

---

# microMathematics Plus

## version 2.20.0

---

El microMathematics Plus es la calculadora matemática en Android orientada alrededor de una hoja de cálculo que permite la edición en vivo de identidades matemáticas combinadas con cálculos altamente precisos.

Basada en una potente pantalla táctil el editor permite a los usuarios crear y manipular de forma natural hojas de trabajo que contienen todas las anotaciones matemáticas básicas.

El microMathematics Plus permite operar matemáticas al nivel de educación secundaria. Esta versión tiene siguientes limitaciones matemáticas: no soporta funciones especiales, vectores, matrices y muchas otras cosas de matemáticas de alto nivel.

## 1 Utilizar

Esta app es un potente software de cálculo en formato de hoja de cálculo. La hoja de cálculo puede ser editada libremente, almacenada o abierta en una tarjeta SD, y exportada a una imagen o formato LaTeX.

La hoja de cálculo es un documento matemático que contiene texto, fórmulas y gráficos. Soporta la edición en vivo de notaciones matemáticas y su cálculo automático.

Los siguientes objetos pueden ser insertados en hoja de trabajo: ecuaciones, vistas de resultados, gráficos, fragmentos de texto e imágenes. Este documento da una visión general de cómo editar estos objetos.

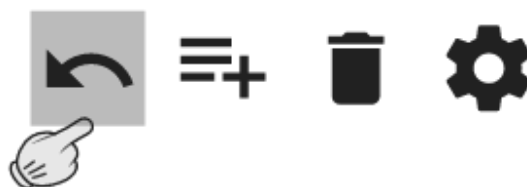
### 1.1 Edición

Casi todos los objetos disponibles contienen varios campos editables. Para editar el campo use los símbolos y funciones en la barra de herramientas.

Todos los símbolos también pueden ser introducidos desde el teclado. Para saber cuál símbolo del teclado corresponde al símbolo matemático que desea introducir, lea la pista al mantener presionado en el botón de interés.

Con un clic largo en un término puede seleccionar este término. El término seleccionado puede borrarse, copiarse al portapapeles, pegarse desde este elemento o puede insertar otro operador u otra función después de ese término utilizando los botones de la barra de herramientas o del teclado.

El comando "Deshacer" está disponible en la barra de acción. Borra el último cambio realizado en el documento y lo devuelve a un estado anterior:



### 1.2 Ecuación

Una ecuación define una constante numérica, un intervalo o una función. Para crear una ecuación, use el botón "Nuevo elemento" en la barra de acciones



o el botón "Añadir ecuación" de la barra de herramientas:



Aparece una ecuación con dos campos vacíos. Estos campos deben ser rellenados:

$\square := \square$

El nombre de la ecuación se da en el campo de la izquierda. El nombre debe llevar únicamente letras o dígitos y se utilizará en otros objetos para hacer referencia a esta ecuación.

Desde la barra de acciones, puede abrir la ventana de diálogo "Ajustes del documento":



Dependiendo del parámetro "Permitir redefinición de ecuaciones" en este diálogo, hay dos modos de uso:

a) si no se permite la redefinición, el nombre de la ecuación será único dentro de toda la hoja de trabajo y la ecuación puede utilizarse tanto antes como después de su definición,

b) si se permite la redefinición, puedes definir más de una ecuación con el mismo nombre. Si tal ecuación está referenciada, la última versión definida antes de la ecuación llamada será utilizada.

### 1.2.1 Constant

Si el nombre de la ecuación no contiene algún argumento entre paréntesis, se define una constante o un intervalo:

$$N := 200 \quad Sq2 := \sqrt{100} \quad Pi2 := \frac{\pi}{2}$$

En el último ejemplo, se usó una constante pi preparada. Actualmente, las siguientes constantes incorporadas están disponibles:

$$\pi = 3.14159 \quad pi = 3.14159 \quad e = 2.71828$$

Una constante previamente definida también puede ser usada:

$$NPi2 := N \cdot Pi2$$

También puede utilizar el símbolo "i" como unidad imaginaria para definir un número complejo:

$$z := 5 + 3i$$

### 1.2.2 Units

Si necesitas una unidad para la constante, puedes ponerla desde el teclado en el mismo campo de entrada. La unidad deberá estar separada del número usando espacio. Puedes usar unidades tanto para las constantes reales, como para las complejas:

$$r := 10m \quad a := 10m^2 \quad v := 10km/hr$$

$$\alpha := 45^\circ + 30' + 15'' \quad \varphi := 100 \cdot \frac{kg \cdot m}{s^2}$$

El documento "units\_overview.mmt" contiene la lista de todas las unidades soportadas. Este documento se entrega con la aplicación y se almacena en "Recursos de microMathematics Plus".

### 1.2.3 Interval

Una ecuación de tipo intervalo define una variable que se cambia desde un valor mínimo hasta un valor máximo dado con un incremento definido. Esta variable puede ser utilizada como argumento para gráficos de función o como parámetro para elaborar una tabla de valores de función.

Para definir un intervalo, ponga un nombre válido a la izquierda de una ecuación vacía. En el lado derecho de esta ecuación, ponga un símbolo ":", o pulse en el botón "Intervalo equidistante" de la barra de herramientas:



Aquí, el primer elemento es el intervalo como punto de inicio, el siguiente elemento es el segundo punto, y el último elemento es el punto final del intervalo:

$$x := [0, 0.1 .. 10]$$

Se accederá a los elementos del intervalo por índice:

$$x_0 = 0.0 \quad x_1 = 0.1 \quad x_{100} = 10.0$$

El incremento es la diferencia de dos valores vecinos:

$$x_2 - x_1 = 0.1$$

Por ejemplo, podemos definir un intervalo equidistante que contiene N puntos distribuidos con el incremento "dy" donde el inicio del intervalo es cero como sigue:

$$dy := 0.05 \quad y := [0, dy .. dy \cdot N]$$

## 1.2.4 Function

Una función es una relación entre uno o más argumentos y un conjunto de salidas permisibles con la propiedad, que cada valor del argumento (real o complejo) o combinación de argumentos está relacionado exactamente con la salida.

El nombre de la función el argumento de la función entre paréntesis se dan en el lado izquierdo de una ecuación. No es necesario definir el argumento en la hoja de trabajo previamente, puedes definirlo como quieras, pero usando sólo letras o dígitos:

$$f(t) := \sin(t) \cdot \cos(t) / 2$$

$$w(z) := e^{2i \cdot \pi \cdot z}$$

$$H(x, y) := \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$g(x, y) := \frac{\sin(H(x, y))}{H(x, y/2) + 1}$$

El lado derecho de la función contiene una fórmula matemática de cómo calcular la función. Si esta fórmula no contiene el argumento declarado en la función, tal función se interpretará como una constante.

También puedes utilizar en el lado derecho otras funciones incorporadas o previamente definidas. Para insertar una función introduzca su nombre, pulse en el corchete izquierdo el símbolo "(" y luego introduzca su argumento. Este argumento también puede ser un fórmula, que contiene cualquier otra operación y función.

El documento "functions\_overview.mmt", almacenado dentro de los "Recursos de microMathematic Plus", proporciona la lista de todas las funciones disponibles.

## 1.2.5 Matriz

Las matrices son funciones especiales con las siguientes propiedades:

a) los elementos de la matriz pueden asignarse usando un índice dado en [ ] en lugar de ( ). Cualquier elemento no asignado es establecido por defecto a cero:

$$r[0] := 5 \quad r[3] := 6 \quad r[2] := -4$$

$$idx := [0, 1 .. 3] \quad r_{idx} = \begin{bmatrix} 5.0 \\ 0.0 \\ -4.0 \\ 6.0 \end{bmatrix}$$

b) un intervalo previamente definido puede ser usado como argumento de la matriz:

$$k := [0, 1 .. 100] \quad m := [0, 1 .. 200]$$

$$M[k, m] := \sin(k/10)^2 - 3 \cdot |\cos(m/10)|$$

c) los elementos de la matriz se calculan y se guardan en una memoria que reduce el tiempo de acceso a estos valores

d) sólo se puede acceder a los elementos de la matriz utilizando un índice inferior. Para crear un índice inferior, ponga "]" después del nombre de la matriz:

$$M_{5,10} = -1.39106 \quad M_{10,5} = -1.92467$$

$$P[k, m] := \text{floor}(-10 \cdot M_{k, m})$$

e) si algún índice de la matriz es complejo o negativo o mayor que el límite superior del intervalo correspondiente, se devolverá el número inválido:

$$M_{10i, 100} = NaN \quad M_{90, 210} = NaN$$

## 1.3 Result View

Este elemento tiene como objetivo representar un resultado de cálculo como un número o una tabla. Para añadir este elemento, utilice el botón "Nuevo elemento" de la barra de acciones o el botón "Añadir vista de resultados" de la barra de herramientas:



Aparece una ecuación con dos campos, donde se rellenará el campo izquierdo:

$$\square = \square$$

El término de la izquierda contiene una fórmula para ser calculada y el término de la derecha es el resultado del cálculo. El resultado se mostrará cuando se presiona el botón flotante "Calcular".

Dentro del término de la izquierda se puede utilizar cualquier constante y funciones definidas previamente así como cualquier función preparada:

$$e^{\pi} \cdot f(NPi2) = 2.27286E - 14$$

Si la parte izquierda no contiene ninguna variable de "tipo intervalo", el resultado del cálculo es sólo un número real o complejo:

$$y_{N-1} - y_0 = 9.95$$

$$\Re(z) = 5.0 \quad \Im(z) = 3.0 \quad |z| = 5.83095$$

$$\sqrt{\sin\left(\frac{3}{2} \cdot \pi\right)} = 0.0 + 1.0i$$

Si la parte izquierda contiene alguna variable que tenga una unidad dimensional, entonces el resultado puede tener dimensión también:

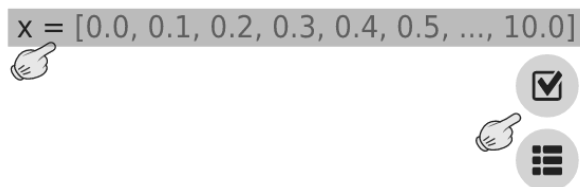
$$2 \cdot \alpha / 10s = 0.15884rad/s$$

Si la parte izquierda contiene un intervalo variable, el resultado del cálculo es un vector de valores correspondiente a este intervalo. Debido al límite de espacio libre en la visualización, sólo se mostrarán los seis primeros y los últimos elementos del vector:

$$x = \begin{bmatrix} 0.0 \\ 0.1 \\ 0.2 \\ 0.3 \\ 0.4 \\ 0.5 \\ \dots \\ 10.0 \end{bmatrix} \quad y = \begin{bmatrix} 0.0 \\ 0.05 \\ 0.1 \\ 0.15 \\ 0.2 \\ 0.25 \\ \dots \\ 10.0 \end{bmatrix} \quad 2 \cdot y = \begin{bmatrix} 0.0 \\ 0.1 \\ 0.2 \\ 0.3 \\ 0.4 \\ 0.5 \\ \dots \\ 20.0 \end{bmatrix}$$

$$P_{k,m} = \begin{bmatrix} 30.0 & 29.0 & 29.0 & 28.0 & \dots & 12.0 \\ 29.0 & 29.0 & 29.0 & 28.0 & \dots & 12.0 \\ 29.0 & 29.0 & 29.0 & 28.0 & \dots & 11.0 \\ 29.0 & 28.0 & 28.0 & 27.0 & \dots & 11.0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 27.0 & 26.0 & 26.0 & 25.0 & \dots & 9.0 \end{bmatrix}$$

El número de elementos visualizados y el modo en el que se muestra el resultado puede ser cambiado. Al mantener presionado en el área de la fórmula y el menú contextual seleccione toda la fórmula. Si se selecciona la fórmula, aparece el botón flotante de "Propiedades del objeto". Si se hace clic en este botón, se mostrará el diálogo de vista de resultados:



El segundo botón flotante, "Detalles", también aparecerá. Si hace clic en este botón, se mostrará el diálogo "Detalles", donde podrá observar todos los elementos de la matriz.

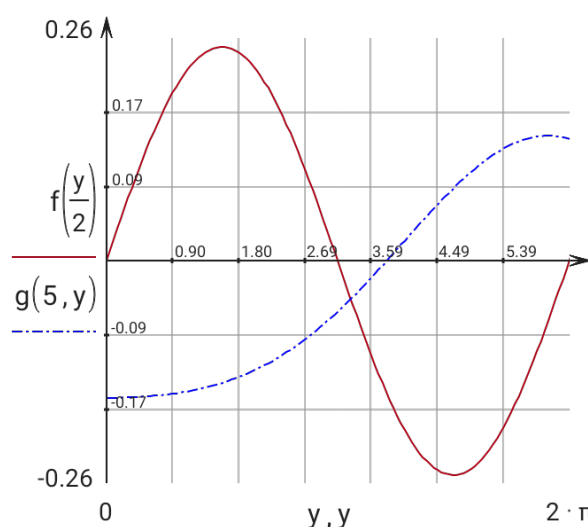
Observe que el uso de tres o más variables "tipo intervalo" a la izquierda parte de una vista de resultados no está permitido en esta versión de la aplicación.

## 1.4 Gráfico de Funciones

El elemento de la gráfica de la función muestra una representación visual de una función, que depende de un solo argumento. Para crear un gráfico, utilice el botón "Nuevo elemento" de la barra de acciones o el botón "Añadir gráfico de funciones" de la barra de herramientas:



Aparece un panel con seis campos vacíos. La función que se va a graficar deberá ser puesta en el campo medio-izquierdo y el argumento de la función en el campo medio-inferior:



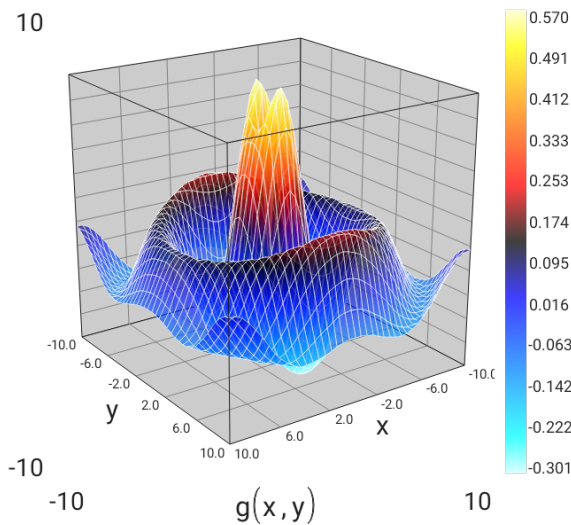
Para más detalles ver "Gráfica de funciones" y ejemplos de "Gráfica de funciones polares" del cajón de navegación de aplicaciones.

## 1.5 Gráfica tridimensional

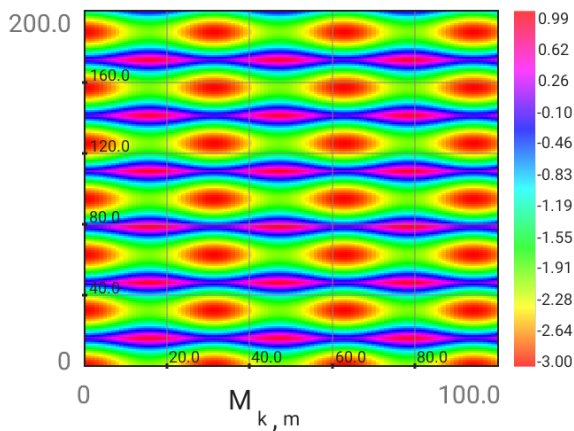
El elemento de la gráfica 3D muestra un gráfico de una sola función que depende de dos argumentos. Para crear un gráfico de este tipo, utilice el botón "Nuevo elemento" de la barra de acciones o el botón "Añadir gráfico 3D" de la barra de herramientas:



$$x := [-10, -9.5 .. 10] \quad y := [-10, -9.5 .. 10]$$



En el campo central-inferior, coloca el nombre de la función o una ecuación que contiene exactamente dos intervalos previamente definidos. El uso de una matriz también es posible:



Para más detalles vea el ejemplo "Gráfico 3D" del cajón de navegación de aplicaciones.

## 1.6 Fragmento de texto

El elemento de fragmento de texto muestra un texto simple como este. Para añadir un fragmento de texto, utilice el botón "Nuevo elemento" de la barra de acciones o el botón "Añadir fragmento de texto" de la barra de herramientas:



Si todo el texto dentro de un fragmento es seleccionado mediante el menú contextual "Seleccionar todo", aparecerá un botón flotante "Propiedades del objeto" en la parte inferior derecha de la pantalla.

Si pulsa en este botón, aparecerá el diálogo "Propiedades de texto", donde podrá seleccionar el estilo de texto y activar la numeración. Por ejemplo, los títulos de este documento tienen el estilo "Subsección" con la numeración activada.

## 1.7 Image

También puedes insertar una imagen del archivo de imágenes. Para hacerlo, usa el botón "Nuevo elemento" de la barra de acciones o el botón "Añadir imagen desde archivo" de la barra de herramientas:



Aparecerá el diálogo "Ajustes de imagen". Allí puede seleccionar un archivo con la imagen que se va a insertar y establecer el tamaño de imagen necesario.

Los siguientes formatos de imagen son soportados: png, bmp, gif, jpeg, svg.

Si activa el indicador "Imagen incrustada" en el diálogo "Ajustes de imagen", entonces la imagen se incrustará directamente en el documento. La imagen incrustada operará dentro del único documento, excepto en un archivo más grande.

Si el indicador "Imagen incrustada" no está activado, el archivo de imagen sólo será referenciado en lugar de incrustarlo, es decir, su documento vinculará al archivo de la imagen por separado. En caso de que mueva su documento por favor no olvide mover el archivo de imagen también.

Puede cambiar las propiedades de una imagen ya existente. Mantén presionado en el área de la imagen

hasta que aparezca el botón flotante de "Propiedades del objeto". Si presiona este botón, se mostrará un diálogo con las propiedades de la imagen.

## 2 Ejemplo: Gráfica de una función

Este ejemplo demuestra cómo preparar y ajustar un gráfico Representación de una función. por ejemplo, queremos trazar tres diferentes funciones:

$$f(x) := 25 + 10 \cdot \sin(\sqrt{|x|})$$

$$g(x) := \frac{2}{e^{|x|/15}} \cdot f(x \cdot 50)$$

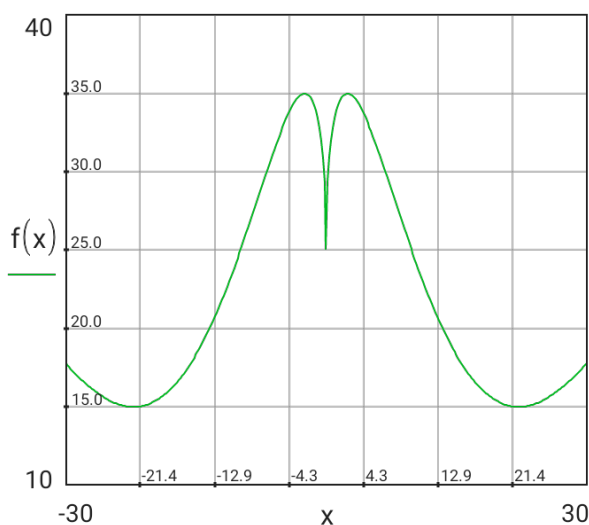
$$h(x) := \min(f(x), g(x))$$

El argumento de la función que representa los valores  $x$  se tomarán para puntos  $N$  dentro del intervalo  $[x1, x2]$ :

$$N := 300 \quad x1 := -30 \quad x2 := 30$$

$$x := [x1, x1 + (x2 - x1) / N .. x2]$$

Una vez definidas las funciones y sus argumentos se puede añadir el cuadro de trazado mediante el botón "Nuevo elemento" de la barra de acciones o el botón "Añadir gráfico de función" de la barra de herramientas:

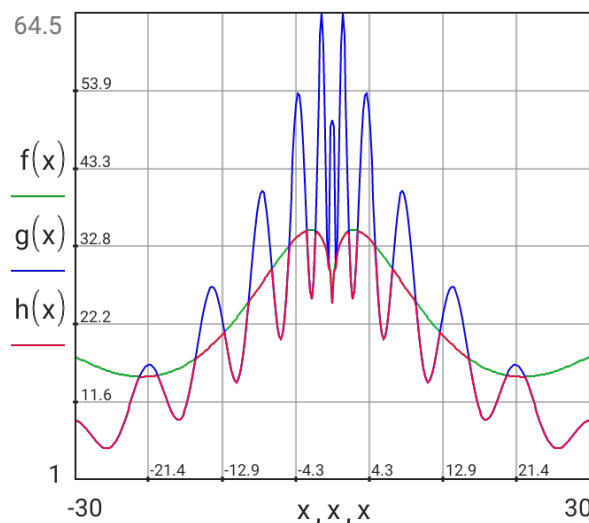


La función que se graficará se pondrá en el campo medio-izquierdo. También puede ser una función incorporada o previamente declarada así como una expresión matemática que contiene cualquier otro operador y función.

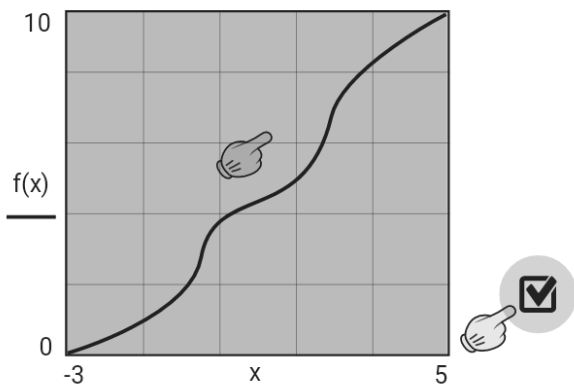
La entrada de la función, que representa los valores  $x$  se pondrá en el campo medio-inferior. Puede ser una variable de tipo intervalo o una expresión matemática que contiene una variable de intervalo.

Los otros cuatro campos describen los límites de la gráfica. Si estos elementos permanecen vacíos, el programa calculará los valores correspondientes automáticamente. Sin embargo, puede editar estos campos en cualquier momento y poner allí los valores que desee.

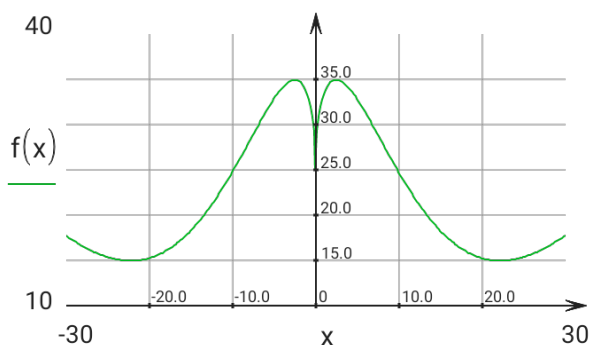
Puede graficar varias funciones en la misma vista del gráfico. Para añadir otra función, seleccione la función (pulsando brevemente en el campo medio-izquierdo) después de añadir otra función y pulse el botón "Añadir nuevo argumento" de la barra de herramientas:



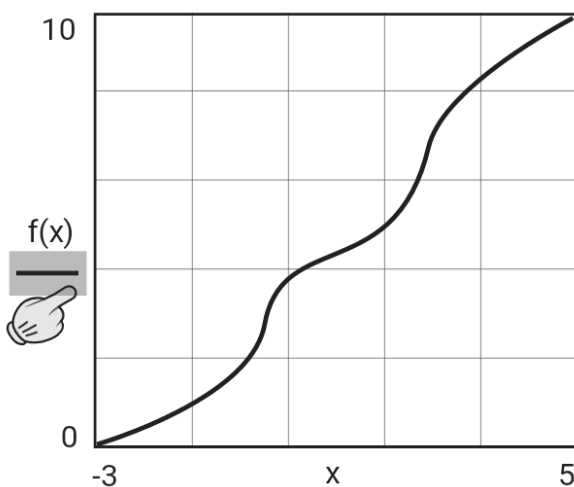
Haciendo un largo toque en el centro del área de la gráfica, aparecerá el menú contextual y el botón flotante "Propiedades de los objetos".



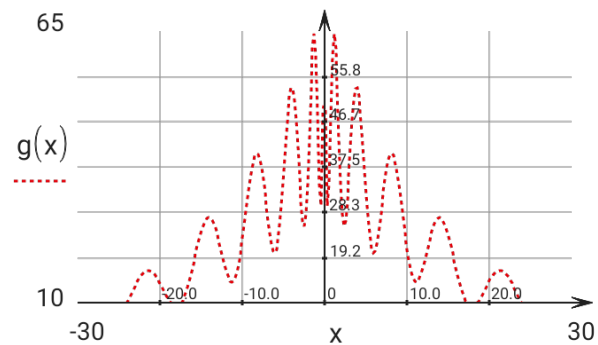
Si presiona este botón flotante, se mostrará el diálogo de "Ajustes de la gráfica". Aquí, puedes cambiar el tamaño y el estilo del área de la gráfica. Por ejemplo, el gráfico cruzado se ve como esto:



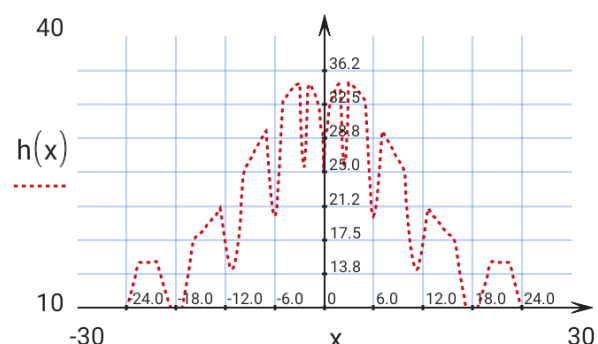
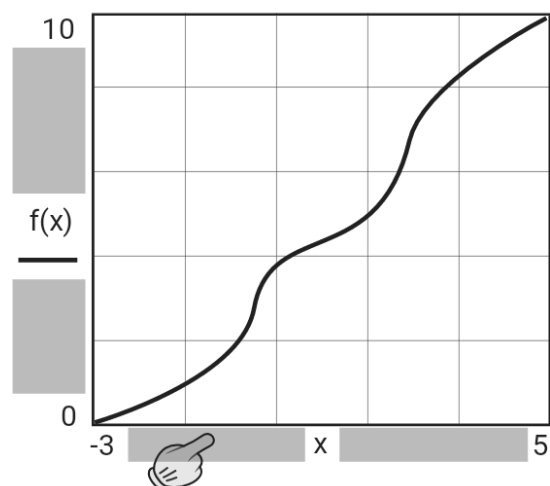
También puedes cambiar la línea del gráfico color, anchura y estilo en el diálogo "Ajustes de línea". Aparece al mantener presionado en la línea marcada debajo del nombre de la función a la izquierda de área de la gráfica:



Por ejemplo, podemos usar líneas punteadas:



El número de etiquetas de los ejes y la línea de la cuadrícula color se puede cambiar en el diálogo "Ajustes de cuadrícula". Aparece al mantener presionado en el espacio libre entre el valor mínimo de  $x$  (-30) y el símbolo del argumento ( $x$ ) o entre el símbolo  $x$  junto al valor máximo  $x$  (30) debajo del área de la gráfica

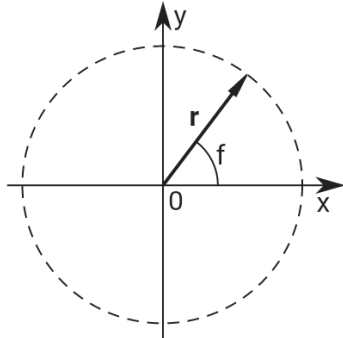


Para ocultar la cuadrícula por completo sólo hay que poner a cero el número de líneas de la cuadrícula para ambos ejes verticales y horizontales. Para ocultar la cuadrícula por completo sólo hay que poner a cero el número de líneas de la cuadrícula para ambos ejes verticales y horizontales.



### 3 Ejemplo: Gráfica de una función polar

Ahora trazamos varias funciones dadas en el sistema de coordenadas polares. Cada punto de este sistema está determinado por una distancia  $r$  desde el origen y el ángulo  $f$  desde el eje  $x$ .



El ángulo  $f$  es nuestra variable independiente que se cambia de la siguiente manera:

$$f := [0.01, 0.05 \dots 300]$$

La distancia  $r(f)$  es nuestra variable dependiente. Teniendo un par de  $f$  y  $r$ , podemos transformarla en las coordenadas cartesianas  $x$  e  $y$  usando funciones de seno y coseno:

$$x(r) := r \cdot \cos(f) \quad y(r) := r \cdot \sin(f)$$

#### 3.1 Un caracol

Definiremos nuestra función polar en tres pasos. La primera expresión define una "rueda":

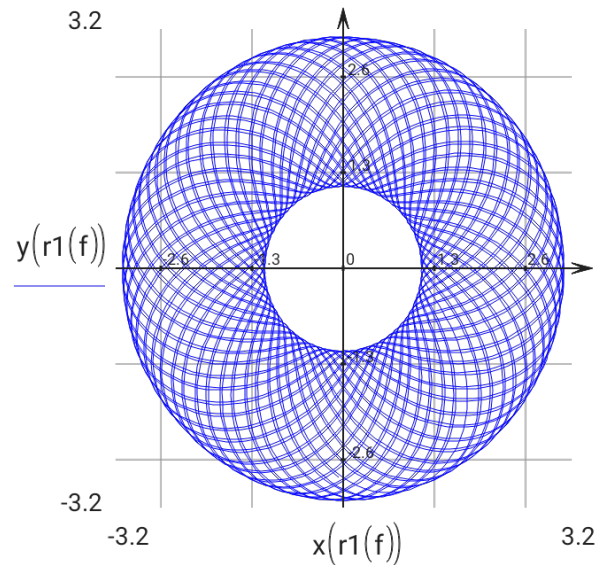
$$A := 1.1 \quad B := 1.271 \quad q := 2$$

$$r1(f) := A + 2 \cdot \sin(B \cdot f)^q$$

Para trazar esta función, añadimos el cuadro gráfico usando el botón "Nuevo elemento" en la barra de acciones o el botón "Añadir gráfica de la función" de la barra de herramientas:

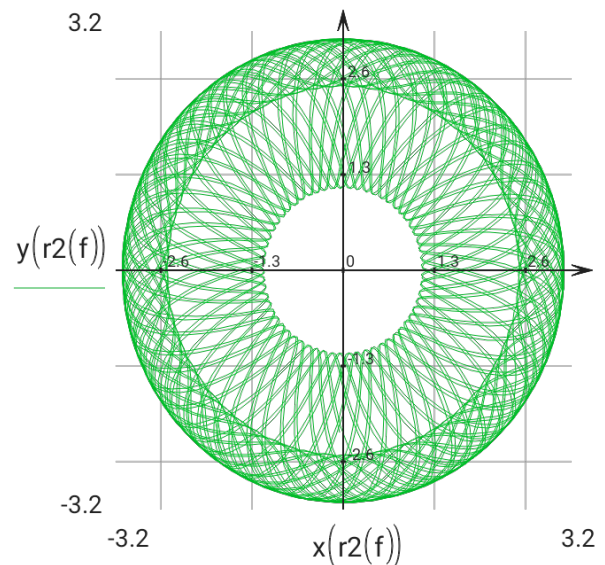


En lugar de  $f$  y  $r$ , usaremos aquí reglas previamente definidas de la transformación para  $x$  e  $y$ , donde  $r1(f)$  se utiliza como un argumento simbólico para estas reglas:



A continuación, podemos modificar esta rueda a continuación:

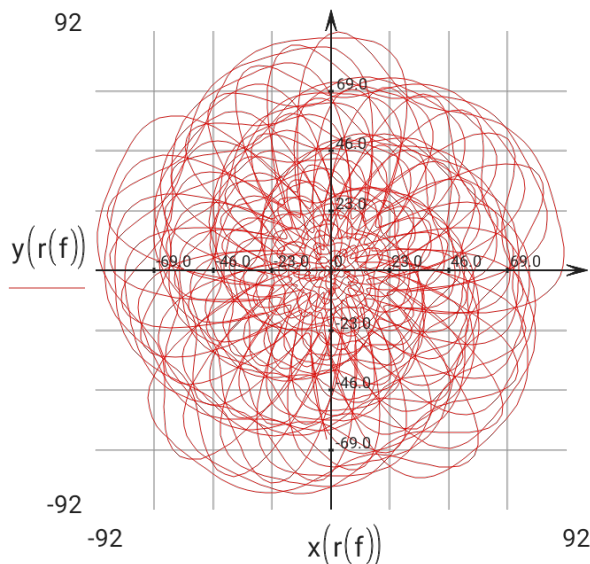
$$r2(f) := A + 2 \cdot \sin(B \cdot f + 1 \cdot r1(f))^q$$



Finalmente, escalamos la última función  $r2(f)$  usando una conversión de flotador a número para parecer a una función de paso. Como resultado, obtenemos un bonito caracol:

$$r(f) := r2(f) \cdot \text{floor}(f) / 10$$





### 3.2 Arce japonés

El arco japonés es bien conocido por sus atractivas formas de hojas y colores. Tal hoja puede ser descrita matemáticamente y trazada como una curva en el sistema de coordenadas polares:

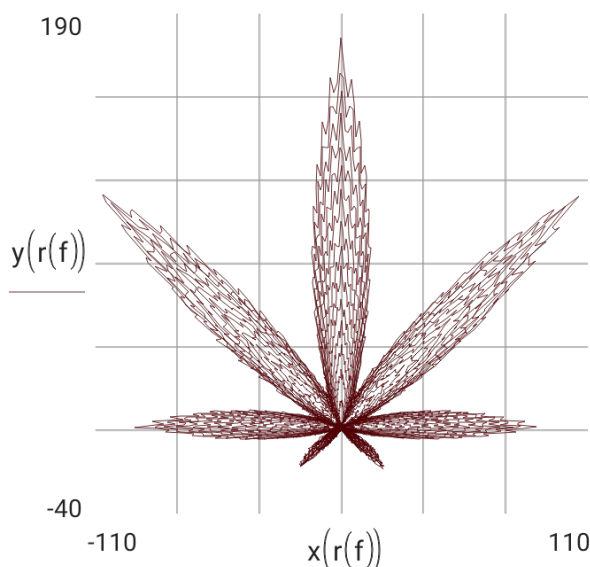
$$f := [0.01, 0.02 .. 100]$$

$$x(r) := r \cdot \cos(f) \quad y(r) := r \cdot \sin(f)$$

$$s1(f) := (1 + \sin(f)) \cdot (1 - 0.9 \cdot |\sin(4 \cdot f)|)$$

$$s2(f) := 0.9 + 0.05 \cdot \cos(200 \cdot f)$$

$$r(f) := \text{floor}(f) \cdot s1(f) \cdot s2(f) + \text{random}(2) - 1$$



[http://es.wikipedia.org/wiki/Acer\\_palmatum](http://es.wikipedia.org/wiki/Acer_palmatum)

## 4 Ejemplo: Gráfico 3D

Este ejemplo muestra gráficos en 3D para tres funciones diferentes de dos variables.

Primero, definimos los intervalos para los argumentos  $x$  e  $y$ . El intervalo para el eje  $x$  depende del número de puntos a lo largo del eje  $x$  y de los valores mínimo y máximo,  $x1$  y  $x2$ :

$$N := 300 \quad x1 := -2 \quad x2 := 2$$

$$x := [x1, x1 + |x2 - x1| / N .. x2]$$

El intervalo para el eje  $y$  está definido análogamente:

$$M := 300 \quad y1 := -3 \quad y2 := 3$$

$$y := [y1, y1 + |y2 - y1| / M .. y2]$$

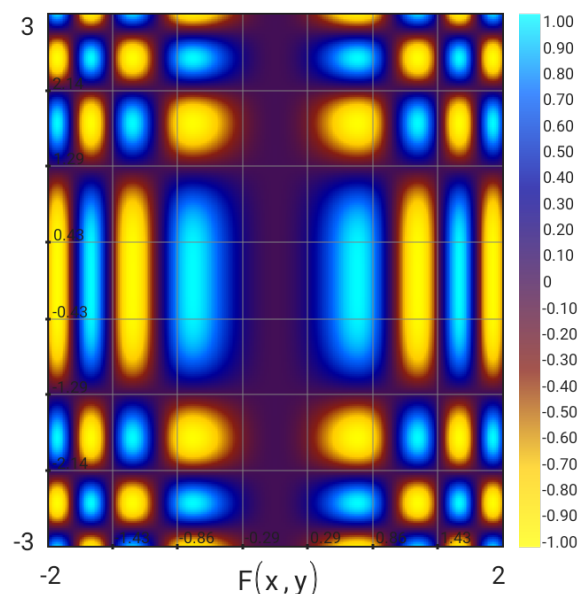
Por ejemplo, trazaremos una función trigonométrica que es un producto del seno y el coseno:

$$F(x, y) := \sin(3 \cdot x^2) \cdot \cos(y^2)$$

Para crear una vista en 3D, haga clic en el botón "Nuevo elemento" de la barra de acciones o en el botón "Añadir gráfico 3D" de la barra de herramientas:



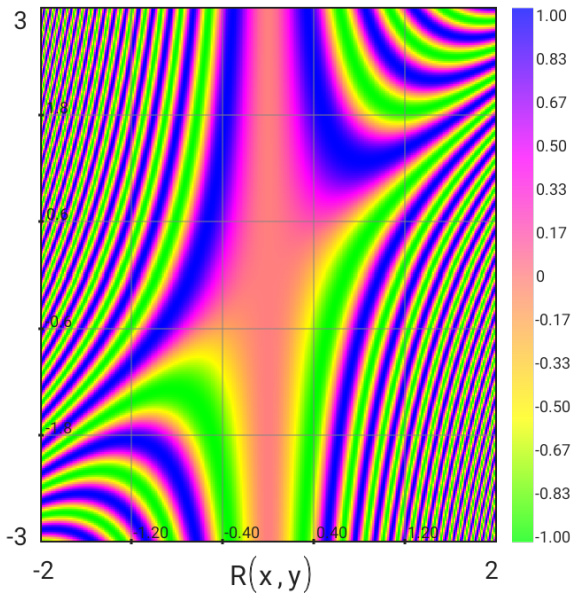
Coloca el nombre de la función  $F(x, y)$  en el campo central-inferior:



Los límites del gráfico, el tamaño y el estilo de los trazos, las etiquetas y la cuadrícula se pueden ajustar por analogía con el gráfico de funciones utilizando el diálogo de ajustes de gráficos (véase el ejemplo "Gráfico de la función" de la caja de navegación de aplicaciones para obtener más detalles). Para abrir este cuadro de diálogo, mantén presionado en el área del gráfico hasta que aparezca el botón flotante "Propiedades del objeto", y luego pulse en este botón.

Adicionalmente, puede cambiar el número de etiquetas a lo largo del eje z y elegir la paleta de colores en el cuadro de diálogo "Ajustes de color de la tabla". Este diálogo aparece al mantener presionado en la barra del eje z a la derecha del área del gráfico principal.

$$R(x, y) := \sin(5 \cdot x^2 \cdot (y - x))$$



También se puede trazar una función de dos argumentos como una superficie en el espacio 3D. Este modo puede activarse en el cuadro de diálogo "Ajustes de la gráfica" que aparece si se pulsa en el botón flotante "Propiedades del objeto" después de hacer un largo pulso en el área del trazado. Trazamos la siguiente función, utilizando matrices para mejorar el tiempo de cálculo:

$$N := 100 \quad n := [0, 1..N] \quad x1 := -15 \quad x2 := 15$$

$$M := 100 \quad m := [0, 1..M] \quad y1 := -15 \quad y2 := 15$$

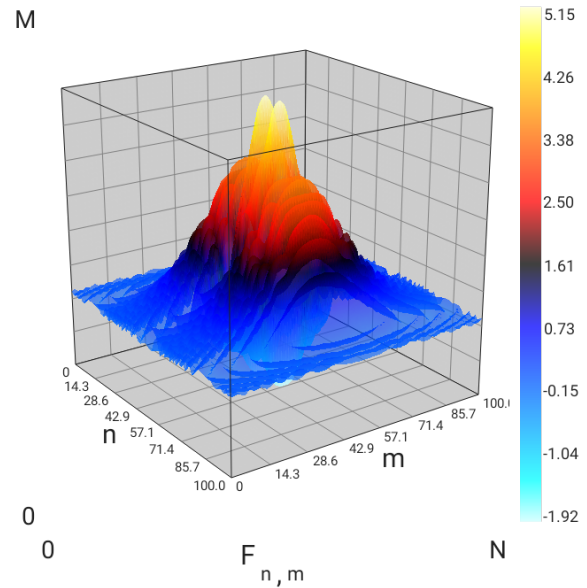
$$x[n] := (x1 + (x2 - x1) \cdot n/N)^2$$

$$y[m] := (y1 + (y2 - y1) \cdot m/M)^2$$

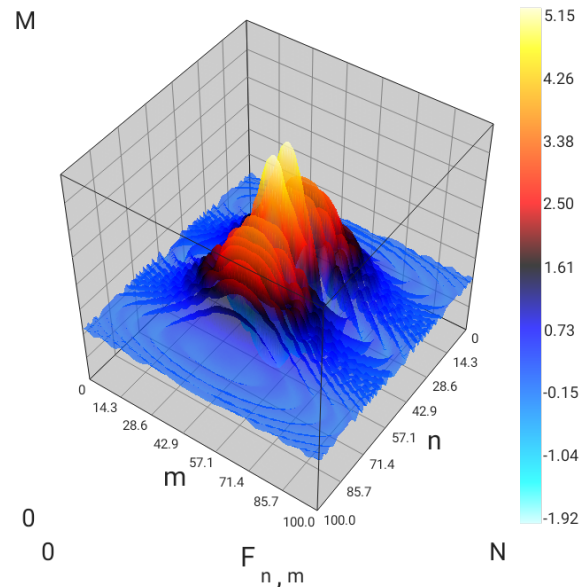
$$r[n, m] := 0.04 \cdot x_n + 0.02 \cdot y_m$$

$$t[n, m] := (x_n + 0.05 \cdot y_m) \cdot \exp(1 - r_{n, m})$$

$$F[n, m] := \frac{\sin(x_n + 0.1 \cdot y_m)}{0.15 + r_{n, m}} + \frac{t_{n, m}}{10}$$



Para el gráfico de la superficie, hay ajustes adicionales presentados en el diálogo "Ajustes de la gráfica". Puedes elegir si se muestran las líneas de malla, seleccionar la opacidad para el color de la malla, definir los ángulos de rotación y elevación del cuadro de trazado. Por ejemplo, la superficie anterior trazada con otros ángulos de rotación y elevación se ve así:



## 5 Ejemplo: Series e integrales

Este ejemplo demuestra cómo calcular series e integrales.

## 5.1 Serie de Taylor

En matemáticas, la serie de Taylor es una representación de una función como una suma infinita de términos que se calculan a partir de los valores de las derivadas de la función en un solo punto.

Por ejemplo,  $Ts(x, N)$  es la expansión de Taylor en función del argumento  $x$  y del número de términos  $N$ :

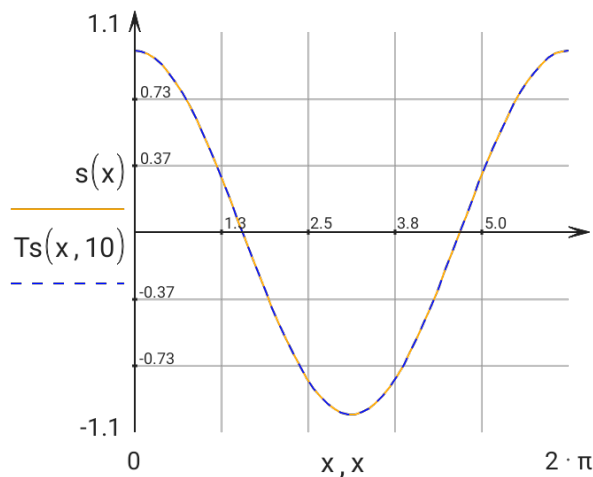
$$Ts(x, N) := \sum_{n=0}^N \frac{(-1)^n}{(2 \cdot n)!} \cdot x^{2 \cdot n}$$

Esta expansión se aproxima a la función coseno:

$$s(x) := \cos(x)$$

Si trazamos ambas funciones juntas para el mismo intervalo, ambas parecen iguales:

$$x := [0, 0.1 \dots 2 \cdot \pi]$$

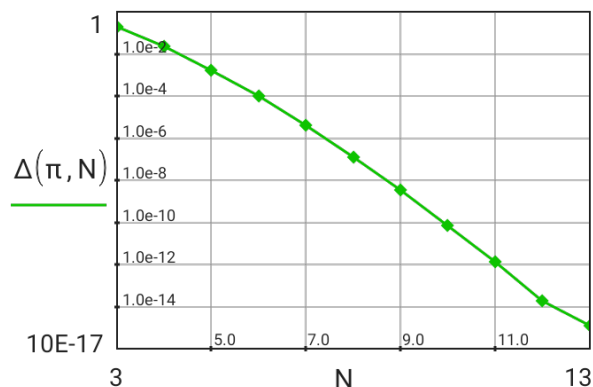


Sin embargo, hay un error numérico debido al número limitado de términos de aproximación  $N$ . La siguiente función  $\Delta(x, N)$  describe este error:

$$\Delta(x, N) := |s(x) - Ts(x, N)|$$

Podemos graficar esta función en coordenadas logarítmicas y ver que el error numérico disminuirá si introducimos más términos en la suma de Taylor:

$$N := [3, 4 \dots 13]$$



## 5.2 Serie de binomios

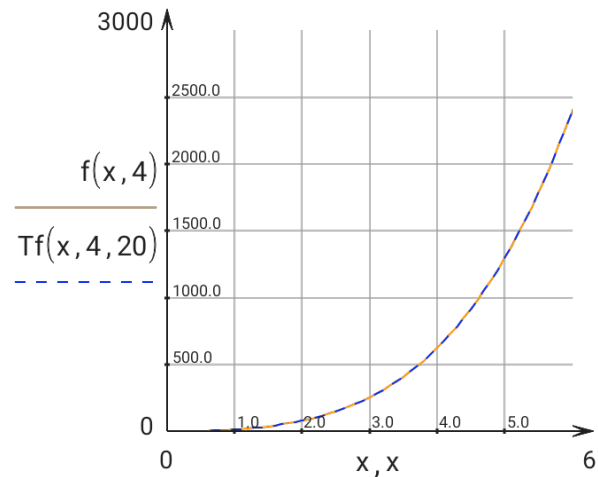
Consideremos esta función de poder:

$$f(x, \alpha) := (1 + x)^\alpha$$

Esta función puede ser aproximada usando serie de binomios:

$$Tf(x, \alpha, N) := \sum_{n=0}^N \left( \prod_{k=1}^n \frac{\alpha - k + 1}{k} \right) \cdot x^n$$

También podemos graficar ambas funciones (la función de potencia dada y su aproximación) juntas en la misma gráfica:



## 5.3 Integrals

También es posible calcular una integral definida numéricamente usando el método de Simpson. Por ejemplo, podemos calcular la integral usando el elemento "Añadir vista de resultados":

$$\int_0^{3 \cdot \pi/2} \cos\left(\frac{2 \cdot x}{9}\right)^{-2} dx = 7.79423$$

La solución analítica es

$$I := \frac{9 \cdot \sqrt{3}}{2} \quad , \quad I = 7.79423$$

El error numérico puede calcularse como:

$$\int_0^{3 \cdot \pi/2} \cos\left(\frac{2 \cdot x}{9}\right)^{-2} dx - I = 4.26681E - 9$$

Este error depende del valor "Cifras significativas en el resultado" que se puede cambiar en el cuadro de diálogo "Ajustes del documento" disponible en la barra de acciones:



Si este valor aumenta, el umbral que controla la precisión del método Simpson también aumentará.

## 6 Sobre microMathematics Plus

### 6.1 Autores

1. Mikhail Kulesh, mikhail.kulesh@gmail.com
2. Caio Roberto Ramos da Silva (Brazilian Portuguese translation), caiorrs@gmail.com
3. Yubin Hsu (Chinese translation), yubin.taiwan@gmail.com
4. Linsui (Chinese translation), linsui555@gmail.com
5. Diego Sanguinetti (Spanish translation)

### 6.2 Icono de la app

El icono de la aplicación se genera a partir de la siguiente función definida en el sistema de coordenadas polares:

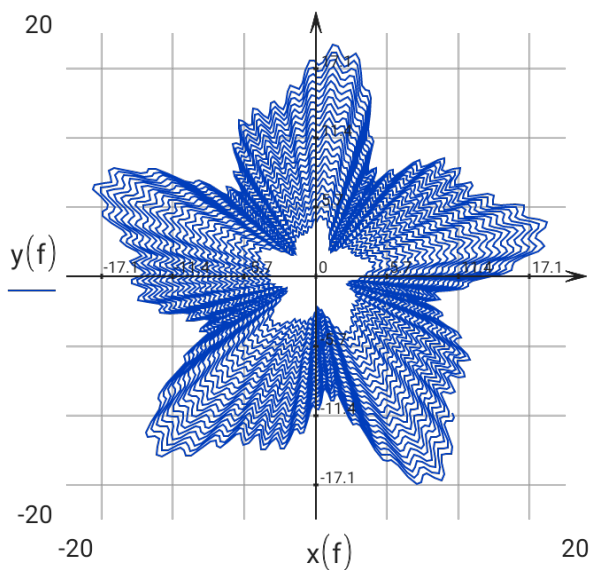
$$f := [0.01, 0.03 \dots 150]$$

$$s(f) := 4 + \sin(5 \cdot f) + \frac{\sin(10 \cdot f)}{2} + \frac{\sin(60 \cdot f)}{6}$$

$$r(f) := 0.9 \cdot (1 + f/50) \cdot s(f)$$

$$x(f) := r(f) \cdot \cos(f)$$

$$y(f) := r(f) \cdot \sin(f)$$



2014-2020, Bremen, Alemania