

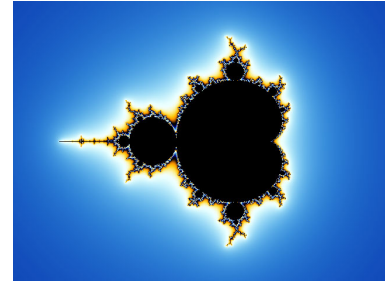
# El conjunto de Mandelbrot

El conjunto de Mandelbrot es uno de los fractales más conocidos y estudiados. Su nombre se debe al matemático Benoit Mandelbrot que los estudió en los años 70.

Se define como el conjunto de los números complejos  $c$  para los cuales el método iterativo

$$z_0 = 0 ; \\ z_n = z_{n-1}^2 + c$$

no es divergente. En la figura puede verse la representación en el plano complejo de este conjunto. Los puntos representados en negro pertenecen al conjunto, el color del resto de los puntos depende de la velocidad con que la serie diverge.



Queremos saber si un número complejo  $c$  pertenece al conjunto de Mandelbrot. Para ello iteraremos la recurrencia anterior  $n$  veces. Si en algún momento el módulo del número complejo obtenido es estrictamente mayor que 2 consideramos que la serie es divergente y dejaremos de iterar. Si, por el contrario se alcanza la  $n$ -ésima iteración sin que el módulo del número complejo sea mayor de 2 entonces supondremos que la serie no es divergente y que por lo tanto el número complejo pertenece al conjunto de Mandelbrot.

## Requisitos de implementación.

En la implementación del problema, se utilizará una clase genérica *complejo* cuya representación serán dos valores del tipo del parámetro.

Se implementará en la clase un constructor que permita inicializar el número complejo, un operador suma (+), un operador producto (\*) y un método que calcule el módulo del número complejo. Estas operaciones se definen como:

$$(a+bi) + (c+di) = (a+c) + (b+d)i; \\ (a+bi) * (c+di) = (a*c-b*d) + (a*d+c*b)i \\ mod(a+bi) = sqrt(a^2 + b^2).$$

La función *sqrt* se encuentra definida en la librería *cmath*.

Para instanciar la clase complejo, se requiere un TADs que tenga definidos los operadores suma (+), resta (-), multiplicación (\*) y un método *sqrt*.

Para resolver el problema se instanciará la clase *complejo* con el tipo *float* que cumple los requisitos anteriores.

## Entrada

La entrada comienza con un número entero mayor o igual que cero que indica el número de casos de prueba que aparecen a continuación. Cada caso de prueba consta de tres valores separados por blancos. Los dos primeros son números reales con dos decimales que indican la parte real y la parte imaginaria del número complejo  $c$ . El tercer valor indica el número de veces que se quiere iterar la recurrencia para decidir si la serie es divergente.

Los datos de entrada cumplen que: la parte real e imaginaria del número  $c$  pertenecen al intervalo  $[-2..2]$  y el número de iteraciones pertenece al intervalo  $[100..500]$ .

## Salida

Para cada caso de prueba se escribe "SI" si el número complejo  $c$  pertenece al conjunto de Mandelbrot y "NO" si no pertenece.

## Entrada de ejemplo

```
2
-1.80 -0.40 400
0.20 -0.20 400
```

## Salida de ejemplo

NO
SI

**Autor:** Isabel Pita.