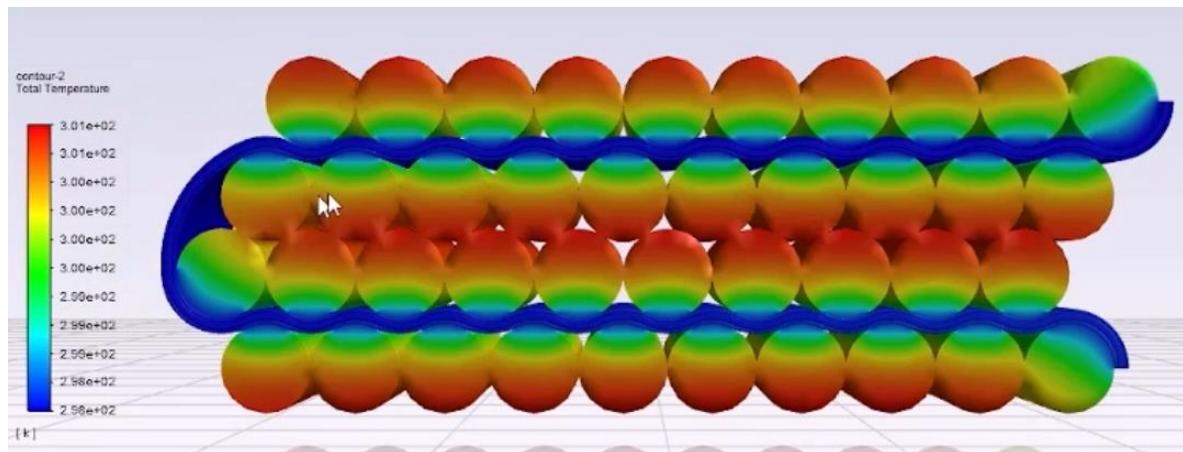
Visualización de Resultados y Guardado

1. Visualización de Resultados
 - a. Ve a Results.
 - b. Selecciona Graphics y luego Contours.
 - c. En Contours of, elige Temperature y Total Temperature.
 - d. En Surfaces, selecciona Fluid, Solid, y Wall.
 - e. Haz clic en Compute para generar los contornos de temperatura.



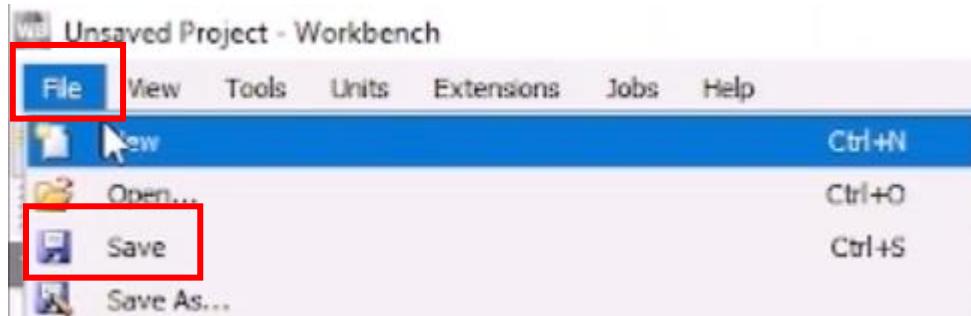
2. Guardar y Mostrar Resultados

- Después de calcular los contornos, haz clic en Save/Display para visualizar los resultados.
- Asegúrate de que los resultados sean correctos y que las visualizaciones muestren adecuadamente las distribuciones de temperatura.



3. Guardar Todo

- Guarda tu trabajo y los resultados de la simulación.
 - Ve a File > Save Project para guardar todo el proyecto de Fluent.
 - También puedes exportar imágenes de las visualizaciones y datos para análisis posterior.



En este manual, hemos guiado a través de los pasos necesarios para simular el enfriamiento de un tren de baterías utilizando Fluent. La correcta configuración de modelos, materiales y condiciones de frontera es crucial para obtener resultados precisos y significativos. Mediante la visualización de contornos de temperatura y la evaluación de superficies, hemos podido analizar la distribución térmica dentro del sistema, proporcionando datos valiosos para el diseño y la optimización de sistemas de gestión térmica en aplicaciones de baterías.

La simulación en Fluent no solo facilita la comprensión de los fenómenos térmicos, sino que también permite realizar ajustes y mejoras en el diseño inicial de manera virtual, reduciendo costos y tiempos de desarrollo. Con estos pasos, los usuarios pueden aplicar este conocimiento para estudios futuros y aplicaciones prácticas en la industria de vehículos eléctricos y almacenamiento de energía.