

Herramientas en GNU/Linux para estudiantes universitarios

**GNU PLOT: herramienta para gráficos de
funciones y datos.**

Juan José García Rojo

Herramientas en GNU/Linux para estudiantes universitarios: GNUPLOT: herramienta para gráficos de funciones y datos.

por Juan José García Rojo

Copyright (c) 2.003 Juan José García Rojo..

<jugaro@users.sf.net>

Se permite la copia, distribución y/o modificación de este documento bajo los términos de la GNU Free documentation License, Versión 1.2 o cualquier otra versión posterior publicada por la Free Software Foundation, sin partes no modificables y sin añadidos en la portada o contraportada. Una copia de esta licencia se incluye en la sección titulada "GNU Free Documentation License".

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 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".

Tabla de contenidos

1. Introducción a gnuplot	1
1.1. ¿Qué es gnuplot ?	1
1.2. Iniciar y finalizar gnuplot	1
2. Sintaxis de gnuplot	2
2.1. Introducción de ecuaciones y funciones	2
2.2. Opciones de representación	2
2.3. Un ejemplo sencillo	3
3. Gráficas 2D	4
4. Gráficas 3D	6
4.1. Elementos ocultos en 3D	6
4.2. Aumentar la precisión de los gráficos 3D	7
4.3. Líneas de contorno.	8
4.4. Cambiar el punto de vista de una gráfica	10
5. Representaciones paramétricas	13
5.1. Representaciones paramétricas 2D	13
5.2. Representaciones paramétricas 3D	14
6. Gráficas en coordenadas polares	16
7. Representaciones de datos	18
7.1. Representación 2D de datos	18
7.2. Representación 3D de datos	20
8. Formatos de salida.	24
9. Usos avanzados. Truquillos de gurú	26
9.1. Guardando y cargando sesiones de un fichero	26
9.2. Scripts de gnuplot	26
9.3. Pausas, bucles y animaciones	27
9.4. Cambiando el aspecto de las gráficas	27
9.5. Múltiples gráficas en una sólo dibujo	28
9.6. Cambiando el estilo de las líneas	29
9.7. Múltiples gráficas en una sola pantalla	29
10. Dónde seguir.	31
10.1. Interfaces gráficos	31
10.2. Alternativas libres a gnuplot	32
10.3. Referencias	33
A. GNU Free Documentation License	34
A.1. PREAMBLE	34
A.2. APPLICABILITY AND DEFINITIONS	34
A.3. VERBATIM COPYING	35
A.4. COPYING IN QUANTITY	36
A.5. MODIFICATIONS	36
A.6. COMBINING DOCUMENTS	37
A.7. COLLECTIONS OF DOCUMENTS	38
A.8. AGGREGATION WITH INDEPENDENT WORKS	38
A.9. TRANSLATION	38
A.10. TERMINATION	39
A.11. FUTURE REVISIONS OF THIS LICENSE	39
A.12. ADDENDUM: How to use this License for your documents	39

Capítulo 1. Introducción a gnuplot

1.1. ¿Qué es gnuplot?

gnuplot es un programa que permite generar gráficas 2D y 3D. Sus principales virtudes son la facilidad de uso y un acabado de muy alta calidad. En este tutorial nos referiremos a la versión **gnuplot** 3.7.

Los autores iniciales de **gnuplot** son Thomas Williams y Colin Kelly, quienes decidieron crear un programa que les permitiera visualizar las ecuaciones matemáticas de las clases de electromagnetismo y ecuaciones diferenciales. Su primera intención fue llamarlo "newplot", pero descubrieron que ya existía otro programa con ese mismo nombre, así que utilizaron el homófono (al menos en inglés) "**gnuplot**".

gnuplot no tiene ninguna relación con el proyecto GNU ni con la FSF. Actualmente ni es mantenido por la FSF ni está bajo la GPL. **gnuplot** es software libre en el sentido de que las fuentes están disponibles (y además son gratuitas), pero no se permite distribuir versiones modificadas.

gnuplot ofrece las siguientes facilidades:

- Representaciones bidimensionales con distintos estilos (puntos, líneas, barras ...).
- Representaciones tridimensionales (contorno y superficie).
- Facilidades para etiquetar las gráficas, ejes y puntos representados (títulos y etiquetas).
- Permite realizar cálculos con enteros, decimales y complejos.
- Posee un conjunto de funciones predefinidas y permite al usuario definir las suyas propias.
- Ayuda en línea.
- Funciona en distintos SO y permite obtener gráficos en casi cualquier formato.
- Permite trabajo interactivo o en modo comando (batch).

1.2. Iniciar y finalizar gnuplot

La forma más común de utilizar **gnuplot** es de forma interactiva en un entorno gráfico. Para el caso de Linux, desde las X, en un terminal teclear "**gnuplot**". Aparece un mensaje de saludo y el prompt de **gnuplot**.

Para salir basta con teclear "quit" o Ctrl-D.

El sistema de ayuda en línea de **gnuplot** se invoca desde el prompt de la aplicación con el comando "help" seguido opcionalmente por el comando u opción de la que se quiere información.

gnuplot posee multitud de opciones cuyos valores se pueden consultar con el comando "show" y se pueden cambiar con el comando "set". Para más información sobre todas las opciones disponibles, teclear "help set".

Capítulo 2. Sintaxis de gnuplot

2.1. Introducción de ecuaciones y funciones

Para **gnuplot** la variable independiente se llama X en gráficos bidimensionales, y X e Y en los tridimensionales

En general la sintaxis (y precedencia) a la hora definir fórmulas es la misma que se usa en Java o en C. La diferencia más destacada es que los exponentes se expresan precedidos por "**". Se pueden usar paréntesis para cambiar el orden de evaluación. La lista de todos los operadores se puede obtener con "help expressions" y luego "operators" desde el prompt de **gnuplot**.

gnuplot también ofrece un funciones predefinidas. La sintaxis nuevamente es como la de Java o C. A modo de ejemplo:

- Funciones trigonométricas: sin, cos, tan. Su argumento es un número en radianes o grados (ver "help angles"). El número pi es una constante predefinida: $\sin(\pi/2)=1$.
- Inversas de las funciones trigonométricas: asin, acos, atan. Devuelven un ángulo en radianes o grados (ver "help angles").
- Funciones hiperbólicas y sus inversas.
- Logaritmo en base e y su inversa y logaritmo en base 10: log, exp, log10.
- Para ver una lista completa de las funciones disponibles, teclear "help function" en el prompt de **gnuplot**.

El usuario puede definir sus propias constantes y funciones. La definición de una constante es:

- Nombre de la constante '=' ecuación. Ejemplos:
 - $\pi = 3.1416$
 - $i = \sqrt{-1}$
- Para las funciones es semejante: nombre de función '(' lista de variables separadas por comas en caso que la función tenga más de un parámetro ')' '=' ecuación.
 - $f(x) = \text{rand}(x)$
 - $\min(a,b) = (a < b) ? a : b$

2.2. Opciones de representación.

Una de las características de **gnuplot** es la gran cantidad de opciones para conseguir el acabado deseado: tipos de línea y colores utilizados, títulos de ejes y gráfica, clave, etiquetas y flechas... La lista es casi interminable. Existen dos formas de especificar las opciones:

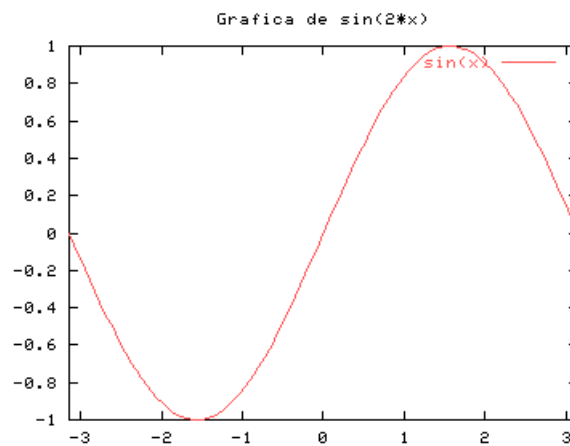
- Utilizando los comandos **set** y **show** para establecer y mostrar su valor. Estas opciones se mantienen vigentes hasta que se modifiquen nuevamente con el comando **set**

- Como parámetros específicos de una orden de representación gráfica (**plot** y **splot**). A diferencia del caso anterior, son opciones que sólo afecta a la representación gráfica actual.

2.3. Un ejemplo sencillo

Supongamos que queremos obtener una gráfica de $\sin(x)$. Entonces deberíamos escribir lo siguiente:

```
gnuplot> set title "Grafica de sin(x)"
gnuplot> plot [-pi:pi] sin(x)
```



Esto hará aparecer otra ventana con la gráfica. Si nos equivocamos o queremos realizar alguna modificación podemos utilizar los cursores para movernos por el historial (arriba o abajo) y desplazar el cursor al lugar donde queremos hacer el cambio (izquierda o derecha). De esta manera es muy cómodo obtener la gráfica de $\sin(2x)$.

```
gnuplot> set title "Grafica de sin(2*x)"
gnuplot> plot [-pi:pi] sin(2*x)
```



Capítulo 3. Gráficas 2D

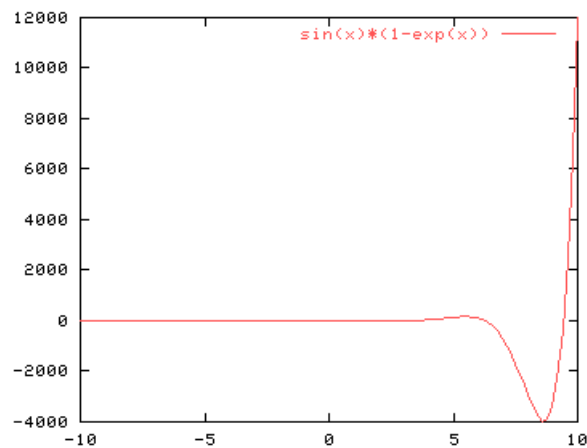
La orden para realizar representaciones bidimensionales es plot. Su uso más simple es el siguiente:

- plot funcion

Por ejemplo, para representar $\sin(x)*(1-\exp(x))$:

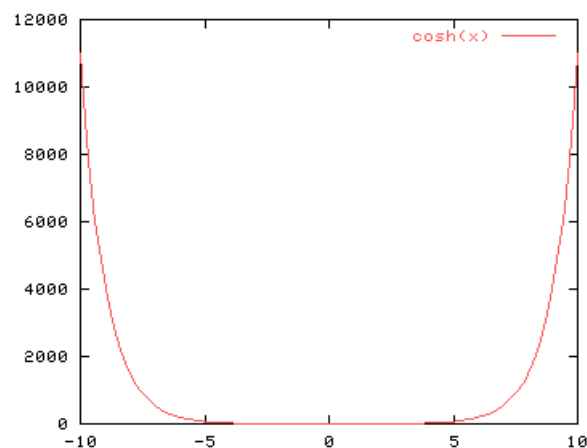
- plot $\sin(x)*(1-\exp(x))$

Debería aparecer algo parecido a:



Como segundo ejemplo, veamos qué aspecto tiene un coseno hiperbólico

- plot cosh(x)



La escala elegida para esta gráfica no demasiado buena. Nos dice que para valores grandes de X la función toma valores muy grandes, pero si queremos ver lo que pasa en un entorno de 0, tendremos que cambiar la escala.

gnuplot utiliza un mecanismo de autoescalado que ajusta la gráfica de forma que quepa en la superficie de dibujo. La sintaxis para cambiar la escala es la siguiente:

- `plot [x1:x2][y1:y2] funcion.`
- `plot [x1:x2] funcion` (para ajustar el eje X).
- `plot [][y1:y2] funcion` (para ajustar el eje y).

Nótese que si se cambia la escala para un gráfico, permanecerá cambiada para las siguientes representaciones. Para volver a la escala original existen los comandos:

- `set xrange [-10:10]` para la coordenada X.
- `set yrange [-10:10]` para la coordenada Y. Al igual que el anterior fija el valor del rango para la coordenada especificada.
- `set autoscale` para permitir que los ejes se autoajusten para que la gráfica quede lo mejor posible dentro del área de dibujo. Es posible especificar los ejes a los que se permite el autoescalado.

Para más información se deberá consultar la ayuda en línea.

Si se quiere ver el aspecto de la función $\cosh(x)$ para $y=[0,10]$:

- `plot [][0,10] cosh(x).`

Capítulo 4. Gráficas 3D

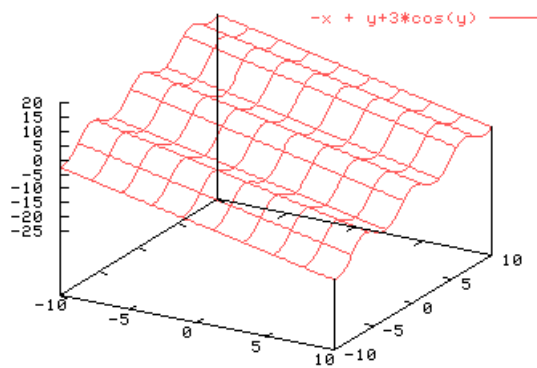
El comando para realizar gráficas tridimensionales es `splot`. Su forma más sencilla es la siguiente:

- `splot funcion`

Por ejemplo, para representar $-x+y+3*\cos(y)$, deberíamos escribir

- `splot -x+y+3*cos(y)`

Y obtendríamos lo siguiente:



Se puede cambiar la escala de forma similar a lo visto para `plot`

- `splot [x1:x2][y1:y2][z1:z2] funcion`
- `splot [x1:x2] funcion`
- `splot [][y1:y2] funcion`
- `splot [][][z1:z2] funcion`

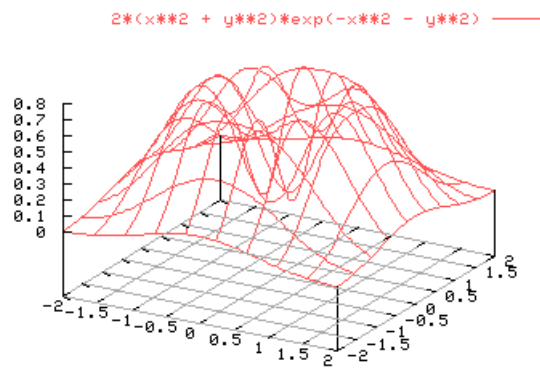
Para modificar los rangos de las variables se pueden usar las opciones "`set xrange [x1:x2]`", "`set yrange [y1:y2]`", "`set zrange [z1:z1]`". Es importante recordar que si se modifica un rango para una gráfica, ese mismo rango se utilizará para todas las gráficas posteriores.

Si se desea volver a activar el autoescalado de **gnuplot** se puede hacer tecleando "`set autoescape z`".

4.1. Elementos ocultos en 3D

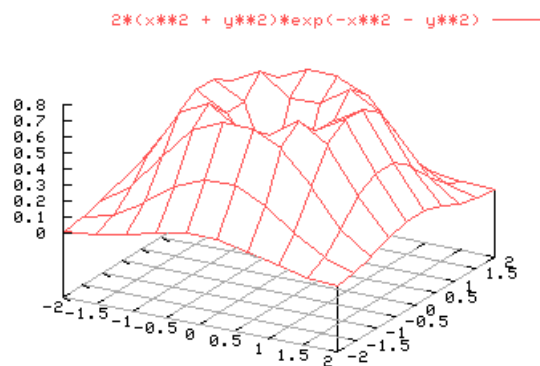
Algunas veces los gráficos 3D pueden ser complicados de interpretar porque se mezclan líneas que están en primer plano con líneas que, si la figura fuera opaca, estarían ocultas. Veamos por ejemplo la siguiente figura.

- `splot [-2:2] [-2:2] 2*(x**2 + y**2)*exp(-x**2 - y**2)`



En esta gráfica se ha usado el comando "set grid" para ver la rejilla inferior. Para intentar hacer más visible la gráfica usaremos el comando "hidden3d":

- set hidden3d
- replot



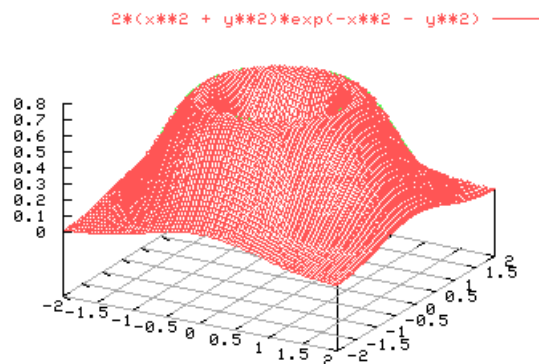
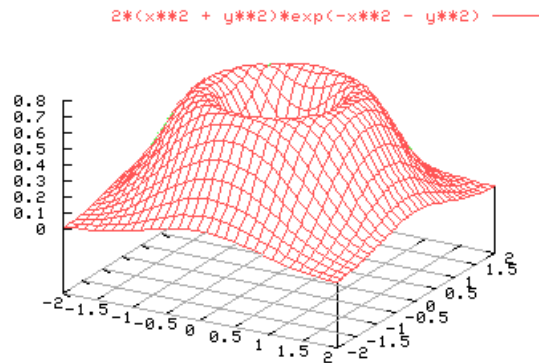
4.2. Aumentar la precisión de los gráficos 3D

La gráfica anterior da la impresión de ser muy tosca. Para mejorar la apariencia y reducir el aspecto punzante de la gráfica es necesario aumentar la resolución. En las gráficas 2D esto se consigue con el comando "set samples", y para 3D con "set isosamples". Normalmente sólo será necesario aumentar la resolución en gráficos 3D. La sintaxis del comando es:

- set isosamples tasa_x, tasa_y

Por defecto ambas tasas tienen valor 10, e indican el tamaño de la rejilla de puntos en la que se evalúa la gráfica. Probemos a aumentar la resolución del gráfico:

- set isosamples 30,30
- set hidden3d
- splot [-2:2] [-2:2] 2*(x**2 + y**2)*exp(-x**2 - y**2)
- set isosamples 30,30
- replot



Es importante advertir que cuanto mayor sea la resolución del gráfico, más tiempo tardará **gnuplot** en procesar la gráfica. En general es raro utilizar tasas superiores a 100.

4.3. Líneas de contorno.

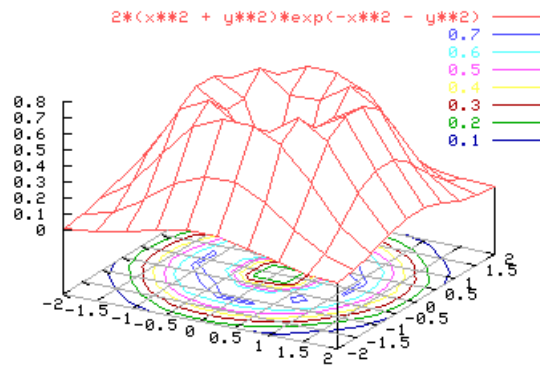
Las líneas de contorno también facilitan la visualización de gráficos tridimensionales. Pueden elegirse que aparezcan en un plano, al estilo de líneas de nivel, o directamente sobre la propia gráfica. Los comandos relacionados con las líneas de contorno son los siguientes:

- set contour base. Dibuja líneas de contorno en un plano en la base de la gráfica.

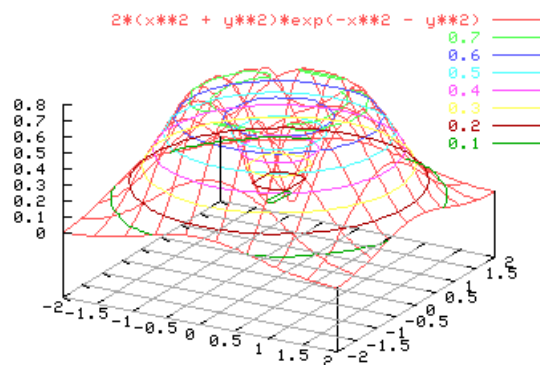
- set contour surface. Dibuja líneas de contorno sobre la propia figura.
- set contour both. Dibuja las líneas de contorno tanto en la base como en la figura.
- set nocontour. Se deja de dibujar las líneas de contorno.

La opción "set contour surface" no está disponible si también se quiere usar hidden3d. A continuación se muestran un par de ejemplos:

- set hidden3d
- set contour base
- `splot [-2:2] [-2:2] 2*(x**2 + y**2)*exp(-x**2 - y**2)`



- set nohidden3d
- set contour surface
- `splot [-2:2] [-2:2] 2*(x**2 + y**2)*exp(-x**2 - y**2)`



Si únicamente se desean las líneas de contorno, la opción "set nosurface" hará realidad nuestros deseos. Para más

información, consúltase "help set surface". La forma en que se dibujan las líneas de contorno puede variarse con la opción "cntrparam". Por ejemplo si sólo interesan las líneas de contorno para $z=.2, .4, .6$, se puede conseguir escribiendo el siguiente comando antes de dibujar la gráfica:

- `set cntrparam levels discrete .2,.4,.6`

Para más información consúltase la ayuda en línea.

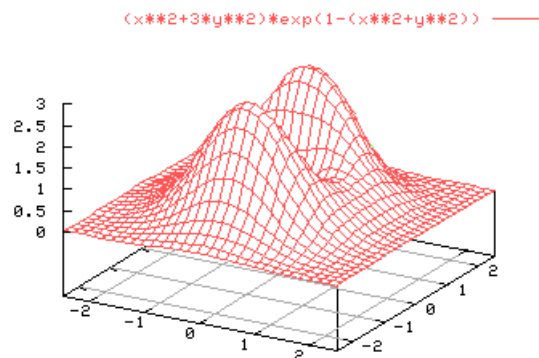
4.4. Cambiar el punto de vista de una gráfica

Muchas veces es deseable cambiar el punto de vista de una gráfica. El comando "set view" permite realizar el cambio de perspectiva. La sintaxis es la siguiente:

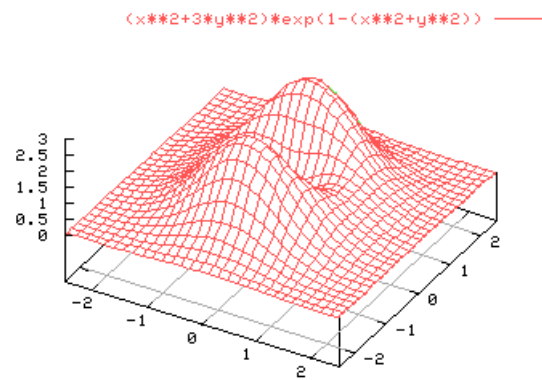
- `set view rot_x,rot_z`
- `set view rot_x,rot_z,escala,escala_z`
- `set view „escala`

Donde `rot_x` y `rot_z` indican los ángulos (en grados) que se debe rotar la gráfica entorno a los ejes X y Z de un sistema de referencia alineado con la pantalla, en que el eje horizontal es el eje X, el vertical es el eje Y, y el eje Z sería perpendicular al monitor. El tercer número controla la escala de todo el gráfico (actúa como un zoom) y el cuarto sólo la escala del eje Z. Los valores por defecto son "set view 60,30,1,1". Ejemplos:

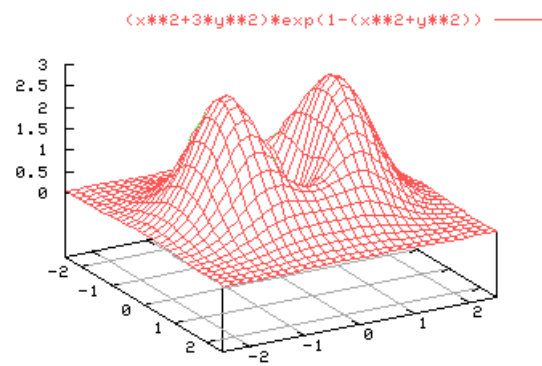
- `set hidden3d`
- `set isosamples 30`
- `splot [-2.5:2.5][-2.5,2.5] (x**2+3*y**2)*exp(1-(x**2+y**2))`



- `set view 40,30`
- `replot`

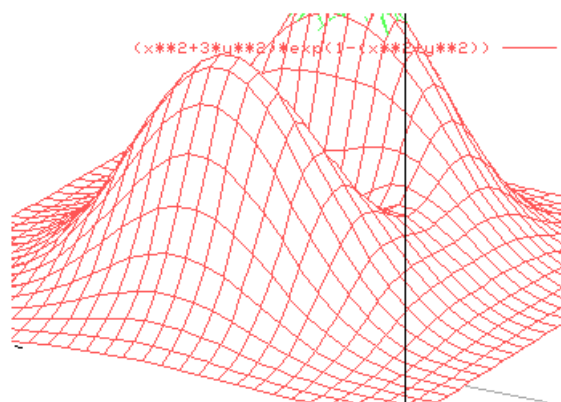


- set view 60,60
- replot



Para ver un ejemplo de escalado:

- set view 60,30,2
- replot



Capítulo 5. Representaciones paramétricas

gnuplot permite representar ecuaciones paramétricas. Para cambiar al modo paramétrico se debe teclear lo siguiente:

- `set parametric`

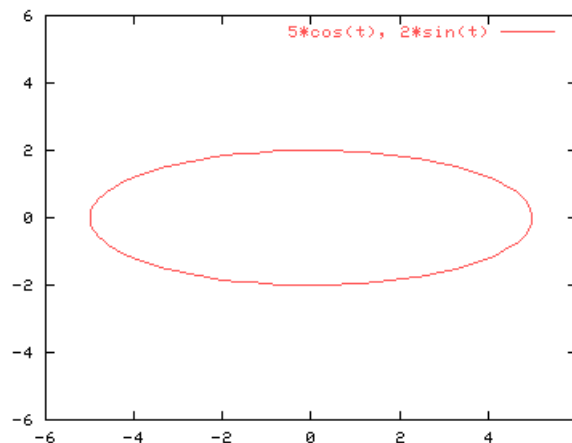
Y para volver al modo normal:

- `set noparametric`

5.1. Representaciones paramétricas 2D

Por ejemplo, para representar las ecuaciones $x=5\cos(t)$, $y=2\sin(t)$:

- `set parametric`
- `set xrange [-6:6]`
- `set yrange [-6:6]`
- `set trange [0:2*pi]`
- `set isosamples 60`
- `plot 5*cos(t),2*sin(t)`

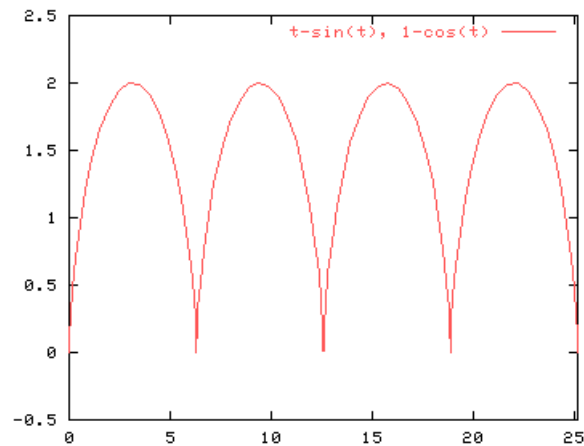


Los valores de `xrange` e `yrange` indican los rangos que se van a dibujar en la gráfica, mientras que `trange` es el rango de valores que va a tomar la variable paramétrica t . Si se indica un rango para el comando `plot`, este se referirá al `trange`. La primera parte de la ecuación paramétrica nos da el valor de X , y la parte tras de la coma el valor de Y .

Veamos otro ejemplo:

- `set xrange [0:8*pi]`

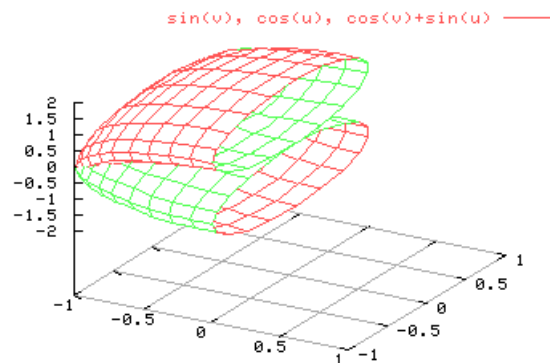
- `set yrange [-.5:2.5]`
- `plot [0:8*pi] t-sin(t),1-cos(t)`



5.2. Representaciones paramétricas 3D

gnuplot también permite realizar gráficos paramétricos tridimensionales. Las variables paramétricas son "u" y "v", y se utilizan `xrange`, `yrange` y `zrange` para determinar el tamaño del gráfico. Los rangos `urange` y `vrange` determinan los rangos de las variables paramétricas. Por ejemplo:

- `set xrange [-1:1]`
- `set yrange [-1:1]`
- `set zrange [-2:2]`
- `set isosamples 20`
- `set grid`
- `splot [-pi:pi][-pi:0] sin(v),cos(u),cos(v)+sin(u)`



La mayor parte de las opciones para gráficos 3D también se pueden usar en los gráficos paramétricos.

Capítulo 6. Gráficas en coordenadas polares

Para representar funciones en coordenadas polares tenemos que activar la opción:

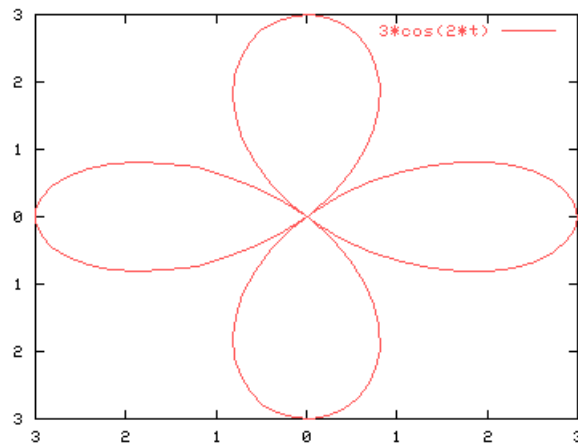
- `set polar`

Y para volver a un sistema de coordenadas cartesianas:

- `set nopolar`

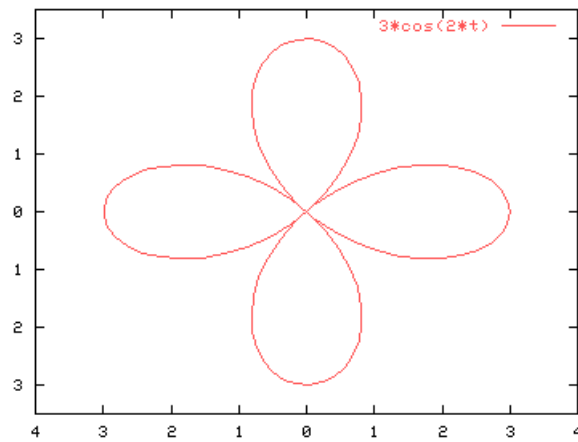
En coordenadas polares la variable t se refiere al ángulo. Se dispone de la opción "`set trange [t1:t2]`" para indicar el intervalo en el que queremos que se represente nuestra figura. Por defecto se hará entre 0 y 2π . El gráfico se representa en un área rectangular; las opciones "`set xrange`" y "`set yrange`" modificarán tanto la altura como la anchura. Por ejemplo:

- `set polar`
- `plot 3*cos(2*t)`



Para modificar el área de representación, para que haya más espacio entorno a la figura:

- `set xrange [-4:4]`
- `set yrange [-3.5:3.5]`
- `replot`



Por defecto **gnuplot** interpretará todos los ángulos en radianes. Para cambiar este comportamiento se pueden usar las siguientes expresiones:

- set angles degrees
- set angles radians

El equivalente a coordenadas polares para 3D son coordenadas esféricas y cilíndricas, pero **gnuplot** sólo permite utilizarlas cuando se representan ficheros de datos. Para más información véase "help set mapping" o Sección 7.1 en el presente manual.

Capítulo 7. Representaciones de datos

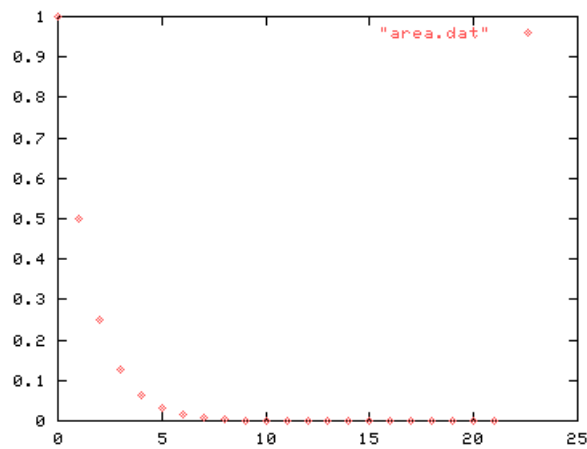
7.1. Representación 2D de datos

Una de las principales características de **gnuplot** es la posibilidad de representar listados de datos numéricos. El siguiente listado son los resultados de calcular el área bajo una curva por métodos numéricos. La primera columna es el número de subintervalos utilizados, la segunda la anchura, y la tercera y cuarta columnas son el valor calculado y el error cometido frente al valor real.

```
# área.dat
# number of subint.   - width of subinterval, computed value, abs. error
0  1 5  0.00673794699908559
1  0.5 5.0009765625  0.00576138449908559
2  0.25 5.00317121193893  0.00356673506015159
3  0.125 5.00478985229103  0.00194809470805701
4  0.0625 5.00572403277733  0.0010139142217529
5  0.03125 5.00622120456923  0.000516742429855555
6  0.015625 5.00647715291715  0.000260794081935245
7  0.0078125 5.00660694721608  0.000130999783004349
8  0.00390625 5.00667229679632  6.56502027673866e-05
9  0.001953125 5.0067050843668  3.28626322820824e-05
10 0.0009765625 5.0067215063061  1.64406929883398e-05
11 0.00048828125 5.00672972430911  8.22268997247022e-06
12 0.000244140625 5.00673383506831  4.11193077187733e-06
13 0.0001220703125 5.00673589088727  2.05611181058885e-06
14 6.103515625e-05 5.00673691890656  1.02809252577885e-06
15 3.0517578125e-05 5.00673743294363  5.14055459532869e-07
16 1.52587890625e-05 5.00673768996904  2.57030048800289e-07
17 7.62939453125e-06 5.00673781848355  1.28515534214557e-07
18 3.814697265625e-06 5.00673788274127  6.42578132925564e-08
19 1.9073486328125e-06 5.00673791487013  3.21289537197345e-08
20 9.5367431640625e-07 5.00673793093482  1.60642699142954e-08
21 4.76837158203125e-07 5.00673793896686  8.03222910406021e-09
```

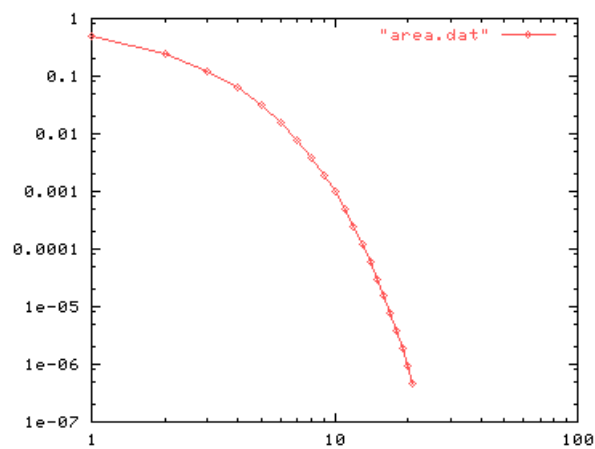
Las líneas que empiezan por # son comentarios y se ignoran. Es conveniente que los datos estén en un fichero, por ejemplo `area.dat`, aunque también se podrían introducir en el prompt de **gnuplot**. Se obtendría la representación gráfica con el siguiente comando:

- `plot "area.dat"`



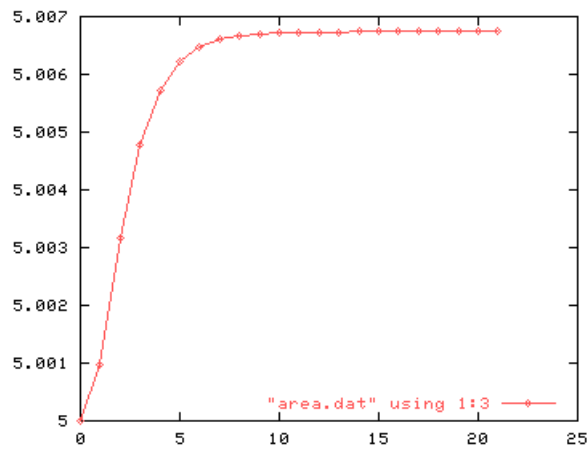
Esta gráfica representa puntos (X,Y) donde X se obtiene de la primera columna e Y de la segunda. Para conseguir que la gráfica sea más fácil de leer se podría teclear lo siguiente (ver "help logscale" y "help style").

- set logscale
- set data style linespoints
- plot "area.dat"



gnuplot también permite seleccionar las columnas que se van a representar una frente a otra. Para ello es necesario añadir la opción "using" al comando "plot". Por ejemplo, para representar la tercera columna frente a la primera escribiremos:

- set nologscale
- set key bottom
- plot "area.dat" using 1:3



O para representar la tercera columna frente la cuarta:

- `plot "area.dat" using 4:3`

Hay muchas opciones avanzadas para representar datos. Para mayor información se recomienda consultar la ayuda en línea "help plot datafile using".

7.2. Representación 3D de datos

gnuplot permite realizar gráficos tridimensionales de datos. El fichero de entrada ha de tener tres columnas, una por cada coordenada X, Y, Z. Por ejemplo, supongamos que tenemos el siguiente fichero de datos:

```
# Created by Octave 2.0.16, Mon Jul 15 16:01:06 2002
# name: aa
# type: matrix
# rows: 81
# columns: 3
-4 -4 256
-3 -4 144
-2 -4 64
-1 -4 16
0 -4 0
1 -4 16
2 -4 64
3 -4 144
4 -4 256

-4 -3 144
-3 -3 81
-2 -3 36
-1 -3 9
0 -3 0
1 -3 9
2 -3 36
3 -3 81
4 -3 144
```

-4 -2 64
 -3 -2 36
 -2 -2 16
 -1 -2 4
 0 -2 0
 1 -2 4
 2 -2 16
 3 -2 36
 4 -2 64

-4 -1 16
 -3 -1 9
 -2 -1 4
 -1 -1 1
 0 -1 0
 1 -1 1
 2 -1 4
 3 -1 9
 4 -1 16

-4 0 0
 -3 0 0
 -2 0 0
 -1 0 0
 0 0 0
 1 0 0
 2 0 0
 3 0 0
 4 0 0

-4 1 16
 -3 1 9
 -2 1 4
 -1 1 1
 0 1 0
 1 1 1
 2 1 4
 3 1 9
 4 1 16

-4 2 64
 -3 2 36
 -2 2 16
 -1 2 4
 0 2 0
 1 2 4
 2 2 16
 3 2 36
 4 2 64

-4 3 144
 -3 3 81
 -2 3 36
 -1 3 9
 0 3 0
 1 3 9

```

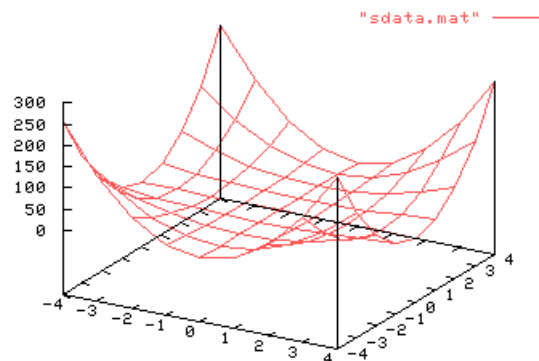
2 3 36
3 3 81
4 3 144

-4 4 256
-3 4 144
-2 4 64
-1 4 16
0 4 0
1 4 16
2 4 64
3 4 144
4 4 256

```

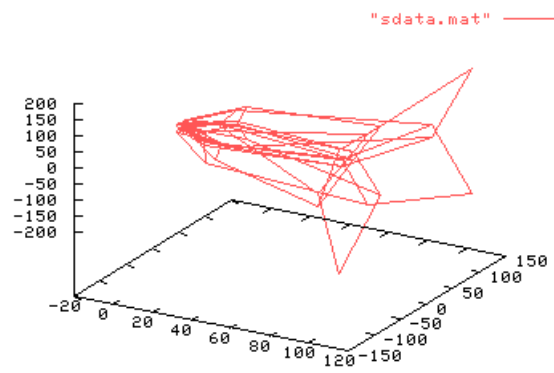
Las dos primeras columnas del fichero son los valores de X e Y donde se ha evaluado la tercera columna, que corresponde a la función $f(x,y)=(x**2)*(y**2)$. Puede observarse que cada vez que la variable Y cambia de valor se deja una línea en blanco en el fichero de datos. Esto indica a **gnuplot** que no una los puntos que están arriba y debajo de la línea en blanco. De esta forma se evita que aparezcan líneas que emborronarían la gráfica. Veamos la gráfica resultante:

- set data style lines
- splot "sdata.mat"



También se podría realizar una representación paramétrica, e incluso en coordenadas cilíndricas o esféricas (otra cuestión es que el dibujo tenga sentido).

- set data style lines
- set mapping spherical
- splot "sdata.mat"



Para más información ver "help plot datafile".

Capítulo 8. Formatos de salida.

Este capítulo describe las distintas formas de obtener los gráficos que se han creado:

- Mostrar la salida por pantalla.

El dispositivo más habitual de gnuplot son las X, al menos al principio para ir viendo los resultados obtenidos. Por defecto **gnuplot** mostrará las gráficas en una ventana en las X si están disponibles. En cualquier caso se pueden seleccionar con el comando "set term x11". Otros posibles dispositivos pueden ser "vga" o "dumb". Para más información ver "help term".

- Guardar la salida en un fichero postscript.

Este dispositivo de salida tiene múltiples opciones. Se puede elegir si se quiere postscript encapsulado, tipo y tamaño de las fuentes, etc. Posiblemente sea el terminal más usado para incluir gráficas en trabajos usando **LaTeX**. Para más información, "help set term postscript".

- Guardar la salida en un fichero de imagen.

Esta opción es semejante a la anterior. Los formatos de imagen más habituales serán png, jpg, fig.

- Finalmente, también es posible mandar la salida a una impresora.

Para ello será necesario elegir como dispositivo de salida el driver de nuestra impresora.

El nombre del fichero de salida se indica mediante el comando "set output". Veamos un ejemplo en el que guardamos el resultado en un fichero png:

- set output "fichero.ext"
- plot sin(x)
- set output

La primera aparición de "set output" indica que la salida se guardará en el fichero indicado a continuación. Las comillas dobles son imprescindibles. A continuación se realiza la gráfica y finalmente, el segundo "set output" cierra el fichero. Es muy importante no olvidarse de cerrar el fichero, porque si se realizara otra gráfica, el resultado también se guardaría en el mismo fichero, inutilizándose de esta manera.

Para el caso de enviar la salida a una impresora, o en general postprocesarla con otra aplicación, se deberá indicar como parámetro de "set output" el nombre del comando, precedido por una tubería símbolo (|).

- set output "| lpr -P mi_impresora"

Todas las gráficas que se generen a partir de ese momento se dirigirán al comando "lpr" (imprimir en UN*X). Conviene de todas formas cerrar la salida con "set output" y volverla a abrir entre gráfica y gráfica.

En general, para ver las posibilidades que ofrece un dispositivo de salida, se debe ejecutar "help term disp", donde disp es el nombre del dispositivo en cuestión. Si se necesita algún dispositivo que no esté disponible, hay dos alternativas: recompilar **gnuplot** y añadir el soporte o utilizar otro dispositivo. Como última nota decir que los distintos tipos de dispositivos únicamente adaptan la salida. Esta tendrá que guardarse luego en un fichero, mostrarse por pantalla o enviarse a un comando de shell para ser postprocesada.

Capítulo 9. Usos avanzados. Truquillos de gurú

9.1. Guardando y cargando sesiones de un fichero

gnuplot permite indicar el nombre de un fichero del que leer una serie de comandos. Esto puede ser muy útil para trabajar en modo batch (por ejemplo, generando gráficas desde un script), o para cargar una configuración a la hora de representar gráficas. El comando para cargar comandos de un fichero es:

- `load "fichero.gp"`

Y si lo que queremos es trabajar en modo batch, escribiremos desde el prompt del *sistema operativo*:

- **gnuplot** fichero.gp

Los comandos en el fichero se deben escribir con la misma sintaxis que si se escribieran desde el prompt de **gnuplot**.

De forma similar, para guardar el estado actual de trabajo teclearemos:

- `save "fichero.gp"`

En este fichero se guardarán comandos que nos permitirán configurar el estado de **gnuplot** tal y como lo tenemos en este momento. También nos guarda las expresiones que hayamos definido (funciones y constantes) y la última gráfica representada.

9.2. Scripts de gnuplot

Como hemos podido comprobar, la interfaz de **gnuplot** está completamente orientada a comandos: absolutamente todos los aspectos del programa se controlan desde la línea de comandos. La dificultad de aprender los comandos, el tedio de teclearlos y el largo proceso de prueba y error hasta que conseguimos la gráfica con el aspecto deseado tienen ahora su recompensa: si guardamos en un fichero todas las ordenes necesarias para obtener nuestra gráfica, habremos creado un *script* de **gnuplot**. Con apenas unos pocos cambios en el script, simplemente la función a representar o los datos, podremos obtener nuevas gráficas y todas ellas con un aspecto uniforme, ideales para insertar en informe o tesis. Es más, podemos llegar a automatizar el proceso de creación de gráficas.

Es posible la invocación de un script de tres maneras

- Desde el propio prompt de **gnuplot**, con el comando

```
gnuplot> load "fichero.gp"
```

- Desde el prompt del **shell**, tecleando como parámetros una lista de ficheros. **gnuplot** leerá y ejecutará secuencialmente estos ficheros.

```
$ gnuplot f1.gp f2.gp ...
```

- Como un script ejecutable. Esta opción sólo está disponible en sistemas Unix. Para ello hay que dar permiso de ejecución al fichero y asegurarse que la primera línea del fichero es la siguiente:

```
#!/bin/usr/gnuplot
```

De esta forma cuando se invoque el script desde el shell, este leerá la primera línea y lanzará el programa **gnuplot** para que interprete el resto del fichero.

```
$ ./gnuplot.gp
```

9.3. Pausas, bucles y animaciones

En un mismo fichero se puede pedir a **gnuplot** que dibuje varios gráficos, poniendo el comando "pause" entre las gráficas nos permitirá ver cada gráfica con tranquilidad.

Además, si al final del fichero (o en cualquier momento utilizando "if") se coloca el comando "reread" **gnuplot** empezará a interpretar otra vez los comandos desde el principio del fichero.

Utilizando "pause" y "reread" se pueden crear animaciones. A modo de ejemplo en el siguiente fichero, sacado de la distribución de **gnuplot** podemos ver una bonita animación: `animate.tar` (`../animate.tar`). Una vez descargado, deberemos extraer los ficheros a un directorio, y desde ese directorio ejecutar "gnuplot `animate.dem`".

9.4. Cambiando el aspecto de las gráficas

gnuplot tiene multitud de comandos para personalizar el acabado final de las representaciones gráficas. A continuación se muestra un pequeño listado. Para ver todas las posibles opciones, véase "help set".

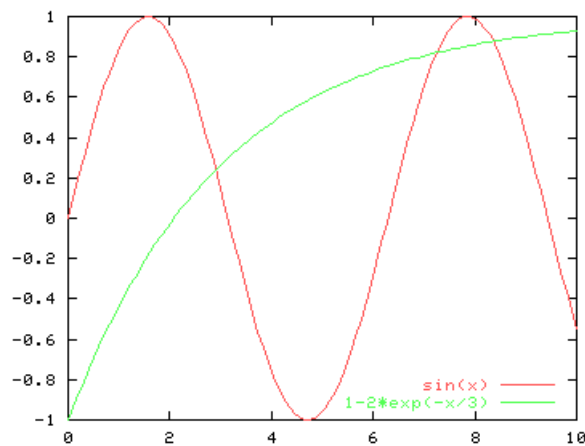
- Añadir título a una gráfica: `set title "titulo de la gráfica"`
- Añadir la fecha y hora a una gráfica: `set time`
- Añadir títulos a los ejes: `set xlabel "nombre X"` y `set ylabel "nombre Y"`
- Personalizar la leyenda o eliminarla: `set key`
- Dibujar flechas en el gráfico: `set arrows`
- Colocar etiquetas en cualquier punto del gráfico: `set labels`
- Redimensionar el área de dibujo: `set size`
- Variar los márgenes del dibujo: `set size` y `set origin`
- Mostrar una rejilla de líneas tras la gráfica; `set grid`

- Ocultar y mostrar los ejes: `set border`, `set (x/y)zeroaxis`.
- Mostrar y modificar las marcas en los ejes: `set (x/y)tics`.
- Para que las marcas de los ejes correspondan a días de la semana o meses: `set (x/y)dtics`, `set (x/y)mtics`.
- Para que las marcas de los ejes estén por dentro o fuera del dibujo: `set ticslevel`

9.5. Múltiples gráficas en una sólo dibujo.

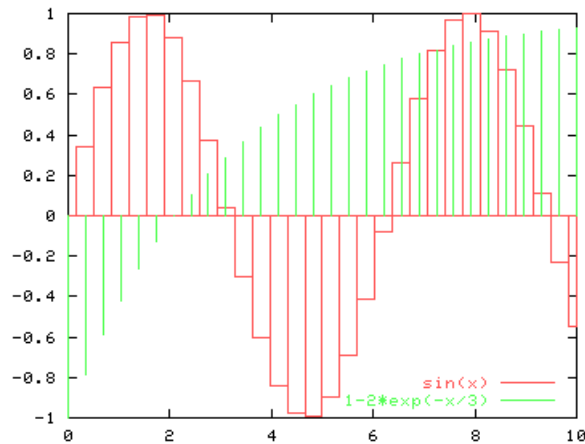
Para obtener un dibujo con varias gráficas en el basta con poner las distintas funciones que se quieren representar separadas por comas, en el mismo comando "plot".

- `plot [0:10] sin(x), 1-2*exp(-x/3)`



También se puede usar el comando "replot" para añadir funciones o datos a la representación. "replot" añade las nuevas funciones a las que ya se habían representado antes, y las muestra todas juntas. La sintaxis es semejante a la de "plot".

- `set samples 30`
- `plot [0:10] sin(x) with boxes`
- `replot 1-2*exp(-x/3) with impulses`



En este caso además hemos añadido dos nuevos atributos del comando "plot", con lo que conseguimos un resultado más vistoso.

Se pueden superponer tantas gráficas como se deseen. También es posible con gráficos 3D, y en coordenadas polares, cilíndricas y esféricas, aunque no es posible mezclarlas.

9.6. Cambiando el estilo de las líneas

En el capítulo anterior vimos que al invocar el comando "plot" se añadían las opciones "with boxes" y "with impulses". Estas opciones permiten seleccionar el tipo de línea con la que se va representar, y facilita diferenciar varias gráficas que se muestran juntas, especialmente en dispositivos de salida monocromos. La opción "with" está también disponible desde el comando "splot".

En el caso anterior simplemente seleccionamos un tipo de línea para una gráfica en concreto. También es posible cambiar el estilo para todas las representaciones usando los comandos:

- set function style tipo_de_linea
- set data style tipo_de_linea

El primero cambia el estilo para todas las representaciones de funciones, mientras que la segunda lo hace para las representaciones de ficheros de datos. Tipo_de_linea puede ser uno de los siguientes:

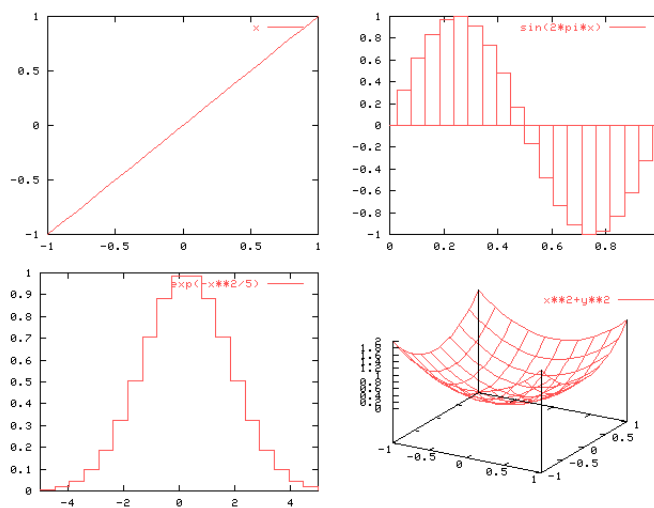
- Para gráficas 2D se puede elegir entre "lines", "points", "linespoints", "impulses", "dots", "steps", "errorbars", "boxes", y "boxerrorbars".
- Para gráficas 3D sólo están disponibles "lines", "linespoints", "impulses" y "dots".

9.7. Múltiples gráficas en una sola pantalla

En este caso lo que se pretende es representar en la misma pantalla varias gráficas independientes, cada una con su propio sistema de referencia. Esto se puede hacer con la opción "set multiplot", y dividiendo el espacio

disponible en porciones con "set size" y "set origin". Por ejemplo para dibujar cuatro gráficas en una cuadrícula 2x2 haríamos lo siguiente:

- set multiplot
- set size .5,.5
- set origin 0,.5
- plot x
- set origin .5,.5
- plot [0:1] sin(2*pi*x) with boxes
- set origin 0,0
- plot [-5:5] exp(-x**2/5) with steps
- set origin .5,0
- splot [-1:1][-1:1] x**2+y**2
- set nomultiplot



Dependiendo del dispositivo de salida, las gráficas no se dibujarán hasta que se pase a modo normal con "set nomultiplot". En otras las gráficas irán apareciendo pero no se podrá borrar la pantalla (con el comando "clear") o se borrarán todas las gráficas.

Si el dispositivo de salida es el sistema X ("set term x11"), es posible obtener varias gráficas a la vez, cada una en su propia ventana. Para ello simplemente hay que pasar un parámetro más al comando "set":

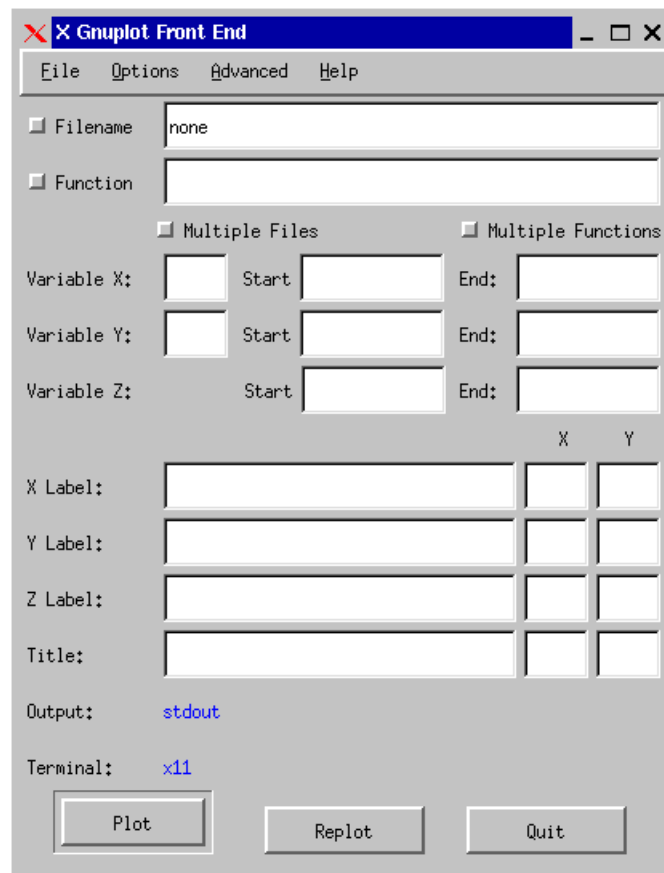
- set term x11 n

Donde "n" es un entero, identificador de la ventana X en la que se va a dibujar la gráfica. Si la ventana ya existe, se reutilizará. Si no existe se creará de nuevo. Es posible definir tantas ventanas como sea necesario.

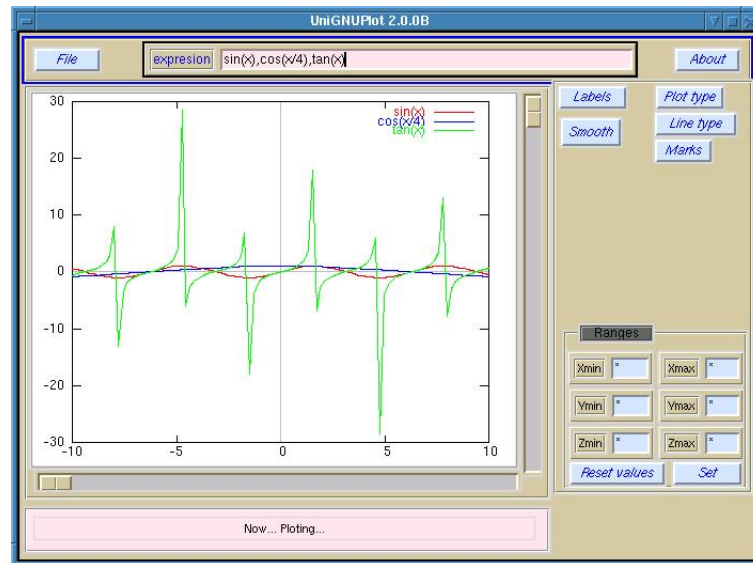
Capítulo 10. Dónde seguir.

10.1. Interfaces gráficos

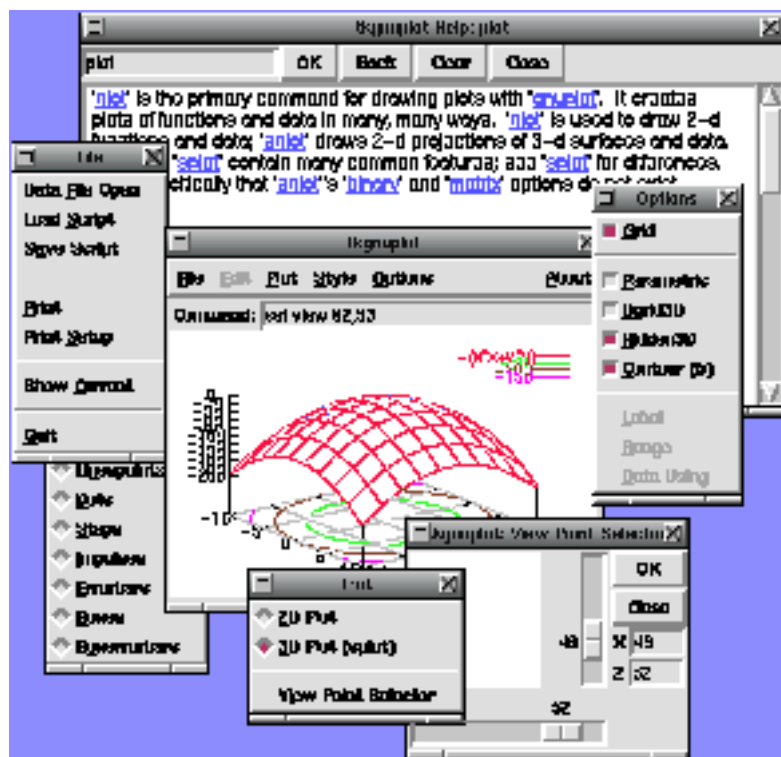
- **Xgfe**: X gnuplot front end.



- **UniGNUPlot**: interfaz en Tcl/Tk para gnuplot 3.6 o superior.



- **tkgnuplot**: interfaz en Tcl/Tk



- **Chart::Graph::Gnuplot** interfaz en Perl para realizar gráficos usando gnuplot.
- **Gnuplot.py** interfaz en python para realizar gráficos usando gnuplot.
- **gnuplot-mode.el** modo de emacs para facilitar la edición de scripts de gnuplot.

10.2. Alternativas libres a gnuplot

- **PGPlot**: conjunto de librerías en C y Perl para dibujar gráficas sin esfuerzo.
- **XGobi**: programa de representación de funciones y datos.
- **Graphtool**: programa basado en GNOME que tiene como objetivo realizar representaciones gráficas. Está en fase temprana de desarrollo.
- **GNU Plotutils**: conjunto de rutinas y utilidades para dibujar gráficas.
- **R**: programa clónico de **S programming language**. Permite dibujar gráficos. Basado en línea de comandos.
- **Mathplot**: únicamente representa funciones, no datos.
- **Kchart**: parte de KOffice, similar a la herramienta de gráficos de Excell.
- ...

10.3. Referencias

Como hemos visto **gnuplot** es altamente personalizable y tiene multitud de parámetros que controlan hasta el más mínimo detalle de la gráfica representada. Quienes estén interesados en profundizar más en el uso de **gnuplot**, a continuación se muestra una serie de referencias.

- La ayuda en línea: desde el prompt de **gnuplot** tecleando "help".
- La página oficial de **gnuplot**: <http://www.gnuplot.info>
- Una página que probablemente merezca la pena visitar es: Bernhard Reiter: gnuplot - Scientific Plotting (<http://www.usf.uni-osnabrueck.de/~breiter/tools/gnuplot/index.en.html>)

Estas dos páginas a su vez contienen listas de enlaces muy interesantes sobre **gnuplot**. Y por supuesto las *faq*

- <http://www.ucc.ie/gnuplot/gnuplot-faq.html> (<http://www.ucc.ie/gnuplot/gnuplot-faq.html>)

Programas para facilitar el uso de gnuplot.

- Octave: un lenguaje de alto nivel para realizar cálculo numérico. Semejante a Matlab y prácticamente compatible.
- El modo gnuplot.el para emacs (viene incluido en las distribuciones de **gnuplot**).

Finalmente, anunciar que la versión 3.8 de **gnuplot** será liberada de CVS en los próximos meses. Esta versión trae nuevas características que harán de **gnuplot** un programa aún más interesante :).

Apéndice A. GNU Free Documentation License

Copyright (C) 2000,2001,2002 Free Software Foundation, Inc. 59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA Everyone is permitted to copy and distribute verbatim copies of this license document, but changing it is not allowed.

A.1. 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.

A.2. 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.

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.

A.3. 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.

A.4. 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.

A.5. 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.

A.6. 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".

A.7. 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.

A.8. 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.

A.9. 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.

A.10. TERMINATION

You may not copy, modify, sublicense, or distribute the Document except as expressly provided for under this License. Any other attempt to copy, modify, sublicense or distribute the Document is void, and will automatically terminate your rights under this License. However, parties who have received copies, or rights, from you under this License will not have their licenses terminated so long as such parties remain in full compliance.

A.11. 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.

A.12. 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 (c) YEAR YOUR NAME. Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License, Version 1.2 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.