



# **ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA**

## **INGENIERÍA TÉCNICA EN INFORMÁTICA DE SISTEMAS**

SeniorFitness: Aplicación e-health para la valoración de la condición física funcional de personas mayores.

Álvaro González Álvarez

13 de agosto de 2017





## ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

### INGENIERO TÉCNICO EN INFORMÁTICA DE SISTEMAS

SeniorFitness: Aplicación e-health para la valoración de la condición física funcional de personas mayores.

- Departamento: Lenguajes y sistemas informáticos
- Director del proyecto: Raquel Ureña Pérez
- Autor del proyecto: Álvaro González Álvarez

Cádiz, 13 de agosto de 2017

Fdo: Álvaro González Álvarez



## **Agradecimientos**

Me gustaria agradecer y/o dedicar este texto a ...



## **Licencia**

Este documento ha sido liberado bajo Licencia GFDL 1.3 (GNU Free Documentation License). Se incluyen los términos de la licencia en inglés al final del mismo.

Copyright (c) 2017 Álvaro González Álvarez.

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled "GNU Free Documentation License".





## Notación y formato

Aquí incluiremos los aspectos relevantes a la notación y el formato a lo largo del documento. Para simplificar podemos generar comandos nuevos que nos ayuden a ello, ver `comandos.sty` para más información.

Cuando nos refiramos a un programa en concreto, utilizaremos la notación:

*emacs*.

Cuando nos refiramos a un comando, o función de un lenguaje, usaremos la notación:

`quicksort`.



## Resumen

Es un hecho que el ejercicio físico puede paliar las limitaciones que va imponiendo el proceso de envejecimiento en las personas, pero este debe ser individualizado a las características de la persona mayor, y es por ello que es necesaria la valoración de la condición física de ésta. La Senior Fitness Test (SFT) es una batería de pruebas para tal valoración, y es una de las pocas que está adaptada a los mayores.

Esta batería evalúa la condición física funcional, entendiendo por este término: *la capacidad física para desarrollar actividades normales de la vida diaria de forma segura, con independencia y sin una excesiva fatiga* (Rikli y Jones, 2001). Los parámetros de condición física que incluye dicha batería son: fuerza muscular (miembros superiores e inferiores), resistencia aeróbica, flexibilidad (miembros superiores e inferiores) y agilidad.

La aplicación Android que se presenta en este documento tiene como empresa darle al usuario la posibilidad de realizar los ejercicios que componen la SFT para cuantas personas mayores el usuario desee registrar en la aplicación, así como almacenar y llevar un control sobre los resultados obtenidos para cada una de ellas. Las numerosas características y sensores de los que disponen actualmente los dispositivos móviles facilitan en gran medida la monitorización de cada uno de los ejercicios y además reducen los materiales necesarios para obtener y registrar los resultados.

**Palabras claves:** Android, Aplicación, Senior Fitness Test, Persona Mayor, Ejercicio Físico



# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. Motivación	1
1.2. Alcance	2
1.3. Glosario de términos	2
1.4. Organización del Documento	4
<b>2. Desarrollo del proyecto</b>	<b>5</b>
2.1. Organización temporal	5
2.2. Análisis del sistema	5
2.3. Base de Datos	6
2.4. Código fuente	7
2.4.1. Entorno Verbatim	7
2.4.2. Entorno listing	8
<b>Bibliografía y referencias</b>	<b>11</b>
<b>Software usado</b>	<b>11</b>
<b>Instalación de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X</b>	<b>12</b>
<b>GNU Free Documentation License</b>	<b>17</b>
1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS	17
2. VERBATIM COPYING	18
3. COPYING IN QUANTITY	18
4. MODIFICATIONS	19
5. COMBINING DOCUMENTS	20
6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS	21
7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS	21
8. TRANSLATION	21
9. TERMINATION	21
10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE	22
11. RELICENSING	22
ADDENDUM: How to use this License for your documents	22



# Indice de figuras

2.1. Diagrama de Gannt. Desarrollo del proyecto . . . . .	5
2.2. UML de ejemplo con Umbrello . . . . .	6
2.3. Diagrama ERe de ejemplo . . . . .	7
2.4. Emacs + AucT <sub>E</sub> X . . . . .	13
2.5. Interfaz de Dia . . . . .	14





# Indice de tablas



# Capítulo 1

## Introducción

A continuación, se describe la motivación del presente proyecto y su alcance, y justificaremos la elección de un proyecto como el presente. También se incluye un glosario de términos y la organización del resto de la presente documentación.

### 1.1. Motivación

Actualmente, si tomamos como referencia la población española, las personas mayores de 65 años representan el 18,4 % del número total de habitantes (INE, 2016), y se espera que este porcentaje continúe aumentando en las próximas décadas. Por tanto, es esperable encontrarnos cada vez con mayor número de personas mayores y a su vez con más limitaciones físicas, que vendrán dadas principalmente por el irreversible proceso de envejecimiento, y muchas de las cuales pueden paliarse con el ejercicio físico. Sin embargo, para conseguir los máximos beneficios del ejercicio para cada persona es de vital relevancia conocer la condición física del mayor para la correcta prescripción de ejercicio, y es en este punto donde entra en juego la Senior Fitness Test (SFT), una batería de pruebas específicamente diseñada para evaluar la condición física funcional de las personas mayores.

Partiendo de esta base y teniendo en cuenta que actualmente es cada vez más frecuente el uso de dispositivos móviles por una amplia gama de usuarios y que el rango de edad de los mismos crece sin detenerse, se determinó que sería interesante desarrollar una aplicación móvil que, con la ayuda de los numerosos sensores de los que disponen los dispositivos móviles de hoy en día, sirviese como herramienta para realizar las diferentes pruebas físicas que componen la SFT, y además diese la posibilidad de registrar y consultar los resultados obtenidos para cada sujeto en las diferentes sesiones realizadas.

De esta forma cualquier profesional dentro del sector de Ciencias de la Salud, de la Actividad Física o del Deporte que esté interesado en llevar un seguimiento de la condición física funcional de personas mayores, puede hacer uso de la aplicación para que ésta contabilice de forma autónoma (sin necesidad de tener que contar a ojo ni con la ayuda de un cronómetro) las repeticiones realizadas y los tiempos obtenidos por los sujetos para cada uno de los diferentes ejercicios de la batería de pruebas, además de quedar registrados en el perfil de cada persona para su estudio.

Debido a todo lo anteriormente mencionado y a que el aprendizaje de las tecnologías empleadas resulta muy útil de cara al mercado laboral por tratarse de tecnologías punteras en la actualidad, puede justificarse un proyecto como el presente como Proyecto de Fin de Carrera.

## 1.2. Alcance

El alcance del proyecto consiste en la realización de una aplicación Android que, mediante los sensores que contienen los dispositivos móviles actuales tales como el acelerómetro, el giroscopio o el sensor de gravedad, sea capaz de detectar la correcta realización de los ejercicios en los que consiste la SFT.

Para que los sensores del dispositivo móvil sean capaces de realizar las lecturas necesarias para el correcto cálculo del movimiento realizado durante la ejecución del ejercicio, es necesario que el usuario siga las instrucciones dadas por la aplicación para cada uno de los diferentes ejercicios físicos. Por ejemplo, puede ser necesario que el dispositivo móvil se coloque en la extremidad (brazo o pierna) con la que se realizará la actividad.

Durante la realización de las pruebas que hagan uso de los sensores comentados, el dispositivo móvil dará feedback sobre la correcta realización de los ejercicios, emitiendo un sonido con cada repetición realizada de forma satisfactoria y en el mismo instante en el que se contabiliza, sin que sea necesario observar la pantalla del dispositivo para conocer si se ha realizado adecuadamente el ejercicio.

Una vez finalizado cualquiera de los tests, la aplicación da la posibilidad de almacenar el resultado para la persona mayor que esté realizando la batería de pruebas, dándose por concluida la sesión cuando se haya completado el último test que quede pendiente de realizar de la SFT.

El usuario puede consultar en todo momento los resultados obtenidos por cada uno de los sujetos que han ido realizando las pruebas, tanto para la sesión que esté en progreso (con algún test pendiente de finalizar) como para aquellas sesiones que ya se completaron con anterioridad, para las cuales se mostrarán las correspondientes estadísticas.

La aplicación es de código libre bajo la licencia GNU GPL así como las técnicas y herramientas empleadas para su desarrollo. Su uso será en dispositivos móviles Android.

## 1.3. Glosario de términos

Esta sección contiene una lista ordenada alfabéticamente de los principales términos, acrónimos y abreviaturas específicos del dominio del problema:

- **Android:** Android es un sistema operativo basado en el núcleo Linux. Fue diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil, como teléfonos inteligentes, tablets y también para relojes inteligentes, televisores y automóviles.
- **API:** La interfaz de programación de aplicaciones es un conjunto de subrutinas, funciones y procedimientos (o métodos, en la programación orientada a objetos) que ofrece cierta biblioteca para ser utilizado por otro software como una capa de abstracción.
- **APK:** Un archivo con extensión .apk (Android Application Package, significado en español: Aplicación empaquetada de Android) es un paquete para el sistema operativo Android. Este formato es una variante del formato JAR de Java y se usa para distribuir e instalar componentes empaquetados para la plataforma Android.
- **Aplicación:** Es un tipo de programa informático diseñado como herramienta para permitir a un usuario realizar uno o diversos tipos de trabajos.

- **Framework:** Es un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios para enfocar un tipo de problemática particular que sirve como referencia, para enfrentar y resolver nuevos problemas de índole similar. Un framework proporciona bibliotecas para acceder a bases de datos, estructuras para plantillas y gestión de sesiones, y con frecuencia facilitan la reutilización de código.
- **Git:** Es un software de control de versiones diseñado por Linus Torvalds, pensando en la eficiencia y la confiabilidad del mantenimiento de versiones de aplicaciones cuando éstas tienen un gran número de archivos de código fuente.
- **GPL:** La Licencia Pública General de GNU es la licencia de derecho de autor más ampliamente usada en el mundo del software y garantiza a los usuarios finales (personas, organizaciones, compañías) la libertad de usar, estudiar, compartir (copiar) y modificar el software.
- **IDE:** Un entorno de desarrollo integrado es una aplicación informática que proporciona servicios integrales para facilitarle al desarrollador o programador el desarrollo de software.
- **INE:** El Instituto Nacional de Estadística (INE) es un organismo autónomo de España encargado de la coordinación general de los servicios estadísticos de la Administración General del Estado y la vigilancia, control y supervisión de los procedimientos técnicos de los mismos. Entre los trabajos que realiza, destacan las estadísticas sobre la demografía, economía, y sociedad españolas.
- **JAR:** Es un tipo de archivo que permite ejecutar aplicaciones escritas en el lenguaje Java.
- **Java:** Java es un lenguaje de programación de propósito general, concurrente, orientado a objetos que fue diseñado específicamente para tener tan pocas dependencias de implementación como fuera posible.
- **Repositorio:** Es un sitio centralizado donde se almacena y mantiene información digital, habitualmente bases de datos o archivos informáticos.
- **Senior Fitness Test (SFT):** La batería SFT, diseñada por Rikli y Jones, surgió por la necesidad de crear una herramienta que nos permitiese valorar la condición física de los mayores con seguridad así como de forma práctica.
- **SQL:** Es un lenguaje específico del dominio que da acceso a un sistema de gestión de bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones en ellos.
- **SQLite:** SQLite es un motor de bases de datos muy popular en la actualidad por ofrecer características tan interesantes como su pequeño tamaño, no necesitar servidor, precisar poca configuración, ser transaccional y ser de código libre. Android incorpora de serie todas las herramientas necesarias para la creación y gestión de bases de datos SQLite, y entre ellas una completa API para llevar a cabo de manera sencilla todas las tareas necesarias.
- **UML:** El Lenguaje Unificado de Modelado es el lenguaje de modelado de sistemas de software más conocido y utilizado en la actualidad. Es un lenguaje gráfico para visualizar, especificar, construir y documentar un Sistema.
- **XML:** El Lenguaje de Marcas Extensible es un meta-lenguaje que permite definir lenguajes de marcas desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C) utilizado para almacenar datos en forma legible.

## 1.4. Organización del Documento

La estructura del presente documento es la siguiente:

- **Introducción:** Apartado introductorio sobre la motivación para desarrollar este proyecto, su alcance, así como la estructuración de este documento.

## Capítulo 2

# Desarrollo del proyecto

### 2.1. Organización temporal

En este apartado podemos añadir un diagrama de Gannt, con la planificación temporal que se realizó del proyecto. Para ello podemos usar algún programa libre como por ejemplo *Planner*:

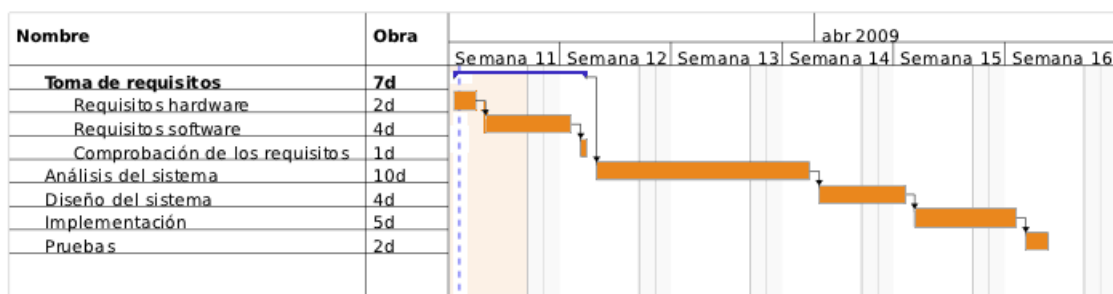


Figura 2.1: Diagrama de Gannt. Desarrollo del proyecto

Observad el código, notareis algo distinto con respecto a las imágenes del capítulo anterior. En este caso utilizo un comando personalizado en `comandos.sty`, donde simplifiqué la creación de una figura, como en la figura 2.1.

### 2.2. Análisis del sistema

Si el proyecto se refiere a un sistema software, normalmente procederemos a un análisis y a un diseño del sistema usando notación UML, para organizar correctamente dicho sistema.

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X no trae soporte nativo para hacer este tipo de diagramas, y aunque se pueden utilizar paquetes que lo hagan. Sin embargo lo más cómodo es que utilizemos herramientas CASE para ayudarnos a dicha tarea, como pueden ser *Dia* o *Umbrello*, como podemos ver en la figura 2.2.

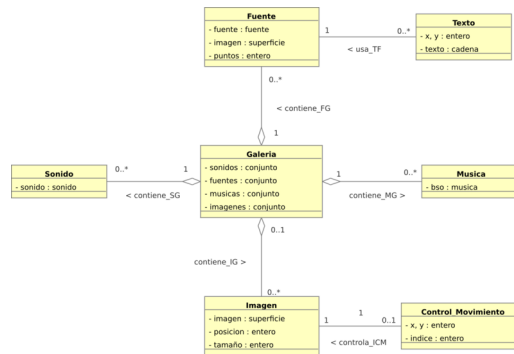


Figura 2.2: UML de ejemplo con Umbrello

Ya que no es el objetivo de este documento trabajar con dichas herramientas, aprovecharé este apartado para mostrar algunas cosas más de las que podemos dotar a nuestro documento  $\text{\LaTeX}$ .

Sabemos que tenemos un fichero `bibliografia.bib`, para que la herramienta  $\text{Bib}\text{\TeX}$  nos genere las referencias bibliográficas. Sin embargo a priori no se mostrarán hasta que nos las referenciemos.

Teniendo en cuenta que todo esto lo tomamos desde la “biblia” de  $\text{\LaTeX}$ , podemos hacer una referencia a ella [?]. También hay que saber que una guía de referencia online muy buena es la página en wikibooks de  $\text{\LaTeX}$  [?].

## 2.3. Base de Datos

Supongamos que en este apartado, queremos incluir un **diagrama Entidad-Relación Extendido**, que modele la base de datos que vamos a utilizar en nuestro proyecto. Una posible herramienta para dibujarla es *Dia*, una herramienta pra gráficos vectoriales bastante completa. Una vez hemos hecho el diagrama, podemos importarlo a una imagen en multitud de formatos, o también podemos a código `.tex`.

¿Qué utilidad tiene esto? Pues basicamente lo podremos modificar para refinarlo un poco, añadirle fórmulas matemáticas si quisieramos, o diversas cosas. Además de comprimir bastante en espacio respecto a una imagen. El diagrama ??, está realizado con Dia importándolo a  $\text{\LaTeX}$ :



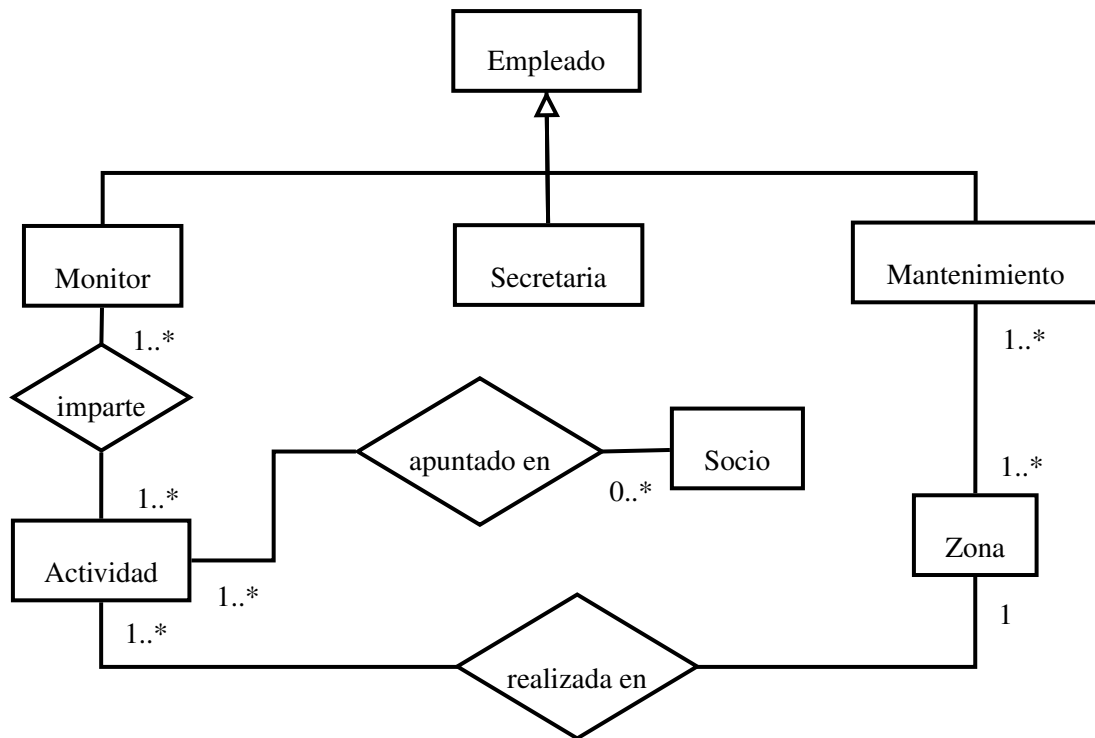


Figura 2.3: Diagrama ERe de ejemplo

## 2.4. Código fuente

En  $\text{\LaTeX}$  tenemos varias maneras de colocar nuestro código fuente, pero vamos a mostrar dos básicas.

### 2.4.1. Entorno `Verbatim`

Este entorno, nos permite incluir dentro de él **cualquier** código, y nos respetará espacios, saltos de líneas, tabuladores... es decir, el compilador de  $\text{\LaTeX}$  no procesará ese entorno y lo dejará tal cual está. Veamos un ejemplo con el clásico programa *Hola mundo* en C++:

```

/*Clásico programa en su versión C++*/

#include <iostream>

using namespace std;

int main()
{
    cout << "¡Hola, mundo!" << endl;
    return 0; //No hace falta, pero en fin
}

```

Vemos, que queda un poco “soso”: no remarca palabras del lenguaje, le da igual lo que es comentario y lo que es texto, y claro, a la hora de tener un código relativamente amplio, pues es incomodo verlo tan plano. Hay alternativas como `fncyverbatim`, en la cual podemos formatearlo algo, añadiendo

números de líneas, remarcando palabras del lenguaje y más opciones, pero quizás la siguiente opción sea más completa:

### 2.4.2. Entorno `listing`

Si vemos en el fichero `comandos.sty`, podemos ver varios estilos definidos para este entorno. ¿En qué consiste? Pues realmente este entorno, sabiendo de que lenguaje le estamos pasando el código (admitiendo gran variedad como C, C++, Java,  $\text{\TeX}$ , SQL, ADA, Python y muchísimos más), y ciertas opciones, podemos formatear el código.

Este entorno podemos llamarlo de dos formas distintas, la primera es utilizando un entorno propiamente dicho, con sus `\begin` y `\end` dentro del cual copiamos el código, y otra usando el comando `\lstinputlisting`, pasándole de parámetro el propio fichero. Veamos de las dos formas:

```
1  /*Clasico programa en su version C++*/
2
3  #include <iostream>
4
5  using namespace std;
6
7  int main()
8  {
9      cout << "Hola, mundo!" << endl;
10     return 0; //No hace falta, pero en fin
11 }
```

O de la segunda forma:

```
1  /*
2   * This program is free software: you can redistribute it and/or modify
3   * it under the terms of the GNU General Public License as published by
4   * the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
5   * any later version.
6
7   * This program is distributed in the hope that it will be useful,
8   * but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
9   * MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
10   * GNU General Public License for more details.
11
12   * You should have received a copy of the GNU General Public License
13   * along with this program. If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>.
14
15   * Copyright (C) 2009 Pablo Recio Quijano - pablo.recioquijano@alum.uca.es
16  */
17
18  /*Clasico programa en su version C++*/
19
20  #include <iostream>
21
22  using namespace std;
23
24  int main()
25  {
26      cout << "Hola, mundo!" << endl;
```

```
27     return 0; //No hace falta, pero en fin
28 }
```

Notar que uso el estilo C++ porque ya lo tengo definido en el fichero mencionado anteriormente, pero se pueden añadir varios más, modificando los colores, si queremos o no número de líneas, o por ejemplo comandos de consola:

```
g++ hola_mundo.cpp -o hola_mundo
```

Desde luego, es bastante más agradable para la vista, lo cual facilita si lectura. Sin embargo, si usamos esta última opción probablemente tengamos problemas con los caracteres españoles, acentos y demás, debido a las diferencias de codificación entre ISO Latin-1 y UTF8. Hay que tener cuidado en tenerlo todo en UTF8 para que el compilador “entienda” los caracteres.



# Software utilizado

Es usual en un PFC referenciar que software has usado para la realización del mismo. Aprovecharé este apartado para que conozcas alguna herramienta que puede serte de ayuda para realizar tus documentos en  $\text{\LaTeX}$

## Emacs + AucTeX

Emacs es uno de los programas de edición más usados por desarrolladores de software, ya que es bastante versátil admitiendo gran cantidad de “plugins” o extensiones que permiten ampliar aun más sus funcionalidades.

Uno de estos plugins es AucTeX[?], el cual incluye rutas para ciertos comandos, resaltado de sintaxis, previsualización del documento, menú matemático en el cual podemos acceder e insertar la gran mayoría de los símbolos matemáticos, para no tener que memorizarlos. Podemos ver un ejemplo de Emacs + AucTeX en la figura 2.4

Por ejemplo, para cerrar un entorno `\begin()`, con su respectivo `\end()`, utilizaremos el atajo `C-c M-]`, para añadir un `\item`, tenemos el atajo `C-c C-j`, y así unos cuantos, que una vez que nos habituamos a ellos, son bastante cómodos.

Además, es bastante configurable, con indentado automático, corrector ortográfico y demás. El fichero adjunto a este documento, *conf\_emacs* incluye una configuración con varias de estas opciones.

## Doxygen

Realmente, *Doxygen* [?] no es una herramienta que vayamos a utilizar para realizar documentos  $\text{\LaTeX}$  directamente. Sin embargo, para la documentación de código si es bastante útil.

Esta herramienta realiza una documentación automática de código fuente. Es decir, para nuestro PFC, podemos utilizar para generar la documentación de las APIs de nuestras librerías y demás. Puede generar esta documentación en varios formatos, y entre ellos,  $\text{\LaTeX}$ , de forma que podemos utilizar ese código generado en nuestra memoria de forma automática.

## GNU Make

*GNU Make* es el programa de recompilación y de control de dependencias por excelencia. Se puede utilizar para compilar proyectos software en diversos códigos, o como en el caso de este documento, para compilar documentos  $\text{\LaTeX}$  con diversas opciones.

Para más información [?]

## Dia

*Dia* es un editor de gráficos vectoriales el cual incluye distintas plantillas para distintos tipos de gráficos, como pueden ser UML, ERe, diagramas de flujo, esquemas Cisco de red y un larguísimo etcétera. Podemos ver el interfaz en la figura [2.5](#)

Estos diagramas podemos exportarlos a diversos formatos de imagen (.png, .eps, ...) o a formato .tex, como vimos anteriormente.

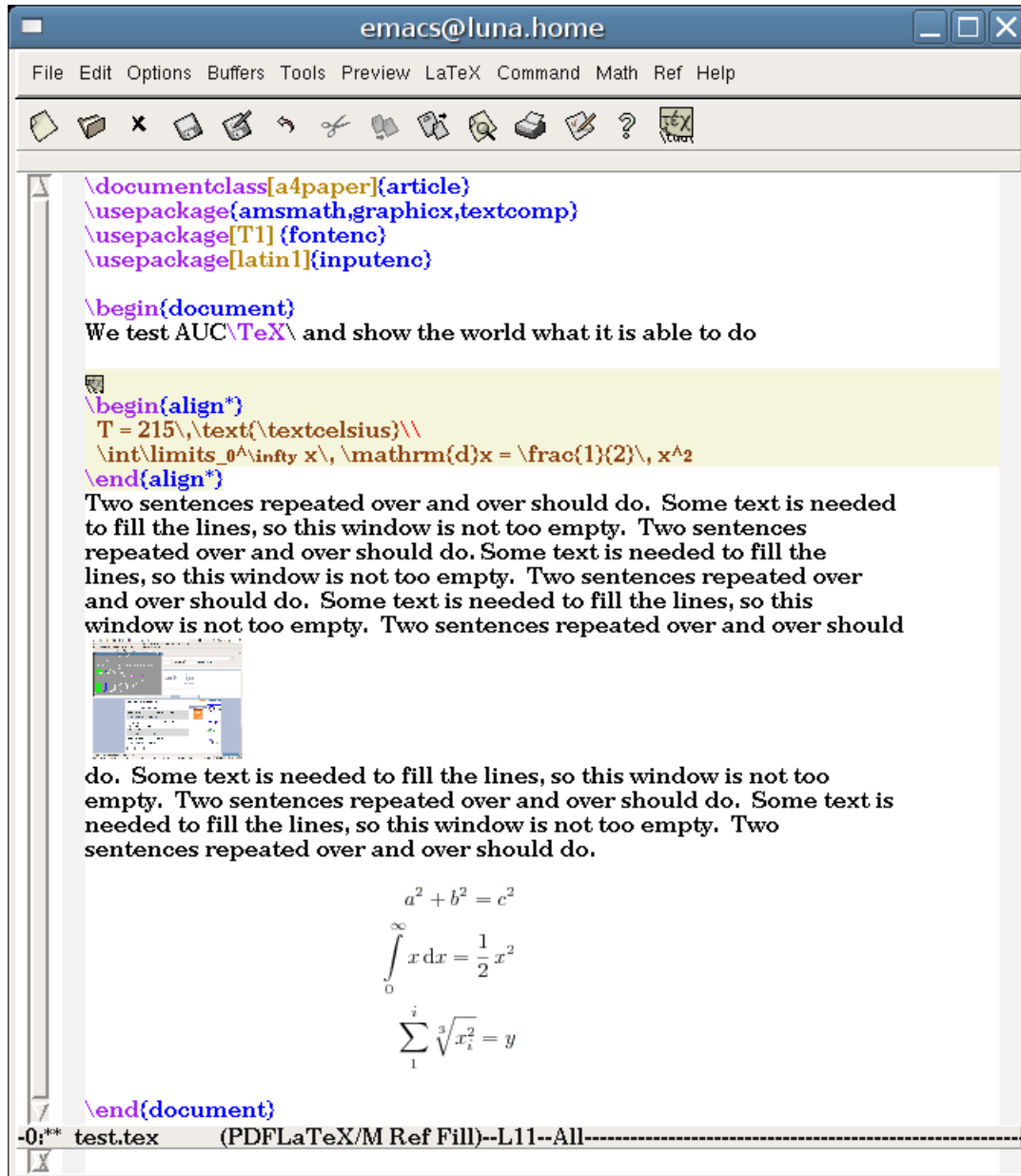


Figura 2.4: Emacs + Auc $\TeX$

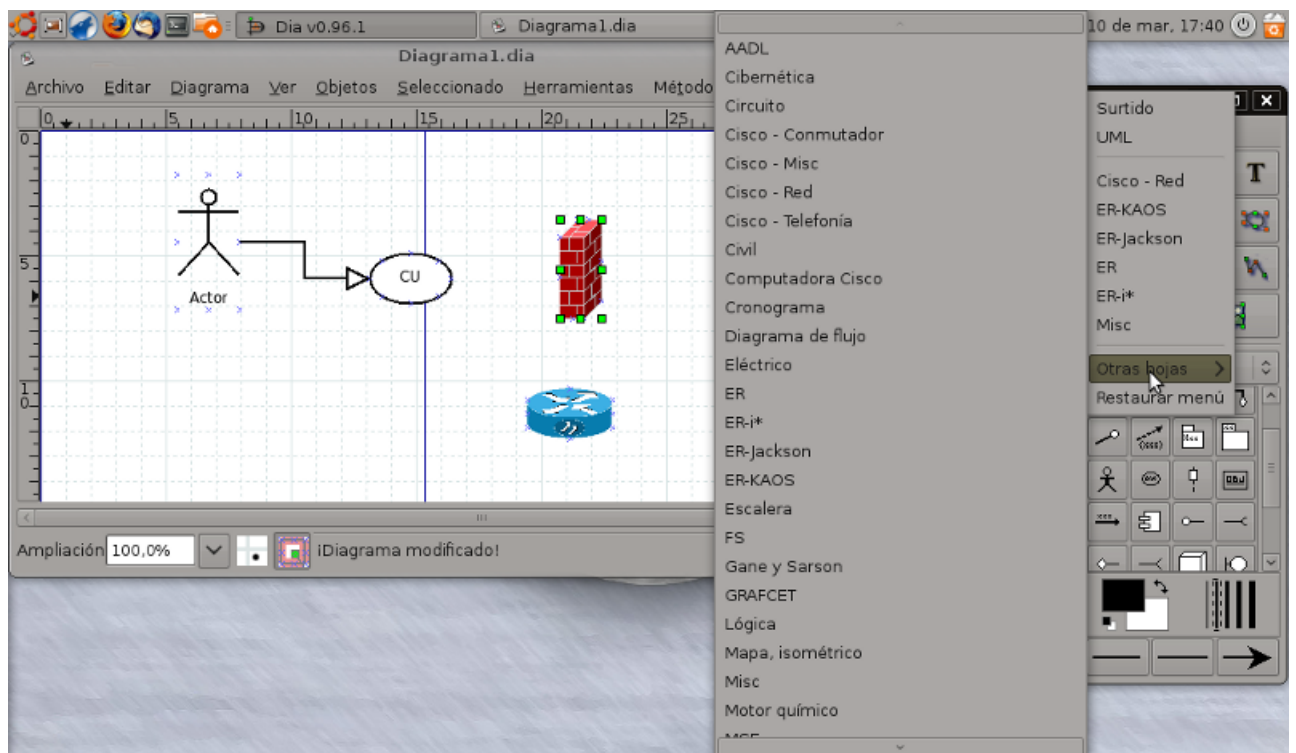


Figura 2.5: Interfaz de Dia



# Instalación de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

Veamos que tenemos que hacer para instalar L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X con todas sus capacidades en un sistema basado en Debian, como Ubuntu. Primero hay que tener en cuenta que L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X es relativamente pesado con respecto a otros compiladores.

Nosotros vamos a utilizar la distribución de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X incluida en los repositorios de Ubuntu llamada *texlive*. Si la buscas en tu gestor de paquetes, encontrarás infinidad de paquetes aparte del principal. Existen otras distribuciones como Te<sub>X</sub>

Si instalas solo los básicos, es decir instalas *texlive* y los programas necesarios para él, no podrás compilar este documento, ya que faltarían paquetes tales como *supertabular* y varios. Por eso, si no tienes problema de espacio en el disco duro te recomiendo que instales el paquete *texlive-full*, que instala **todos** los paquetes de *texlive*, incluyendo documentación en todos los idiomas disponibles. Si buscas no tener problemas de dependencias, este es tu método.

```
sudo apt-get install texlive-full
```

En caso de querer ser un poco más concreto, en principio puedes trabajar con la más básica (*texlive* y sus dependencias) y en función de los paquetes que te vayan faltando, los instalas.



# GNU Free Documentation License

Version 1.3, 3 November 2008

Copyright © 2000, 2001, 2002, 2007, 2008 Free Software Foundation, Inc.

<<http://fsf.org/>>

Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

## Preamble

The purpose of this License is to make a manual, textbook, or other functional and useful document “free” in the sense of freedom: to assure everyone the effective freedom to copy and redistribute it, with or without modifying it, either commercially or noncommercially. Secondly, this License preserves for the author and publisher a way to get credit for their work, while not being considered responsible for modifications made by others.

This License is a kind of “copyleft”, which means that derivative works of the document must themselves be free in the same sense. It complements the GNU General Public License, which is a copyleft license designed for free software.

We have designed this License in order to use it for manuals for free software, because free software needs free documentation: a free program should come with manuals providing the same freedoms that the software does. But this License is not limited to software manuals; it can be used for any textual work, regardless of subject matter or whether it is published as a printed book. We recommend this License principally for works whose purpose is instruction or reference.

## 1. APPLICABILITY AND DEFINITIONS

This License applies to any manual or other work, in any medium, that contains a notice placed by the copyright holder saying it can be distributed under the terms of this License. Such a notice grants a world-wide, royalty-free license, unlimited in duration, to use that work under the conditions stated herein. The “**Document**”, below, refers to any such manual or work. Any member of the public is a licensee, and is addressed as “**you**”. You accept the license if you copy, modify or distribute the work in a way requiring permission under copyright law.

A “**Modified Version**” of the Document means any work containing the Document or a portion of it, either copied verbatim, or with modifications and/or translated into another language.

A “**Secondary Section**” is a named appendix or a front-matter section of the Document that deals exclusively with the relationship of the publishers or authors of the Document to the Document’s overall subject (or to related matters) and contains nothing that could fall directly within that overall subject. (Thus, if the Document is in part a textbook of mathematics, a Secondary Section may not explain any mathematics.) The relationship could be a matter of historical connection with the subject or with related matters, or of legal, commercial, philosophical, ethical or political position regarding them.

The “**Invariant Sections**” are certain Secondary Sections whose titles are designated, as being those of Invariant Sections, in the notice that says that the Document is released under this License. If a section does not fit the above definition of Secondary then it is not allowed to be designated as Invariant. The Document may contain zero Invariant Sections. If the Document does not identify any Invariant Sections then there are none.

The “**Cover Texts**” are certain short passages of text that are listed, as Front-Cover Texts or Back-Cover Texts, in the notice that says that the Document is released under this License. A Front-Cover Text may be at most 5 words, and a Back-Cover Text may be at most 25 words.

A “**Transparent**” copy of the Document means a machine-readable copy, represented in a format whose specification is available to the general public, that is suitable for revising the document straightforwardly with generic text editors or (for images composed of pixels) generic paint programs or (for drawings) some widely available drawing editor, and that is suitable for input to text formatters or for automatic translation to a variety of formats suitable for input to text formatters. A copy made in an otherwise Transparent file format whose markup, or absence of markup, has been arranged to thwart or discourage subsequent modification by readers is not Transparent. An image format is not Transparent if used for any substantial amount of text. A copy that is not “Transparent” is called “**Opaque**”.

Examples of suitable formats for Transparent copies include plain ASCII without markup, Texinfo input format, LaTeX input format, SGML or XML using a publicly available DTD, and standard-conforming simple HTML, PostScript or PDF designed for human modification. Examples of transparent image formats include PNG, XCF and JPG. Opaque formats include proprietary formats that can be read and edited only by proprietary word processors, SGML or XML for which the DTD and/or processing tools are not generally available, and the machine-generated HTML, PostScript or PDF produced by some word processors for output purposes only.

The “**Title Page**” means, for a printed book, the title page itself, plus such following pages as are needed to hold, legibly, the material this License requires to appear in the title page. For works in formats which do not have any title page as such, “Title Page” means the text near the most prominent appearance of the work’s title, preceding the beginning of the body of the text.

The “**publisher**” means any person or entity that distributes copies of the Document to the public.

A section “**Entitled XYZ**” means a named subunit of the Document whose title either is precisely XYZ or contains XYZ in parentheses following text that translates XYZ in another language. (Here XYZ stands for a specific section name mentioned below, such as “**Acknowledgements**”, “**Dedications**”, “**Endorsements**”, or “**History**”). To “**Preserve the Title**” of such a section when you modify the Document means that it remains a section “Entitled XYZ” according to this definition.

The Document may include Warranty Disclaimers next to the notice which states that this License applies to the Document. These Warranty Disclaimers are considered to be included by reference in this License, but only as regards disclaiming warranties: any other implication that these Warranty Disclaimers may have is void and has no effect on the meaning of this License.

## 2. VERBATIM COPYING

You may copy and distribute the Document in any medium, either commercially or noncommercially, provided that this License, the copyright notices, and the license notice saying this License applies to the Document are reproduced in all copies, and that you add no other conditions whatsoever to those of this License. You may not use technical measures to obstruct or control the reading or further copying of the copies you make or distribute. However, you may accept compensation in exchange for copies. If you distribute a large enough number of copies you must also follow the conditions in section 3.

You may also lend copies, under the same conditions stated above, and you may publicly display copies.

## 3. COPYING IN QUANTITY

If you publish printed copies (or copies in media that commonly have printed covers) of the Document, numbering more than 100, and the Document's license notice requires Cover Texts, you must enclose the copies in covers that carry, clearly and legibly, all these Cover Texts: Front-Cover Texts on the front cover, and Back-Cover Texts on the back cover. Both covers must also clearly and legibly identify you as the publisher of these copies. The front cover must present the full title with all words of the title equally prominent and visible. You may add other material on the covers in addition. Copying with changes limited to the covers, as long as they preserve the title of the Document and satisfy these conditions, can be treated as verbatim copying in other respects.

If the required texts for either cover are too voluminous to fit legibly, you should put the first ones listed (as many as fit reasonably) on the actual cover, and continue the rest onto adjacent pages.

If you publish or distribute Opaque copies of the Document numbering more than 100, you must either include a machine-readable Transparent copy along with each Opaque copy, or state in or with each Opaque copy a computer-network location from which the general network-using public has access to download using public-standard network protocols a complete Transparent copy of the Document, free of added material. If you use the latter option, you must take reasonably prudent steps, when you begin distribution of Opaque copies in quantity, to ensure that this Transparent copy will remain thus accessible at the stated location until at least one year after the last time you distribute an Opaque copy (directly or through your agents or retailers) of that edition to the public.

It is requested, but not required, that you contact the authors of the Document well before redistributing any large number of copies, to give them a chance to provide you with an updated version of the Document.

## 4. MODIFICATIONS

You may copy and distribute a Modified Version of the Document under the conditions of sections 2 and 3 above, provided that you release the Modified Version under precisely this License, with the Modified Version filling the role of the Document, thus licensing distribution and modification of the Modified Version to whoever possesses a copy of it. In addition, you must do these things in the Modified Version:

- A. Use in the Title Page (and on the covers, if any) a title distinct from that of the Document, and from those of previous versions (which should, if there were any, be listed in the History section of the Document). You may use the same title as a previous version if the original publisher of that version gives permission.
- B. List on the Title Page, as authors, one or more persons or entities responsible for authorship of the modifications in the Modified Version, together with at least five of the principal authors of the Document (all of its principal authors, if it has fewer than five), unless they release you from this requirement.
- C. State on the Title page the name of the publisher of the Modified Version, as the publisher.
- D. Preserve all the copyright notices of the Document.
- E. Add an appropriate copyright notice for your modifications adjacent to the other copyright notices.
- F. Include, immediately after the copyright notices, a license notice giving the public permission to use the Modified Version under the terms of this License, in the form shown in the Addendum below.
- G. Preserve in that license notice the full lists of Invariant Sections and required Cover Texts given in the Document's license notice.

- H. Include an unaltered copy of this License.
- I. Preserve the section Entitled “History”, Preserve its Title, and add to it an item stating at least the title, year, new authors, and publisher of the Modified Version as given on the Title Page. If there is no section Entitled “History” in the Document, create one stating the title, year, authors, and publisher of the Document as given on its Title Page, then add an item describing the Modified Version as stated in the previous sentence.
- J. Preserve the network location, if any, given in the Document for public access to a Transparent copy of the Document, and likewise the network locations given in the Document for previous versions it was based on. These may be placed in the “History” section. You may omit a network location for a work that was published at least four years before the Document itself, or if the original publisher of the version it refers to gives permission.
- K. For any section Entitled “Acknowledgements” or “Dedications”, Preserve the Title of the section, and preserve in the section all the substance and tone of each of the contributor acknowledgements and/or dedications given therein.
- L. Preserve all the Invariant Sections of the Document, unaltered in their text and in their titles. Section numbers or the equivalent are not considered part of the section titles.
- M. Delete any section Entitled “Endorsements”. Such a section may not be included in the Modified Version.
- N. Do not retitle any existing section to be Entitled “Endorsements” or to conflict in title with any Invariant Section.
- O. Preserve any Warranty Disclaimers.

If the Modified Version includes new front-matter sections or appendices that qualify as Secondary Sections and contain no material copied from the Document, you may at your option designate some or all of these sections as invariant. To do this, add their titles to the list of Invariant Sections in the Modified Version’s license notice. These titles must be distinct from any other section titles.

You may add a section Entitled “Endorsements”, provided it contains nothing but endorsements of your Modified Version by various parties—for example, statements of peer review or that the text has been approved by an organization as the authoritative definition of a standard.

You may add a passage of up to five words as a Front-Cover Text, and a passage of up to 25 words as a Back-Cover Text, to the end of the list of Cover Texts in the Modified Version. Only one passage of Front-Cover Text and one of Back-Cover Text may be added by (or through arrangements made by) any one entity. If the Document already includes a cover text for the same cover, previously added by you or by arrangement made by the same entity you are acting on behalf of, you may not add another; but you may replace the old one, on explicit permission from the previous publisher that added the old one.

The author(s) and publisher(s) of the Document do not by this License give permission to use their names for publicity for or to assert or imply endorsement of any Modified Version.

## **5. COMBINING DOCUMENTS**

You may combine the Document with other documents released under this License, under the terms defined in section 4 above for modified versions, provided that you include in the combination all of the Invariant Sections of all of the original documents, unmodified, and list them all as Invariant Sections of your combined work in its license notice, and that you preserve all their Warranty Disclaimers.

The combined work need only contain one copy of this License, and multiple identical Invariant Sections may be replaced with a single copy. If there are multiple Invariant Sections with the same name but different contents, make the title of each such section unique by adding at the end of it, in parentheses, the name of the original author or publisher of that section if known, or else a unique number. Make the same adjustment to the section titles in the list of Invariant Sections in the license notice of the combined work.

In the combination, you must combine any sections Entitled “History” in the various original documents, forming one section Entitled “History”; likewise combine any sections Entitled “Acknowledgements”, and any sections Entitled “Dedications”. You must delete all sections Entitled “Endorsements”.

## **6. COLLECTIONS OF DOCUMENTS**

You may make a collection consisting of the Document and other documents released under this License, and replace the individual copies of this License in the various documents with a single copy that is included in the collection, provided that you follow the rules of this License for verbatim copying of each of the documents in all other respects.

You may extract a single document from such a collection, and distribute it individually under this License, provided you insert a copy of this License into the extracted document, and follow this License in all other respects regarding verbatim copying of that document.

## **7. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS**

A compilation of the Document or its derivatives with other separate and independent documents or works, in or on a volume of a storage or distribution medium, is called an “aggregate” if the copyright resulting from the compilation is not used to limit the legal rights of the compilation’s users beyond what the individual works permit. When the Document is included in an aggregate, this License does not apply to the other works in the aggregate which are not themselves derivative works of the Document.

If the Cover Text requirement of section 3 is applicable to these copies of the Document, then if the Document is less than one half of the entire aggregate, the Document’s Cover Texts may be placed on covers that bracket the Document within the aggregate, or the electronic equivalent of covers if the Document is in electronic form. Otherwise they must appear on printed covers that bracket the whole aggregate.

## **8. TRANSLATION**

Translation is considered a kind of modification, so you may distribute translations of the Document under the terms of section 4. Replacing Invariant Sections with translations requires special permission from their copyright holders, but you may include translations of some or all Invariant Sections in addition to the original versions of these Invariant Sections. You may include a translation of this License, and all the license notices in the Document, and any Warranty Disclaimers, provided that you also include the original English version of this License and the original versions of those notices and disclaimers. In case of a disagreement between the translation and the original version of this License or a notice or disclaimer, the original version will prevail.

If a section in the Document is Entitled “Acknowledgements”, “Dedications”, or “History”, the requirement (section 4) to Preserve its Title (section 1) will typically require changing the actual title.

## **9. TERMINATION**

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided under this License. Any attempt otherwise to copy, modify, sublicense, or distribute it is void, and will automatically terminate your rights under this License.

However, if you cease all violation of this License, then your license from a particular copyright holder is reinstated (a) provisionally, unless and until the copyright holder explicitly and finally terminates your license, and (b) permanently, if the copyright holder fails to notify you of the violation by some reasonable means prior to 60 days after the cessation.

Moreover, your license from a particular copyright holder is reinstated permanently if the copyright holder notifies you of the violation by some reasonable means, this is the first time you have received notice of violation of this License (for any work) from that copyright holder, and you cure the violation prior to 30 days after your receipt of the notice.

Termination of your rights under this section does not terminate the licenses of parties who have received copies or rights from you under this License. If your rights have been terminated and not permanently reinstated, receipt of a copy of some or all of the same material does not give you any rights to use it.

## **10. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE**

The Free Software Foundation may publish new, revised versions of the GNU Free Documentation License from time to time. Such new versions will be similar in spirit to the present version, but may differ in detail to address new problems or concerns. See <http://www.gnu.org/copyleft/>.

Each version of the License is given a distinguishing version number. If the Document specifies that a particular numbered version of this License “or any later version” applies to it, you have the option of following the terms and conditions either of that specified version or of any later version that has been published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document does not specify a version number of this License, you may choose any version ever published (not as a draft) by the Free Software Foundation. If the Document specifies that a proxy can decide which future versions of this License can be used, that proxy’s public statement of acceptance of a version permanently authorizes you to choose that version for the Document.

## **11. RELICENSING**

“Massive Multiauthor Collaboration Site” (or “MMC Site”) means any World Wide Web server that publishes copyrightable works and also provides prominent facilities for anybody to edit those works. A public wiki that anybody can edit is an example of such a server. A “Massive Multiauthor Collaboration” (or “MMC”) contained in the site means any set of copyrightable works thus published on the MMC site.

“CC-BY-SA” means the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 license published by Creative Commons Corporation, a not-for-profit corporation with a principal place of business in San Francisco, California, as well as future copyleft versions of that license published by that same organization.

“Incorporate” means to publish or republish a Document, in whole or in part, as part of another Document.

An MMC is “eligible for relicensing” if it is licensed under this License, and if all works that were first published under this License somewhere other than this MMC, and subsequently incorporated in whole or in part into the MMC, (1) had no cover texts or invariant sections, and (2) were thus incorporated prior to November 1, 2008.

The operator of an MMC Site may republish an MMC contained in the site under CC-BY-SA on the same site at any time before August 1, 2009, provided the MMC is eligible for relicensing.

## **ADDENDUM: How to use this License for your documents**



To use this License in a document you have written, include a copy of the License in the document and put the following copyright and license notices just after the title page:

Copyright © YEAR YOUR NAME. Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.3 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, no Front-Cover Texts, and no Back-Cover Texts. A copy of the license is included in the section entitled “GNU Free Documentation License”.

If you have Invariant Sections, Front-Cover Texts and Back-Cover Texts, replace the “with . . . Texts.” line with this:

with the Invariant Sections being LIST THEIR TITLES, with the Front-Cover Texts being LIST, and with the Back-Cover Texts being LIST.

If you have Invariant Sections without Cover Texts, or some other combination of the three, merge those two alternatives to suit the situation.

If your document contains nontrivial examples of program code, we recommend releasing these examples in parallel under your choice of free software license, such as the GNU General Public License, to permit their use in free software.