

# Universidad de Alcalá

## Escuela Politécnica Superior

Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

**Trabajo Fin de Grado**

Title of the pfc/tfm/tfg/tesis

**Autor:** Full name of author

**Director/es:** Full name of advisors

Year of the examination



# UNIVERSIDAD DE ALCALÁ

## Escuela Politécnica Superior

Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

Trabajo Fin de Grado

Title of the pfc/tfm/tfg/tesis

Autor: Full name of author

Director/es: Full name of advisors

**Tribunal:**

**Presidente:** Name of the tribunal president

**Vocal 1º:** Name of the first vocal

**Vocal 2º:** Name of the second vocal

Calificación: .....

Fecha: .....



**A ...**

*“Empieza haciendo lo necesario, luego haz lo posible y de pronto empezarás a hacer lo imposible.”*

Francisco de Asís



# Agradecimientos

“Más vale un minuto de ilusión que mil horas de razonamiento”... (cortesía de Roberto Barra)





# Resumen

El trabajo realizado...

**Palabras clave:** Primera, segunda, tercera, cuarta y quinta (máximo de cinco).



# Abstract

The work carried out...

**Keywords:** First, second, third, fourth and fifth (up to a maximum of five).



# Índice general

Resumen	ix
Abstract	xi
Índice general	xiii
Índice de figuras	xv
Índice de tablas	xvii
Lista de acrónimos	xxi
Lista de símbolos	xxiii
<b>1 Introducción</b>	<b>1</b>
1.1 Presentación . . . . .	1
1.2 Motivación y objetivos . . . . .	1
1.3 Diagrama . . . . .	2
1.4 Uso de acrónimos . . . . .	2
1.5 Símbolos . . . . .	3
1.6 Organización de la memoria . . . . .	3
<b>2 Estudio teórico</b>	<b>5</b>
2.1 Introducción . . . . .	5
2.2 Estado del Arte . . . . .	5
2.3 Técnicas utilizadas . . . . .	5
2.4 Conclusiones . . . . .	5
<b>3 Desarrollo</b>	<b>7</b>
3.1 Introducción . . . . .	7
3.2 Desarrollo del sistema de experimentación . . . . .	7
3.3 Librerías desarrolladas . . . . .	7
3.4 Conclusiones . . . . .	7

<b>4</b>	<b>Resultados</b>	<b>9</b>
4.1	Introducción . . . . .	9
4.2	Entorno experimental . . . . .	9
4.2.1	Bases de datos utilizadas . . . . .	9
4.2.2	Métricas de calidad . . . . .	9
4.2.3	Estrategia y metodología de experimentación . . . . .	9
4.3	Resultados experimentales . . . . .	9
4.4	Conclusiones . . . . .	13
<b>5</b>	<b>Conclusiones y líneas futuras</b>	<b>15</b>
5.1	Introducción . . . . .	15
5.2	Conclusiones . . . . .	15
5.3	Líneas futuras . . . . .	15
	<b>Bibliografía</b>	<b>17</b>
<b>A</b>	<b>Manual de usuario</b>	<b>19</b>
A.1	Introducción . . . . .	19
A.2	Manual . . . . .	19
A.3	Código fuente . . . . .	19
<b>B</b>	<b>Herramientas y recursos</b>	<b>23</b>

# Índice de figuras

1.1	Clasificación de los objetos para la gramática. . . . .	2
2.1	Departamento de Electrónica . . . . .	6
2.2	Departamento de Electrónica en el lateral . . . . .	6
4.1	Optimal trames number in the training data set . . . . .	11





# Índice de tablas

4.1	Comparativa . . . . .	10
4.2	Resultados de la Correlacion cruzada . . . . .	10
4.3	Resultados TEST CLEAR 2006 . . . . .	14



# Índice de listados de código fuente

A.1	Ejemplo de código fuente con un <code>lstinputlisting</code> dentro de un <code>codefloat</code> . . . . .	20
A.2	Ejemplo de código fuente con estilo <code>Cnice</code> , de nuevo con un <code>lstinputlisting</code> dentro de un <code>codefloat</code> . . . . .	20
A.3	Ejemplo de código fuente con estilo <code>Cnice</code> , modificado para que no aparezca la numeración.	21
A.4	Ejemplo con colores usando el estilo <code>Ccolor</code> . . . . .	21



# Lista de acrónimos

ANN	Artificial Neural Network.
DBN	Dynamic Bayesian Network.
EIR	Emotion Identification Rate.
EMODB	Berlin Database of Emotional Speech.
ES	Emotional Strength.
ETTS	Emotional Text To Speech.
SIR	Speaker Identification Rate.
SOC	System on a Chip.
SQ	Speech Quality.
STRAIGHT	Speech Transformation and Representation using Adaptive Interpolation of weiGHTed spectrum.
TD-PSOLA	Time Domain Pitch Synchronous OverLap Add.



# Lista de símbolos

$\text{\AA}$  non-SI unit of length.

$\Omega$  unit of electrical resistance.

$x(t)$  Audio signal.

$x_i(t)$  Audio signal captured at microphone  $i$ .





# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1 Presentación

Este capítulo presenta una introducción al Trabajo Fin de Grado desarrollado. En este caso incluimos además secciones “tutoriales” en las que explicamos la inclusión de diagramas y el uso de acrónimos y símbolos.

He definido el comando `\texten{}` en `config/myconfig.tex` para usarlo, por ejemplo, para marcar palabras escritas en inglés (aka *English*).

Por si os hace falta, en `config/postamble.tex` se definen las variables `\mydegreefull` (igual a “Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones” en esta compilación), `\mybookworktype` (igual a “TFG” en esta compilación) y `\mybookworktypefull` (igual a “Trabajo Fin de Grado” en esta compilación).

Importante para las tesis de UAH: si necesitáis incluir ficheros pdf (los de autorización e informes de los tutores, por ejemplo), esta plantilla lo permite: mirad el `book.tex`

Contact: Full name of author <[autor@depeca.uah.es](mailto:autor@depeca.uah.es)>.

Si quieres escribir el símbolo `backslash` puedes usar el comando `\backslash{}`: `\`.

Lo mismo aplica para el símbolo `tilde`, para lo que puedes usar el comando `\textasciitilde{}`: `~`.

### 1.2 Motivación y objetivos

La motivación de este proyecto...

Los objetivos principales de Trabajo Fin de Carrera son (ejemplo utilizando “enumerate”):

1. Primer objetivo...
2. Segundo objetivo...
  - (a) Objetivo 2.1...
  - (b) Objetivo 2.2...
3. Tercer objetivo...

### 1.3 Diagrama

En la figura 1.1 se muestra un ejemplo de gráfico generado automáticamente a partir de un fichero `.dia` (podéis generalizarlo en el `Makefile`).

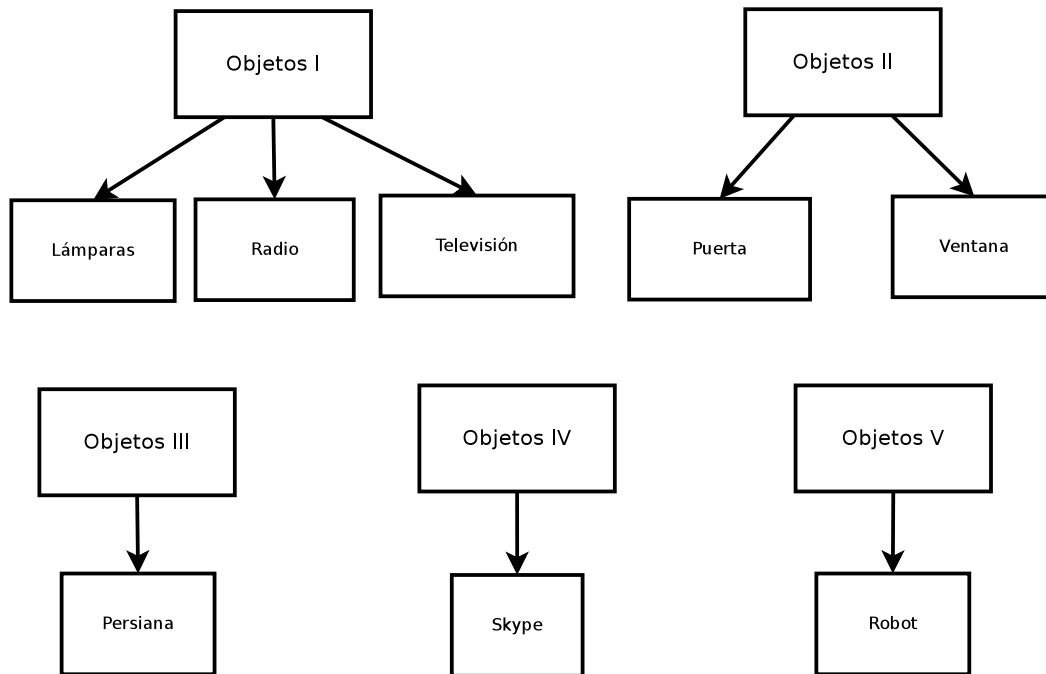


Figura 1.1: Clasificación de los objetos para la gramática.

### 1.4 Uso de acrónimos

El uso del paquete `glossaries` permite definir los acrónimos y el sistema automáticamente gestiona su inclusión completa la primera vez que se usa. Los acrónimos de ejemplo están en el fichero `acronyms/acronymsgl.tex`.

Así, si nos referimos a *Emotional Text To Speech (ETTS)* o bien a *Berlin Database of Emotional Speech (EMODB)*, veremos como aparecen expandidas la primera vez. A partir de ahí, sólo se usará el acrónimo como puede verse al volver a hablar de [ETTS](#) y [EMODB](#).

Tiene también soporte para resetear todos los acrónimos como si no estuvieran usados. Vuelvo a incluir el párrafo anterior tras un reset:

El uso del paquete `acronym` permite definir los acrónimos y el sistema automáticamente gestiona su inclusión completa la primera vez que se usa. Así, si nos referimos a *Emotional Text To Speech (ETTS)* o bien a *Berlin Database of Emotional Speech (EMODB)*, veremos como aparecen expandidas la primera vez. A partir de ahí, sólo se usará el acrónimo como puede verse al volver a hablar de [ETTS](#) y [EMODB](#).

Y permite también forzar que se vuelva a citar completo aunque ya se haya utilizado (con el acrónimo entre paréntesis), como puede verse en [Emotional Text To Speech](#) (equivalente a [Emotional Text To Speech](#) que vale para cualquier glosario), y también a usar forzosamente el acrónimo. Primero reseteamos de nuevo.

Y ahora forzamos el acrónimo: [EMODB](#) (equivalente a [EMODB](#) que vale para cualquier glosario). También podemos forzar a que lo ponga todo, con [Berlin Database of Emotional Speech \(EMODB\)](#).

Podemos seguir definiendo entradas de acrónimos, referirnos a *Dynamic Bayesian Network (DBN)* por primera vez, y las siguientes aparecerá como **DBN**. Pongo ahora el resto de acrónimos *Speech Quality (SQ)*, *Emotion Identification Rate (EIR)*, *Speaker Identification Rate (SIR)* y *Emotional Strength (ES)*. Finalmente los repito para que se vea el efecto: **SQ**, **EIR**, **SIR** y **ES**.

Y gestiona bien los plurales, ponemos el plural como *Systems on a Chip (SOCs)* la primera vez, y luego la segunda como **SOCs**. Y podemos volver al singular con **SOC**.

## 1.5 Símbolos

Los símbolos definidos están incluidos en el fichero `symbols/symbolsgl.tex` y en esta sección mostramos algunos ejemplos.

El  $\mathring{A}$  se usa en biología estructural, mientras que el  $\Omega$  se usa en electrónica. También podemos poner  $x(t)$ .

$$x(t) \tag{1.1}$$

Y usar la que nos falta  $x_i(t)$ , también dentro de fórmulas (otra cosa es que sea conveniente o útil):

$$x_i(t) = \sqrt{i} \tag{1.2}$$

Acabamos con un par de acrónimos: *Time Domain Pitch Synchronous OverLap Add (TD-PSOLA)* y *Speech Transformation and Representation using Adaptive Interpolation of weiGHTed spectrum (STRAIGHT)*.

## 1.6 Organización de la memoria

Esta memoria se organiza en cuatro grandes capítulos. El primero...



# Capítulo 2

## Estudio teórico

### 2.1 Introducción

En este capítulo se cuenta tal y tal.

El capítulo se estructura en n apartados...

### 2.2 Estado del Arte

En el estado del arte se enumeran los trabajos más relevantes de otros grupos de investigación. A continuación se muestra un ejemplo del uso de viñetas que nos proporciona "itemize":

- En el trabajo .....
- En el siguiente trabajo.....

O citas en un párrafo real: Sin embargo, hay entornos acústicos donde las tasas de error conseguidas son todavía demasiado altas. En concreto, las aplicaciones en las que la captura de la señal de habla se hace usando micrófonos alejados del locutor (típicamente para distancias superiores a un metro) muestran una fuerte sensibilidad a los problemas de reverberación, ruido aditivo y baja relación señal a ruido ([1],[2]). En estos entornos, se ha propuesto el uso de arrays de micrófonos como un método para mejorar la calidad del habla capturada [3][4].

Existen múltiples formas de insertar figuras en Latex. A continuación, se muestra un ejemplo del uso de "figure". Como se puede ver en la Figura 2.1 también se pueden poner referencias a las figuras por medio de "ref" y la etiqueta "label" de la figura en particular.

Y ahora un ejemplo en el que ponemos el caption en el lateral:

### 2.3 Técnicas utilizadas

Blah, blah, blah.

### 2.4 Conclusiones

Blah, blah, blah.

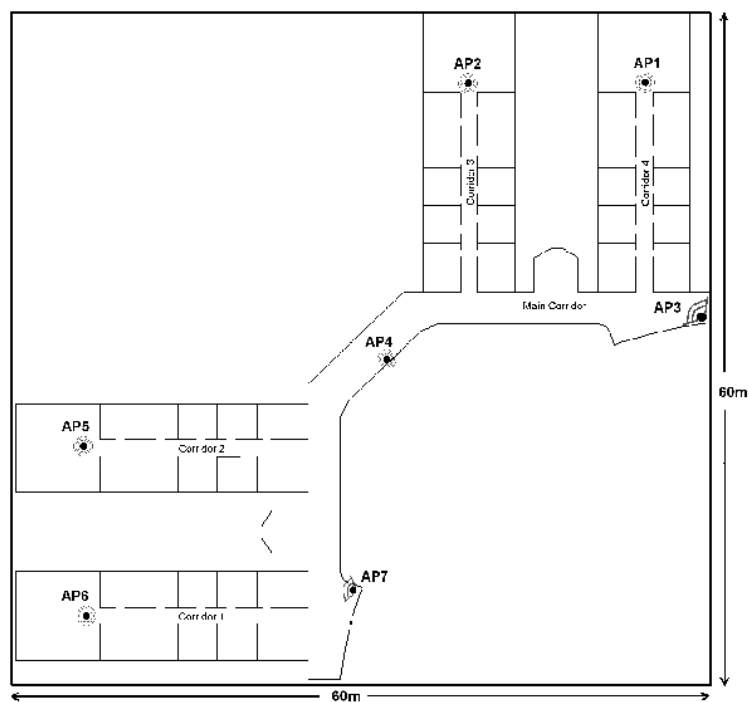


Figura 2.1: Departamento de Electrónica

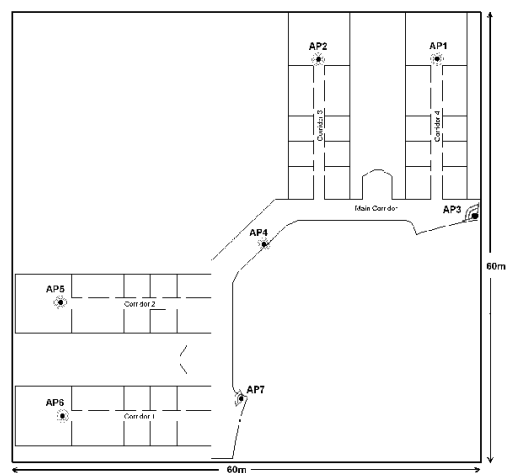


Figura 2.2: Departamento de Electrónica en el lateral

# Capítulo 3

## Desarrollo

### 3.1 Introducción

En este capítulo se incluirá la descripción del desarrollo del trabajo.

El capítulo se estructura en n apartados:...

### 3.2 Desarrollo del sistema de experimentación

Blah, blah, blah.

### 3.3 Librerías desarrolladas

También resulta útil poder introducir ecuaciones que se encuentran tanto en línea con el texto  $\sigma = 0,75$ , como en un párrafo aparte (ver ecuación [3.1](#)). Al igual que ocurre con las figuras, también se pueden referenciar las ecuaciones.

$$p[q_t = \sigma_t | q_{t-1} = \sigma_{t-1}] \tag{3.1}$$

### 3.4 Conclusiones





# Capítulo 4

## Resultados

### 4.1 Introducción

En este capítulo se introducirán los resultados más relevantes del trabajo.

La estructura del capítulo es...

### 4.2 Entorno experimental

Blah, blah, blah.

#### 4.2.1 Bases de datos utilizadas

Blah, blah, blah.

#### 4.2.2 Métricas de calidad

Blah, blah, blah.

#### 4.2.3 Estrategia y metodología de experimentación

Blah, blah, blah.

### 4.3 Resultados experimentales

A continuación, se muestra un ejemplo de tabla simple (ver tabla [4.1](#)).

Cuando las tablas ocupan más de una página se debe utilizar un tipo especial de tablas denominado "longtable". A continuación, se muestra un ejemplo del mismo (ver tabla [4.2](#)).

Tabla 4.1: Comparativa

Method	Training Time	Man-Work (%)
Propagation model	< 30 sec	5
Manual	9 h 30 min	24
Automatic	2 h	10 8

Tabla 4.2: Resultados de la Correlación cruzada

Posición Real	Posición estimada	Coef. Correlación	Acierto/Fallo
2P0	2P0	0,004954	A
2P1	2P4	0,005752	F
2P2	2P2	0,005461	A
2P3	2P0	0,004634	F
2P5	2P4	0,005991	F
2P6	2P16	0,004410	F
2P7	3P9	0,008038	F
2P8	3P9	0,003753	F
2P9	2P7	0,004908	F
2P10	2P10	0,007273	A
2P14	2P16	0,006485	F
2P15	2P15	0,004932	A
2P16	2P16	0,006237	A
2P17	2P15	0,005110	F
2P18	3P18	0,006235	F
2P19	3P18	0,004827	F
2P20	2P20	0,006877	A
2P22	3P18	0,003048	F
2P24	2P24	0,006833	A
2P25	2P25	0,004875	A
2P26	2P31	0,005511	F
2P27	2P28	0,004590	F
2P30	2P31	0,005576	F
2P31	2P31	0,007213	A
2P32	2P35	0,003340	F
2P34	2P34	0,004128	A
2P36	2P35	0,003329	F
2P37	2P37	0,003468	A
2P39	2P38	0,002577	F
2P40	2P43	0,004303	F
2P41	2P41	0,001573	A
2P42	2P41	0,000846	F
2P44	2P44	0,002732	A
Continúa en la página siguiente			

Tabla 4.2 – continua en la página anterior

Posición Real	Posición estimada	Coef. Correlación	Acierto/Fallo
2P45	23P45	0,001958	F
2P47	2P34	0,002869	F
2P48	2P43	0,004569	F
2P49	3P51	0,001374	F
2P50	2P34	0,002274	F
2P51	2P63	0,003931	F
2P52	2P55	0,003537	F
2P53	3P56	0,003126	F
2P54	2P67	0,005560	F
2P56	2P55	0,002817	F
2P57	2P67	0,006168	F
2P58	2P58	0,005278	A
2P60	3P66	0,004966	F
2P61	3P61	0,004748	A
2P64	2P67	0,005342	F
2P66	2P4	0,004172	F
2P67	2P67	0,005706	A
3P0	3P0	0,003674	A
3P61	2P61	0,003263	F
3P64	2P67	0,003484	F
3P65	2P67	0,002975	F
3P66	2P58	0,005029	F
3P67	3P67	0,003714	A

En algunas ocasiones, también resulta útil emplear el entorno "subfloat" (del nuevo paquete subfig) para añadir múltiples imágenes dentro de la misma figura. A continuación, se muestra un ejemplo del uso en la figura 4.1. También se pueden referenciar las sub-figuras de forma individual, por ejemplo la sub-figura 4.1b (usando un método de cita), o bien la sub-figura 4.1(b) (usando otro).

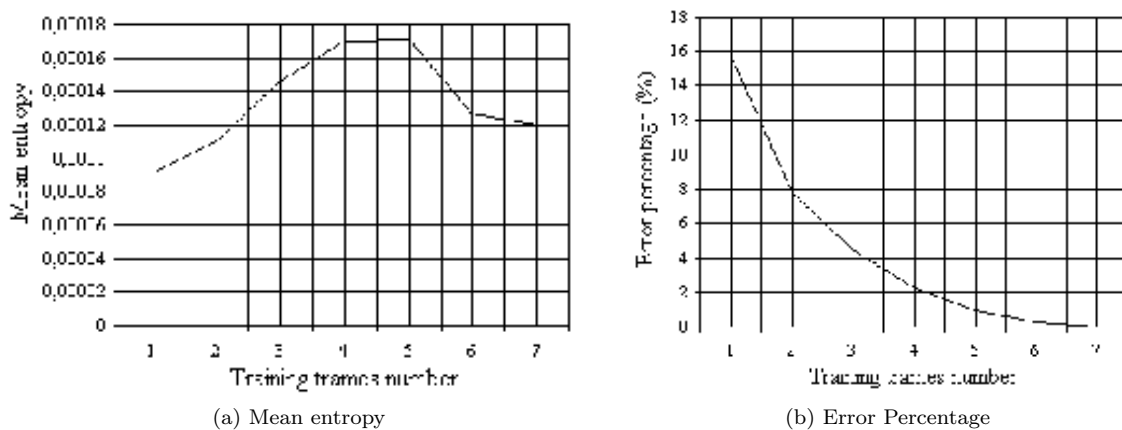


Figura 4.1: Optimal frames number in the training data set

Incluso podemos poner una tabla “apaisada”, como en la [4.3](#), donde se muestra un resumen de los resultados obtenidos en una serie de experimentos de localización de locutores.

## 4.4 Conclusiones

Blah, blah, blah.

	UKA	ITC	AIT	UPC	IBM
Peor	57,0 ± 1,4 %	84,0 ± 3,3 %	47,0 ± 3,1 %	20,0 ± 2,5 %	67,0 ± 2,9 %
Bias fine (x,y,z) [mm]	20 : -42 : -75	45 : 27 : -41	-27 : -77 : -40	-59 : 112 : 52	91 : -69 : -38
Bias fine+gross (x,y,z) [mm]	735 : -93 : -258	67 : 439 : -134	17 : -402 : -118	-141 : 255 : 39	474 : -141 : -14
AEF fine [mm] = MOTP	210	130	266	344	228
Fine+gross [mm]	1201	632	1006	1188	884
Loc. frames	5035	22	995	977	1023
Ref. duration (s)	6287,0	596,0	1143,0	1180,0	1194,0

Tabla 4.3: Resultados TEST CLEAR 2006

# Capítulo 5

## Conclusiones y líneas futuras

### 5.1 Introducción

En este apartado se resumen las conclusiones obtenidas y se proponen futuras líneas de investigación que se deriven del trabajo.

La estructura del capítulo es...

### 5.2 Conclusiones

Para añadir una referencia a un autor, se puede utilizar el paquete "cite". En el trabajo [5], se muestra un trabajo...

Y podemos usar de nuevo algún acrónimo, como por ejemplo [TD-PSOLA](#), o uno ya referenciado como *Artificial Neural Network (ANN)*.

### 5.3 Líneas futuras

Pues eso.





# Bibliografía

- [1] D. Gelbart and N. Morgan, “Double the trouble: Handling noise and reverberation in far-field automatic speech recognition,” in *International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP)*, 2002.
- [2] S. Kochkin and T. Wickstrom, “Headsets, far field and handheld microphones: Their impact on continuous speech recognition,” EMKAY, a division of Knowles Electronics, Tech. Rep., 2002.
- [3] M. L. Seltzer, “Microphone array processing for robust speech recognition,” Ph.D. dissertation, Carnegie Mellon University, 2003.
- [4] W. Herbordt, *Sound capture for human/machine interfaces - Practical aspects of microphone array signal processing*. Springer, Heidelberg, Germany, March 2005.
- [5] L. Armani, M. Matassoni, M. Omologo, and P. Svaizer, “Use of a csp-based voice activity detector for distant-talking asr,” in *European Conference on Speech Communication and Technology*, 2003, pp. 501–504.
- [6] “Información sobre gnu/linux en wikipedia,” <http://es.wikipedia.org/wiki/GNU/Linux> [Último acceso 1/noviembre/2013].
- [7] “Página de la aplicación emacs,” <http://savannah.gnu.org/projects/emacs/> [Último acceso 1/noviembre/2013].
- [8] “Página de la aplicación kdevelop,” <http://www.kdevelop.org> [Último acceso 1/noviembre/2013].
- [9] L. Lamport, *LaTeX: A Document Preparation System, 2nd edition*. Addison Wesley Professional, 1994.
- [10] “Página de la aplicación octave,” <http://www.octave.org> [Último acceso 1/noviembre/2013].
- [11] “Página de la aplicación cvs,” <http://savannah.nongnu.org/projects/cvs/> [Último acceso 1/noviembre/2013].
- [12] “Página de la aplicación gcc,” <http://savannah.gnu.org/projects/gcc/> [Último acceso 1/noviembre/2013].
- [13] “Página de la aplicación make,” <http://savannah.gnu.org/projects/make/> [Último acceso 1/noviembre/2013].



# Apéndice A

## Manual de usuario

### A.1 Introducción

Introducción.

### A.2 Manual

Pues eso.

### A.3 Código fuente

Así se inserta código fuente, usando el estilo CppExample que hemos definido en el preamble, escribiendo el código directamente :

```
#include <stdio.h>

// Esto es una función de prueba
void funcionPrueba(int argumento)
{
    int prueba = 1;

    printf("Esto_es_una_prueba_[ %d][ %d]\n", argumento, prueba);
}
```

O bien insertando directamente código de un fichero externo, como en el ejemplo [A.1](#), usando `\lstinputlisting` y cambiando el estilo a Cbluebox (además de usar el entorno `codefloat` para evitar pagebreaks, etc.).

Listado A.1: Ejemplo de código fuente con un `lstinputlisting` dentro de un `codefloat`

```
#include <stdio.h>

// Esto es una función de prueba
void funcionPrueba(int argumento)
{
    int prueba = 1;

    printf("Esto_es_una_prueba_[%d][%d]\n", argumento, prueba);
}
```

O por ejemplo en matlab, definiendo settings en lugar de usar estilos definidos:

```
%
% add_simple.m - Simple matlab script to run with condor
%
a = 9;
b = 10;

c = a+b;

fprintf(1, 'La_suma_de_%d_y_%d_es_igual_a_%d\n', a, b, c);
```

O incluso como en el listado A.2, usando un layout más refinado (con los settings de <http://www.rafa-linux.com/?p=599> en un `lststyle Cnice`).

Listado A.2: Ejemplo de código fuente con estilo `Cnice`, de nuevo con un `lstinputlisting` dentro de un `codefloat`

```
1  #include <stdio.h>
2
3  #define LOOP_TIMES 5
4
5  int main(int argc, char* argv[])
6  {
7      int i;
8
9      for (i = 1; i < LOOP_TIMES; i++)
10         puts("Hola mundo!");
11 }
```

Y podemos reutilizar estilos cambiando algún parámetro, como podemos ver en el listado A.3, en el que he vuelto a usar el estilo `Cnice` eliminando la numeración.

Listado A.3: Ejemplo de código fuente con estilo Cnice, modificado para que no aparezca la numeración.

```
#include <stdio.h>

#define LOOP_TIMES 5

int main(int argc, char* argv[])
{
    int i;

    for (i = 1; i < LOOP_TIMES; i++)
        puts("Hola mundo!");
}
```

Ahora compila usando gcc:

```
$ gcc -o hello hello.c
```

Y también podemos poner ejemplos de código *coloreado*, como se muestra en el [A.4](#).

Listado A.4: Ejemplo con colores usando el estilo Ccolor

```
#include <stdio.h>

#define LOOP_TIMES 5

int main(int argc, char* argv[])
{
    int i;

    for (i = 1; i < LOOP_TIMES; i++)
        puts("Hola mundo!");
}
```



## Apéndice B

# Herramientas y recursos

Las herramientas necesarias para la elaboración del proyecto han sido:

- PC compatible
- Sistema operativo GNU/Linux [6]
- Entorno de desarrollo Emacs [7]
- Entorno de desarrollo KDevelop [8]
- Procesador de textos L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X[9]
- Lenguaje de procesamiento matemático Octave [10]
- Control de versiones CVS [11]
- Compilador C/C++ gcc [12]
- Gestor de compilaciones make [13]







Universidad de Alcalá  
Escuela Politécnica Superior



ESCUELA POLITECNICA  
SUPERIOR



Universidad  
de Alcalá