

Localización de productos en entorno comercial mediante códigos de barra usando un robot móvil

Autor: Juan de Dios Herrera Hurtado

Tutor: Miguel Ángel Ridao Carlini

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Electrónica, Robótica y Mecatrónica

Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2023

Proyecto Fin de Grado

Grado en Ingeniería Electrónica Robótica y Mecatrónica

**Localización de productos en entorno comercial mediante códigos de barra usando un robot móvil**

Autor:

Juan de Dios Herrera Hurtado

Tutor:

Miguel Ángel Ridao Carlini

Profesor titular

Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2023

Trabajo Fin de Grado: Localización de productos en entorno comercial mediante códigos de barra usando un robot móvil

|  |  |
| --- | --- |
| Autor: | Juan de Dios Herrera Hurtado |
| Tutor: | Miguel Ángel Ridao Carlini |

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocal/es:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

El Secretario del Tribunal

Fecha:

Agradecimientos

Los estilos adoptados por nuestra Escuela y utilizada en este texto es una versión y adaptación a Word® del la versión LATEX que el Prof. Payán realizó para un libro que desde hace tiempo viene escribiendo para su asignatura. Por ello, la Escuela le está agradecida. Por otro lado, la adaptación se hizo sobre un formato que el prof. Aguilera arregló, basándose en su tesis doctoral. Su aportación ha sido muy relevante para que este formato vea la luz. Esta adaptación la llevamos a cabo el alumno Silvio Fernández, becario del Centro de Cálculo, y yo mismo, sobre un trabajo preliminar del alumno Julián José Pérez Arias.

A esta hoja de estilos se le incluyó unos nuevos diseños de portada. El diseño gráfico de las portadas para proyectos fin de grado, carrera y máster, está basado en el que el prof. Fernando García García, de la Facultad de Bellas Artes de nuestra Universidad, hiciera para los libros, o tesis, de la sección de publicación de nuestra Escuela. Nuestra Escuela le agradece que pusiera su arte y su trabajo a nuestra disposición.

*Juan de Dios Herrera Hurtado*

*Sevilla, 2023*

Resumen

El trabajo que se presenta es una continuación de una serie de Trabajos Fin de Grado ya realizados sobre un proyecto acordado entre la empresa Tier1 y la ETSI.

La idea del proyecto es mediante un robot móvil, realizar un mapeo del comercio identificando pasillos que serán las celdas libres del mapa y estanterías que serán los obstáculos, localizar las coordenadas dentro de ese mapa de cada producto y, finalmente, planificar una ruta de coste mínimo y realizarla pasando por los diferentes productos que el cliente haya indicado que desea comprar.

En este trabajo nos centraremos en la segunda parte, es decir, la localización de los productos en el mapa, para ello el robot deberá recorrer todas las estanterías del comercio identificando los productos por su código de barras y asignándoles unas coordenadas en el mapa previamente calculado. Tomaremos como referencia [1], el trabajo de Pedro Tito Macías Roselló, que fue el último compañero en intervenir en el trabajo y en modificar esta segunda parte concretamente.

Antes de intervenir en el proyecto, el robot era capaz de identificar códigos de barras sobre una pared de azulejos, pero a veces identificaba falsos positivos, esto significa que el programa indicaba que en un lugar de la imagen existía un código de barras cuando realmente no era así. El otro problema que presentaba la propuesta previa era que estamos trabajando sobre una pared prácticamente lisa, luego en caso de introducir algún elemento más en la imagen, la efectividad del algoritmo se vería drásticamente mermada.

Por ello, los dos objetivos que se proponen cumplir con este trabajo son resolver ambos problemas expuestos en el párrafo anterior. En primer lugar, lograr que el programa identifique códigos de barras en un entorno comercial real, que es donde queremos implementar este proyecto y, en segundo lugar, reducir la posibilidad de obtener falsos positivos.

En la práctica, no se dispone del robot móvil en un entorno comercial, luego se tomarán imágenes con la cámara del móvil y serán estas imágenes las que se procesen.

Abstract

The work presented here is a continuation of a series of Final Degree Projects already carried out on a project agreed between the company Tier1 and the School.

The idea of the project is to use a mobile robot to map the shop, identifying aisles that will be the free cells on the map and shelves that will be the obstacles, locate the coordinates of each product on the map and, finally, plan a minimum cost route and carry it out by passing through the different products that the customer has indicated he wishes to buy.

In this work we will focus on the second part, that is, the location of the products on the map, for which the robot will have to go through all the shelves of the shop identifying the products by their barcode and assigning them coordinates on the previously calculated map. We will take as a reference [1], the work of Pedro Tito Macías Roselló, who was the last colleague to intervene in the work and to modify this second part specifically.

Before the project, the robot was able to identify barcodes on a tiled wall, but sometimes it identified false positives, meaning that the programme indicated that there was a barcode in one place in the image when there really wasn't. The other problem with the previous proposal was that we are working on a practically smooth wall, so if we were to introduce any other element in the image, the effectiveness of the algorithm would be drastically reduced.

Therefore, the two objectives of this work are to solve both of the problems outlined in the previous paragraph. Firstly, to get the program to identify barcodes in a real commercial environment, which is where we want to implement this project, and secondly, to reduce the possibility of obtaining false positives.

In practice, the mobile robot is not available in a commercial environment, then images will be taken with the mobile camera and these images will be processed.

Índice

Agradecimientos vii

Resumen ix

Abstract xi

Índice xiii

Índice de Tablas xiv

Índice de Figuras xvi

Notación xviii

1 Introducción 11

1.1 Motivación 11

1.2 Descripción del problema 11

1.3 Objetivos a cumplir 11

1.4 Software utilizado 11

1.5 Hardware utilizado 11

2 Otro Capítulo 12

2.1 Estilos de un documento 12

2.2 Títulos y Referencias Cruzadas 13

2.3 Versiones y Sistemas Operativos 13

2.3.1 Macintosh 14

2.3.2 Linux 14

2.4 Texto en inglés 14

2.5 Elementos básicos de un libro 14

2.6 Símbolos y fórmulas 14

2.7 Ecuaciones y MathType® 15

2.7.1 Fuentes 16

2.7.2 Epígrafes o citas célebres 16

2.7.3 Figuras y tablas 16

2.7.4 Hiperenlaces 17

2.7.5 Tabla de contenido 17

2.7.6 Índice de figuras, tablas y otros elementos 17

2.7.7 Formatos de páginas 18

2.7.8 Teoremas y otros elementos similares 18

2.7.9 Ejemplos 18

2.7.10 Índices de palabras y glosarios 18

2.8 Antes del documento 19

2.9 Fuente del texto 19

2.10 Cubierta 19

Referencias 21

Índice de Conceptos 23

Glosario 25

# **Índice de Tablas**

Tabla 4–1 Tipos de transmisión y frecuencia central 17

# **Índice de Figuras**

Figura 4‑1. Pie de figura 16

Notación

|  |  |
| --- | --- |
| ETSI | Escuela Técnica Superior de Ingeniería |
| c.t.p. | En casi todos los puntos |
| c.q.d. | Como queríamos demostrar |
| ∎ | Como queríamos demostrar |
| e.o.c. | En cualquier otro caso |
| e | número e |
| IRe | Parte real |
| IIm | Parte imaginaria |
| sen | Función seno |
| tg | Función tangente |
| arctg | Función arco tangente |
| sen | Función seno |
| sin*xy* | Función seno de *x* elevado a *y* |
| cos*xy* | Función coseno de *x* elevado a *y* |
| Sa | Función sampling |
| sgn | Función signo |
| rect | Función rectángulo |
| Sinc | Función sinc |
| ∂y ∂x  *x*◦ | Derivada parcial de *y* respecto  Notación de grado, *x* grados. |
| Pr(*A*) | Probabilidad del suceso *A* |
| SNR | Signal-to-noise ratio |
| MSE | Minimum square error |
| : | Tal que |
| < | Menor o igual |
| > | Mayor o igual |
| \ | Backslash |
| ⇔ | Si y sólo si |

# Introducción

## Motivación

Como se ha introducido en el resumen, este proyecto continúa una serie de trabajos ya realizados sobre una propuesta acordada entre la empresa Tier1 y la ETSI. En concreto, nosotros continuaremos el último trabajo realizado sobre el proyecto perteneciente al alumno Pedro Tito Macías Roselló y que denominaremos como “TFG de referencia” de aquí en adelante.

## Descripción del problema

El trabajo que se presenta es un trabajo puramente de visión por computador, ya que se basa en obtener información a partir de una imagen realizada con la cámara del robot, aunque en nuestro caso al no disponer del mismo en un entorno comercial real, se usará la cámara del móvil.

Dado que para este trabajo no se hace uso del robot real, no se considera oportuno mencionar las características y elementos del robot, aunque si resulta de interés, se puede consultar en el TFG de referencia [1] en el capítulo “Hardware”.

Asimismo, también se puede consultar más en detalle las funcionalidades adicionales previamente mencionadas en el resumen, como la creación del mapa o la creación de trayectorias una vez se recibe el listado de productos que el cliente desean comprar.

## Objetivos a cumplir

Algoritmo funcional en un entorno comercial real, pero tengo un perro muy bonito

## Software utilizado

## Hardware utilizado

# Otro Capítulo

The fundamental problem of communication is that of reproducing at one point either exactly or approximately a message selected at another point.

Claude Shannon, 1948

E

n este capítulo vamos a describir las partes de las que consta un documento tipo, cómo deben interpretarse los diferentes comandos que se han definido para su confección.

Los capítulos nuevos pueden comenzarse de una forma cómoda copiando y pegando esta página (desde el principio hasta el final) en una página en blanco. Hay cuatro “profundidades” de Títulos que representan los capítulos, las secciones, las subsecciones y los apartados. (título1 a título5)

Hay mucho de elección personal en lo que sigue y únicamente se justifica desde el gusto personal de quienes escribimos esto. No pretendemos por ello sentar precedentes, obligaciones ni restricciones a quien desee utilizar este documento. En cualquier caso, esperamos que su lectura sea provechosa para la confección y edición de libros, apuntes de clase, proyectos, etc.

## Estilos de un documento

Aquí definiremos los principales estilos que se han definido en este documento. Estos pueden accederse desde la pestaña *Inicio* y clicando en la sección *Estilos*, los verá en la parte media de la barra de herramientas. Pruebe a consultar todos los estilos que posee el documento pinchando en la flecha que apunta hacia abajo con una raya encima, debajo de los estilos que aparecen.

El dominio de los estilos es fundamental para una buena edición de un texto con Word. Se recomienda invertir un tiempo en “jugar” con las opciones en el menú Formato>Estilo… Una de las mayores ventajas del dominio de los estilos es asignar una numeración automática a cada capítulo, sección y apartados. De esta forma al introducir o eliminar estos elementos el editor renumera automáticamente todo el documento.

Los principales estilos que se han diseñado para este texto son los siguientes:

* *Autor\_cita\_celebre\_capitulo* -> Se aplica al autor de la cita con la que se suele iniciar un capítulo.
* *Cita\_celebre\_capitulo* -> El contenido de la cita con la que se inicia un capítulo.
* *Código\_cuerpo ->* El contenido (sin incluir el título) de un bloque de código.
* *Definición ->* El texto que forma parte de una definición.
* *Demostración ->* El texto que forma parte de una demostración.
* *Encabezado ->* El estilo con el que se muestran los encabezados de las distintas páginas.
* *Normal ->* El texto “estándar” del documento,
* *Otro\_titulo ->* Para aquellos títulos de primer nivel que no deben numerar, por ejemplo: Resumen, Agradecimientos, etc.
* *Otro\_titulo2 ->* Para aquellos títulos de segundo nivel que no se deben numerar, por ejemplo los títulos de los problemas.
* *Portada\_autores->* Para mostrar los nombres de los autores en la portada del documento.
* *Portada\_departamento ->* Para mostrar el nombre del departamento en la portada del documento.
* *Portada\_fecha ->* Para mostrar la fecha en la portada del documento.
* *Portada\_proyecto ->* Para mostrar el nombre del proyecto en la portada.
* *Subportada\_proyecto ->* Para mostrar los datos en la página interior que sigue a la portada.
* *Teorema ->* Para usar cuando se exprese un teorema.
* *Titulo\_previo ->* Muy similar a otro\_titulo.
* *Titulo\_codigo ->* Para los títulos en los bloques de código
* *Título 1 ->* Primer nivel de títulos (capítulos), tiene un subrayado en gris.
* *Título 2 ->* Segundo nivel de títulos (secciones).
* *Título 3 ->* Tercer nivel de títulos (subsecciones).
* *Título 4 ->* Cuarto nivel de título (apartados).
* *Título 5 ->* Usado para algunos encabezados menores.
* *Descripción ->* Se usa en los títulos de figuras, tablas, etc

## Títulos y Referencias Cruzadas

El otro elemento fundamental, además de los estilos, que el usuario debe dominar es el par Títulos/Referencia Cruzada. Si va al menú Insertar>Título verá que puede incluir un título de la lista. En el presente documento hay títulos definidos para ecuaciones del tipo (X-Y), por si no usa la numeración de Mathtype, para Figura X-Y, Tabla X-Y, Ejemplo X-Y y Teorema X-Y, donde X es el número del capítulo e Y es el número dentro del capítulo. Puede probar a crear uno, como por ejemplo Lema. Una vez que se ha introducido un título, para la leyenda de una Figura o Tabla, o para numerar una ecuación, se puede hacer referencia a él insertando Referencia Cruzada, en el mismo menú Insertar.

Este elemento es fundamental, de nuevo, para que al introducir o eliminar una nueva figura o ecuación el sistema pueda renumerar automáticamente (opción actualizar campos) todos los títulos y actualizar las referencias cruzadas. Para esto a veces es preciso seleccionar el texto y en el menú que aparece con el botón derecho del ratón pulsar Actualizar Campos. Además, esto permite insertar una lista de elementos al final o principio del documentos.

## Versiones y Sistemas Operativos

El programa Word® dispone de diversas versiones, este documento ha sido realizado usando la más reciente de ellas Office 2013, se ha comprobado que funciona correctamente, al menos, con las versiones 2010 y 2007 de la suite ofimática. Se proporciona un fichero con extensión .docx, que no es totalmente compatible con versiones anteriores. En todo caso el Centro de Cálculo y la Biblioteca de la Escuela cuentan en sus instalaciones con equipos con este software instalado y de uso público. Veamos ahora cómo trabajar con este documento en sistemas distintos de Windows.

### **Macintosh**

Para Macintosh está también disponible la suite Microsoft Office, por lo que no debe haber problemas al trabajar con este documento. Se ha probado en un Mac con la versión 2010 de Word® y funciona correctamente.

### Linux

Para Linux no existen versiones nativos de Office. Se nos ofrecen varias alternativas para poder usar este documento:

* Ejecutar un emulador para correr sobre él la suite de Office original, ejemplos son Wine y Crossover Office (específicamente diseñado para correr Office). La ventaja de esta opción es que trabajamos con el mismo sistema y el documento no sufre ninguna alteración y el consumo de recursos es moderado, la desventaja es que su configuración puede llegar a ser tediosa.
* Instalar una máquina virtual y sobre ella un sistema operativo Windows con su correspondiente copia de Office. Como desventaja más evidente comentar que no todos los equipos cuentan con potencia suficiente como para ejecutar esta opción.
* Usar una suite ofimática alternativa, como LibreOffice. El consumo de recursos será moderado y su uso es inmediato, por el contrario puede que el documento no se vea exactamente igual y que algunas operaciones deban ser realizadas de una forma distinta.

## Texto en inglés

El idioma por defecto de este documento es el Español, si usted quiere que algunas opciones como la autocorrección, el formato de moneda y alguna otras le aparezcan en Inglés o en algún otro idioma, simplemente empiece a escribir en ese idioma y el programa automáticamente lo detectará si el texto es lo suficientemente largo, es posible que le pida que instale el soporte extra para ese idioma si usted no lo tenía previamente instalado

## Elementos básicos de un libro

En este capítulo describimos los puntos que pueden incluirse con el formato propuesto. En primer lugar, la longitud de un libro, en general, justifica su separación en partes. Una posibilidad es que un libro esté dividido en Partes y esta a su vez en Capítulos. Y por último, a veces existen Apéndices que se incorporan cuando han acabado los capítulos. En nuestro caso sólo hemos considerado la posibilidad de dividir el libro en capítulos. Además, existen un conjunto de elementos como dedicatoria, prefacio, agradecimientos, cubierta, etc, que también son partes que se han tenido en cuenta.

En un nivel de descripción diferente, podríamos considerar que un libro se encuentra dividido en cubierta, página de título y trasera de la página de título, elementos antes del cuerpo del libro, tales como agradecimientos, prefacio, índices, etc, el cuerpo del libro en sí, dividido en capítulos y esto a su vez en secciones, subsecciones, subsubsecciones, subcapítulos, apéndices y, por último, la parte del libro después del cuerpo, que agruparía elementos tales como la lista de figuras del libro, la bibliografía, el índice, etc.

## Símbolos y fórmulas

Aunque Word® no es un editor científico ni la herramienta más utilizada para estos menesteres, hay que reconocer que el editor de fórmulas que trae integrado ha mejorado notablemente con las sucesivas versiones. Así mismo, actualmente se pueden insertar casi cualquier símbolo de un uso medianamente cotidiano. Para insertar un símbolo o una fórmula simple se debe ir a la pestaña *Insertar* y después pulsar en *Símbolo,* en la parte derecha de la barra de herramientas. Justo al lado nos encontramos con la opción de introducir un *Cuadro de texto*, el cual puede servirnos para resaltar ciertos tipos de contenido. En MacOS es muy común tener problemas con los símbolos, al estar duplicada la fuente “símbolo” y tener que desactivar una de ellas.

## Ecuaciones y MathType®

Como hemos comentados en el apartado previo el editor de ecuaciones integrado de Word® ha mejorado mucho versión tras versión, aún así si nuestro trabajo tiene un número importante de expresiones matemáticas no la mejor opción. Nos encontramos en el mercado con la herramienta Mathtype® que, tras instalarla, se integra perfectamente con Word®, apareciéndonos una nueva pestaña en la parte derecha donde tendremos acceso a todas las funciones de Mathtype®. Esta aplicación no es gratuita, si bien cuenta con una versión de evaluación plenamente funcional operativa durante 30 días ya que puede descargarse desde la url: [http://www.dessci.com/en/products/Mathtype®/](http://www.dessci.com/en/products/mathtype/).

Para insertar ecuaciones, deberemos tener instalado MathType y que se integre correctamente en Word (Aparecerá una pestaña en el menú superior[[1]](#footnote-1)). Se puede usar el editor de ecuaciones integrado en Word, pero aunque tiene alguna ventaja no se recomienda. Aquí, como puede ser que el lector no tenga MathType, se ha optado por usar el editor de ecuaciones de Word. Las ecuaciones s incluyen pulsando sobre *Mathtype® > grupo “Insert Equations” > Right-numbered*, y se numeran automáticamente según el número del capítulo. Las ecuaciones numeradas tienen su propio estilo, MTDisplayEquation, que puede editarse para cambiar alineación y otros parámetros (aunque no es necesario). Para referenciar una ecuación, usamos *Mathtype® > grupo Equation Numbers > Insert Reference*, y luego hacemos doble click sobre el número de la ecuación que queremos, en este caso **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

Dentro de la pestaña MathType, se puede insertar una ecuación inline como esta, que no modifica la separación entre líneas gracias a una propiedad del estilo Normal. Hay que tener cuidado con esto, pues ecuaciones inline con mucha altura pueden superponerse con el texto. En el raro caso de que ocurra, lo mejor es reducir el tamaño de la ecuación o poner una ecuación a parte. También puede jugar con el interlineado, en el menú Formato>Párrafo.

Las ecuaciones a parte se ponen pulsando sobre *MathType > grupo “Insert Equations” > Right-numbered*, y se numeran automáticamente según el número del capítulo. Otra opción, la que se adopta a continuación es crear una tabla con el número generado con un título “(“ incluyendo el número de capítulo, si no lo ve en sus títulos tendrá que crearlo,

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2–1) |

Las ecuaciones numeradas tienen su propio estilo, MTDisplayEquation, que puede editarse para cambiar alineación y otros parámetros (aunque no es necesario).

Para referenciar una ecuación, usamos *MathType > grupo Equation Numbers > Insert Reference*, y luego hacemos doble click sobre el número de la ecuación que queremos, en este caso **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Por otro lado, en el menú de MathType se permite definir un estilo de ecuación, con tipos de letras y tamaños de las mismas, para nuevas ecuaciones y para aplicarlo a todas las ecuaciones del texto. Esto último es muy útil a veces.

### Fuentes

La selección de las fuentes para la edición de cualquier texto no es una tarea trivial. En realidad, el diseño tipográfico es todo un arte. Un convenio bastante aceptado es utilizar fuentes con serif para el texto y sin serif para titulares y cabeceras de páginas. Sin embargo, la elección de cualquiera de estas familias de fuentes es prácticamente cuestión de gusto personal y, por qué no decirlo, de la moda del momento.

En los primeros tiempos de Word® las posibilidades de elección estaban bastante limitadas. Sin embargo, con el advenimiento de nuevos métodos y programas, es posible elegir prácticamente cualquier fuente existente para su uso, y asociarla a un estilo.

### Epígrafes o citas célebres

En muchos libros, después del título de un capítulo o antes del resumen, o en el lugar que apetezca, se coloca una frase con diversos significados. Para ello nosotros simplemente debemos escribir el texto que deseemos y después aplicarle el estilo *Cita\_celebre\_capitulo*, para indicar el autor de la cita debemos escribirlo y después aplicarle el estilo *Autor\_cita\_celebre.*

### Figuras y tablas

Una parte importante de cualquier texto son las figuras y tablas que lo acompañan. En Word® estos elementos se consideran elementos flotantes.

La inclusión de las figuras se realiza simplemente yendo a la pestaña *Insertar -> Imágenes* y seleccionando la imagen de la ubicación de nuestro equipo donde se encuentre. Si bien Word® incluye algunas herramientas para la generación de figuras y diagramas, nuestra recomendación es usar alguna herramienta externa, guardar el resultado como una imagen y después insertarla. Por ejemplo para la creación de diagramas podemos recomendar Visio (propietario), Dia (libre y gratuito) y Lucidchart (una opción online muy potente). Para la edición de imágenes cualquier programa de edición de las mismas nos servirá.

|  |
| --- |
|  |
| Figura 2‑1. Pie de figura |

Para insertar una tabla actuaremos de una forma similar en la pestaña *Insertar -> Tabla,* una vez hallamos hecho esto nos aparecerán a la derecha dos nuevas pestañas con la etiqueta “Herramientas de tabla” por encima. Estas dos nuevas pestañas son *Diseño* y *Presentación,*  donde podremos designar varias características visuales y de formato de las tablas. Nuestra elección se muestra en la tabla inferior, nuevamente solo hay que copiar y pegar para poder reusar este formato. Si quiere mantener una tabla sin que se rompa en dos hojas contínuas, tendrá que seleccionar todas las filas menos la última y en el menú Formato>Párrafo seleccionar la pestaña Líneas y Saltos de Páginas y allí pulsar la opción Conservar con el siguiente.

Tabla 2–1 Tipos de transmisión y frecuencia central

|  |  |
| --- | --- |
| Tipo de Transmisión | Frecuencia central de transmisión |
| Modem | 100-1800 Hz |
| Radio AM | 530-1600 kHz |
| Radio FM | 88-108 MHz |
| Televisión | 178-216 MHz |
| Telefonía móvil | 850 MHz-1,8 GHz |
| Redes inalámbricas | 2*,*4 GHz |
| Fibra óptica | 2·1014 Hz |

Observemos que en la parte inferior de las figuras y en la superior de las tablas (esta ha sido nuestra elección), se colocan textos explicativos sobre las mismas. Para introducir este título pulsamos con el botón derecho sobre el elemento (figura o tabla) y pulsamos insertar título, no se nos debe olvidar indicar la categoría correcta en cada caso, figura o tabla para que la autonumeración funcione correctamente.

### Hiperenlaces

Un primer paso a la hora de crear un documento es generar una versión en formato electrónico del mismo. Hemos decidido que ese formato sea pdf. En un formato pdf existe la posibilidad de crear hiperenlaces que facilitan la navegación a lo largo del mismo. Por ejemplo, el índice en un libro en formato pdf se generará, con la propuesta que hemos realizado, creando enlaces a las diversas partes del mismo. O bien, cuando nos referimos a una figura o tabla, es muy útil la existencia de esos enlaces al lugar exacto en el que se encuentra la figura o tabla. Esto lo realizaremos y veremos con más detalle en la siguiente sección. Si queremos incluir un enlace a un elemento externo (una página web, por ejemplo) deberemos ir a la pestaña *Insertar -> Hipervínculo*, nos aparecen dos campos para rellenar: en “Texto” pondremos el texto que apecerá en nuestro documento, por ejemplo Google, y en “Dirección” la url a la que apuntará, por ejemplo www.google.es, quedando el resultado final así: [Google](http://www.google.es).

### Tabla de contenido

La generación de la tabla (o tablas) de contenido de un texto suficientemente largo suele ser una tarea sumamente laboriosa. Word® facilita enormemente este trabajo. En otra sección de este capítulo explicaremos cómo y dónde se incorporará esta tabla de contenidos. En este apartado nos centramos en explicar algunos aspectos de cómo se construye la principal tabla de contenidos, que denominamos *Índice*.

Nuestra primera decisión fue establecer que en el índice deben aparecer hasta los apartados que hemos denominados subsecciones, lo que se logra mediante la secuencia que vamos a ver a continuación. También hemos propuesto que no aparezcan los habituales puntos que existen entre el texto y el número de página correspondiente de muchos índices.

Para usar el que índice incluido simplemente deberemos escribir nuestro texto usando los correspondientes estilos de títulos, a la hora de actualizarlo deberemos pulsar el botón derecho sobre el mismo y pulsar en *Actualizar Campos* y elegir *Actualizar todo.* También podemos ir al menú Insertas>Indice y Tablas y allí tabla de contenido, usando el estilo sencillo.

### Índice de figuras, tablas y otros elementos

Es habitual, y aquí lo hemos hecho también, incluir un índice de figuras y/o tablas al final del documento cuando éste posee muchos de estos elementos. También se pueden incluir índices de Código, Teoremas o cualquier otro elemento del estilo. Para crear un índice de este tipo debemos hacer lo siguiente: Ir al la pestaña *Referencias-> Insertar tabla de ilustraciones;* ahí debemos pinchar en el desplegable *etiqueta de título* y seleccionaremos el elemento para el cual queramos crear el índice. Otra posible opción es pulsar en el botón *Opciones*, marcar la pestaña estilo *estilo*  bajo Generar tabla de ilustraciones a partir de: y seleccionar el estilo del elemento del que queramos generar el índice.

### Formatos de páginas

El aspecto de un libro está básicamente definido por el formato que se ha elegido para los diferentes títulos de las partes que lo constituyen, el formato de las páginas y qué queremos que aparezca en las cabeceras y pies de páginas del mismo. En las páginas pares el nombre del capítulo en el que estamos y en las impares el nombre del documento. Estos elementos se colocan encima de una raya horizontal que se ha definido previamente, tanto en su grosor como en su longitud.

En todo caso, estos parámetros no se deberían de tocar, salvo en contadas ocasiones.

### Teoremas y otros elementos similares

En la escritura de cualquier texto científico los Teoremas, propiedades y demás elementos constituyen una parte muy significativa. Existen, de nuevo, múltiples posibilidades de tratar estos elementos, pero hemos considerado que el formato propuesto se adapta perfectamente a nuestros gustos y decisiones.

A modo de ejemplo hemos definido el Título Teorema X-Y, puede probar a crear los estilos Lemas, Propiedades y Corolarios si les hiciera falta. Centrándonos en los teoremas, el resultado sería el siguiente, donde se ha definido una etiqueta Teorema:

**Teorema 2–1** (Teorema de Pitágoras) *En un triángulo rectángulo...*

Demostración. Sea el triángulo ABC...

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2–2) |

∎

Podemos observar que al finalizar la demostración hemos incluido el símbolo ∎.

### Ejemplos

En este apartado se muestra cómo meter un ejemplo. Esta forma propuesta es el resultado de jugar con Títulos y Estilos. Para citarlo, puede recurrir a Referencia Cruzada, siendo el resultado **Ejemplo *2*–*1***.

**Ejemplo 2–1.** Al insertar ecuaciones en un ejemplo, puede haber problemas con las barras grises superior e inferior.

### Índices de palabras y glosarios

Con los paquetes index y glossaries podemos incluir índices de palabras y listas con definiciones, ya sea de acrónimos u de otro tipo. Por ejemplo, se podría usar también para definir magnitudes o la notación utilizada.

#### Índices de palabras

Algunos conceptos son muy importantes para la Tesis y conviene añadirlos al glosario al menos la primera vez que aparecen. Para ello, los marcamos y pulsamos *Referencias > Marcar entrada.* Luego pulsaremos “Marcar” y “Cerrar”. Si Word® nos ha pasado al modo “Mostrar Todo”, donde se muestran los símbolos de formato, podemos salir de él pulsando *Control + Shift + (.*

#### Glosario

Para realizar un glosario deberá realizarse a mano respetando (si así se quiere), el formato propuesto en la sección correspondiente.

Tambíen se puede generar en Word de una forma más dinámica usando tabla de autoridades. Hacemos click en la parte del documento donde se quiere añadir el glosario y, posteriormente, en el apartado *referencias* de barra superior, en la sección *Tabla de autoridades*, seleccionamos la opción *Insertar* *Tabla de autoridades,* donde podremos configurar el formato que tendrá nuestro glosario y, al aceptar, declarar dónde se situará.

Para añadir entradas de forma dinámica basta con seleccionar la entrada que queremos añadir y pulsar en *Marcar cita*, en el mismo apartado donde hemos pulsado para crear la tabla. En la ventana que aparecerá añadimos la descripción de la entrada en el cuadro *Texto seleccionado* y pulsamos *Marcar.* Se puede ir actualizando el glosario pulsando F9.

En el caso de que al general el glosario aparezca un título, pulsando click derecho sobre el mismo y eligiendo la opción *Activar o desactivar códigos de campo* veremos una línea de código similar a {TOA \h \c "1"}.   
Quitando el \h eliminaremos ese título.

Si aparecieran símbolos en los saltos de linea o se sustituyeran los espacios por puntos, en el apartado *Inicio*, sección *Párrafo* pulsamos en Button imagey volveríamos a tener el documento como antes. Este botón hace que muestra/desaparecan esas marcas de formato.

## Antes del documento

Antes de empezar la edición del documento, además de cargar el fichero de estilo anterior, hemos creído necesario realizar una serie de operaciones que faciliten nuestro trabajo o lo configuren de una determinada manera. Además, hay que incluir la portada.

## Fuente del texto

Las instrucciones % establecen que el texto estará escrito en una fuente Times New Roman. El cambio de fuente se debe hacer modificando los estilos predefinidos en el documento.

## Cubierta

La primera hoja incluye una propuesta de cubierta. Puede modificarla, introduciendo una imagen central distinta, o introduciendo o sustituyendo algún logo y cambiando autores, títulos, departamento, etc.

# Referencias

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | Autor, «Este es el ejemplo de una cita,» *Tesis Doctoral,* vol. 2, nº 13, 2012. |
| [2] | O. Autor, «Otra cita distinta,» *revista,* p. 12, 2001. |

# **Índice de Conceptos**

conceptos 9

# **Glosario**

ISO: International Organization for Standardization 4

UNE: Una Norma Española 4

1. En MacOS no suele aparecer y hay que recurrir a algún foro para ver cómo incluirla, por ejemplo http://ask.brothersoft.com/how-to-get-the-missing-toolbar-and-menu-back-331.html [↑](#footnote-ref-1)