

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS
EMBEBIDOS



MEMORIA DEL TRABAJO FINAL

**Actualización de espectrofotómetro de
luz ultravioleta y visible**

Autor:
Ing Sebastian Herrera

Director:
Esp. Ing. Esteban Volentinni (UNT,FIUBA)

Jurados:
Nombre del jurado 1 (pertenencia)
Nombre del jurado 2 (pertenencia)
Nombre del jurado 3 (pertenencia)

*Este trabajo fue realizado en las Ciudad Autónoma de Buenos Aires, entre
Agosto 2019 y Junio 2021.*

Resumen

La presente memoria describe el desarrollo de un hardware y software que actualiza un instrumento de medición conocido como espectrofotómetro. Un espectrofotómetro es un instrumento usado en el análisis químico que sirve para medir, en función de la longitud de onda, valores de transmitancia. Este equipo pertenece al Instituto de Química del Noroeste (INQUINOA), que depende de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT) y del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Lo que se realizó para este trabajo fue: mediante un motor paso a paso seleccionar longitudes de ondas, una interfaz de usuario fácil de usar y la adquisición de datos obtenidos mediante el puerto serial, utilizando para esto . En el desarrollo realizado se utilizaron conocimientos sobre: lenguaje de programación C, modularización de software, sistemas operativos en tiempo real, control de versiones, diseño de circuitos impresos y protocolos de comunicación.

Agradecimientos

opcinal .

Índice general

Resumen	III
1. Introducción General	1
1.1. Espectrofotometro	1
1.1.1. Funcionamiento de un espectrofotómetro	1
1.1.2. Guía matemática rápida para \LaTeX	2
1.2. Utilizando esta plantilla	3
1.2.1. Acerca de esta plantilla	3
1.3. Qué incluye esta plantilla	3
1.3.1. Carpetas	3
1.3.2. Archivos	4
1.4. Entorno de trabajo	5
1.4.1. Paquetes adicionales	6
1.4.2. Configurando TexMaker	6
1.5. Personalizando la plantilla en el archivo memoria.tex	7
1.6. El código del archivo memoria.tex explicado	7
1.7. Bibliografía	9
2. Introducción Específica	11
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	14
2.1.5. Ecuaciones	14
3. Diseño e Implementación	17
3.1. Análisis del software	17
4. Ensayos y Resultados	19
4.1. Pruebas funcionales del hardware	19
5. Conclusiones	21
5.1. Conclusiones generales	21
5.2. Próximos pasos	21
Bibliografía	23

Índice de figuras

1.1. Diagrama basico de un espectrofotómetro.	2
1.2. Entorno de trabajo del texMaker.	6
1.3. 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 ¹	12
2.3. Por qué de pronto aparece esta figura?.	13
2.4. Una imagen a la izquierda.	13
2.5. Una imagen a la derecha.	13
2.6. Tres gráficos simples	13

Índice de Tablas

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

Dedicado a... [OPCIONAL]

Capítulo 1

Introducción General

En este capítulo se realiza una introducción a lo que es un espectrofotómetro, funcionamiento, partes que lo componen y mediciones que realiza. También se explica la motivación, alcance y objetivos del trabajo.

1.1. Espectrofotómetro

El espectrofotómetro es un instrumento que permite proyectar un haz de luz a través de una muestra y medir la absorbancia (la cantidad de luz absorbida por la muestra) o la transmitancia (la cantidad de luz que pasa a través de la muestra, es decir, el recíproco matemático de la absorbancia). La cantidad de luz absorbida o transmitida a una determinada longitud de onda es proporcional a la concentración del material. Si el material no absorbe luz por sí mismo, se puede mezclar con otros reactivos para obtener, mediante una reacción química específica, una solución que sí absorba luz.

Los espectrofotómetros actuales pueden medir sobre prácticamente cualquier material (líquidos, plásticos, papel, metal, telas, etc.), de allí su versatilidad y uso en diferentes disciplinas. Las principales aplicaciones de los espectrómetros son determinación de la cantidad en una solución de un compuesto en específico (p.e., concentración de hierro en la sangre, de cobre en un tejido, etc.), identificación de unidades estructurales específicas, (ya que estas tienen distintos tipos de absorbancia), detección de niveles de contaminación en aire y agua, determinación impurezas en alimentos y reactivos, determinación de constantes de disociación de indicadores ácido-base, y estandarización de colores de diversos materiales (p.e., plásticos y pinturas).[1]

1.1.1. Funcionamiento de un espectrofotómetro

Un espectrofotómetro en general consta de los siguientes componentes: una fuente de luz, un dispositivo de enfoque, un filtro de luz, una celda o cubeta de absorción, un fotodetector y un dispositivo de visualización como se ve en la figura 1.1.

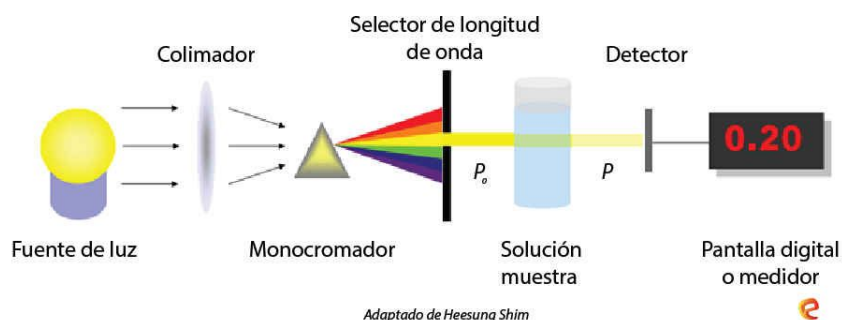


FIGURA 1.1: Diagrama básico de un espectrofotómetro.

La fuente de luz debe proporcionar longitudes de onda de luz correctas e intensidad constante. Típicamente, se utiliza una bombilla de filamento de tungsteno, que proporciona luz en la longitud de onda de 380 a 800 nanómetros (nm), cubriendo la región visible, y lámparas de hidrógeno o deuterio para la región UV (ultravioleta), ya que producen longitudes de onda entre los 190 y los 380 nm.

Mediante una lente (el dispositivo de enfoque), la luz es concentrada en un solo haz. El funcionamiento del espectrofotómetro consiste en hacer pasar este rayo de luz a través de un monocromador, un dispositivo óptico de múltiples piezas, que selecciona sólo una porción estrecha del espectro de luz. Luego, la luz seleccionada pasa a través de la cubeta de absorción, que contiene la muestra que se está analizando. Las cubetas son redondas o rectangulares y están construidas de vidrio, cuarzo, sílice fundida o plástico. Es importante que el material de la cubeta no absorba luz en las longitudes de onda en las que se está midiendo. Debido a que el vidrio óptico absorbe luz por debajo de los 350 nm, se utilizan cubetas de cuarzo para trabajar en el rango UV. Cuando la luz pasa a través de la muestra, parte del espectro es absorbido por la misma. La capacidad de absorción de la radiación depende de la estructura de las moléculas, siendo definida por su grupo funcional. La luz no absorbida por la muestra sale de la cubeta y llega un fotodetector, que registra la transmitancia.

La transmitancia óptica (T) es la relación entre la cantidad de luz transmitida por la muestra y la cantidad de luz incidente, y generalmente se expresa en forma de porcentaje. Si una muestra posee una transmitancia del 50, significa que transmite la mitad de la luz que recibe. Una magnitud derivada de la transmitancia es la absorbancia (A), definida como el logaritmo negativo de la transmitancia:

$$A = -\log(T) \quad (1.1)$$

1.1.2. Guía matemática rápida para \LaTeX

Si usted está escribiendo un documento con mucho contenido matemático, entonces es posible que desee leer el documento de la AMS (American Mathematical Society) llamado, «A Short Math Guide for \LaTeX ». Se puede encontrar en línea en el siguiente link: <http://www.ams.org/tex/amslatex.html> en la sección «Additional Documentation» hacia la parte inferior de la página.

1.2. Utilizando esta plantilla

Si usted está familiarizado con \LaTeX , entonces puede explorar la estructura de directorios de esta plantilla y proceder a personalizarla agregando su información en el bloque *INFORMACIÓN DE LA PORTADA* en el archivo `memoria.tex`.

Se puede continuar luego modificando el resto de los archivos siguiendo los lineamientos que se describen en la sección 1.5 en la página 7.

Asegúrese de leer el capítulo 2 acerca de las convenciones utilizadas para las Memoria de los Trabajos Finales de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos de FIUBA.

Si es nuevo en \LaTeX se recomienda que continúe leyendo el documento ya que contiene información básica para aprovechar el potencial de esta herramienta.

1.2.1. Acerca de esta plantilla

Esta plantilla \LaTeX está basada originalmente en torno a un archivo de estilo \LaTeX creado por Steve R. Gunn de la University of Southampton (UK), department of Electronics and Computer Science. Se puede encontrar su trabajo original en el siguiente sitio de internet: <http://www.ecs.soton.ac.uk/~srg/softwaretools/document/templates/>

El archivo de Gunn, `ecsthesis.cls` fue posteriormente modificado por Sunil Patel quien creó una plantilla esqueleto con la estructura de carpetas. El template resultante se puede encontrar en el sitio web de Sunil Patel: <http://www.sunilpatel.co.uk/thesis-template>

El template de Patel se publicó a través de <http://www.LaTeXTemplates.com> desde donde fue modificado muchas veces en base a solicitudes de usuarios. La versión 2.0 y subsiguientes representan cambios significativos respecto a la versión de la plantilla modificada por Patel, que es de hecho, difícilmente reconocible. El trabajo en la versión 2.0 fue realizado por Vel Gayevskiy y Johannes Böttcher.

Para la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos de FIUBA, la versión versión 2.3 fue modificada por el Ing. [Patricio Bos](#) para crear una plantilla fuertemente adaptada a la carrera de especialización.

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. 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*¹ como **.png**, **.jpg** o en formato vectoriales² 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 que no es necesario eliminarlos o hacer nada con ellos. Toda la información necesaria para compilar el documento se encuentra en los archivos **.tex** 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 . También hay disponibles sitios web como 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 archivo con la clase que le informa a \LaTeX 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 \LaTeX . 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.

¹https://en.wikipedia.org/wiki/Raster_graphics

²https://en.wikipedia.org/wiki/Vector_graphics

memoria.tex – este es un archivo importante. Este es el archivo que tiene que compilar \LaTeX para producir la memoria como un archivo PDF. Contiene un marco de trabajo y estructuras que le indican a \LaTeX 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 \LaTeX como archivos auxiliares necesarios para la producción de la memoria.pdf son:

memoria.aux – este es un archivo auxiliar generado por \LaTeX , si se borra \LaTeX 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 bibliografía.

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 \LaTeX , si se borra \LaTeX simplemente lo regenera cuando se compila el archivo principal **memoria.tex**. Le indica a \LaTeX cómo construir la sección *Lista de Figuras*.

memoria.log – este es un archivo auxiliar generado por \LaTeX , si se borra \LaTeX simplemente lo regenera cuando se compila el archivo principal **memoria.tex**. Contiene mensajes de \LaTeX . Si se reciben errores o advertencias durante la compilación, se guardan en este archivo **.log**.

memoria.lot – este es un archivo auxiliar generado por \LaTeX , si se borra \LaTeX simplemente lo regenera cuando se compila el archivo principal **memoria.tex**. Le indica a \LaTeX cómo construir la sección *Lista de Tablas*.

memoria.out – este es un archivo auxiliar generado por \LaTeX , si se borra \LaTeX 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 \LaTeX y BibTeX los regenerarán durante la compilación.

1.4. Entorno de trabajo

Ante de comenzar a editar la plantilla debemos tener un editor \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 \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 \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
```

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 1.2.

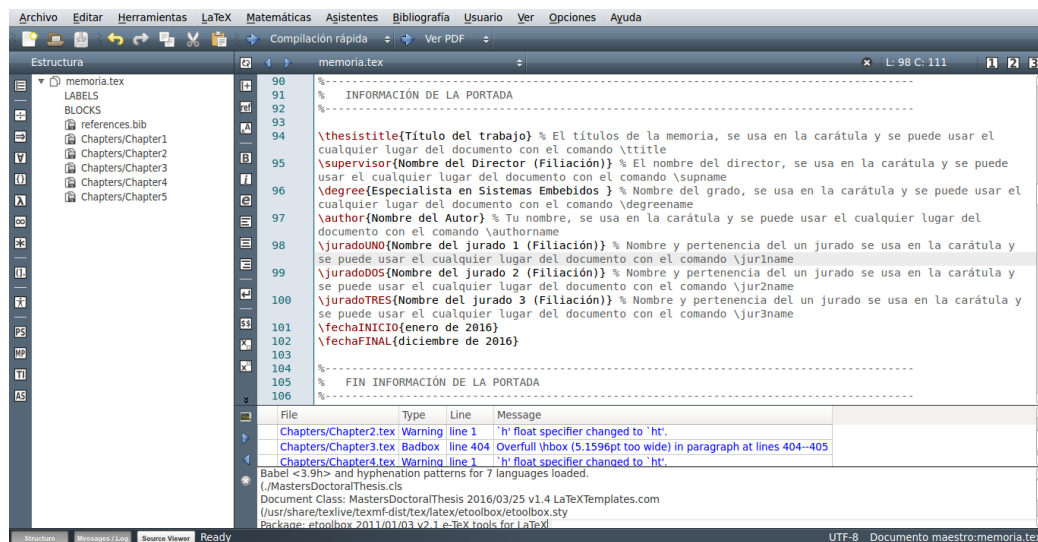


FIGURA 1.2: Entorno de trabajo del texMaker.

Notar que existe una vista llamada Estructura a la izquierda de la interface 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 1.3.

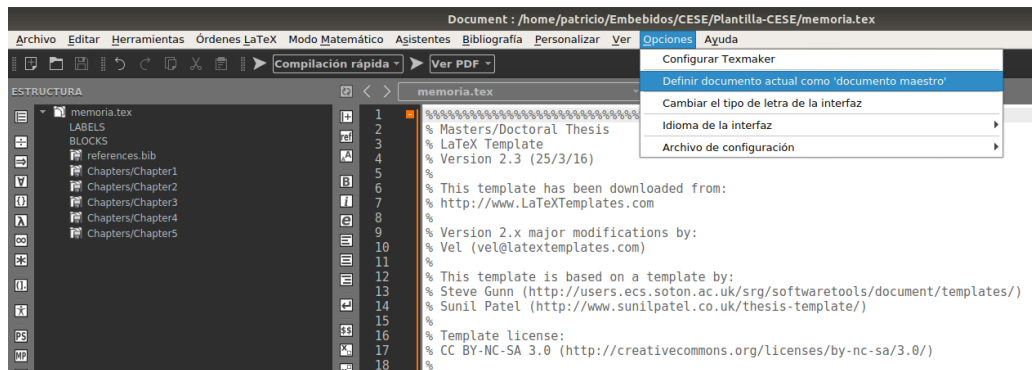


FIGURA 1.3: Definir `memoria.tex` como documento maestro.

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 en 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 constuirá 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 \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 \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 \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
- Carátula
- 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 encuentra el bloque donde se incluyen 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 caracter % y para incluirlos simplemente se debe eliminar dicho caracter.

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 la línea 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 indentificar 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.

La entradas se citan en el documento con el comando:

```
\citep{nombre_de_la_entrada}
```

Y cuando se usan se muestran así: [2], [3], [4], [1]. Notar cómo se conforma la sección Bibliografía al final del documento.

Capítulo 2

Introducción Específica

La idea de esta sección es presentar aspectos del proyecto de modo que cualquier persona que no conozca el tema pueda entender de qué se trata y por qué es importante realizar este trabajo y cuál es su impacto.

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”.

Entre párrafos sucesivos dejar un espacio, como el que se observa entre este párrafo y el anterior. Pero las oraciones de un mismo párrafo van en forma consecutiva, como se observa acá. Luego, 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 sugiere utilizar *texto en cursiva* donde se considere apropiado.

Se sugiere que la escritura sea impersonal. Por ejemplo, no utilizar “el diseño del firmware lo hice de acuerdo con tal principio”, sino “el firmware fue diseñado utilizando tal principio”. En lo posible hablar en tiempo pasado, ya que la memoria describe un trabajo que ya fue realizado.

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 [5]. Por ejemplo, “el presente trabajo se basa en la plataforma EDU-CIAA-NXP [6], 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 la siguiente: “Se eligió utilizar un cuadrado azul para el logo, el cual se ilustra 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 procesador¹.

¹<https://goo.gl/images/i7C70w>

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.

En la figura 2.4 y 2.5 se presenta un ejemplo de cómo incluir más de una figura utilizando un entorno *minipage*.



FIGURA 2.4: Una imagen a la izquierda.



FIGURA 2.5: Una imagen a la derecha.

Otra posibilidad es utilizar el entorno *subfigure* para incluir más de una figura, como se puede ver en la figura 2.6. Notar que se pueden referenciar también las figuras internas individualmente de esta manera: 2.6a, 2.6b y 2.6c.



(A) Un caption.



(B) Otro.



(C) Y otro más.

FIGURA 2.6: 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.

```
\begin{table}[h]
\centering
\caption[caption corto]{caption largo más descriptivo}
\begin{tabular}{l c c}
\toprule
\textbf{Especie} & & \textbf{Tamaño} & & \textbf{Valor aprox.} \\
\midrule
Amhiprion 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 aprox.
Amhiprion 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, Fig. 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.
\left. \sigma^2 \left[ d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2 \right] \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     initGlobalVariables();
12
13     period = 500 ms;
14
15     while(1) {
16         ticks = xTaskGetTickCount();
17
18         updateSensors();
19
20         updateAlarms();
21
22         controlActuators();
23
24         vTaskDelayUntil(&ticks, period);
25     }
26 }
27
28 }
```

ALGORITMO 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

En este capítulo se presentan las conclusiones relativas al alcance de los objetivos planteados. También se presentan los próximos pasos y cambios para lograr un instrumento totalmente funcional a la producción científica del instituto.

5.1. Conclusiones generales

El trabajo cumplió de forma satisfactoria la puesta en funcionamiento del espectrofotometro, después de haber estado mucho tiempo sin funcionar. Esta puesta en servicio generó una expectativa de parte del laboratorio, ya que este equipo tiene un sistema óptico de muy alta calidad y en perfecto estado. Esto es un valor agregado al proyecto ya que existen en la actualidad muchos instrumentos que se encuentran en desuso por falta de repuestos o de desarrollos como este.

- Se pudo adaptar mecánicamente un motor paso a paso al selector de longitud de onda. Se realizaron pruebas de funcionalidad, seleccionando y posicionando el mismo en diferentes longitudes de onda.
-
- Capítulo 3: Diseño e implementación
- Capítulo 4: Ensayos y resultados
- Capítulo 5: Conclusiones

5.2. Próximos pasos

Bibliografía

- [1] Roberto Daniel Garcia. *Instrumentos que revolucionaron la química: la historia del espectrofotometro*. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/87008/CONICET_Digital_Nro.14279992-2fa1-48b5-93d6-7674ea150cf9_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y. Dic. de 2018. (Visitado 28-03-2021).
- [2] John Doe. «Title». En: *Journal* (2017).
- [3] Douglas A. Skoog. *Principios de Analisis Instrumental*. CENGAGE Learning, 2007.
- [4] John Doe. «The Book without Title». En: *Dummy Publisher*, 2100, págs. 100-200.
- [5] IEEE. *IEEE Citation Reference*. 1.^a ed. IEEE Publications, 2016. URL: <http://www.ieee.org/documents/ieeecitationref.pdf> (visitado 26-09-2016).
- [6] Proyecto CIAA. *Computadora Industrial Abierta Argentina*. Visitado el 2016-06-25. 2014. URL: <http://proyecto-ciaa.com.ar/devwiki/doku.php?id=start>.