
DIBUJAR FIGURAS LATEX CON
PICTEX

Walter Mora F.,
Escuela de Matemática
Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Contenido

Introducción

$\text{P}\text{T}\text{E}\text{X}$ es una colección de macros de TEX . Con $\text{P}\text{T}\text{E}\text{X}$ se tiene control del dibujo, es decir, se pueden poner las cosas exactamente, donde uno quiere. Solo se necesita conocer las coordenadas exactas. Por esto último es que es conveniente, en dibujos que llevan muchos detalles, diseñarlos previamente en papel milimétrico para tener acceso rápido a las coordenadas de cada punto. Algunas coordenadas se deben calcular con las ecuaciones de los objetos geométricos. Con $\text{P}\text{T}\text{E}\text{X}$ se obtienen dibujos de gran precisión, usualmente indispensables en libros, artículos o documentos que requieran un acabado fino.

I.1 INICIO.

Necesitamos algunos paquetes, así que necesitamos un documento con un preámbulo adecuado:

```
\documentclass{article}
\usepackage{amsmath,amssymb,amsfonts,latexsym,cancel}
\usepackage{rawfonts}
\usepackage{pictexwd}
\begin{document}
...
\end{document}
```

Suponemos que todos los paquetes se pueden cargar en su instalación MiKTeX, es decir, tiene una conexión a Internet o tiene todos los paquetes en su disco.

Los dibujos $\text{P}\text{T}\text{E}\text{X}$ contienen instrucciones sobre el tamaño de la caja (invisible) donde estará el dibujo, escala, nombre del dibujo, etc. La caja que le definimos al dibujo es exactamente el espacio que ocupará en el texto.

2 INTRODUCCIÓN

Todo dibujo estará entre `\beginpicture` y `\endpicture`:

```
\beginpicture
Comandos PTEX
\endpicture
```

I.2 COMANDOS DE P_TE_X

Los comandos de P_TE_X deben ir seguidos de al menos un espacio en blanco y los ‘/’ no deben quedar pegados a los números (a veces esto no es problema pero otras veces si).

I.2.1 Escala y caja del dibujo.

Escala:	<code>\setcoordinatesystem units <xunits,yunits> point at xcoord ycoord</code>
Caja:	<code>\setplotarea x from x1 to x2, y from y1 to y2</code>

Los objetos son posicionados en el dibujo especificando sus coordenadas (x,y) . Se debe empezar especificando la escala que se va a usar. Esto se hace con el comando `\setcoordinatesystem` `xunits` se refiere a la escala en el eje X y `yunits` a la escala en el eje Y . `xcoord` y `ycoord` se refiere al punto de referencia del sistema, si omitimos este último, la referencia será $(0,0)$. Las unidades son `mm`, `cm`, `in`, `pt` (`1in=72.27pt`), `pc`, (`1pc=12pt`) etc.

Si no se define un área para el dibujo, entonces puede pasar que éste caiga encima del texto del documento original. La caja del dibujo se define especificando el rango de x (ancho), y rango de y (alto). Estos dos rangos se dan respecto al origen de coordenadas.

El resultado de estos dos comandos juntos, escala y caja, es abrir el espacio exacto en el documento para la caja definida

En el siguiente ejemplo, se declara una caja $4cm \times 4cm$ y se dibuja la caja punteada (eso es lo que hace las instrucciones `\setdots <2pt>`: separa los puntos dos `pt`'s y `\plot` que dibuja líneas.). Las esquinas serían $(-2,-2)$ y $(2,2)$. El código y lo que resulta es

```
\[
\beginpicture
\setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
\setplotarea x from -2 to 2, y from -2 to 2
  \setdots <3pt>
  \setlinear
  \plot -2 -2 -2 2 2 2 -2 -2 -2 /
\axis bottom label {Caja de Dibujo} invisible /
\endpicture \]
```



Caja de Dibujo

En este ejemplo se usaron los comandos `\plot`, `\setdot` y `\setlinear` para dibujar las líneas punteadas que marcan el contorno de la caja. El default de las unidades es `1 pt`. Una manera de agrandar o empequeñecer el

dibujo es cambiar la escala. Al variar la escala, es posible que algún texto deba ser reubicado pues el tamaño de las letras no varia.

En el mismo archivo se pueden usar varias escalas. Cada instrucción actúa de acuerdo a la escala declarada que le antecede. Esto se usa cuando uno quiere que en un mismo dibujo queden figuras con distintas escalas.

I.2.2 Texto en un dibujo.

```
\put { TEXTO } [o_x,o_y] <xshift,yshift> at xcoord ycoord
```

El comando `\put` coloca un bloque de texto (o un dibujo) en un punto específico de la caja de dibujo. Cada bloque de texto esta encerrada en un rectángulo invisible, respecto a esta caja es que se orienta la posición del texto en el dibujo. En el comando, `TEXTO` se refiere a cualquier bloque de texto \TeX . o_x, o_y se usa para orientar la caja de tal manera que $(xcoord, ycoord)$ quede en alguna de sus esquinas. Es decir, pone una esquina de la caja en las coordenadas $(xcoord, ycoord)$. Si o_x y o_y se omiten entonces se produce un centrado horizontal y vertical, respectivamente, de la caja.

$o_x \in \{l, r\} = \{\text{esquina izquierda, esquina derecha}\}$

$o_y \in \{t, B, b\} = \{\text{esquina superior, línea base del texto, esquina inferior}\}$

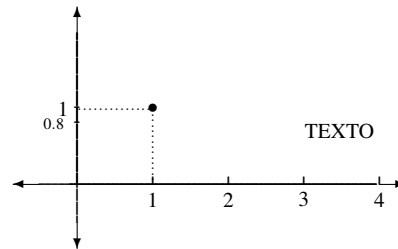
Una vez posicionada la caja, $\langle xshift, yshift \rangle$ se usa para correrla x unidades a la derecha (+) o izquierda(-) y y unidades hacia arriba (+) o abajo (-) del punto $(xcoord, ycoord)$.

Por ejemplo, vamos a dibujar un sistema de coordenadas para ver el efecto de las instrucciones (ejesej2.tex es el archivo donde esta el código de los ejes que aqui aparecen)

```
\[ \beginpicture
\setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
\setplotarea x from -1 to 5, y from -1 to 2
\input ejesej2.tex

\put {TEXTO}
[rt] <3cm,-.2cm> at 1 1
\put {$\bullet$} at 1 1

\axis bottom label {Texto en un dibujo} invisible /
\endpicture \]
```



Texto en un dibujo

Lo que hace la instrucción `[rt] <3cm,-.2cm>` es poner la esquina superior (t) derecha (r) de la caja invisible de 'TEXTO' a $3cm$ a la derecha de $(1,1)$ y luego baja la caja $0.2cm$. Observe que en la segunda instrucción, por default, $(1,1)$ es el centro del punto (\bullet) .

I.2.3 Etiquetas verticales y horizontales.

Etiqueta Vertical: `\stack [Just] <espacio> {lista} \`

Etiqueta Horizontal: `\axis [posicion] {etiqueta} [(in)visible] /`

4 INTRODUCCIÓN

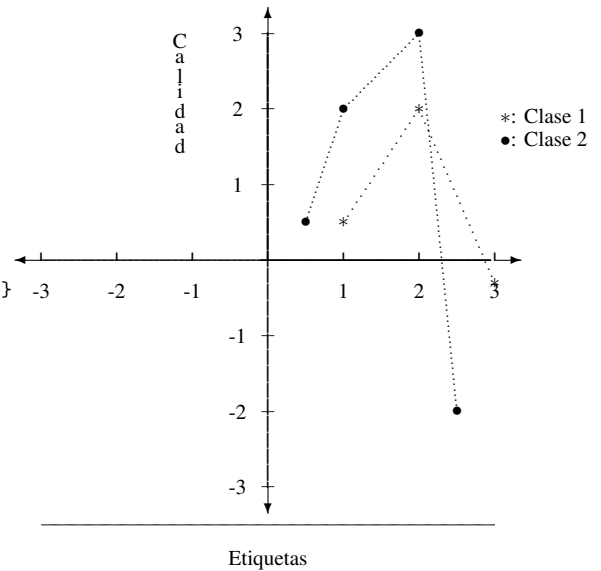
`\stack`

El comando `\stack` (que puede ser usado también fuera del ambiente $\text{P}\text{T}\text{E}\text{X}$) produce texto vertical. Veamos un ejemplo de su uso

```
\[
  \beginpicture
    \setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
    \setplotarea x from -3 to 3, y from -3.5 to 3
    \input grafico1.tex
    \put {\stack <2pt> {C,a,l,i,d,a,d, } \ }
      [rt] at -1 3
    \put {\stack <3pt> {$\as$:Clase 1, $\bl1$:Clase 2 } \ }
      [lt] at 3 2

    \axis bottom label { Etiquetas } /

  \endpicture \]
```



Observe el uso que se hace de `[rt]` y de `[lt]` cuando se usa `\put`

Lista es una lista de palabras o letras separadas por comas (sin dejar espacios en blanco)

Just=Justificación. `Just` $\in \{l, r\}$. Si `Just=l`, justifica a la izquierda, si es `r`, justifica a la derecha. Si se omite, se centra.

Espacio es la distancia que separa las cajas de cada palabra o de los caracteres que se incluyeron en la lista. Se puede también incluir 'labels' que sean una columna de filas (se hace más adelante). Esto se hace con

```
\lines [just] {linea1 \cr linea2 \cr ...}
```

Esta instrucción crea una columna de líneas que abre hacia arriba.

`\axis`

La instrucción `\axis` tiene varias opciones. `\axis` sirve para poner 'labels' horizontales en los dibujos ya sea abajo (bottom label), arriba (top label) o a los lados (left label, right label). `verblinvisibler` lo que hace es que no aparezca el semieje que genera `\axis`. En la figura anterior no se declaró `invisible` y apareció el semieje.

I.3 LÍNEAS Y GRÁFICOS DE FUNCIONES.

Barra	<code>linethickness=#pt</code>
Vertical:	<code>\putrule from x Y1 to x Y2</code>
Barra	<code>linethickness=#pt}</code>
Horizontal:	<code>\putrule from X1 y to X2 y</code>
Segmentos:	<code>\setdots <#pt></code> <code>\setlinear</code> <code>\plot x1 y1 X2 Y2 x3 y3 ... Xn Yn /</code> <code>\setdashes <#pt></code> <code>\setlinear</code> <code>\plot x1 y1 X2 Y2 x3 y3 ... Xn Yn /</code>
Parábolas:	<code>\setdots <#pt></code> <code>\setquadratic</code> <code>\plot x1 y1 X2 Y2 x3 y3 ... X_{2k+1} Y_{2k+1} /</code>

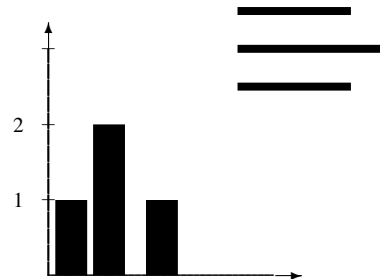
`\putrule`

En `\putrule` se especifica el punto de inicio y el punto final, estos puntos deben estar sobre una recta vertical u horizontal. El ancho de la línea se especifica con el comando `\linethickness=#pt`.

```
[ \beginpicture
\setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
\setplotarea x from 0 to 7, y from 0 to 2
\input ejebarr.tex

\linethickness=12pt
\putrule from 0.3 0 to 0.3 1
\putrule from .8 0 to .8 2
\putrule from 1.5 0 to 1.5 1
\linethickness=3pt
\putrule from 2.5 2.5 to 4 2.5
\putrule from 2.5 3 to 4.5 3
\putrule from 2.5 3.5 to 4 3.5

\endpicture ]
```



`\setlinear`

Invoca el modo líneal del comando `\plot` (también tiene un modo parabólico)

`\setdots <# pt>`

Indica la separación de los puntos en la línea. con esto se logra el efecto de línea punteada. Para desactivar esta separación, se pone `\setdots <0pt>`. Este comando se puede invocar varias veces, cada vez que se pone uno nuevo, éste inhabilita el anterior.

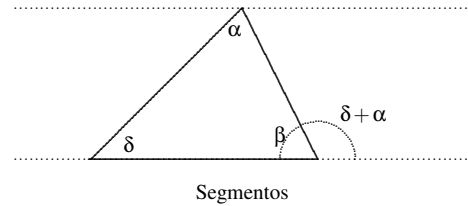
\setdashes < # pt >

Deja ‘blancos’ de tamaño #pt en las líneas. El default es 5pt.

\plot.

En modo `\setlinear`, dibuja segmentos de recta que unen los pares especificados.

```
\[
\beginpicture
\setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
\setplotarea x from -3 to 3, y from 0 to 2.5
\setlinear
\plot -2 0 0 2 1 0 -2 0 /
\setdots <2pt>
\plot -3 2 3 2 /
\plot -3 0 3 0 /
\setdots <1pt>
\input circulo.tex
\put {$\alpha$} at -.1 1.7
\put {$\beta$} at .5 .3
\put {$\delta$} at -1.5 .2
\put {$\delta+ \alpha$} at 1.6 .6
\axis bottom label {Segmentos} invisible /
\endpicture\]
```

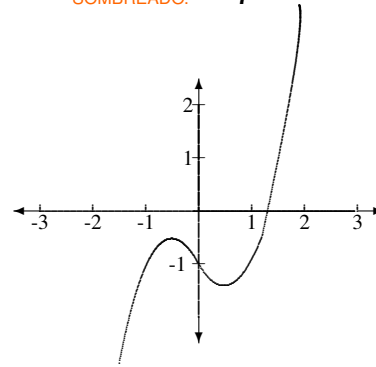
**\setquadratic.**

Es el modo en que `\plot` dibuja parábolas. `\plot` dibujará un arco de parábola cada tres pares ordenados, así el comando, con 5 puntos, dibujará dos arcos con un punto en común. Tal y como se especifica en el comando, el número de pares tiene que ser *impar*.

Puesto que \TeX solo ofrece facilidades para rectas y parábolas, para dibujar el gráfico de una función $f(x)$ en el intervalo I , se debe interpolar su gráfico con parábolas. Para que el algoritmo de interpolación que se usa sea altamente efectivo, se deben tomar tres puntos $(x_i, y_i), (x_{i+1}, y_{i+1}), (x_{i+2}, y_{i+2})$, por cada segmento más o menos ‘lineal’ del gráfico de $f(x)$, tal que el punto intermedio (x_{i+1}, y_{i+1}) quede en el primer tercio del arco que une los tres puntos. Por supuesto, los tres puntos son puntos del gráfico de $f(x)$. Lo que se acaba de describir es el ideal. Los polinomios de grado bajo se interpolan con pocos puntos y de manera muy efectiva. Recuerde que `\setquadratic` exige un número impar de puntos. Esto hace que todos los arcos queden pegados. Hay que tener cuidado de no pegar saltos muy grandes. En la compilación se advierte si los puntos que se dan no están muy bien escogidos.

Un comando útil para ahorrar trabajo es `\startrotation... \stoprotation`. Lo que hace es hacer rotaciones de θ grados del (trozo de) gráfico que se le indique; con lo que, a veces, solo hay que dibujar una parte pequeña del gráfico. Este comando se ve en la siguiente sección.

SOMBREADO. 7



Interpolación

$y = x^3 - x - 1$ graficada con DeRiVe

Observemos el gráfico anterior con los puntos de interpolación que se tomaron

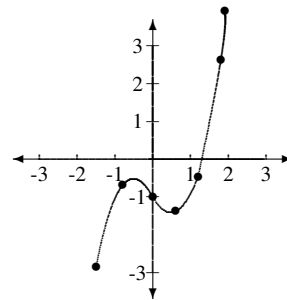
```

\[ \beginpicture
\setcoordinatesystem units <0.5cm,0.5cm>
\setplotarea x from -3 to 3 , y from -4 to 4
\input ejes.tex

%f(x)=x^3-x-1
\setquadratic
\plot -1.5 -2.87 -0.8 -0.7 0 -1 0.6 -1.384
      1.2 -0.47 1.8 2.60 1.9 3.9 /

%señalamiento
\put {$\bullet$} at -1.5 -2.87
\put {$\bullet$} at -0.8 -0.7
\put {$\bullet$} at 0 -1
\put {$\bullet$} at 0.6 -1.384
\put {$\bullet$} at 1.2 -0.47
\put {$\bullet$} at 1.8 2.60
\put {$\bullet$} at 1.9 3.9
\axis bottom label {Puntos de Interpolación} invisible /
\endpicture \]

```



Puntos de Interpolación.

1.4 SOMBREADO.

Sombreado vertical:	<pre> \setlinear \setshadegrid span <long> \vshade x_1 y1_abajo y1_arriba x_2 y2_abajo y2_arriba ... / x_i < x_{i+1} </pre>
Sombreado horizontal:	<pre> \setlinear \setshadegrid span <long> \hshade y_1 x1_izq x1_derecha y_2 x2_izq x2_derecha ... / y_i < y_{i+1} </pre>

En general, se puede sombreadar una región con cualquier símbolo que pueda ir en una caja. Por default, el comando de sombreado toma puntos del tipo `\fiverm`, como los que aparecen en el sombreado de la figura que sigue. Para

8 INTRODUCCIÓN

especificar un sombreado con otros símbolos se usa el comando

```
\setshadesymbol <e_l,e_r,e_d,e_u> ({ simbolo }).
```

simbolo es el nuevo símbolo que se desea poner; <e_l,e_r,e_d,e_u> lo que hace es definir un vecindario alrededor de cada punto del sombreado (e_*, es una distancia en pt's -0pt's por default- a la izquierda (l), derecha (r), abajo y arriba (u) de cada punto, si este umbral se sale de la frontera de la región entonces no se dibuja). Si no se pone, a los puntos no se les define umbral.

Hay dos tipos de sombreado; sombreado vertical: \vshade y sombreado horizontal: \hshade. También se debe indicar una distancia entre los puntos del sombreado (lo que produce sombreados más ralos o menos ralos) Esto se hace con \setshadegrid. Las figuras que tienen algunas esquinas pequeñas requieren de una gran paciencia para sombrearlas porque el control del sombreado es total.

long indica la distancia entre los puntos del sombreado, puede darse en mm, pt's etc. \vshade y \hshade 'tiran' franjas de puntos verticales u horizontales (resp.). El ancho de estas franjas esta determinado por la distancia entre los pares (x_i y_i) como se ve en las figuras que siguen.

\vshade

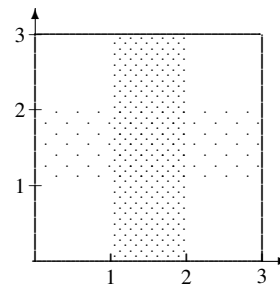
Para sombrear verticalmente una región se toman suficientes puntos de la **base** de la figura y puntos de la parte **superior**; en la base los puntos son x_i y_i_abajo, para indicar la altura de la franja se toma la coordenada y del punto x_i y_i_arriba que está en el 'techo' de la figura. Así x_1 y1_abajo y1_arriba define donde empieza la primera franja vertical. *Los puntos se toman de izquierda a derecha*, es decir, $x_1 < x_2 < \dots < x_n$. (sino se respeta esto, se obtiene un error de compilación)

\hshade

Para sombrear horizontalmente se procede igual solo que de izquierda a derecha. Para cada franja horizontal se toman puntos de la **izquierda** de la figura x_i_izq y_i; pero *en orden inverso*: y_i x_i_derecha; para indicar hasta donde llega la franja, se toma la coordenada x de x_i_derecha y_i. Se supone que x_i_derecha y_i son los puntos respectivos del lado derecho de la figura. Los puntos se toman de abajo hacia arriba, es decir $y_1 < \dots < y_n$.

Se puede dividir la figura en varias regiones y sombrearla de la manera más conveniente en cada región (Verticalmente u Horizontalmente)

```
\[ \beginpicture
\setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
\setplotarea x from 0 to 4, y from -0.5 to 4
\input ejes.tex
\put {\vector(1,0){10} } [Bl] at 3 0
\put {\vector(0,1){10} } [Bl] at 0 3
\setlinear
\plot 0 0 0 3 3 3 3 0 0 0 / cuadrado 3x3
\setshadegrid span <2pt>
\vshade 1 0 3 2 0 3 / % x_ab y_ab y_arr
\setshadegrid span <4pt>
\hshade 1 0 3 2 0 3 / % y_izq x_izq x_derecha
\axis bottom label {Sombraeados} invisible /
\endpicture \]
```

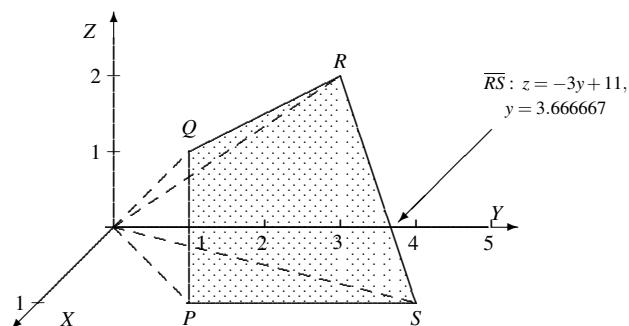


Sombreado

```

\[\ \begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
\setplotarea x from 0 to 8, y from -2 to 3
\setlinear
\plot -1 -1 0 0 5 0 0 0 0 2.5 /
\put {\vector(1,0){10}} [B1] at 5 0
\put {\vector(0,1){10}} [B1] at 0 2.5
\put {\vector(-1,-1){10}} [B1] at -1 -1
% ejes
\put{\$Y\$} [B1] at 5 .1
\put{\$Z\$} [B1] at -.4 2.5
\put{\$X\$} [B1] at -.7 -1.3
%ticks
\put {\$-\$} at -1 -1
\put {\footnotesize{1}} at -1.2 -1
\put {\$-\$} at 0 1
\put {\$-\$} at 0 2
\put {\footnotesize{1}} at -.2 1
\put {\footnotesize{2}} at -.2 2
\put {\footnotesize{1}} at 1.2 -.2
\put {\footnotesize{2}} at 2 -.2
\put {\footnotesize{3}} at 3 -.2
\put {\footnotesize{4}} at 4 -.2
\put {\footnotesize{5}} at 5 -.2
\plot 2 0 2 .1 /
\plot 3 0 3 .1 /
\plot 4 0 4 .1 /
\plot 5 0 5 .1 /
\plot 1 1 3 2 4 -1 1 -1 1 1 /
\setdashes <4pt>
\plot 0 0 1 1 /
\plot 0 0 3 2 /
\plot 0 0 4 -1 /
\plot 0 0 1 -1 /
\setdots <1pt>
\put {\$Q\$} at 1 1.3
\put {\$R\$} at 3 2.2
\put {\$S\$} at 4 -1.2
\put {\$P\$} at 1 -1.2
% sombreado
\setshadegrid span <2pt>
\vshade 1 -1 1 2 -1 1.5 3 -1 2 /
\vshade 3 -1 2 3.5 -1 0.5 3.7 -1 -.1
3.9 -1 -.7 4 -1 -1 /
\put {\vector(-1,-1){35}} [B1] at 5 1.3
\put {\lines {\footnotesize $\bar{RS}: \backslash; z=-3y+11,$}
\cr {\footnotesize $y= 3.666667$} }} [B1] at 4.9 1.5
\end{picture} \]

```



El comando `\footnotesize{}` es un comando propio (comandos.tex, en `texinputs`), es equivalente a `\footnotesize` (peq=pequeño). En el ejemplo se ve el uso de `\setdashes` para dibujar los vectores \vec{P} , \vec{Q} , \vec{R} y \vec{S} .

`\vector (flechas)`

Las flechas de los ejes se hicieron con el comando de \LaTeX `\vector(a, b){long}`, recordemos que este comando dibuja una flecha de pendiente $\frac{b}{a}$ y un largo=`long` mm. Se puede poner $a=0$ y dará un vector vertical ($m=\infty$). Al usar `\put` con vectores, es muy cómodo tomar como referencia de la caja([B1]), pues esto hace que la cola del vector quede exactamente en las coordenadas donde lo ponemos con el `\put`.

I.5 ROTACIONES.

```

\startrotation by cos( $\theta$ ) sen( $\theta$ ) about x y
Código de la figura que se desea rotar
\stoprotation

```

Pueden rotar las líneas, las curvas, círculos y elipses. El texto \TeX no rota.

θ es el ángulo de rotación; $\cos(\theta)$ $\text{sen}(\theta)$ se deben de dar ya calculados. La dirección de rotación es la usual (contrareloj).

about x y se refiere al punto alrededor del cuál se hace la rotación.

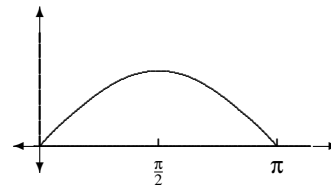
Por ejemplo, para dibujar la función $\text{sen}(x)$, hacemos primero un ‘arco’, como se ve en la figura que sigue. Luego hacemos rotación de ese arco a la izquierda y a la derecha (por supuesto, al código le hacemos un *copy*). Observe la escala que se tomó: $\pi = 1$ unidad en X

```

\[\ \beginpicture
\setcoordinatesystem units <1.5708cm,1cm>
\setplotarea x from 0 to 2.3, y from -1.5 to 1.5
\input ejes3.tex
\setquadratic %sen(x)
\plot 0 0 0.15557 0.25882 0.33333 0.5
      0.5 0.70711 0.66667 0.86603 0.83333 0.96593 1 1 /
\plot 1 1 1.16667 0.96593 1.33333 0.86603 1.5 0.70711
      1.66667 0.5 1.84443 0.25882 2 0 /

%texto
\plot 1 0 1 .1 /
\plot 2 0 2 .1 /
\put {\frac{\pi}{2}} at 1 -0.35
\put {\footnotesize{\pi}} at 2 -0.27
\axis bottom label {Arco de sen(x)} invisible /
\endpicture \]

```



Arco de $\text{sen}(x)$

Rotación del arco de $\text{sen}(x)$.

```

\[\beginpicture
\setcoordinatesystem units <.7854cm,0.5cm>
\setplotarea x from -3 to 3.5, y from -1.5 to 1.5

\input ejes3.tex % ejes para senx

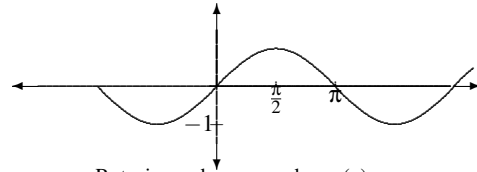
\input senx.tex %codigo sin preambulo

%rotaciones hacia la derecha
\startrotation by -1 0 about 2 0
\input senx.tex
\stoprotation

\setquadratic
\plot 4 0 4.15557 0.25882 4.33333 0.5 /

%rotacion a la izquierda
\startrotation by -1 0 about 0 0
\input senx.tex
\stoprotation
\endpicture \]

```



Para rotar el gráfico de $\text{sen}(x)$ a la derecha se hace alrededor del punto $(2, 0)$ (que equivale a π ya que $1 : \frac{\pi}{2}$) y a la izquierda se hace alrededor de $(0, 0)$. Puesto que la rotación es de 180° , entonces $\cos(180^\circ) = -1$ y $\sin(180^\circ) = 0$.

1.6 CÍRCULOS Y ELIPSES.

Círculo:	<code>\circulararc θ degrees from x_i y_i center at x_c y_c</code>
Elipse	<code>\ellipticalarc axes ratio a:b θ degrees from x_i y_i center at x_c y_c</code>

θ se da en grados. La dirección de la rotación depende del signo de θ de la manera usual.

Tanto en el círculo como en la elipse, se debe dar el centro y un punto desde donde se empezará a abrir. Con esto se especifica el radio del círculo y el eje mayor de la elipse. El eje menor se especifica con a:b

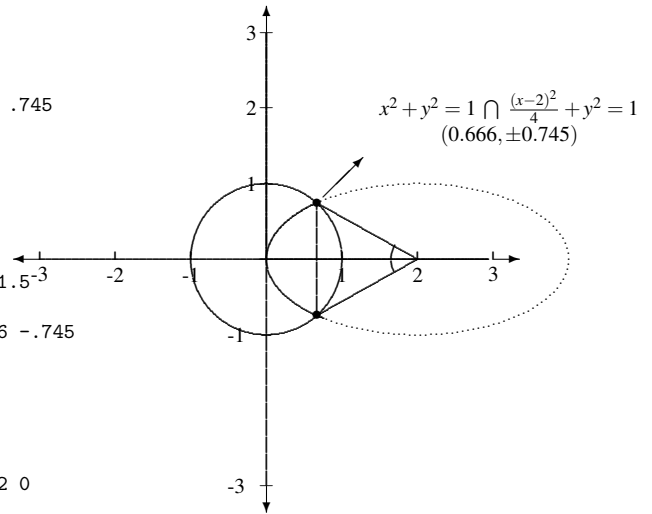
a:b indica la proporción entre el eje horizontal y el eje vertical respectivamente, de hecho a y b se pueden poner como las longitudes de estos ejes. Por supuesto, si a=b, entonces se genera un círculo.

```

\[\ \begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
\setplotarea x from -3 to 4, y from -4 to 4
\input ejes3x3.tex
\circulararc 360 degrees from 1 0 center at 0 0
\ellipticalarc axes ratio 4:2 58.8 degrees from .666 .745
center at 2 0
\put {\bullet} at .6666 .745
\put {\bullet} at .6666 -.745
\put {\vector(1,1){15} } [Bl] at 0.75 .82
\put {\lines { \footnotesize{\$x^2+y^2=1 \; \bigcap
\; \frac{(x-2)^2}{4}+y^2=1\$}
\cr \footnotesize{\$(0.666,\pm 0.745)\$} }} [bl] at 1.5 1.5^-3
\setdots <2pt>
\ellipticalarc axes ratio 4:2 301.6 degrees from .666 -.745
center at 2 0

\setdots <0pt>
\setlinear
\plot 2 0 0.666 0.745 0.666 -.745 2 0/
\circulararc 58.8 degrees from 1.7 2.064 center at 2 0
\end{picture} \]

```



Bibliografía

- [1] Wichura M. “*The Pictex Manual*”. Universidad de Chicago, 1987
- [2] , W. Mora, A. Borbón, A. “*Edición de textos científicos con LaTeX*”. Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2008.