

TRABAJO FIN DE GRADO

# SIMULACIÓN DE OPERACIÓN DE UNA CENTRAL NUCLEAR MEDIANTE EL SIMULADOR GRÁFICO INTERACTIVO

TRABAJO FIN DE GRADO PARA  
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
GRADUADO EN INGENIERÍA EN  
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

JUNIO 2024

**Antonio Dies Beneytez**

DIRECTOR DEL TRABAJO FIN DE GRADO:

**Gonzalo Jiménez Varas**

*“La cita del trabajo iría aquí”*

- El autor de la cita



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a ...

Gracias a ...

A ... por ...



## RESUMEN

Este documento constituye una guía (que sirve a su vez de plantilla) para la elaboración de informes de TFG o TFM en  $\text{\LaTeX}$ . No pretende abarcar todas y cada una de las funcionalidades que ofrece  $\text{\LaTeX}$  (¡las posibilidades son prácticamente infinitas!) pero sí tratar los aspectos fundamentales para la elaboración de un documento utilizando esta indispensable herramienta. Además de los elementos básicos de cualquier informe (índice, tablas, ecuaciones, bibliografía, etc.), esta guía incluye “tutoriales” y plantillas para algunos de los elementos presentes en todo (o casi todo) informe de TFG o TFM (como son el diagrama de Gantt o la EDP).

**Nota:** se ha tratado de explicar con detalle la mayor parte de elementos presentes en el documento, ya sea por medio de los capítulos y apartados que lo conforman o mediante explicaciones bajo la forma de comentarios en el código  $\text{\LaTeX}$ . Es especialmente importante examinar con atención el preámbulo de dicho código, ya que en él se llevan a cabo muchas de las operaciones esenciales que dan forma al documento.



# ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>III</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>v</b>
<b>1. TÍTULOS</b>	<b>1</b>
1.1. Profundidad 2 . . . . .	1
1.1.1. Profundidad 3 . . . . .	1
1.1.1.1. Profundidad 4 . . . . .	1
1.2. Formato y numeración . . . . .	1
Título sin numerar . . . . .	2
1.3. Referencias con el comando <code>\label</code> . . . . .	2
<b>2. FORMATO DE TEXTO</b>	<b>3</b>
2.1. Tamaño de fuente . . . . .	3
2.2. Color . . . . .	3
2.3. Espaciado . . . . .	3
2.4. Listas . . . . .	4
2.4.1. Listas no numeradas . . . . .	4
2.4.2. Listas numeradas . . . . .	4
2.4.3. Listas combinadas . . . . .	5
2.4.4. Formato de las listas . . . . .	5
<b>3. TABLAS</b>	<b>6</b>
3.1. Posicionamiento . . . . .	6
3.2. Entorno <code>\longtable</code> . . . . .	7
<b>4. IMÁGENES</b>	<b>9</b>
<b>5. ECUACIONES</b>	<b>10</b>
5.1. Ecuaciones en el texto . . . . .	10



5.2. Entorno <code>\split</code> . . . . .	10
5.3. La herramienta Mathpix . . . . .	11
<b>ANEXOS</b>	<b>13</b>
D. Primer anexo . . . . .	13
E. Segundo anexo . . . . .	14
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>15</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>16</b>
<b>ÍNDICE DE CÓDIGOS</b>	<b>17</b>



## 1. TÍTULOS

En los documentos de clase `article` (los distintos tipos de documentos disponibles así como sus diferentes aplicaciones pueden consultarse en [https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Document\\_Structure#Document\\_classes](https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Document_Structure#Document_classes)) existen por defecto tres profundidades de títulos numerados, en orden jerárquico: `\section`, `\subsection` y `\subsubsection`. El título del presente capítulo es un ejemplo de título de profundidad 1 (comando `\section`).

### 1.1. Profundidad 2

Hola que tal. Este es un ejemplo de título de profundidad 2 (comando `\subsection`) que, como se puede ver, queda automáticamente numerado con respecto al título jerárquicamente superior (profundidad 1) inmediatamente anterior.

#### 1.1.1. Profundidad 3

Este es un ejemplo de título de profundidad 3 (comando `\subsubsection`) que, de nuevo, se numera automáticamente con respecto al título jerárquicamente superior (profundidad 2) inmediatamente anterior.

##### 1.1.1.1 Profundidad 4

En este documento se añade una profundidad de títulos numerados adicional (mediante los comandos `\setcounter{secnumdepth}{4}` y `\setcounter{tocdepth}{4}`, ver preámbulo para más información). Así, el comando `\paragraph` se utiliza para incorporar títulos de profundidad 4, como en el caso del título del presente apartado.

Si se quisiera aumentar en un grado más la profundidad de títulos, bastaría con asignar el valor 5 a ambos comandos `\setcounter` (`\setcounter{secnumdepth}{5}` y `\setcounter{tocdepth}{5}`), y realizar los cambios pertinentes en el comando `\subparagraph` de modo que su formato sea coherente con el del resto de títulos (de la misma forma que lo realizado con el comando `\paragraph`, ver preámbulo para más información)

### 1.2. Formato y numeración

La numeración así como el formato de los títulos (tamaño de fuente, tipografía, etc.) utilizados en este documento corresponden a los valores por defecto (excepto en el caso de `\paragraph`, como se explica más arriba), pero pueden ser modificados en el preámbulo del documento (una breve guía sobre la personalización del formato de los títulos puede consultarse en [https://www.overleaf.com/learn/latex/sections\\_and\\_chapters#Customize\\_chapters\\_and\\_sections](https://www.overleaf.com/learn/latex/sections_and_chapters#Customize_chapters_and_sections)).

En caso de que no se quiera numerar alguno de los títulos, basta con añadir un asterisco (\*) al comando correspondiente, como por ejemplo `\subsection*{Título sin numerar}`:

### Título sin numerar

Los títulos sin numerar no aparecen en la tabla de contenidos (índice), pero pueden ser añadidos con ayuda del comando `\addcontentsline{toc}` (utilizado previamente para los apartados de Agradecimientos y Resumen ejecutivo), que en este caso quedaría como: `\addcontentsline{toc}{subsection}{Título sin numerar}`.

### 1.3. Referencias con el comando `\label`

Los comandos `\label` se utilizan en  $\text{\LaTeX}$  para colocar referencias que puedan ser utilizadas a lo largo del documento. Son especialmente útiles, como se verá más adelante, para referirse a elementos del documento como tablas, imágenes, diagramas, etc., pero también pueden ser utilizados para referirse a capítulos o secciones del informe.

Para citar una referencia basta con utilizar el comando `\ref` en el interior del cual se indica aquello a lo que se quiere hacer referencia, como por ejemplo al primer capítulo de este documento, el capítulo 1.

**Nota:** ya que el comando `\label` es compartido por títulos, figuras, tablas, etc., es bastante útil utilizar una nomenclatura clara para definir cada referencia, por ejemplo: “tab:” seguido del nombre de la tabla para las tablas, “fig:” seguido del nombre de la figura para las figuras, etc.

## 2. FORMATO DE TEXTO

Como en cualquier editor de texto, el formato del texto puede alterarse sobre la marcha de distintas maneras. Pueden incluirse palabras en **negrita** (si se utiliza Overleaf puede utilizarse el atajo `ctrl+B` en Windows o `Cmd+B` en Mac), palabras en *curiva* (`ctrl+I` o `Cmd+I`), o una *combinación* de ambas.

### 2.1. Tamaño de fuente

También se puede modificar el tamaño de forma rápida y sencilla (una lista con los distintos tamaños y sus comandos respectivos puede encontrarse en <https://www.sascha-frank.com/latex-font-size.html>)

### 2.2. Color

El color del texto también puede ser modificado sobre la marcha, así como subrayar ciertas palabras o bloques de palabras. Algunos colores están implementados por defecto y pueden utilizarse indicando simplemente su denominación (red, orange, blue, etc., resumidos en esta imagen), pero también pueden definirse colores mediante sus códigos rgb, RGB, HTML, o cmyk, haciendo uso del paquete `xcolor`. Por ejemplo: `\definecolor{coral}{rgb}{1.0, 0.5, 0.31}` define un color con el correspondiente identificador rgb que se puede utilizar de ahora en adelante haciendo uso del nombre que se le ha asignado, coral (una extensa guía con gran variedad de colores puede consultarse en <http://latexcolor.com/>)

### 2.3. Espaciado

Puede ser de utilidad insertar espacios entre distintas palabras, o espacios verticales entre párrafos u otros elementos del documento,

como en este caso.

Aunque `\hspace` y `\vspace` presenten la ventaja de ser totalmente personalizables, para espaciados de tamaño estándar es recomendable utilizar `\` (espacio) y `\\` (salto de línea).

### 2.4. Listas

Existen dos tipos de listas, las numeradas y las no numeradas.

#### 2.4.1. Listas no numeradas

Las listas no numeradas corresponden al entorno `itemize`:

- Primer elemento.
- Segundo elemento.

Se pueden hacer listas de distintos niveles de profundidad:

- Primer elemento.
- Segundo elemento.
  - Tercer elemento.
    - Cuarto elemento.
    - Quinto elemento.
    - Sexto elemento.
  - Séptimo elemento.
    - Octavo elemento.
- Noveno elemento.

#### 2.4.2. Listas numeradas

Las listas numeradas corresponden al entorno `enumerate`:

1. Primer elemento
2. Segundo elemento
3. Tercer elemento

Del mismo modo, las listas numeradas pueden incorporar distintos niveles de profundidad:

1. Primer elemento
  - a*) Segundo elemento
  - b*) Tercer elemento
    - 1) Cuarto elemento
      - a*' Quinto elemento
      - b*' Sexto elemento

- 2) Séptimo elemento
  - c) Octavo elemento
  - d) Noveno elemento
2. Décimo elemento.

### 2.4.3. Listas combinadas

Las listas numeradas y no numeradas pueden combinarse, por ejemplo:

- Primer elemento.
  - 1. Segundo elemento
  - 2. Tercer elemento
    - Cuarto elemento
    - Quinto elemento
      - a) Sexto elemento
      - b) Séptimo elemento
    - Octavo elemento
  - 3. Noveno elemento
- Décimo elemento

### 2.4.4. Formato de las listas

Tanto el estilo de las distintas numeraciones dentro de una lista numerada como la apariencia de los *bullet points* de las listas no numeradas pueden personalizarse:

- Primer elemento.
  - I Segundo elemento
  - II Tercer elemento
    - \* Cuarto elemento
    - \* Quinto elemento
      - A Sexto elemento
      - B Séptimo elemento
    - \* Octavo elemento
  - III Noveno elemento
- Décimo elemento

Los distintos formatos posibles pueden consultarse en la guía elaborada por Overleaf que puede encontrarse en <https://www.overleaf.com/learn/latex/lists>.

### 3. TABLAS

Las tablas se definen en el entorno `table`. Existen infinidad de posibilidades en cuanto a su formato: omitir o dibujar líneas horizontales y verticales, fusionar columnas y filas, alinear el contenido a la derecha, izquierda o centro, y demás opciones resumidas en <https://www.overleaf.com/learn/latex/tables>. Dado que la forma de construir una tabla directamente en código  $\text{\LaTeX}$  está lejos de ser cómoda e intuitiva, quizás lo más recomendable sea acudir a editores de tablas que generan automáticamente el código correspondiente y cuya interfaz es similar a la que puede encontrarse en Excel, como por ejemplo <https://www.tablesgenerator.com/>. Un ejemplo sencillo de tabla se muestra a continuación:

$n$	$a_n$	$a_{n+1}$	$\varphi$ ( $=a_{n+1}/a_n$ )
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	3	1,5
4	3	5	1,66666667
5	5	8	1,6
6	8	13	1,625
7	13	21	1,61538462
8	21	34	1,61904762
9	34	55	1,61764706
10	55	-	-

Cuadro 3.1: Cinco primeros términos de la sucesión de Fibonacci

El título de la tabla se indica mediante el comando `\caption` (este comando no solamente sirve para añadir un título a la tabla, sino que es esencial para que ésta aparezca en el índice de tablas), y, al igual que en el caso de los títulos de capítulos (ver apartado 1.3), es muy recomendable añadir el comando `\label` para poder referirse a la tabla en cuestión en partes posteriores (o anteriores) del documento.

#### 3.1. Posicionamiento

Las tablas (al igual que otros elementos como imágenes o diagramas, como se verá más adelante) pueden posicionarse en distintos lugares de la página y en distintas posiciones con respecto al texto. La forma más común de situar una tabla es inmediatamente después de un párrafo y centrada en la página (como en el caso de la tabla 3.1), lo que se consigue indicando `[H]` al iniciar el entorno `table` y añadiendo el comando `\centering`, respectivamente. Una guía que recopila las distintas opciones en lo que se refiere al posicionamiento de tablas e imágenes puede consultarse en [https://www.overleaf.com/learn/latex/positioning\\_images\\_and\\_tables](https://www.overleaf.com/learn/latex/positioning_images_and_tables).



### 3.2. Entorno `\longtable`

En el caso de que una tabla sea demasiado larga como para caber en una única página se puede utilizar el entorno `\longtable`, mediante el cual L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X secciona la tabla de forma automática en tantas partes como sea necesario.

$n$	$a_n$	$a_{n+1}$	$\varphi$ ( $=a_{n+1}/a_n$ )
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	3	1,5
4	3	5	1,66666667
5	5	8	1,6
6	8	13	1,625
7	13	21	1,61538462
8	21	34	1,61904762
9	34	55	1,61764706
10	55	89	1,61818182
11	89	144	1,61797753
12	144	233	1,61805556
13	233	377	1,61802575
14	377	610	1,61803714
15	610	987	1,61803279
16	987	1597	1,61803445
17	1597	2584	1,61803381
18	2584	4181	1,61803406
19	4181	6765	1,61803396
20	6765	10946	1,618034
21	10946	17711	1,61803399
22	17711	28657	1,61803399
23	28657	46368	1,61803399
24	46368	75025	1,61803399
25	75025	121393	1,61803399
26	121393	196418	1,61803399
27	196418	317811	1,61803399
28	317811	514229	1,61803399
29	514229	832040	1,61803399
30	832040	1346269	1,61803399
31	1346269	2178309	1,61803399
32	2178309	3524578	1,61803399
33	3524578	5702887	1,61803399
34	5702887	9227465	1,61803399
35	9227465	14930352	1,61803399
36	14930352	24157817	1,61803399
37	24157817	39088169	1,61803399
38	39088169	63245986	1,61803399
39	63245986	102334155	1,61803399
40	102334155	165580141	1,61803399
41	165580141	267914296	1,61803399
42	267914296	433494437	1,61803399

$n$	$a_n$	$a_{n+1}$	$\varphi$ ( $=a_{n+1}/a_n$ )
<b>43</b>	433494437	701408733	1,61803399
<b>44</b>	701408733	1134903170	1,61803399
<b>45</b>	1134903170	1836311903	1,61803399
<b>46</b>	1836311903	2971215073	1,61803399
<b>47</b>	2971215073	4807526976	1,61803399
<b>48</b>	4807526976	7778742049	1,61803399
<b>49</b>	7778742049	1,2586E+10	1,61803399
<b>50</b>	1,2586E+10	-	-

Cuadro 3.2: Cincuenta primeros términos de la sucesión de Fibonacci

Existen distintas alternativas en cuanto a qué elementos incluir tanto en la primera como en la última línea de cada sección de tabla (en el caso de la tabla 3.2 se ha elegido repetir la primera línea en cada una de sus secciones), que pueden consultarse en <https://texblog.org/2011/05/15/multi-page-tables-using-longtable/>.

## 4. IMÁGENES

Las imágenes se insertan mediante el comando `\includegraphics` que es conveniente situar en el entorno `figure` (mismo entorno utilizado, como se verá más adelante, para gráficas o diagramas). Un ejemplo de imagen se muestra a continuación (al utilizar Overleaf es esencial cargar la imagen en el directorio de trabajo antes de insertarla en el documento):

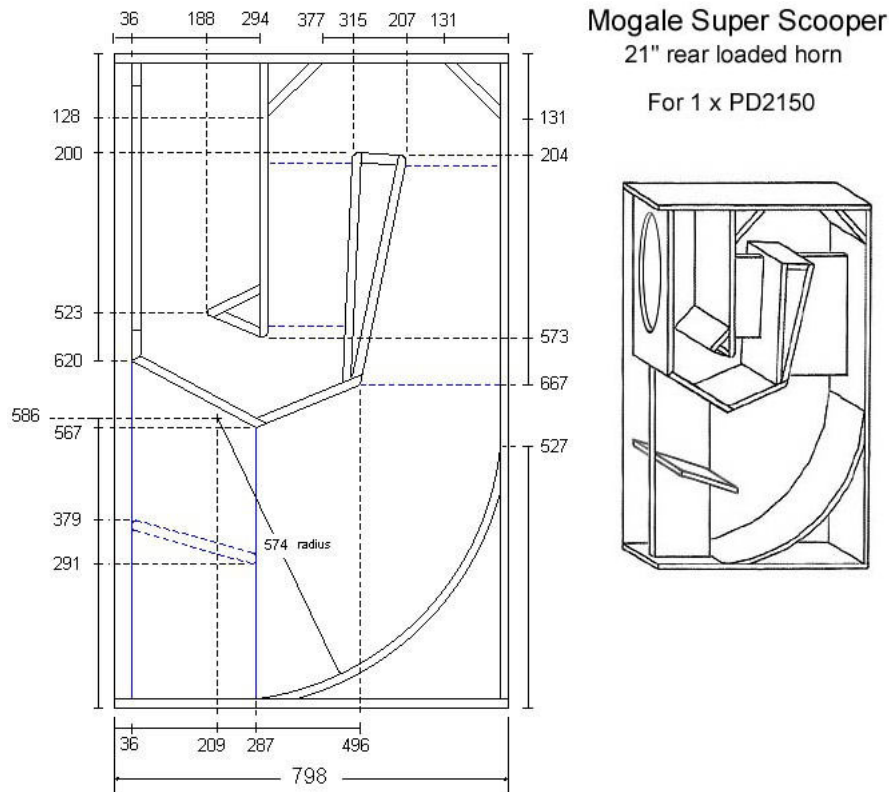


Figura 4.1: Vista de perfil del 21" Mogale Super Scooper

En la inmensa mayoría de casos el tamaño original de la imagen no se adapta correctamente a las dimensiones de la página, por lo que es necesario redimensionar la imagen mediante el argumento `scale` de `\includegraphics`.

Al igual que para las tablas, existen distintas alternativas en cuanto a su posicionamiento (que, se recuerda, pueden consultarse en [https://www.overleaf.com/learn/latex/positioning\\_images\\_and\\_tables](https://www.overleaf.com/learn/latex/positioning_images_and_tables)), el título se indica mediante el comando `\caption` y la referencia mediante el comando `\label`.

Existen, además, diversas opciones en lo relativo al manejo de imágenes que no se detallan en este documento, pero que pueden consultarse en [https://es.overleaf.com/learn/latex/Inserting\\_Images](https://es.overleaf.com/learn/latex/Inserting_Images)

## 5. ECUACIONES

Una de las mayores ventajas de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X es lo fácil y rápido que resulta incorporar ecuaciones en el documento. Las ecuaciones se definen en el entorno `equation`, mediante el cual la identidad de Euler, por ejemplo, quedaría como:

$$e^{i\pi} + 1 = 0 \tag{5.1}$$

o la serie de Leibniz:

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n+1} = \frac{\pi}{4} \tag{5.2}$$

Como se puede ver, las ecuaciones se numeran de forma automática con respecto al capítulo en el que se encuentran (para no numerar una ecuación basta con definir el entorno como `\begin{equation*}`), número al que se puede hacer referencia definiendo el comando `\label`.

En este apartado se utilizan algunos de los símbolos matemáticos básicos, para más información sobre los distintos comandos que corresponden a diversos símbolos puede consultarse <https://www.caam.rice.edu/~heinken/latex/symbols.pdf>.

### 5.1. Ecuaciones en el texto

También existe la posibilidad de introducir expresiones matemáticas en una línea de texto encerrando la expresión entre dos símbolos `$`, mediante lo cual se puede hacer referencia al número complejo  $i$ , que puede definirse como  $\sqrt{-1} = i$ , sin necesidad de interrumpir la oración.

### 5.2. Entorno `\split`

En el caso de que una ecuación sea demasiado larga como para caber en una única línea puede usarse el entorno `split`, utilizado para el desarrollo de la serie de Taylor de  $\sin x$  que aparece a continuación:

$$\begin{aligned} \sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \frac{x^9}{9!} - \frac{x^{11}}{11!} + \frac{x^{13}}{13!} + \dots \\ + (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!} + \dots, \forall x \in \mathbb{R} \end{aligned} \tag{5.3}$$

La disposición de la ecuación no se hace automáticamente, por lo que es necesario indicar en qué lugar quedan verticalmente alineadas las distintas líneas (esto se realiza mediante el símbolo `&` que en este caso va colocado después del `=` en la primera línea y antes del primer `+` de la segunda línea) y en qué momento se salta a la línea (que se indica mediante el comando `\\`).

### 5.3. La herramienta Mathpix

Mathpix es una aplicación que permite traducir a lenguaje  $\text{\LaTeX}$  cualquier ecuación, ya se encuentre en un archivo PDF o escrita a mano en un folio de papel. Aunque el proceso de plasmar ecuaciones en un documento  $\text{\LaTeX}$  ya es sencillo y rápido, esta herramienta lo vuelve casi instantáneo. La aplicación puede descargarse desde la página web de Mathpix: <https://mathpix.com/>.

El formato elegido para la bibliografía es APA (el recomendable para informes de TFG/TFM), tanto para las referencias a lo largo del documento como para el apartado de bibliografía. El conjunto de operaciones realizadas para establecer el formato de la bibliografía se puede consultar en el preámbulo del documento (en el que se describen algunos de sus parámetros básicos como el contenido de las referencias, el número de autores por cita, etc.).

Citar una referencia es sencillo, basta con utilizar el comando `\cite` seguido del nombre de la referencia correspondiente (el nombre utilizado en el archivo `.bib`, que es esencial cargar en el directorio de trabajo y cuyas principales características pueden consultarse en <https://en.wikipedia.org/wiki/BibTeX>), por ejemplo:

- *The Art of Electronics* constituye un fantástico manual (plagado de ejemplos prácticos y explicaciones tangibles) para aprender electrónica, siendo su tercera edición la versión más completa (**horowitz2015**).
- *The Loudspeaker Design Cookbook* (**dickson2007**) es probablemente la guía más completa en cuanto a acústica aplicada al diseño de sistemas de sonido, abarcando desde conceptos teóricos de electroacústica hasta planos para la construcción de sistemas de sonido caseros.
- *Les fous du son* (**dewilde2016**) es un relato cuidadosamente escrito y documentado sobre la historia de los sintetizadores desde Edison hasta nuestros días, pasando por los inventos más inverosímiles como las Ondas Martenot o el Trautonium.
- En su artículo de 2003 (**wang2003**), el co-fundador de Shazam describe el funcionamiento de su algoritmo de búsqueda para archivos de audio.

## ANEXOS

### D. Primer anexo

Contenido del primer anexo (texto, tablas, figuras, códigos, etc.)

## **E. Segundo anexo**



## ÍNDICE DE TABLAS

3.1. Cinco primeros términos de la sucesión de Fibonacci . . . . .	6
3.2. Cincuenta primeros términos de la sucesión de Fibonacci . . . . .	8

## ÍNDICE DE FIGURAS

4.1. Vista de perfil del 21" Mogale Super Scooper . . . . .	9
---	---

## ÍNDICE DE CÓDIGOS

