



**Centro Nacional de Alta Tecnología**  
Colaboratorio Nacional de Alta Computación  
Laboratorios LIANA y SIBILA

---

GUÍA PARA FLUJO DE OPTIMIZACIÓN DE MAGLEV VAD

---

Esteban Morera Ulate

2025

## Introducción

# Contents

<b>Introducción</b>	<b>i</b>
<b>1  Uso de Elmer FEM</b>	<b>1</b>
<b>2  Generación del Mallado 3D</b>	<b>2</b>
2.1  Modelado CAD . . . . .	2
2.2  Archivos .geo . . . . .	2
2.3  GMSH . . . . .	2
2.3.1  Exportación de archivos . . . . .	2
<b>3  De GMSH a ElmerFEM</b>	<b>3</b>
3.1  Cambio de formato con CMD . . . . .	3
3.2  Abrir mallado desde ElmerGUI . . . . .	4
3.3  Abrir mallado desde ElmerSolver (MPI) . . . . .	4
<b>4  Empleando ElmerSolver</b>	<b>5</b>
4.0.1  ElmerSolver desde GUI . . . . .	5
<b>5  Visualización de datos</b>	<b>6</b>
5.0.1  ElmerVTK . . . . .	6
5.0.2  ParaView . . . . .	6
<b>Referencias</b>	<b>6</b>
<b>6  Anexos</b>	<b>8</b>

## 1 Uso de Elmer FEM

Links de interés:

- [Página Oficial de ElmerFEM](#)
- [Elmer Models Manual](#)
- [ElmerSolver Manual](#)
- [ElmerGrid Manual](#)
- [Elmer Tutorials](#): Dentro de este documento se encuentran ejemplos prácticos sobre electromagnetismo, siendo de particular interés:
  - Tutorial 14: Magnetic field induced by harmonic current in a wire
  - Tutorial 15: Magnetostatics – Magnetic field resulting from a permanent magnet

## 2 Generación del Mallado 3D

Existen dos alternativas para generar las geometrías dentro del programa GMSH, el cuál permitirá tener un modelo apto para el ELmerFEM.

### 2.1 Modelado CAD

Utilizando herramientas como SolidWorks o Fusion360 se pueden crear sólidos con los parámetros necesarios.

### 2.2 Archivos .geo

El enfoque se tendrá a lo largo del proyecto es el de generación de archivos .geo, este tipo de archivos se pueden trabajar desde el bloc de notas y manipular a través de scripts de python, permitiendo definir las geometrías y hacer cambios en las variables para así generar multitud de individuos con parámetros distintos.

### 2.3 GMSH

Se utilizará esta aplicación para generar el mallado de las geoemtrías de cada individuo. Desde la aplicación se abren los archivos .geo y se genera la malla 3D.

#### 2.3.1 Exportación de archivos

Una vez realizado el mallado se da la opción de exportar el archivo, al cual se le debe asignar un nombre con la extensión .msh, como se muestra en la figura 1

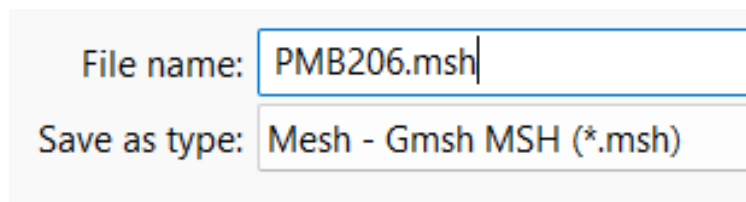


Figure 1: Extensión de los archivos mallados

Una vez guardado la ubicación del archivo se abre una ventana de diálogo consultando opciones de formato, es importante solo seleccionar la opción de "All elements" y principalmente usar el formato "Versión 2 ASCII", como se muestra en la figura 2

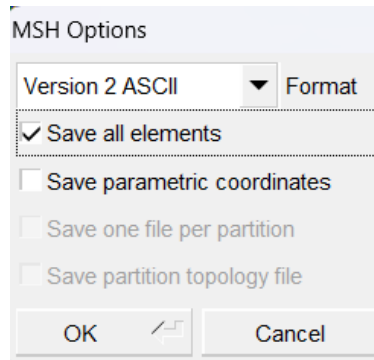


Figure 2: Formato de exportación

### 3 De GMSH a ElmerFEM

#### 3.1 Cambio de formato con CMD

Una vez hecho lo anterior se abre el CMD desde la ubicación de archivo que se seleccionó previamente y se ejecuta el comando "ElmerGrid", este comando permite variar los archivos del fomato de gmsh a el formato de Elmer. Si se escribe únicamente "ElmerGrid" se despliega una explicación con todas las variaciones, todos los formatos que se pueden emplear además de una lista de comandos adicionales.

Para este proyecto se utiliza "ElmerGrid 14 2" donde el 14 representa el archivo tipo .msh y el 2 representa una salida con una carpeta con los archivos en el formato de Elmer. Justo después de esto se debe escribir el nombre completo del archivo .msh creado anteriormente. Adicional a esto se puede utilizar el comando "-out" para ponerle nombre a la carpeta de salida.

Un ejemplo de esto se puede ver en la figura 3

```
\206>ElmerGrid 14 2 PMB206.msh -out Mallado206
```

Figure 3: Variación de formato por medio del CMD

Este comando genera una carpeta, en este caso "Mallado 206" dentro de la carpeta sobre la cuál se venía trabajando, por lo que la suma de archivos debería verse similar a lo presentado en la figura 4







 Mallado206		7/9/2025 17:10	File folder	
 PMB206.geo		4/7/2025 15:36	GEO File	3 KB
 PMB206.msh		7/9/2025 17:06	MSH File	17 455 KB

Figure 4: Resumen de archivos generados

### 3.2 Abrir mallado desde ElmerGUI

Una vez se abre la interfaz gráfica del mallado, se dirige la pestaña de "File" y se selecciona la opción "Load Mesh", la cuál nos abre el explorador de archivos y nos permite seleccionar una carpeta, la carpeta seleccionada deber ser la generada en el paso anterior. Tal como se muestra en la figura 5

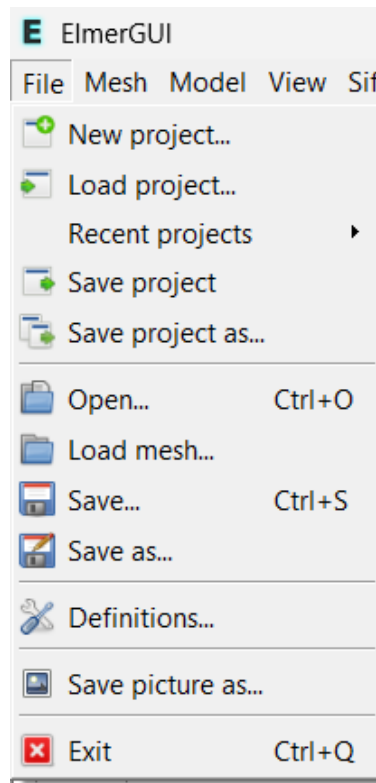


Figure 5: Sección para abrir mallado

### 3.3 Abrir mallado desde ElmerSolver (MPI)

Próximamente, pero es medio fácil.

## 4 Empleando ElmerSolver

Una vez se tiene el mallado generado dentro de Elmer, puede proceder a darle todas las características del modelo (Ecuaciones, Materiales, Fuerzas, Condiciones de frontera, etc).

Para profundizar en cómo realizar estos pasos desde la interfaz gráfica se recomienda fuertemente revisar los tutoriales 14 y 15 de [Elmer Tutorials](#), donde se abarca a detalle y paso a paso cada una de las pestañas de la interfaz gráfica.

No obstante, no es la única forma de generar la descripción del modelo. Como se menciona en los tutoriales, el último paso de la descripción del modelo es **generar un archivo .sif**, dicho archivo es el que utiliza el Solver para describir el comportamiento experimentado. Este archivo se puede generar previamente desde un bloc de notas, si se conocen todas las características del modelo, de forma que no sea necesario el uso de todas las descripciones del GUI.

Bajo esta lógica lo que se busca es tener un archivo .sif generalizado el cual tome en cuenta todas las propiedades que se buscan analizar. Empleando ElmerSolver en MPI se puede agregar este archivo automáticamente a las carpetas generadas para mantener el flujo continuo.

### 4.0.1 ElmerSolver desde GUI

Para emplear el solucionador del programa desde la interfaz gráfica ya sea generado al hacer todas las descripciones o al tener el archivo .sif previamente, lo que se debe hacer es lo mostrado en la figura 6

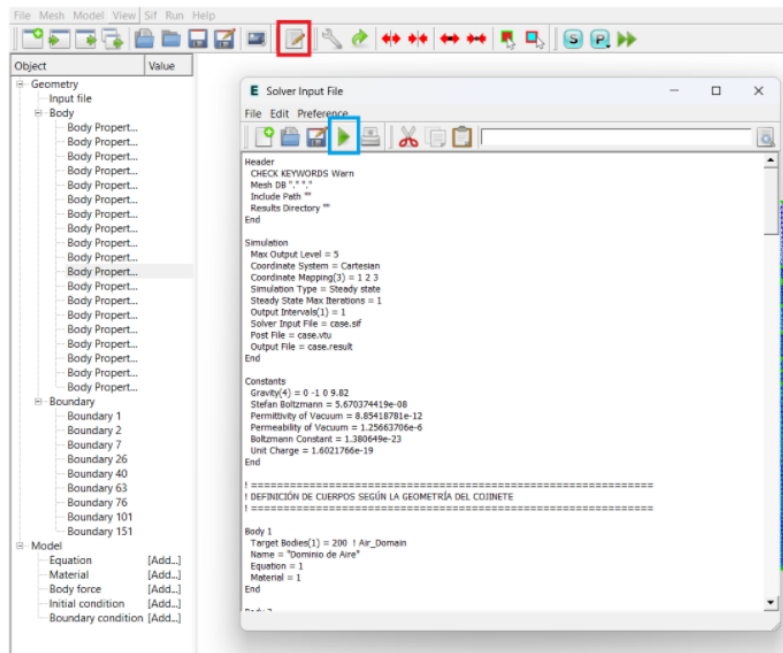


Figure 6: Pasos a seguir para ejecutar el solver desde la GUI



El primero paso es seleccionar la pestaña marcada en un cuadrado rojo, la cuál abre el editor del archivo .sif, en caso de generar la descripción previamente, este archivo se genera automáticamente. En el caso contrario se puede pegar todo el contenido de un .sif previamente realizado.

Una vez cargado el .sif, se puede ejecutar el solucionador de ElmerFEM, esto al darle al botón marcado con el cuadrado celeste, esto hará que se abran varias ventanas de diálogo, mostrando el Solver log y un gráfico con el historial de convergencia del solucionador.

## 5 Visualización de datos

Una vez el solver converja en una solución hay dos métodos para visualizar los datos obtenidos, ya sea utilizando el propio visualizador de Elmer, o exportando un archivo a un visualizador como ParaView.

### 5.0.1 ElmerVTK

ElmerVTK es el visualizador de datos de ElmerFEM, este se puede abrir al dar en la pestaña de "Run". Esto se muestra en la figura 7

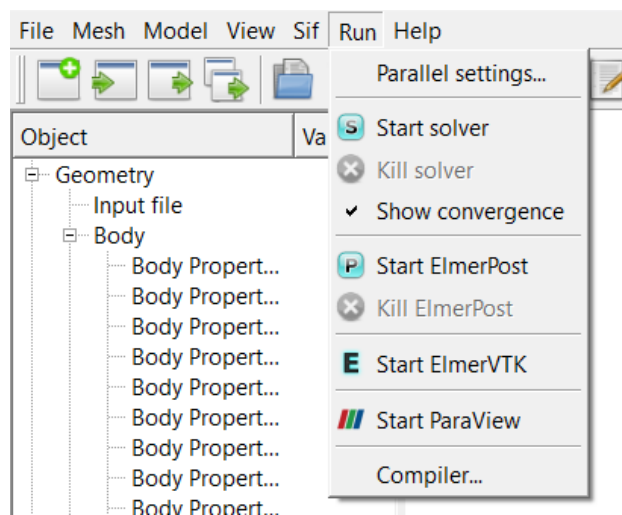


Figure 7: Pestaña conteniendo ElmerVTK

Desde este visualizador se puede observar gráficamente los resultados obtenidos previamente.

### 5.0.2 ParaView

A pesar de que ElmerFEM cuenta con su propio visualizador, a la hora de emplear ElmerSolver un archivo .vtu se genera automáticamente, el cuál permite que no haya necesidad de abrir ElmerGUI en ninguna parte del proceso, ya que estos archivos .vtu son compatibles y permiten visualizar los resultados de los datos. Lo que resulta beneficioso para el flujo a la hora de automatizar todo por medio de scripts.

## Referencias

- [1] Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). Manufactura, Ingeniería y Tecnología. México D.F.: Pearson Educación.

## 6 Anexos