



**FACULTAD  
DE INGENIERIA**

Universidad de Buenos Aires

**CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN  
SISTEMAS EMBEBIDOS**

MEMORIA DEL TRABAJO FINAL

**Robot móvil de inspección y  
desinfección**

**Autor:**  
**Sergio Alberino**

Director:  
Claudio Abel Verrastro (CNEA - UTN/FRBA)

Jurados:  
Eduardo Filomena (pertenencia)  
Juan Vicente Montilla Cabrera (pertenencia)  
Sergio Burgos (pertenencia)

*Este trabajo fue realizado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires,  
entre junio de 2020 y junio de 2021.*



## *Resumen*

Se presenta el desarrollo e implementación del prototipo de un robot móvil de dimensiones reducidas para tareas de desinfección por efecto de rayos ultravioletas. El dispositivo puede realizar un recorrido autónomo, evitando obstáculos en un ambiente cerrado, o puede controlarse en forma inalámbrica desde una tablet o celular. Para el desarrollo de este trabajo fueron fundamentales los conocimientos adquiridos de arquitectura de software, de programación de microcontroladores, protocolos de comunicaciones e interfaz con Bluetooth, como así también las metodologías de especificación de requerimientos de software. El prototipo será utilizado para desinfección en espacios públicos o en el hogar, y como plataforma para actividades de docencia e investigación en el Grupo de Inteligencia Artificial y Robótica de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires



## *Agradecimientos*

Esta sección es para agradecimientos personales y es totalmente **OPCIONAL**.



# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>I</b>
<b>1. Introducción general</b>	<b>1</b>
1.1. Robots de servicio	1
1.1.1. Robots móviles para inspección y limpieza	2
Robots de limpieza UVC	2
1.2. Desinfección usando Luz ultravioleta	2
1.3. Qué incluye esta plantilla	4
1.3.1. Carpetas	4
1.3.2. Archivos	4
1.4. Entorno de trabajo	6
1.4.1. Paquetes adicionales	6
1.4.2. Configurando TexMaker	6
1.5. Personalizando la plantilla, el archivo <b>memoria.tex</b>	7
1.6. El código del archivo <b>memoria.tex</b> explicado	8
1.7. Bibliografía	9
<b>2. Introducción específica</b>	<b>11</b>
2.1. Estilo y convenciones	11
2.1.1. Uso de mayúscula inicial para los título de secciones	11
2.1.2. Este es el título de una subsección	11
2.1.3. Figuras	12
2.1.4. Tablas	13
2.1.5. Ecuaciones	14
<b>3. Diseño e implementación</b>	<b>17</b>
3.1. Análisis del software	17
<b>4. Ensayos y resultados</b>	<b>19</b>
4.1. Pruebas funcionales del hardware	19
<b>5. Conclusiones</b>	<b>21</b>
5.1. Conclusiones generales	21
5.2. Próximos pasos	21
<b>Bibliografía</b>	<b>23</b>





# Índice de figuras

1.1. robots de servicio. <sup>1</sup> . . . . .	1
1.2. clasificación de robots de servicio. <sup>2</sup> . . . . .	2
1.3. clasificación según longitud de onda. <sup>3</sup> . . . . .	3
1.4. Entorno de trabajo de texMaker. . . . .	6
1.5. Definir memoria.tex como documento maestro. . . . .	7
2.1. Ilustración del cuadrado azul que se eligió para el diseño del logo. . . . .	12
2.2. Imagen tomada de la página oficial del procesador <sup>4</sup> . . . . .	13
2.3. ¿Por qué de pronto aparece esta figura? . . . . .	13
2.4. Tres gráficos simples . . . . .	13



# Índice de tablas

2.1. caption corto . . . . .	14
------------------------------	----



*Dedicado a... [OPCIONAL]*



# Capítulo 1

## Introducción general

En este capítulo se presentan las características de los robots de servicio, se reseña el uso de luz ultravioleta como germicida y se exponen los objetivos que motivaron el presente trabajo y sus respectivo alcance.

### 1.1. Robots de servicio

A lo largo del siglo XX la robótica pasó de ser una temática de la rama de la ciencia ficción, a cumplir un importante rol dentro de los complejos industriales. En los últimos años los robots han pasado a tener cada vez más tareas de “servicio” para ambientes públicos y hogareños. La robótica de servicios abarca un amplio campo de aplicaciones, la mayoría de las cuales tienen diferentes grados de automatización, desde la teleoperación completa hasta la funcionamiento autónomo, y constituye un campo de aplicación más diverso que el de la robótica industrial. En la figura 1.1 se pueden observar tres tipos de robots de servicios: una aspiradora hogareña, un cortador de césped y un limpiavidrios.



FIGURA 1.1. robots de servicio.<sup>1</sup>

A mediados de la década de 1990, la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE) .[1] y la Federación Internacional de Robótica (IFR) .[2] adoptaron un sistema de clasificación de robots de servicio dividida por categorías y tipos de interacción, que se ha mantenido clasificación actual. En la figura 1.1 se puede observar los primeros ítems de clasificación para robots domésticos/personales de acuerdo a los tipos y áreas de aplicación.

<sup>1</sup>Imágenes tomadas de <https://www.domotizar.com/>

<sup>2</sup>Imagen tomada de [https://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/aa1\\_ifr\\_robots.pdf](https://www.editores-srl.com.ar/sites/default/files/aa1_ifr_robots.pdf)

I	Robots domésticos/personales	II	Robots de servicio profesional
1-7	<b>Robots para tareas domésticas</b>	16-21	<b>Robótica de campo</b>
1	Robots compañeros, asistentes, humanoides	16	Agricultura (campos, invernaderos, huertas, viñedos)
2	Limpieza de suelos, aspiradoras	17	Robots de ordeño
3	Corte de césped	18	Otros robots de ganadería
4	Limpieza de la piscina	19	Robots de minería
5	Limpieza de ventanas	20	Robots espaciales
6	Seguridad y vigilancia doméstica	21	Otros
7	Otros	22-26	<b>Limpieza profesional</b>
8-11	<b>Robots de entretenimiento</b>	22	Limpieza de suelos
8	Robots juguete/hobby	23	Limpieza de ventanas y paredes (incluyendo robots de limpieza que trepan paredes)
9	Robots multimedia	24	Limpieza de tanques y cañerías
10	Educación e investigación	25	Limpieza de casco (aeronaves, vehículos, etc.)
11	Otros	26	Otras tareas de limpieza
12-14	<b>Asistencia a ancianos y discapacitados</b>	27-29	<b>Sistemas de inspección y mantenimiento</b>
12	Sillas de ruedas robotizadas	27	Plantas, instalaciones
13	Dispositivos de ayuda y asistencia personales	28	Tanques, cañerías, cloacas
14	Otras funciones de asistencia	29	Otros sistemas de inspección y mantenimiento
15	Otros robots domésticos/personales		

FIGURA 1.2. clasificación de robots de servicio.<sup>2</sup>.

### 1.1.1. Robots móviles para inspección y limpieza

Los robots móviles son dispositivos que poseen un sistema de locomoción capaz de navegar a través de un determinado ambiente de trabajo. Normalmente cuentan con cierto nivel de autonomía que les permite el desplazamiento sin colisiones por un recorrido específico. Sus aplicaciones son muchas y en general están relacionadas con tareas monótonas o riesgosas para la salud humana. Las plataformas móviles pueden realizar tareas de inspección y limpieza de manera autónoma o controlada remotamente por un operador. Son utilizadas en zonas de difícil acceso debido a limitaciones de espacio o razones de seguridad. Este tipo de robot suele contar con sensores de distinto tipo, para detectar los límites y obstáculos ante los que se presentan. La proliferación de robots para limpieza se incrementó fuertemente a partir de la pandemia de Covid-19, con lo que se los puede encontrar hoy en día en espacios en los que antes no estaban presentes, tales como salas médicas, hoteles y en el transporte público [3]. Estos dispositivos “de interior” abarcan a la aspiradoras robóticas y a los robots de lavado de pisos que limpian pisos con funciones de barrido y trapeado húmedo.

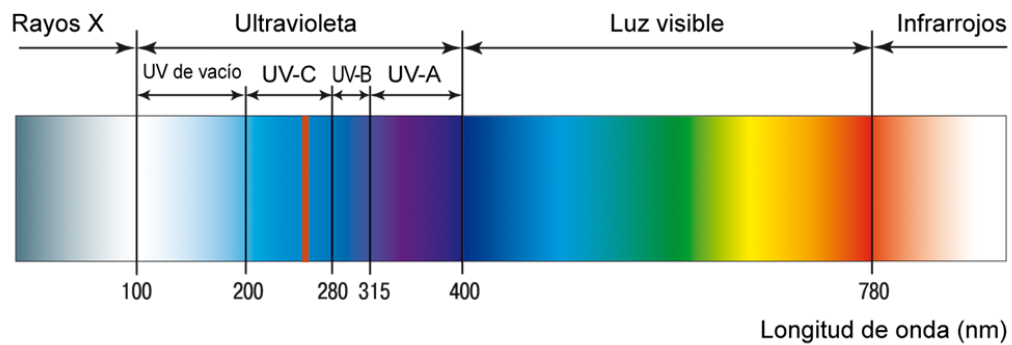
#### Robots de limpieza UVC

Acá va una comparativa de robots de limpieza UVC. . . . .

## 1.2. Desinfección usando Luz ultravioleta

El espectro ultravioleta (UV) abarca la banda de radiación electromagnética entre los 400 y 100 nm, presentando una longitud de onda menor que la de la luz visible y mayor que la de los rayos X. Se divide en tres las siguientes categorías principales: los rayos UV-A (400 – 315 nm), que son los más cercanos al espectro visible; los rayos UV-B (315 – 280 nm), que son absorbidos en gran parte por diferentes elementos a medida que atraviesan el cielo y los rayos UV-C (280 – 200 nm), que son absorbidos totalmente por la capa de ozono. En la figura 1.3 se observa detalle de parte del espectro de radiación electromagnética y su clasificación según longitud de onda.



FIGURA 1.3. clasificación según longitud de onda.<sup>3</sup>.

La utilización de luz ultravioleta UV-C como germicida ha demostrado efectividad para la esterilización las bacterias, gérmenes, virus, algas y esporas.

Los virus tienen un tamaño inferior a un micrómetro ( $\mu\text{m}$ , una millonésima parte de un metro) y las bacterias son típicamente de 0,5 a 5  $\mu\text{m}$ . Técnicamente es incorrecto decir que los rayos UV-C matan a los virus, siendo que no se trata de organismos vivientes. Sin embargo, el comité de foto-biología de la Illuminating Engineering Society (IES) informa que los fotones UV-C interactúan con el ARN y las moléculas de ADN en un virus o bacteria de modo que se evita su reproducción y por lo tanto su efecto infeccioso. A este proceso se lo denomina “desactivación” [4].

La International Ultraviolet Association (IUVA) afirma que los resultados de pruebas en laboratorio de desinfección utilizando UV-C entre los 200 y 280nm demuestran especial utilidad para reducir la transmisión de los virus causantes del COVID-19: SARS-CoV-1 y MERS-CoV [5]. En la práctica, el efecto depende de factores tales como el tiempo de exposición y obstrucción que puedan tener los rayos para alcanzar plenamente los pliegues u ondulaciones que pudiera tener la superficie a desinfectar.

Este tipo de desinfección, que no genera residuos químicos, es especialmente recomendada cuando debe realizarse sobre materiales que podrían verse afectados o dañados ante la limpieza continua con productos a base de alcoholes líquidos, como ser dispositivos electrónicos o materiales susceptibles de oxidación. También es especialmente aplicable en el caso de superficies de difícil acceso por su ubicación o por presentar formas y estructuras que no permiten la higienización por contacto con paños o rociadores. Por otra parte, si bien la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda el uso de rayos UV-C para desinfección, también alerta sobre los riesgos de exposición en seres humanos y animales, cuya piel puede verse irritada, a la vez que puede producir daños a la vista [6]. En este sentido promueven la limpieza de manos periódica con jabón o con alcohol, y dejan la esterilización con UV-C para instrumental y objetos de uso diario.

<sup>3</sup>Imagen tomada de <https://www.lit-uv.com/es/technology/>

## 1.3. Qué incluye esta plantilla

### 1.3.1. Carpetas

Esta plantilla se distribuye como un único archivo .zip que se puede descomprimir en varios archivos y carpetas. Asimismo, se puede consultar el repositorio git para obtener la última versión de los archivos, <https://github.com/patriciobos/Plantilla-CESE.git>. Los nombres de las carpetas son, o pretender ser, auto-explicativos.

**Appendices** – Esta es la carpeta donde se deben poner los apéndices. Cada apéndice debe ir en su propio archivo **.tex**. Se incluye un ejemplo y una plantilla en la carpeta.

**Chapters** – Esta es la carpeta donde se deben poner los capítulos de la memoria. Cada capítulo debe ir en su propio archivo **.tex** por separado. Se ofrece por defecto, la siguiente estructura de capítulos y se recomienda su utilización dentro de lo posible:

- Capítulo 1: Introducción general
- Capítulo 2: Introducción específica
- Capítulo 3: Diseño e implementación
- Capítulo 4: Ensayos y resultados
- Capítulo 5: Conclusiones

Esta estructura de capítulos es la que se recomienda para las memorias de la especialización.

**Figures** – Esta carpeta contiene todas las figuras de la memoria. Estas son las versiones finales de las imágenes que van a ser incluidas en la memoria. Pueden ser imágenes en formato *raster*<sup>4</sup> como **.png**, **.jpg** o en formato vectoriales<sup>5</sup> como **.pdf**, **.ps**. Se debe notar que utilizar imágenes vectoriales disminuye notablemente el peso del documento final y acelera el tiempo de compilación por lo que es recomendable su utilización siempre que sea posible.

### 1.3.2. Archivos

También están incluidos varios archivos, la mayoría de ellos son de texto plano y se puede ver su contenido en un editor de texto. Después de la compilación inicial, se verá que más archivos auxiliares son creados por LaTeX o BibTeX, pero son de uso interno y no es necesario hacer nada en particular con ellos. Toda la información necesaria para compilar el documento se encuentra en los archivos **.tex**, **.bib**, **.cls** y en las imágenes de la carpeta Figures.

**referencias.bib** - este es un archivo importante que contiene toda la información de referencias bibliográficas que se utilizarán para las citas en la memoria en conjunto con BibTeX. Usted puede escribir las entradas bibliográficas en forma manual, aunque existen también programas de gestión de referencias que facilitan la creación y gestión de las referencias y permiten exportarlas en formato BibTeX.

---

<sup>4</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Raster\\_graphics](https://en.wikipedia.org/wiki/Raster_graphics)

<sup>5</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Vector\\_graphics](https://en.wikipedia.org/wiki/Vector_graphics)

También hay disponibles sitios web como [books.google.com](https://books.google.com) que permiten obtener toda la información necesaria para una cita en formato BibTeX. Ver sección 1.7

**MastersDoctoralThesis.cls** – este es un archivo importante. Es el archivos con la clase que le informa a L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X cómo debe dar formato a la memoria. El usuario de la plantilla no debería necesitar modificar nada de este archivo.

**memoria.pdf** – esta es su memoria con una tipografía bellamente compuesta (en formato de archivo PDF) creado por L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Se distribuye con la plantilla y después de compilar por primera vez sin hacer ningún cambio se debería obtener una versión idéntica a este documento.

**memoria.tex** – este es un archivo importante. Este es el archivo que tiene que compilar L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X para producir la memoria como un archivo PDF. Contiene un marco de trabajo y estructuras que le indican a L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X cómo diagramar la memoria. Está altamente comentado para que se pueda entender qué es lo que realiza cada línea de código y por qué está incluida en ese lugar. En este archivo se debe completar la información personalizada de las primeras sección según se indica en la sección 1.5.

Archivos que *no* forman parte de la distribución de la plantilla pero que son generados por L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X como archivos auxiliares necesarios para la producción de la memoria.pdf son:

**memoria.aux** – este es un archivo auxiliar generado por L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, si se borra L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X simplemente lo regenera cuando se compila el archivo principal **memoria.tex**.

**memoria.bbl** – este es un archivo auxiliar generado por BibTeX, si se borra BibTeX simplemente lo regenera cuando se compila el archivo principal **memoria.tex**. Mientras que el archivo **.bib** contiene todas las referencias que hay, este archivo **.bbl** contine sólo las referencias que han sido citadas y se utiliza para la construcción de la bibiografía.

**memoria.blg** – este es un archivo auxiliar generado por BibTeX, si se borra BibTeX simplemente lo regenera cuando se compila el archivo principal **memoria.tex**.

**memoria.lof** – este es un archivo auxiliar generado por L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, si se borra L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X simplemente lo regenera cuando se compila el archivo principal **memoria.tex**. Le indica a L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X cómo construir la sección *Lista de Figuras*.

**memoria.log** – este es un archivo auxiliar generado por L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, si se borra L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X simplemente lo regenera cuando se compila el archivo principal **memoria.tex**. Contiene mensajes de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Si se reciben errores o advertencias durante la compilación, se guardan en este archivo **.log**.

**memoria.lot** – este es un archivo auxiliar generado por L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, si se borra L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X simplemente lo regenera cuando se compila el archivo principal **memoria.tex**. Le indica a L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X cómo construir la sección *Lista de Tablas*.

**memoria.out** – este es un archivo auxiliar generado por L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, si se borra L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X simplemente lo regenera cuando se compila el archivo principal **memoria.tex**.

De esta larga lista de archivos, sólo aquellos con la extensión **.bib**, **.cls** y **.tex** son importantes. Los otros archivos auxiliares pueden ser ignorados o borrados ya que L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X y BibTeX los regenerarán durante la compilación.

## 1.4. Entorno de trabajo

Ante de comenzar a editar la plantilla debemos tener un editor  $\text{\LaTeX}$  instalado en nuestra computadora. En forma análoga a lo que sucede en lenguaje C, que se puede crear y editar código con casi cualquier editor, existen ciertos entornos de trabajo que nos pueden simplificar mucho la tarea. En este sentido, se recomienda, sobre todo para los principiantes en  $\text{\LaTeX}$  la utilización de TexMaker, un programa gratuito y multi-plataforma que está disponible tanto para windows como para sistemas GNU/Linux.

La versión más reciente de TexMaker es la 4.5 y se puede descargar del siguiente link: <http://www.xmlmath.net/texmaker/download.html>. Se puede consultar el manual de usuario en el siguiente link: <http://www.xmlmath.net/texmaker/doc.html>.

### 1.4.1. Paquetes adicionales

Si bien durante el proceso de instalación de TexMaker, o cualquier otro editor que se haya elegido, se instalarán en el sistema los paquetes básicos necesarios para trabajar con  $\text{\LaTeX}$ , la plantilla de los trabajos de Especialización y Maestría requieren de paquete adicionales.

Se indican a continuación los comandos que se deben introducir en la consola de Ubuntu (ctrl + alt + t) para instalarlos:

```
$ sudo apt install texlive-lang-spanish texlive-science
$ sudo apt install texlive-bibtex-extra biber
$ sudo apt install texlive texlive-fonts-recommended
$ sudo apt install texlive-latex-extra
```

### 1.4.2. Configurando TexMaker

Una vez instalado el programa y los paquetes adicionales se debe abrir el archivo memoria.tex con el editor para ver una pantalla similar a la que se puede apreciar en la figura 1.4.

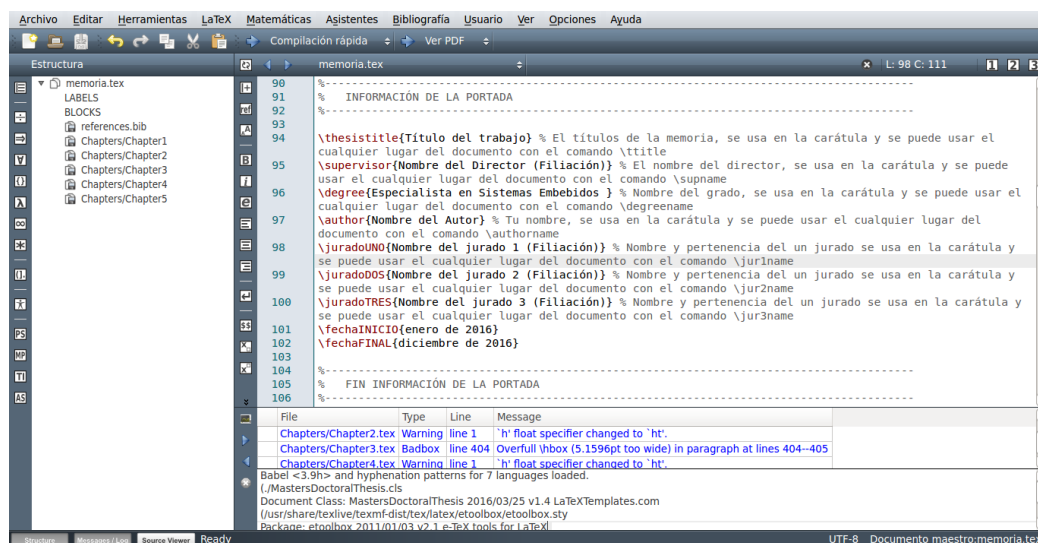


FIGURA 1.4. Entorno de trabajo de texMaker.

Notar que existe una vista llamada Estructura a la izquierda de la interfaz que nos permite abrir desde dentro del programa los archivos individuales de los capítulos. A la derecha se encuentra una vista con el archivo propiamente dicho para su edición. Hacia la parte inferior se encuentra una vista del log con información de los resultados de la compilación. En esta última vista pueden aparecer advertencias o *warning*, que normalmente pueden ser ignorados, y los errores que se indican en color rojo y deben resolverse para que se genere el PDF de salida.

Recordar que el archivo que se debe compilar con PDFLaTeX es `memoria.tex`, si se tratara de compilar alguno de los capítulos saldría un error. Para salvar la molestia de tener que cambiar de archivo para compilar cada vez que se realice una modificación en un capítulo, se puede definir el archivo `memoria.tex` como “documento maestro” yendo al menú opciones -> “definir documento actual como documento maestro”, lo que permite compilar con PDFLaTeX `memoria.tex` directamente desde cualquier archivo que se esté modificando. Se muestra esta opción en la figura 1.5.

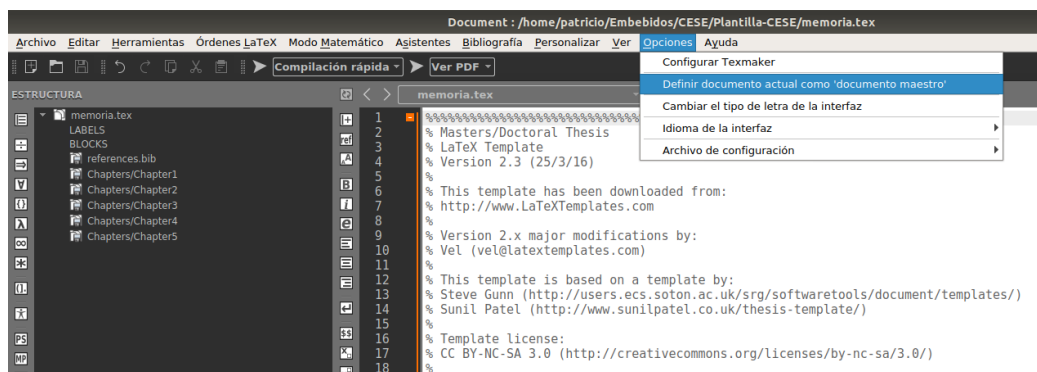


FIGURA 1.5. Definir `memoria.tex` como documento maestro.

En el menú herramientas se encuentran las opciones de compilación. Para producir un archivo PDF a partir de un archivo `.tex` se debe ejecutar PDFLaTeX (el shortcut es F6). Para incorporar nueva bibliografía se debe utilizar la opción BibTeX del mismo menú herramientas (el shortcut es F11).

Notar que para actualizar las tablas de contenidos se debe ejecutar PDFLaTeX dos veces. Esto se debe a que es necesario actualizar algunos archivos auxiliares antes de obtener el resultado final. En forma similar, para actualizar las referencias se debe ejecutar primero PDFLaTeX, después BibTeX y finalmente PDFLaTeX dos veces por idénticos motivos.

## 1.5. Personalizando la plantilla, el archivo `memoria.tex`

Para personalizar la plantilla se debe incorporar la información propia en los distintos archivos `.tex`.

Primero abrir `memoria.tex` con TexMaker (o el editor de su preferencia). Se debe ubicar dentro del archivo el bloque de código titulado *INFORMACIÓN DE LA PORTADA* donde se deben incorporar los primeros datos personales con los que se construirá automáticamente la portada.

## 1.6. El código del archivo `memoria.tex` explicado

El archivo `memoria.tex` contiene la estructura del documento y es el archivo de mayor jerarquía de la memoria. Podría ser equiparable a la función `main()` de un programa en C, o mejor dicho al archivo fuente `.c` donde se encuentra definida la función `main()`.

La estructura básica de cualquier documento de  $\text{\LaTeX}$  comienza con la definición de clase del documento, es seguida por un preámbulo donde se pueden agregar funcionalidades con el uso de paquetes (equiparables a bibliotecas de C), y finalmente, termina con el cuerpo del documento, donde irá el contenido de la memoria.

```
\documentclass{article}  <- Definicion de clase
\usepackage{listings}    <- Preambulo

\begin{document}         <- Comienzo del contenido propio
    Hello world!
\end{document}
```

El archivo `memoria.tex` se encuentra densamente comentado para explicar qué páginas, secciones y elementos de formato está creando el código  $\text{\LaTeX}$  en cada línea. El código está dividido en bloques con nombres en mayúsculas para que resulte evidente qué es lo que hace esa porción de código en particular. Inicialmente puede parecer que hay mucho código  $\text{\LaTeX}$ , pero es principalmente código para dar formato a la memoria por lo que no requiere intervención del usuario de la plantilla. Sí se deben personalizar con su información los bloques indicados como:

- Informacion de la memoria
- Resumen
- Agradecimientos
- Dedicatoria

El índice de contenidos, las listas de figura de tablas se generan en forma automática y no requieren intervención ni edición manual por parte del usuario de la plantilla.

En la parte final del documento se encuentran los capítulos y los apéndices. Por defecto se incluyen los 5 capítulos propuestos que se encuentran en la carpeta `/Chapters`. Cada capítulo se debe escribir en un archivo `.tex` separado y se debe poner en la carpeta `Chapters` con el nombre **Chapter1**, **Chapter2**, etc... El código para incluir capítulos desde archivos externos se muestra a continuación.

```
\include{Chapters/Chapter1}
\include{Chapters/Chapter2}
\include{Chapters/Chapter3}
\include{Chapters/Chapter4}
\include{Chapters/Chapter5}
```

Los apéndices también deben escribirse en archivos `.tex` separados, que se deben ubicar dentro de la carpeta `Appendices`. Los apéndices vienen comentados por defecto con el carácter `%` y para incluirlos simplemente se debe eliminar dicho carácter.

Finalmente, se encuentra el código para incluir la bibliografía en el documento final. Este código tampoco debe modificarse. La metodología para trabajar las referencias bibliográficas se desarrolla en la sección 1.7.

## 1.7. Bibliografía

Las opciones de formato de la bibliografía se controlan a través del paquete de latex *biblatex* que se incluye en la memoria en el archivo memoria.tex. Estas opciones determinan cómo se generan las citas bibliográficas en el cuerpo del documento y cómo se genera la bibliografía al final de la memoria.

En el preámbulo se puede encontrar el código que incluye el paquete biblatex, que no requiere ninguna modificación del usuario de la plantilla, y que contiene las siguientes opciones:

```
\usepackage[backend=bibtex,  
             natbib=true,  
             style=numeric,  
             sorting=none]  
{biblatex}
```

En el archivo **reference.bib** se encuentran las referencias bibliográficas que se pueden citar en el documento. Para incorporar una nueva cita al documento lo primero es agregarla en este archivo con todos los campos necesario. Todas las entradas bibliográficas comienzan con @ y una palabra que define el formato de la entrada. Para cada formato existen campos obligatorios que deben completarse. No importa el orden en que las entradas estén definidas en el archivo .bib. Tampoco es importante el orden en que estén definidos los campos de una entrada bibliográfica. A continuación se muestran algunos ejemplos:

```
@ARTICLE{ARTICLE:1,  
  AUTHOR="John Doe",  
  TITLE="Title",  
  JOURNAL="Journal",  
  YEAR="2017",  
}  
  
@BOOK{BOOK:1,  
  AUTHOR="John Doe",  
  TITLE="The Book without Title",  
  PUBLISHER="Dummy Publisher",  
  YEAR="2100",  
}  
  
@INBOOK{BOOK:2,  
  AUTHOR="John Doe",  
  TITLE="The Book without Title",  
  PUBLISHER="Dummy Publisher",  
  YEAR="2100",  
  PAGES="100-200",  
}  
  
@MISC{WEBSITE:1,  
  HOWPUBLISHED = "\url{http://example.com}",  
  AUTHOR = "Intel",  
  TITLE = "Example Website",
```

```
MONTH = "12",  
YEAR = "1988",  
URLDATE = {2012-11-26}  
}
```

Se debe notar que los nombres *ARTICLE:1*, *BOOK:1*, *BOOK:2* y *WEBSITE:1* son nombres de fantasía que le sirve al autor del documento para identificar la entrada. En este sentido, se podrían reemplazar por cualquier otro nombre. Tampoco es necesario poner : seguido de un número, en los ejemplos sólo se incluye como un posible estilo para identificar las entradas.

Las entradas se citan en el documento con el comando:

```
\citep{nombre_de_la_entrada}
```

Y cuando se usan, se muestran así: [6], [7], [8], [WEBSITE:1]. Notar cómo se conforma la sección Bibliografía al final del documento.



## Capítulo 2

# Introducción específica

Todos los capítulos deben comenzar con un breve párrafo introductorio que indique cuál es el contenido que se encontrará al leerlo. La redacción sobre el contenido de la memoria debe hacerse en presente y todo lo referido al proyecto en pasado, siempre de modo impersonal.

### 2.1. Estilo y convenciones

#### 2.1.1. Uso de mayúscula inicial para los título de secciones

Si en el texto se hace alusión a diferentes partes del trabajo referirse a ellas como capítulo, sección o subsección según corresponda. Por ejemplo: “En el capítulo 1 se explica tal cosa”, o “En la sección 2.1 se presenta lo que sea”, o “En la subsección 2.1.2 se discute otra cosa”.

Cuando se quiere poner una lista tabulada, se hace así:

- Este es el primer elemento de la lista.
- Este es el segundo elemento de la lista.

Notar el uso de las mayúsculas y el punto al final de cada elemento.

Si se desea poner una lista numerada el formato es este:

1. Este es el primer elemento de la lista.
2. Este es el segundo elemento de la lista.

Notar el uso de las mayúsculas y el punto al final de cada elemento.

#### 2.1.2. Este es el título de una subsección

Se recomienda no utilizar **texto en negritas** en ningún párrafo, ni tampoco texto subrayado. En cambio sí se debe utilizar *texto en itálicas* para palabras en un idioma extranjero, al menos la primera vez que aparecen en el texto. En el caso de palabras que estamos inventando se deben utilizar “comillas”, así como también para citas textuales. Por ejemplo, un *digital filter* es una especie de “selector” que permite separar ciertos componentes armónicos en particular.

La escritura debe ser impersonal. Por ejemplo, no utilizar “el diseño del firmware lo hice de acuerdo con tal principio”, sino “el firmware fue diseñado utilizando tal principio”.

El trabajo es algo que al momento de escribir la memoria se supone que ya está concluido, entonces todo lo que se refiera a hacer el trabajo se narra en tiempo pasado, porque es algo que ya ocurrió. Por ejemplo, "se diseñó el firmware empleando la técnica de test driven development".

En cambio, la memoria es algo que está vivo cada vez que el lector la lee. Por eso transcurre siempre en tiempo presente, como por ejemplo:

"En el presente capítulo se da una visión global sobre las distintas pruebas realizadas y los resultados obtenidos. Se explica el modo en que fueron llevados a cabo los test unitarios y las pruebas del sistema".

Se recomienda no utilizar una sección de glosario sino colocar la descripción de las abreviaturas como parte del mismo cuerpo del texto. Por ejemplo, RTOS (*Real Time Operating System*, Sistema Operativo de Tiempo Real) o en caso de considerarlo apropiado mediante notas a pie de página.

Si se desea indicar alguna página web utilizar el siguiente formato de referencias bibliográficas, dónde las referencias se detallan en la sección de bibliografía de la memoria, utilizando el formato establecido por IEEE en [9]. Por ejemplo, "el presente trabajo se basa en la plataforma EDU-CIAA-NXP [10], la cual...".

### 2.1.3. Figuras

Al insertar figuras en la memoria se deben considerar determinadas pautas. Para empezar, usar siempre tipografía claramente legible. Luego, tener claro que **es incorrecto** escribir por ejemplo esto: "El diseño elegido es un cuadrado, como se ve en la siguiente figura:"



La forma correcta de utilizar una figura es con referencias cruzadas, por ejemplo: "Se eligió utilizar un cuadrado azul para el logo, como puede observarse en la figura 2.1".



FIGURA 2.1. Ilustración del cuadrado azul que se eligió para el diseño del logo.

El texto de las figuras debe estar siempre en español, excepto que se decida reproducir una figura original tomada de alguna referencia. En ese caso la referencia de la cual se tomó la figura debe ser indicada en el epígrafe de la figura e incluida como una nota al pie, como se ilustra en la figura 2.2.

FIGURA 2.2. Imagen tomada de la página oficial del procesador<sup>1</sup>.

La figura y el epígrafe deben conformar una unidad cuyo significado principal pueda ser comprendido por el lector sin necesidad de leer el cuerpo central de la memoria. Para eso es necesario que el epígrafe sea todo lo detallado que corresponda y si en la figura se utilizan abreviaturas entonces aclarar su significado en el epígrafe o en la misma figura.



FIGURA 2.3. ¿Por qué de pronto aparece esta figura?

Nunca colocar una figura en el documento antes de hacer la primera referencia a ella, como se ilustra con la figura 2.3, porque sino el lector no comprenderá por qué de pronto aparece la figura en el documento, lo que distraerá su atención.

Otra posibilidad es utilizar el entorno *subfigure* para incluir más de una figura, como se puede ver en la figura 2.4. Notar que se pueden referenciar también las figuras internas individualmente de esta manera: 2.4a, 2.4b y 2.4c.



(A) Un caption.



(B) Otro.



(C) Y otro más.

FIGURA 2.4. Tres gráficos simples

El código para generar las imágenes se encuentra disponible para su reutilización en el archivo **Chapter2.tex**.

#### 2.1.4. Tablas

Para las tablas utilizar el mismo formato que para las figuras, sólo que el epígrafe se debe colocar arriba de la tabla, como se ilustra en la tabla 2.1. Observar que sólo algunas filas van con líneas visibles y notar el uso de las negritas para los encabezados. La referencia se logra utilizando el comando `\ref{<label>}` donde label debe estar definida dentro del entorno de la tabla.

<sup>1</sup>Imagen tomada de <https://goo.gl/images/i7C70w>

```

\begin{table}[h]
\centering
\caption[caption corto]{caption largo más descriptivo}
\begin{tabular}{l c c}
\toprule
\textbf{Especie} & \textbf{Tamaño} & \textbf{Valor}\\
\midrule
Amphiprion Ocellaris & 10 cm & \$ 6.000 \\
Hepatus Blue Tang & 15 cm & \$ 7.000 \\
Zebrasoma Xanthurus & 12 cm & \$ 6.800 \\
\bottomrule
\hline
\end{tabular}
\label{tab:peces}
\end{table}

```

TABLA 2.1. caption largo más descriptivo

Especie	Tamaño	Valor
Amphiprion Ocellaris	10 cm	\$ 6.000
Hepatus Blue Tang	15 cm	\$ 7.000
Zebrasoma Xanthurus	12 cm	\$ 6.800

En cada capítulo se debe reiniciar el número de conteo de las figuras y las tablas, por ejemplo, figura 2.1 o tabla 2.1, pero no se debe reiniciar el conteo en cada sección. Por suerte la plantilla se encarga de esto por nosotros.

### 2.1.5. Ecuaciones

Al insertar ecuaciones en la memoria dentro de un entorno *equation*, éstas se numeran en forma automática y se pueden referir al igual que como se hace con las figuras y tablas, por ejemplo ver la ecuación 2.1.

$$ds^2 = c^2 dt^2 \left( \frac{d\sigma^2}{1 - k\sigma^2} + \sigma^2 [d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2] \right) \quad (2.1)$$

Es importante tener presente que si bien las ecuaciones pueden ser referidas por su número, también es correcto utilizar los dos puntos, como por ejemplo “la expresión matemática que describe este comportamiento es la siguiente:”

$$\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi + V(\mathbf{r})\Psi = -i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} \quad (2.2)$$

Para generar la ecuación 2.1 se utilizó el siguiente código:

```

\begin{equation}
\label{eq:metric}
ds^2 = c^2 dt^2 \left( \frac{d\sigma^2}{1-k\sigma^2} + \right.
\sigma^2 \left[ d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2 \right] \left. \right)
\end{equation}

```

Y para la ecuación 2.2:

```
\begin{equation}
\label{eq:schrodinger}
\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\Psi + V(\mathbf{r})\Psi =
-i\hbar \frac{\partial\Psi}{\partial t}
\end{equation}
```



## Capítulo 3

# Diseño e implementación

### 3.1. Análisis del software

La idea de esta sección es resaltar los problemas encontrados, los criterios utilizados y la justificación de las decisiones que se hayan tomado.

Se puede agregar código o pseudocódigo dentro de un entorno `lstlisting` con el siguiente código:

```
\begin{lstlisting}[caption= "un epígrafe descriptivo"]
las líneas de código irían aquí...
\end{lstlisting}
```

A modo de ejemplo:

```
1 #define MAX_SENSOR_NUMBER 3
2 #define MAX_ALARM_NUMBER 6
3 #define MAX_ACTUATOR_NUMBER 6
4
5 uint32_t sensorValue[MAX_SENSOR_NUMBER];
6 FunctionalState alarmControl[MAX_ALARM_NUMBER]; //ENABLE or DISABLE
7 state_t alarmState[MAX_ALARM_NUMBER]; //ON or OFF
8 state_t actuatorState[MAX_ACTUATOR_NUMBER]; //ON or OFF
9
10 void vControl() {
11
12     initGlobalVariables();
13
14     period = 500 ms;
15
16     while(1) {
17
18         ticks = xTaskGetTickCount();
19
20         updateSensors();
21
22         updateAlarms();
23
24         controlActuators();
25
26         vTaskDelayUntil(&ticks, period);
27     }
28 }
```

CÓDIGO 3.1. Pseudocódigo del lazo principal de control.





## Capítulo 4

# Ensayos y resultados

### 4.1. Pruebas funcionales del hardware

La idea de esta sección es explicar cómo se hicieron los ensayos, qué resultados se obtuvieron y analizarlos.



## Capítulo 5

# Conclusiones

### 5.1. Conclusiones generales

La idea de esta sección es resaltar cuáles son los principales aportes del trabajo realizado y cómo se podría continuar. Debe ser especialmente breve y concisa. Es buena idea usar un listado para enumerar los logros obtenidos.

Algunas preguntas que pueden servir para completar este capítulo:

- ¿Cuál es el grado de cumplimiento de los requerimientos?
- ¿Cuán fielmente se pudo seguir la planificación original (cronograma incluido)?
- ¿Se manifestó algunos de los riesgos identificados en la planificación? ¿Fue efectivo el plan de mitigación? ¿Se debió aplicar alguna otra acción no contemplada previamente?
- Si se debieron hacer modificaciones a lo planificado ¿Cuáles fueron las causas y los efectos?
- ¿Qué técnicas resultaron útiles para el desarrollo del proyecto y cuáles no tanto?

### 5.2. Próximos pasos

Acá se indica cómo se podría continuar el trabajo más adelante.



# Bibliografía

- [1] United Nations Economic Commission for Europe. *Homepage*. <https://unece.org>. 2021. (Visitado 01-05-2021).
- [2] International Federation of Robotics (2021). *Homepage*. <https://unece.org>. 2021. (Visitado 01-05-2021).
- [3] International Federation of Robotics. *Cleaning robots reduce infections in hospitals and public spaces*. <https://ifr.org/news/cleaning-robots-reduce-infections>. 2020. (Visitado 01-05-2021).
- [4] IES Committee Report: Germicidal Ultraviolet (GUV). *IES Standards Committee April 15, 2020 as a Transaction of the Illuminating Engineering Society*. 2020. ISBN: 978-0-87995-389-8. URL: <https://media.ies.org/docs/standards/IES-CR-2-20-V1-6d.pdf>.
- [5] International Ultraviolet Association Inc. *UV Disinfection for COVID-19*. <https://ifr.org/news/cleaning-robots-reduce-infections>. 2020. (Visitado 01-05-2021).
- [6] juancitoe. «prueba». En: *Journal* (2017).
- [7] juancitoe. *The Book without Title*. Dummy Publisher, 2100.
- [8] John Doe. «The Book without Title». En: Dummy Publisher, 2100, págs. 100-200.
- [9] IEEE. *IEEE Citation Reference*. 1.<sup>a</sup> ed. IEEE Publications, 2016. URL: <http://www.ieee.org/documents/ieeecitationref.pdf> (visitado 26-09-2016).
- [10] Proyecto CIAA. *Computadora Industrial Abierta Argentina*. Visitado el 2016-06-25. 2014. URL: <http://proyecto-ciaa.com.ar/devwiki/doku.php?id=start>.