

# 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:** D/D<sup>a</sup>. Nombre Presidente.

**Vocal 1º:** D/D<sup>a</sup>. Nombre Vocal1.

**Vocal 2º:** D/D<sup>a</sup>. Nombre Vocal2.

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                                      | xix      |
| Lista de símbolos                                       | xxi      |
| <b>1 Introducción</b>                                   | <b>1</b> |
| 1.1 Presentación . . . . .                              | 1        |
| 1.2 Motivación y objetivos . . . . .                    | 1        |
| 1.3 Diagrama . . . . .                                  | 1        |
| 1.4 Uso de acrónimos . . . . .                          | 1        |
| 1.5 Símbolos . . . . .                                  | 2        |
| 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 . . . . .                                | 12        |
| <b>5</b> | <b>Conclusiones y líneas futuras</b>                  | <b>13</b> |
| 5.1      | Introducción . . . . .                                | 13        |
| 5.2      | Conclusiones . . . . .                                | 13        |
| 5.3      | Líneas futuras . . . . .                              | 13        |
|          | <b>Bibliografía</b>                                   | <b>15</b> |
| <b>A</b> | <b>Manual de usuario</b>                              | <b>17</b> |
| A.1      | Introducción . . . . .                                | 17        |
| A.2      | Manual . . . . .                                      | 17        |
| <b>B</b> | <b>Herramientas y recursos</b>                        | <b>19</b> |

# Índice de figuras

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.1 | Clasificación de los objetos para la gramática. . . . .  | 2  |
| 2.1 | Departamento de Electrónica . . . . .                    | 6  |
| 4.1 | Optimal frames number in the training data set . . . . . | 11 |





# Índice de tablas

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 4.1 | Comparativa . . . . .                          | 10 |
| 4.2 | Resultados de la Correlacion cruzada . . . . . | 10 |



# 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.  |
| ÁÉÍÓÚŮÑáéíóúůň | Long ÁÉÍÓÚŮÑáéíóúůň.  |



# 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 Carrera desarrollado. En este caso incluimos además secciones “tutoriales” en las que explicamos la inclusión de diagramas y el uso de acrónimos y símbolos.

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

### 1.2 Motivación y objetivos

La motivación de este proyecto...

Los objetivos principales de este 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.

### 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. Así, si nos referimos a *Emotional Text To Speech (ETTS)*

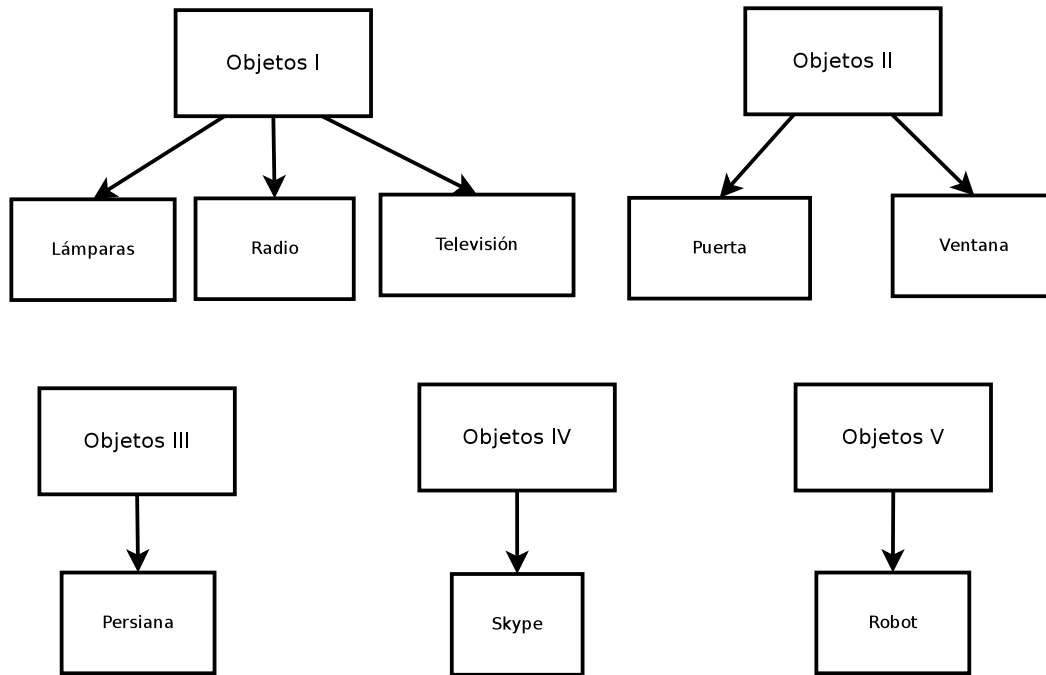


Figura 1.1: Clasificación de los objetos para la gramática.

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

El  $\mathbb{A}$  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 en fórmula:

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

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)*. Y con el de acentos *Long ÁÉÍÓÚÛÑáéíóúÿñ (ÁÉÍÓÚÛÑáéíóúÿñ)* la primera vez, *ÁÉÍÓÚÛÑáéíóúÿñ* la segunda, y luego acrónimo, descripción y completo: *ÁÉÍÓÚÛÑáéíóúÿñ*, *Long ÁÉÍÓÚÛÑáéíóúÿñ* y *Long ÁÉÍÓÚÛÑáéíóúÿñ (ÁÉÍÓÚÛÑáéíóúÿñ)*.

## 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.

### 2.3 Técnicas utilizadas

Blah, blah, blah.

### 2.4 Conclusiones

Blah, blah, blah.

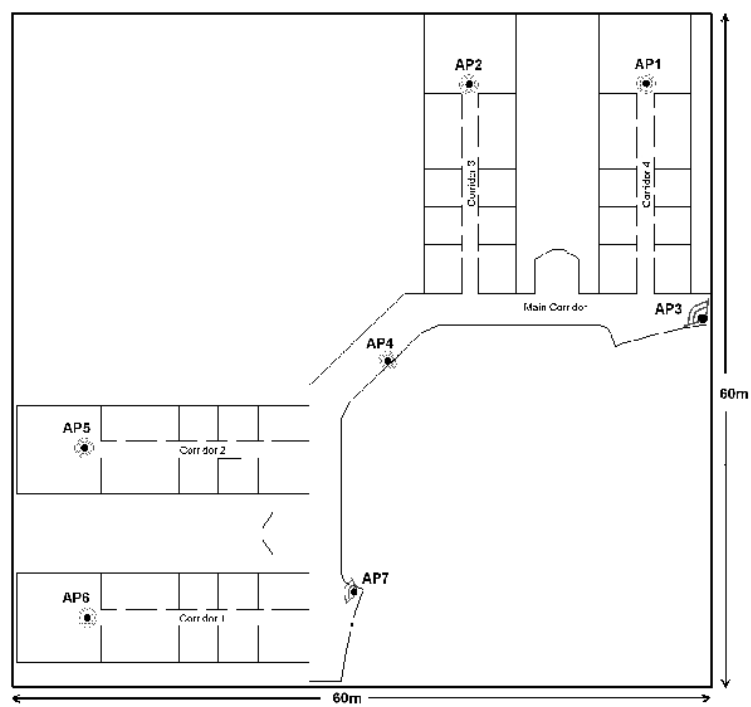


Figura 2.1: Departamento de Electrónica

# 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 "subfigure" 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 4.1(b).

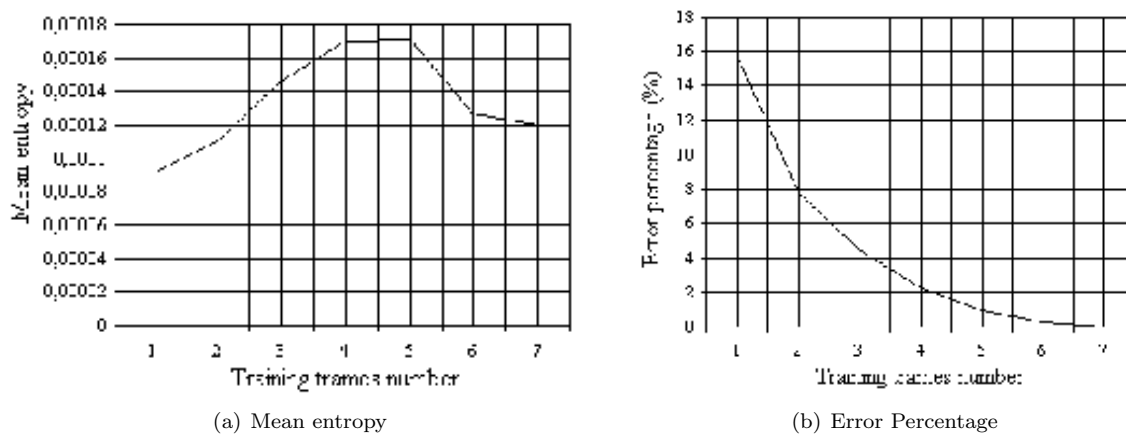


Figura 4.1: Optimal frames number in the training data set

## 4.4 Conclusiones

Blah, blah, blah.

# 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.





## 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  $\text{\LaTeX}$  [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