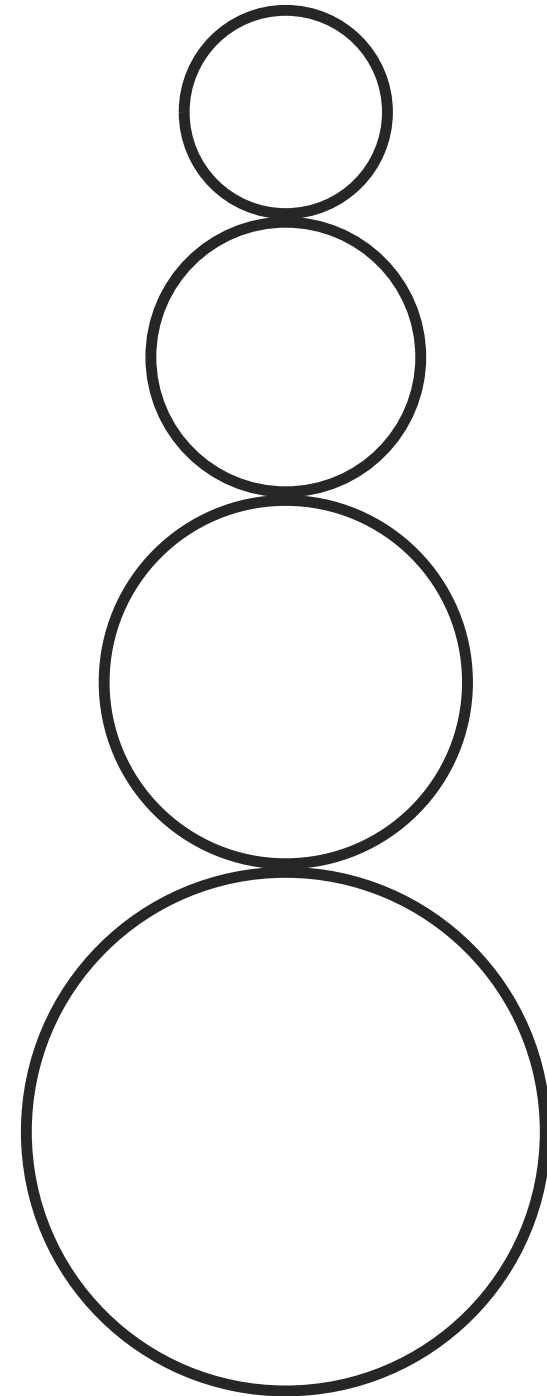
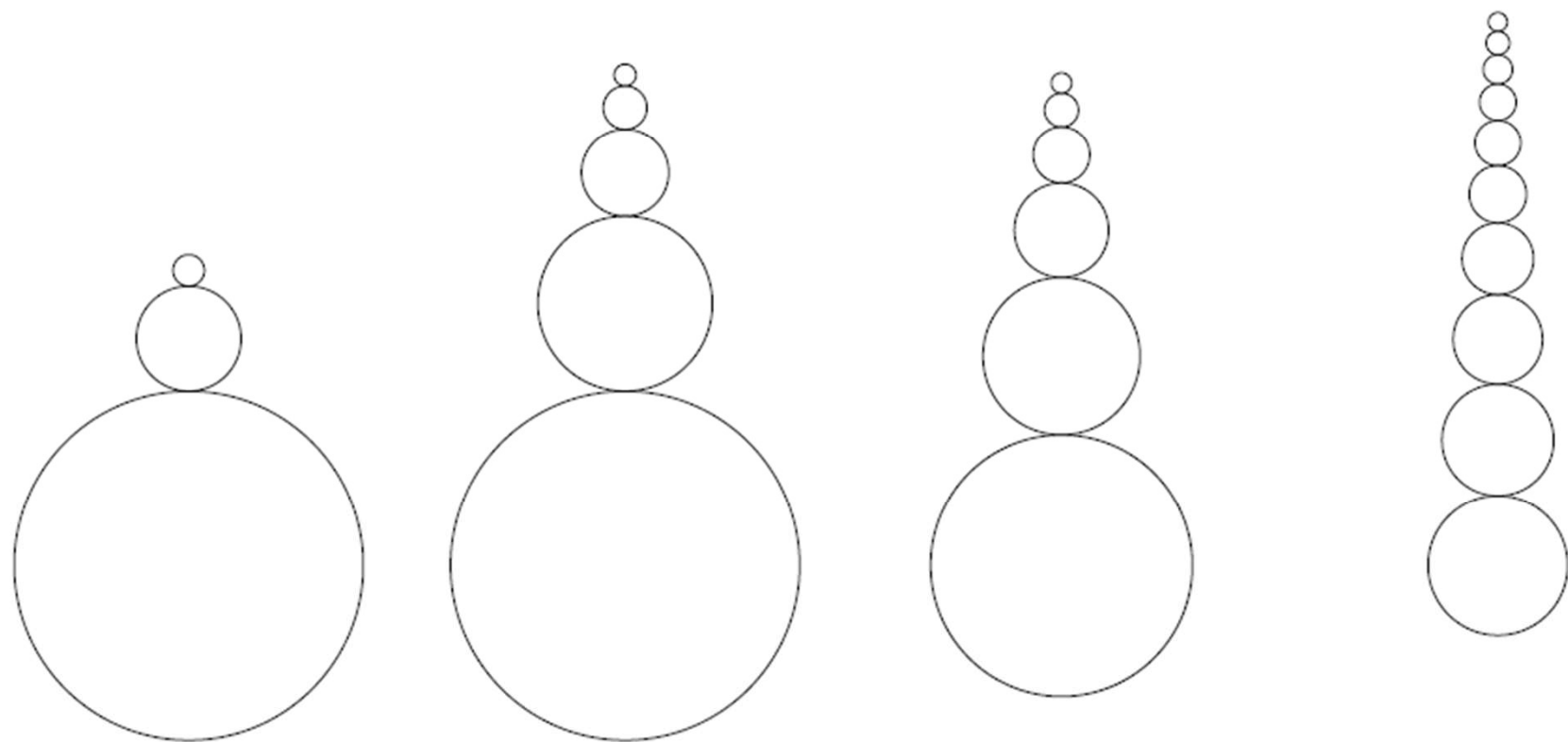

PRÁTICA 3

RECURSÃO

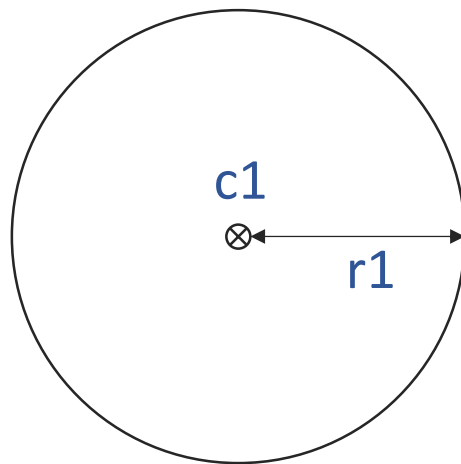


Exercício 3.1.1 Defina uma função `equilibrio_circulos` capaz de criar qualquer uma das figuras apresentadas em seguida:

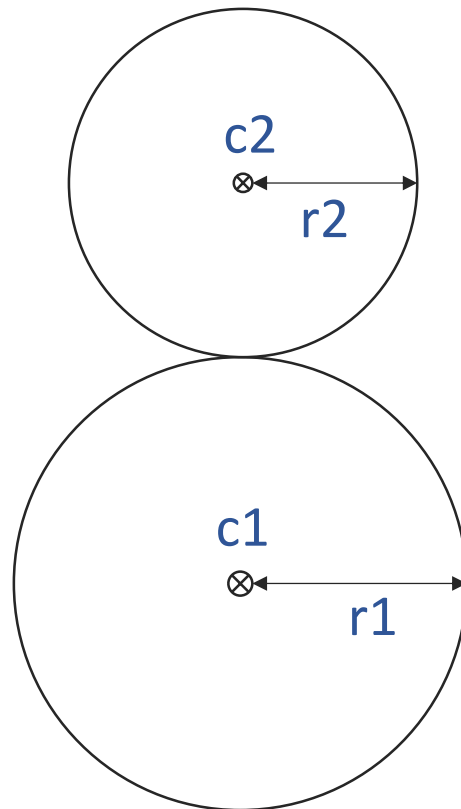


Note que os círculos possuem raios que estão em progressão geométrica de razão f , com $0 < f < 1$. Assim, cada círculo (exceto o primeiro) tem um raio que é o produto de f pelo raio do círculo maior em que está apoiado. O círculo mais pequeno de todos tem raio maior ou igual a 1. A sua função deverá ter como parâmetros o centro e o raio do círculo maior e, ainda, o factor de redução f .

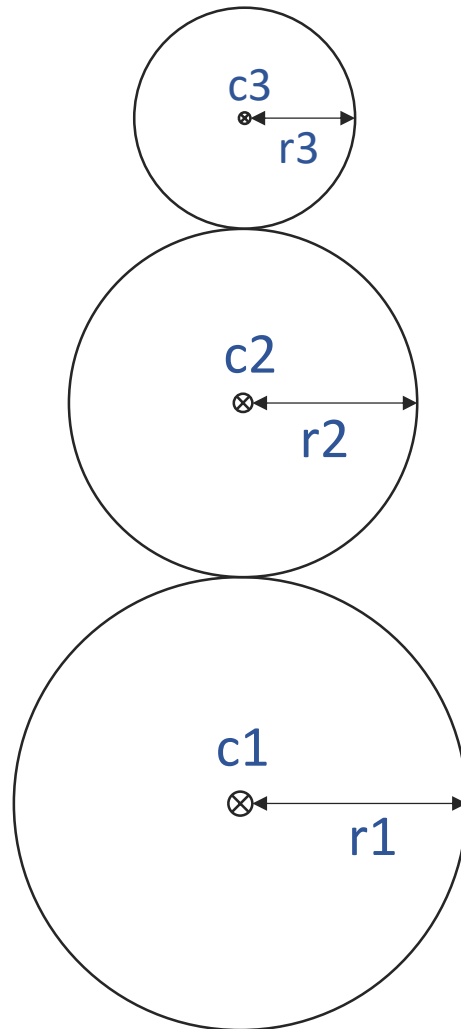
EXERCÍCIO 3.1.1



EXERCÍCIO 3.1.1

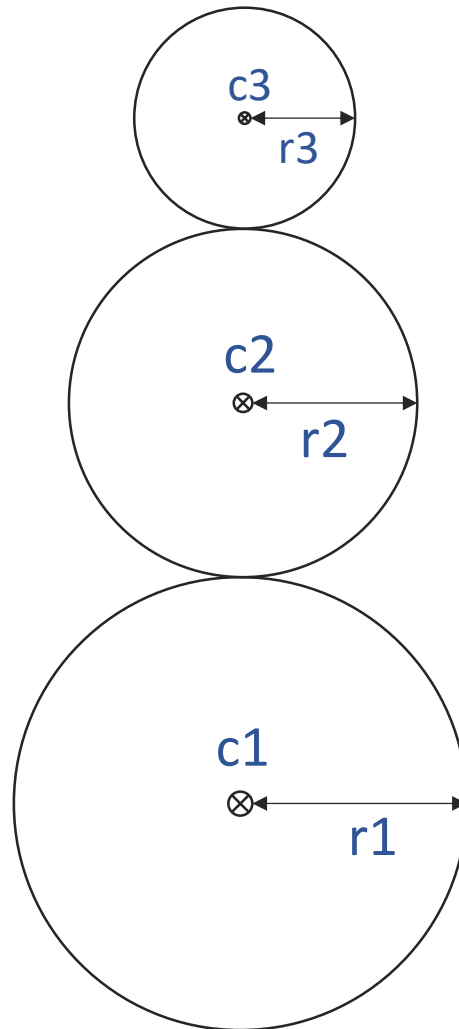


EXERCÍCIO 3.1.1



EXERCÍCIO 3.1.1

STOP!



Quando é que a nossa função deve deixar de desenhar círculos?

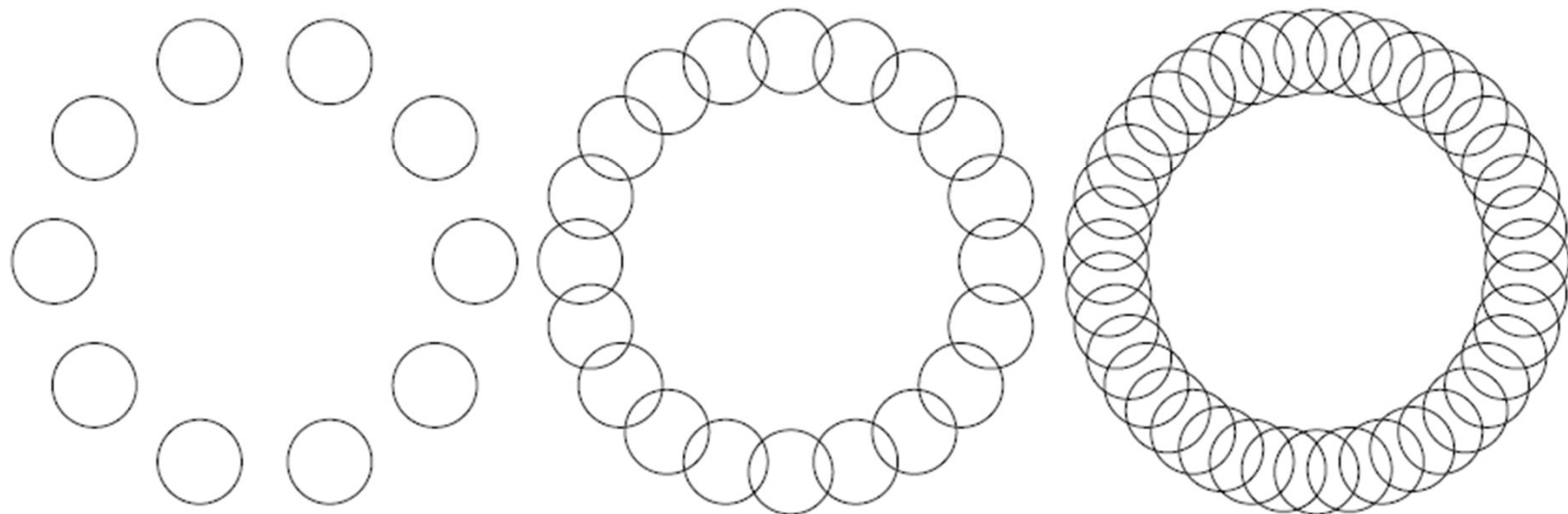
Exercício 3.1.2

Escreva uma função denominada `circulos_radiais` que, a partir das coordenadas p do centro de rotação, do número de círculos n , do raio de translacção r_0 , do raio de circunferência r_1 , do ângulo inicial ϕ e do incremento de ângulo $\Delta\phi$, desenha os círculos tal como apresentados na figura anterior.

Teste a sua função com os seguintes expressões:

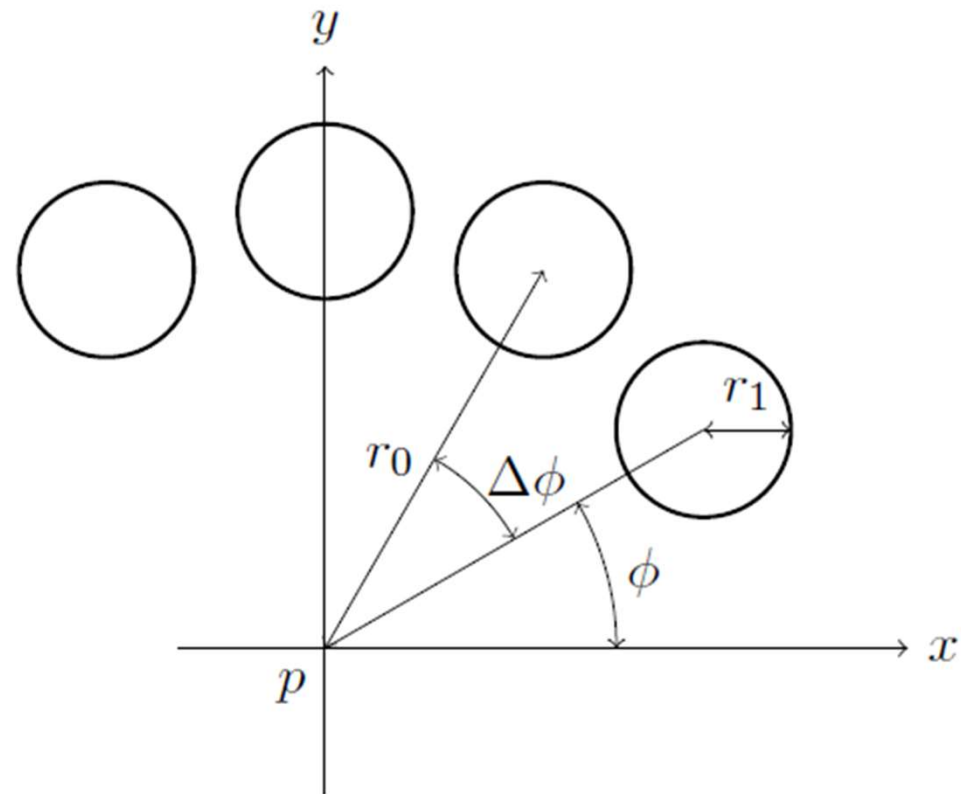
```
circulos_radiais(xy(0, 0), 10, 10, 2, 0, pi/5)
circulos_radiais(xy(25, 0), 20, 10, 2, 0, pi/10)
circulos_radiais(xy(50, 0), 40, 10, 2, 0, pi/20)
```

cuja avaliação deverá gerar a imagem seguinte:



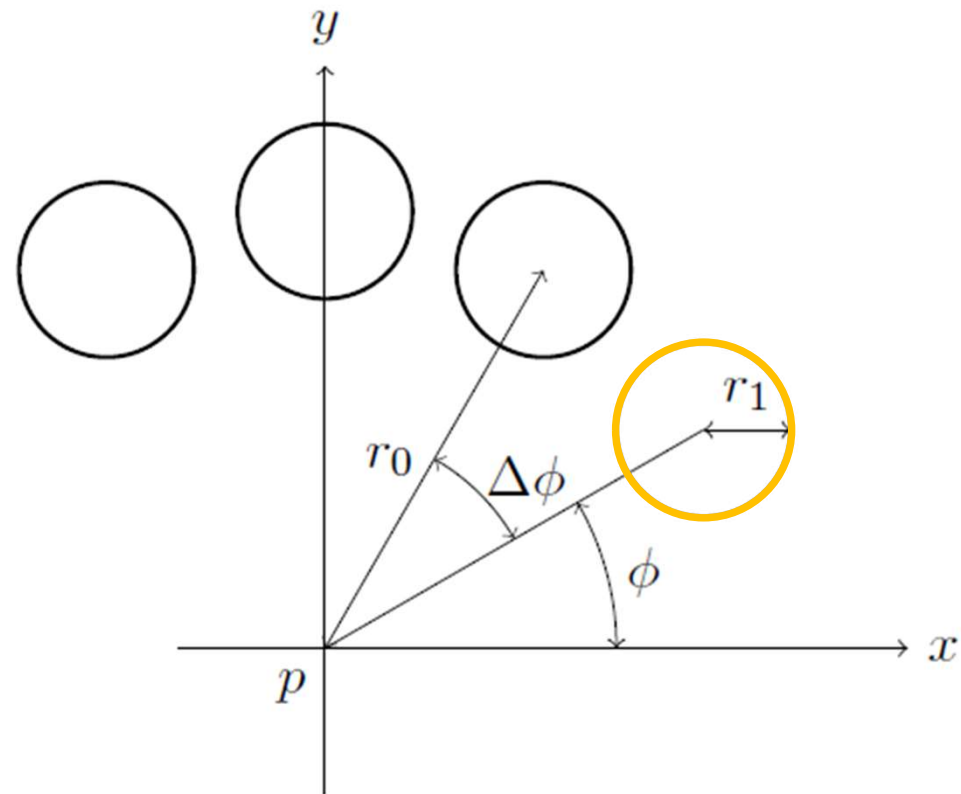
EXERCÍCIO 3.1.2

`circulos_radiais(p, n, r0, r1, phi, delta_phi)`



EXERCÍCIO 3.1.2

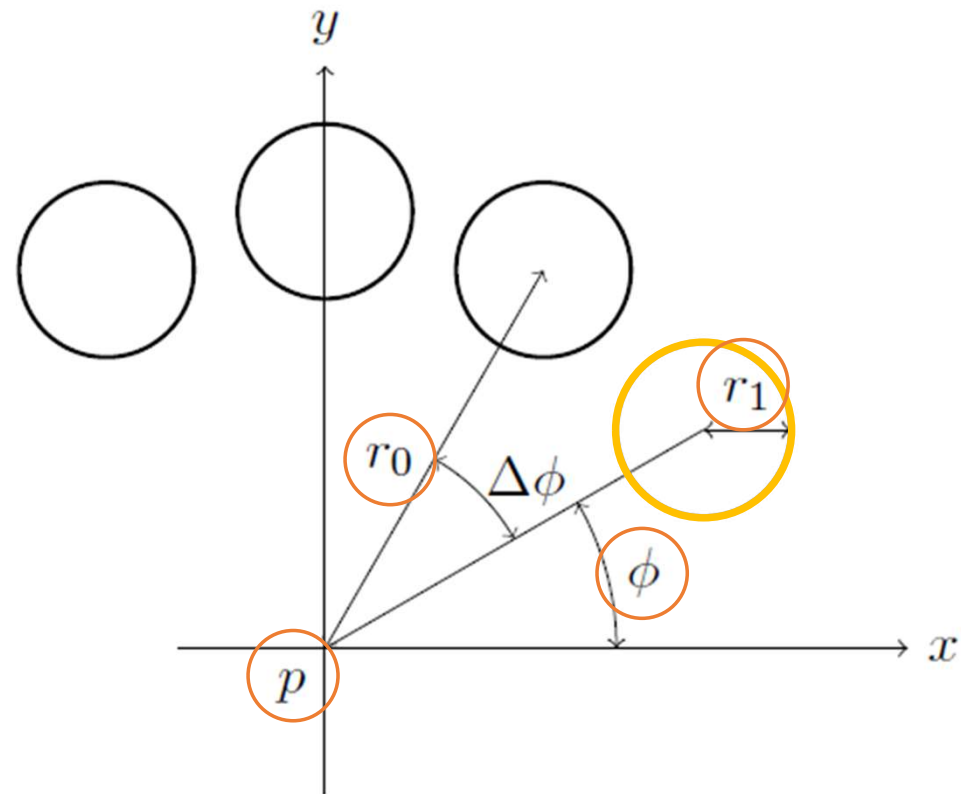
`circulos_radiais(p, n, r0, r1, phi, delta_phi)`



Quais os parâmetros do primeiro círculo?

EXERCÍCIO 3.1.2

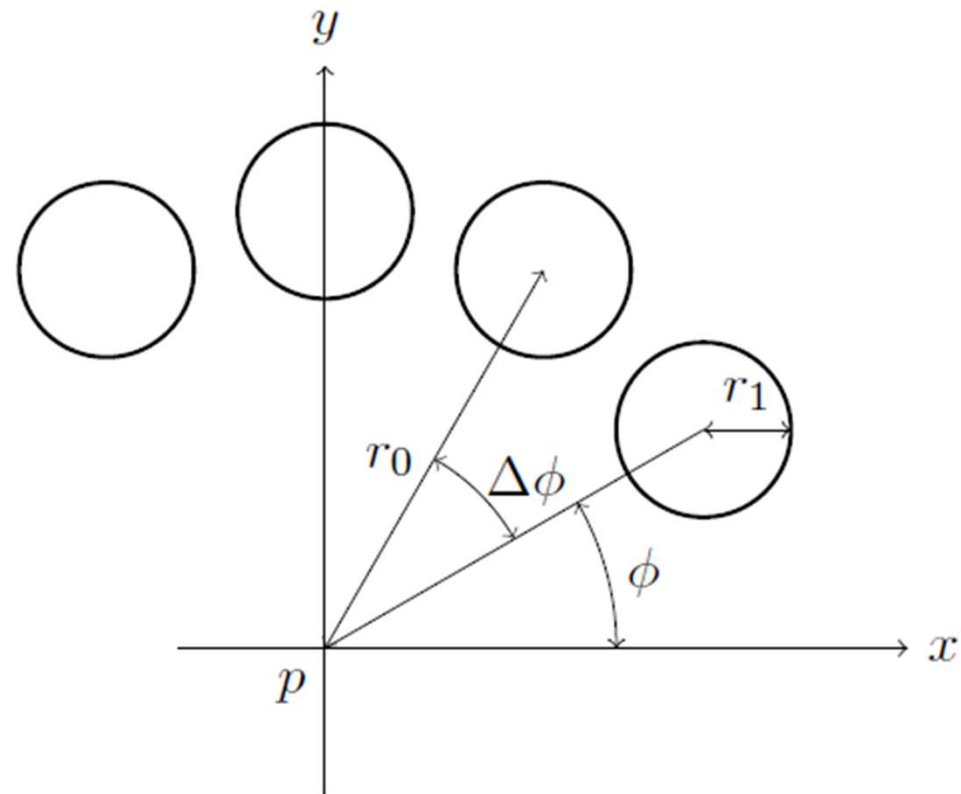
`circulos_radiais(p, n, r0, r1, phi, delta_phi)`



Quais os parâmetros do primeiro círculo?

EXERCÍCIO 3.1.2

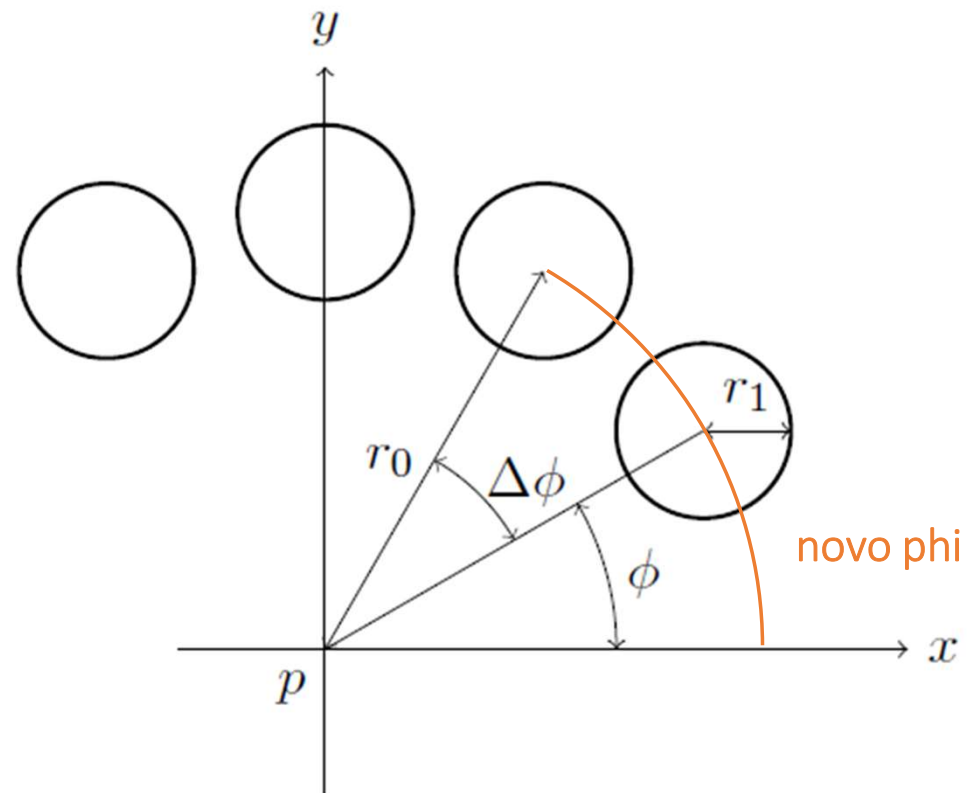
`circulos_radiais(p, n, r0, r1, phi, delta_phi)`



Quais os parâmetros que precisamos de alterar para desenhar o(s) próximo(s) círculo(s)?

EXERCÍCIO 3.1.2

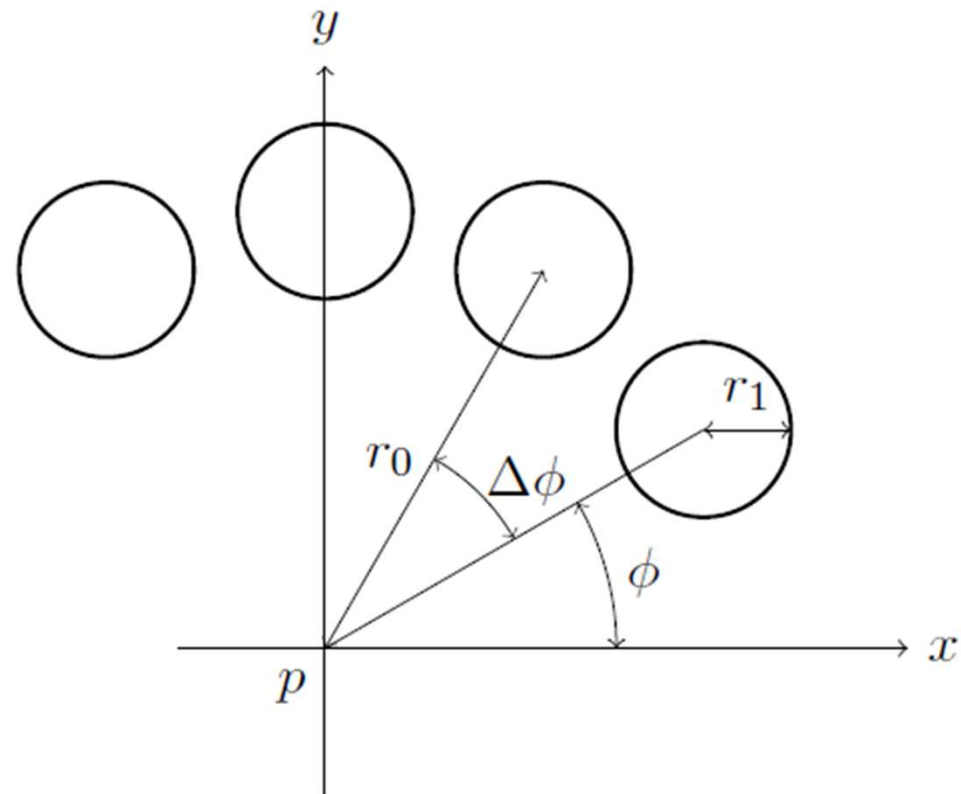
`circulos_radiais(p, n, r0, r1, phi, delta_phi)`



Quais os parâmetros que precisamos de alterar para desenhar o(s) próximo(s) círculo(s)?

EXERCÍCIO 3.1.2

`circulos_radiais(p, n, r0, r1, phi, delta_phi)`



Quando é que a nossa função deve deixar de desenhar círculos?

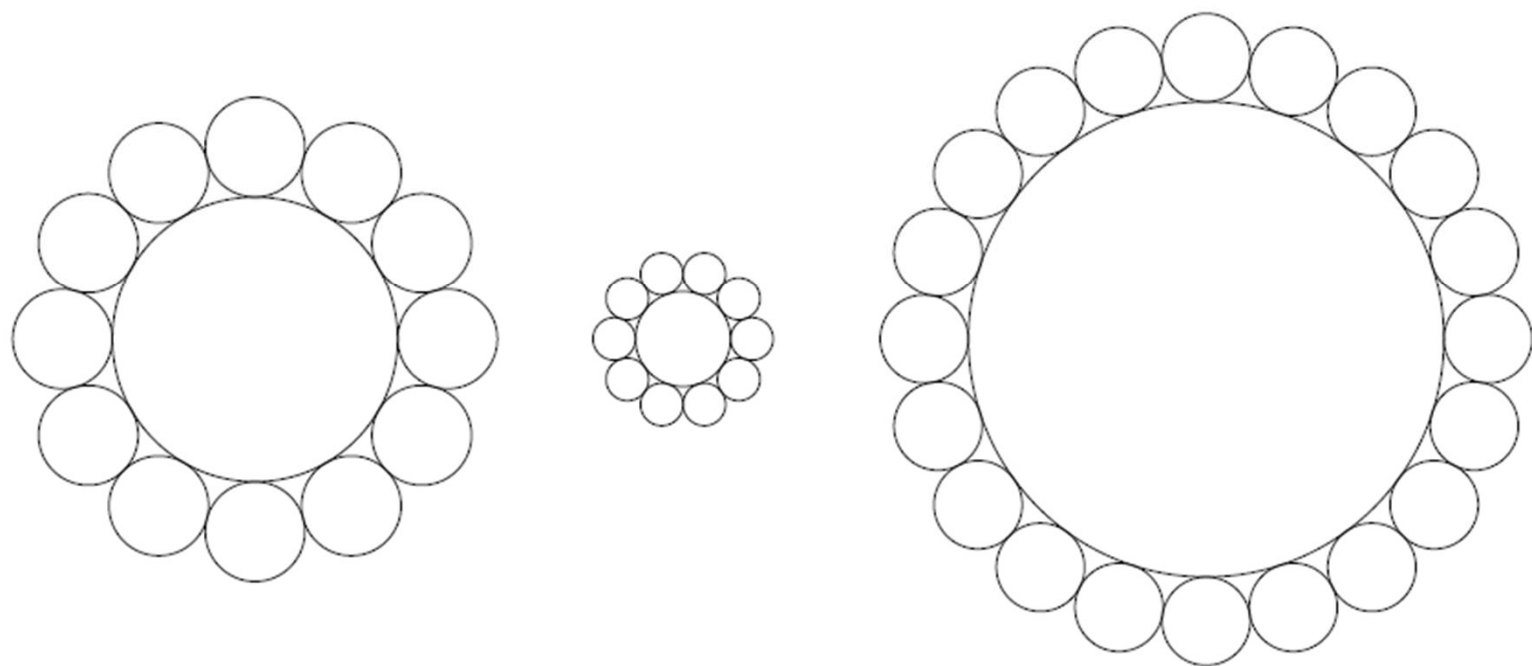
Exercício 3.1.3 Considere o desenho de flores simbólicas compostas por um círculo interior em torno do qual estão dispostos círculos radiais correspondentes a pétalas. Estes círculos deverão ser tangentes uns aos outros e ao círculo interior, tal como se apresenta na seguinte imagem:

Defina a função `flor` que recebe apenas o ponto correspondente ao centro da flor, o raio do círculo interior e o número de pétalas.

Teste a sua função com as expressões

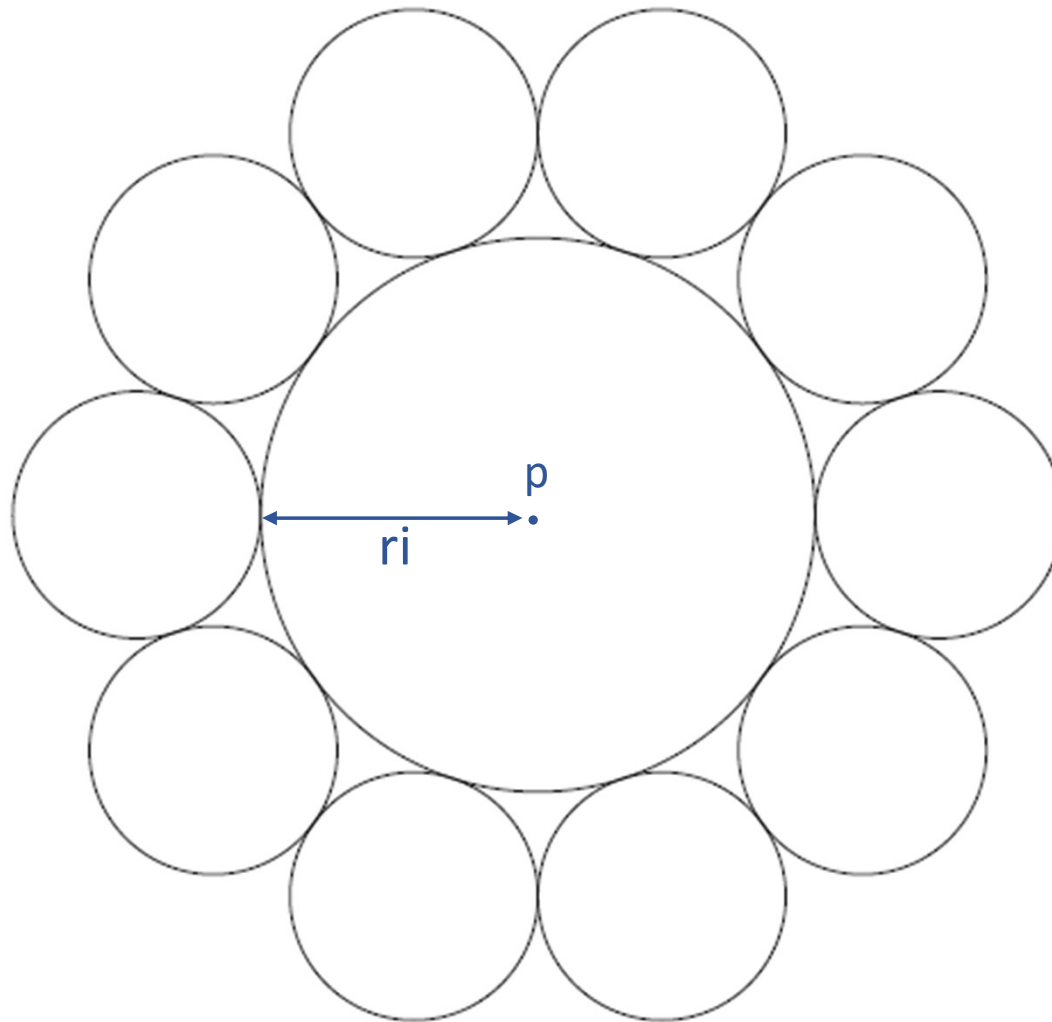
```
flor(xy(0, 0), 5, 10)  
flor(xy(18, 0), 2, 10)  
flor(xy(40, 0), 10, 20)
```

que deverão gerar a imagem seguinte:



EXERCÍCIO 3.1.3

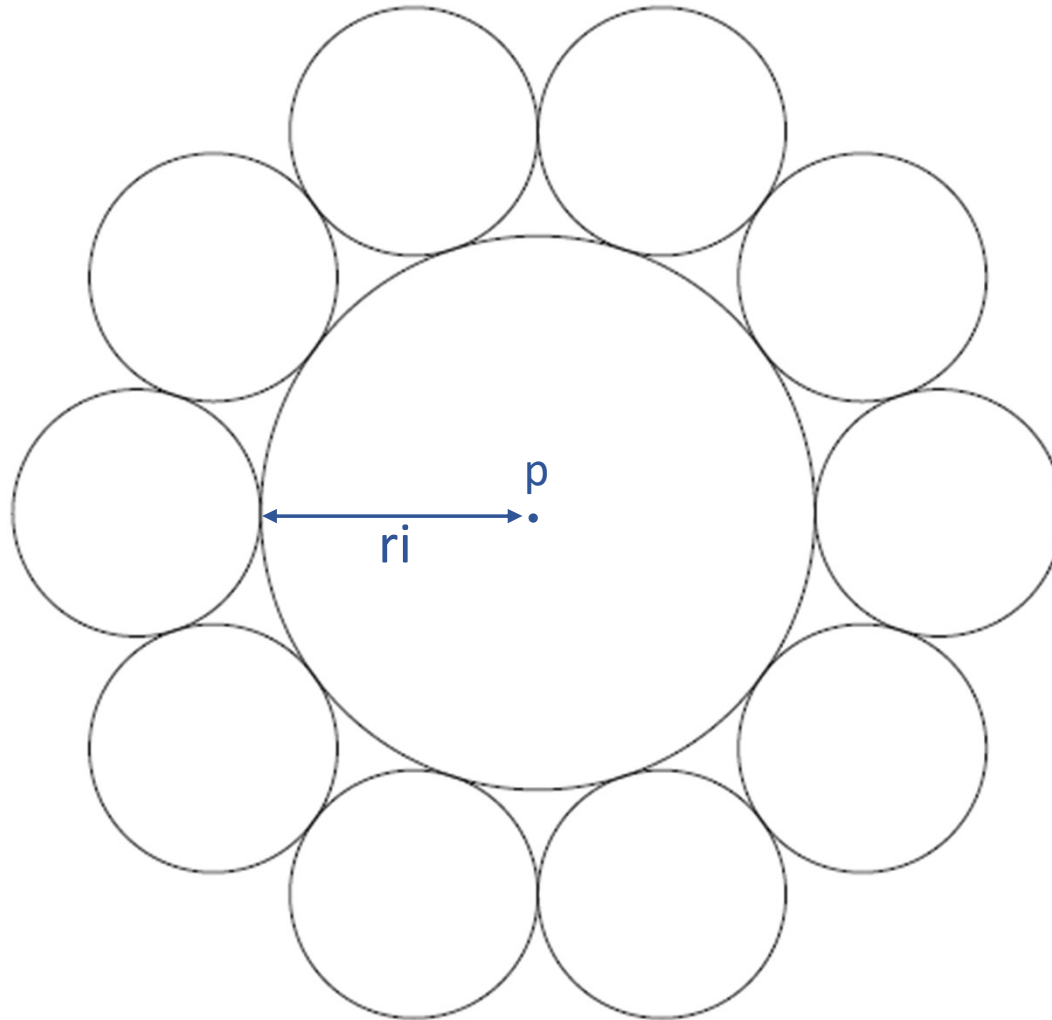
`flor(p, ri, petalas)`



EXERCÍCIO 3.1.3

`flor(p, ri, petalas)`

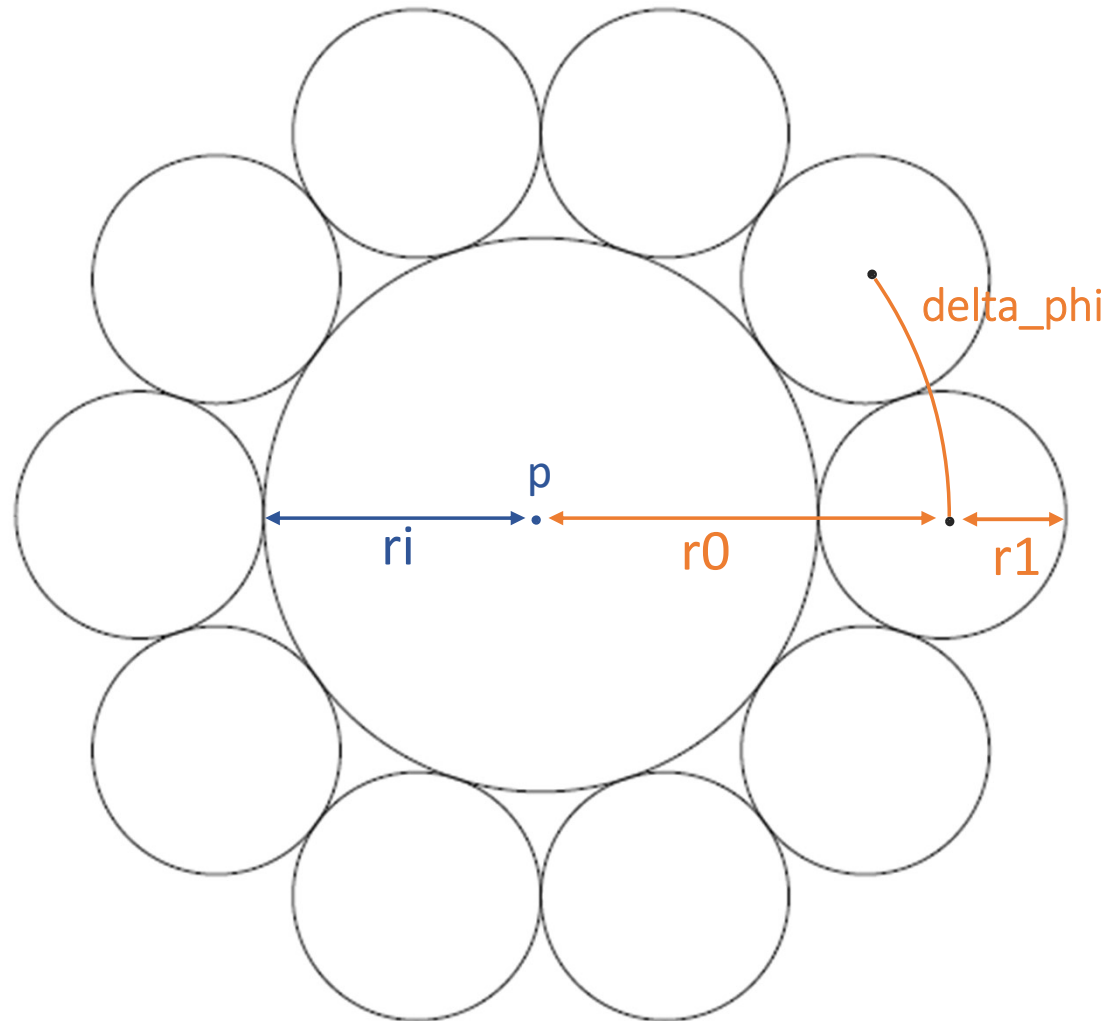
`circulos_radiais(p, n, r0, r1, phi, delta_phi)`



EXERCÍCIO 3.1.3

`flor(p, ri, petalas)`

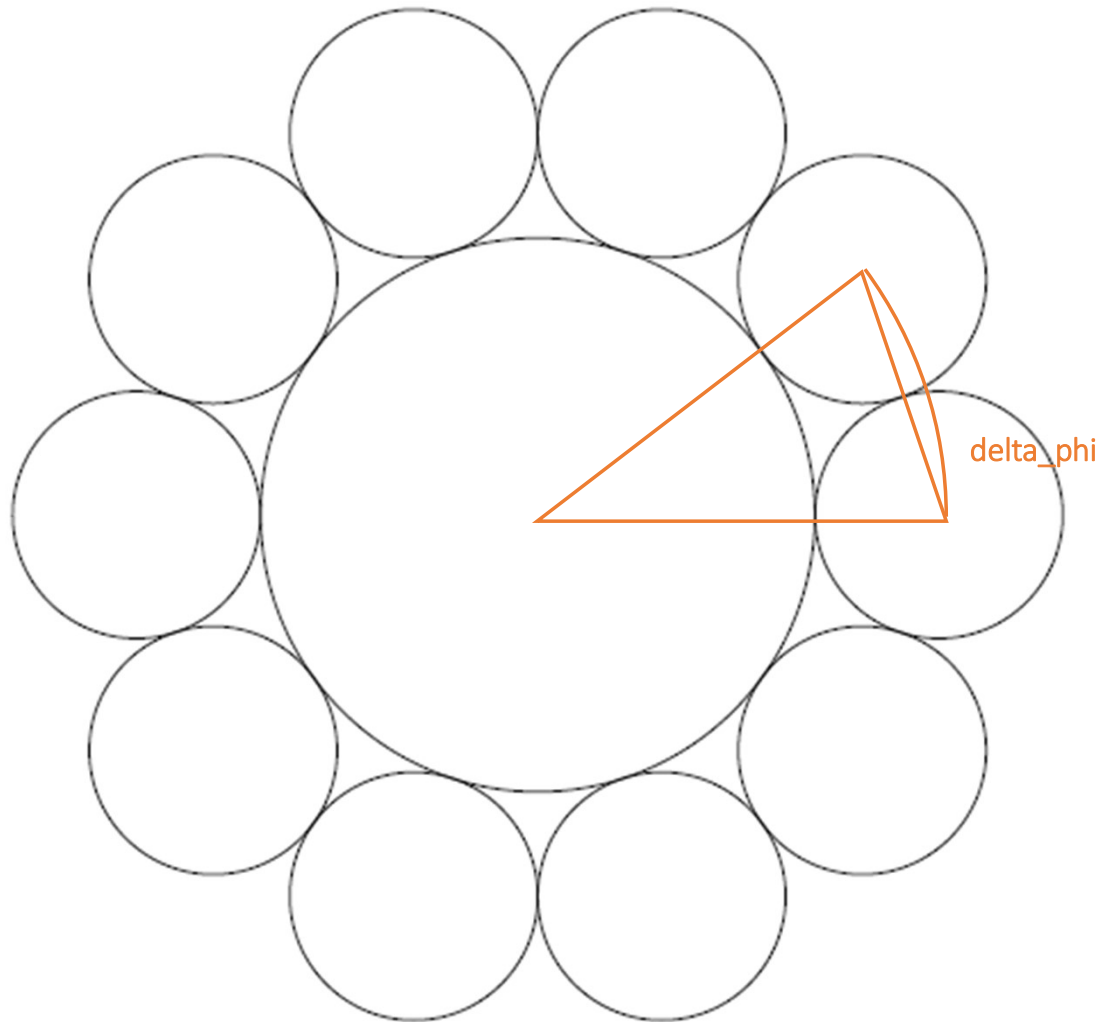
`circulos_radiais(p, n, r0, r1, phi, delta_phi)`



EXERCÍCIO 3.1.3

`flor(p, ri, petalas)`

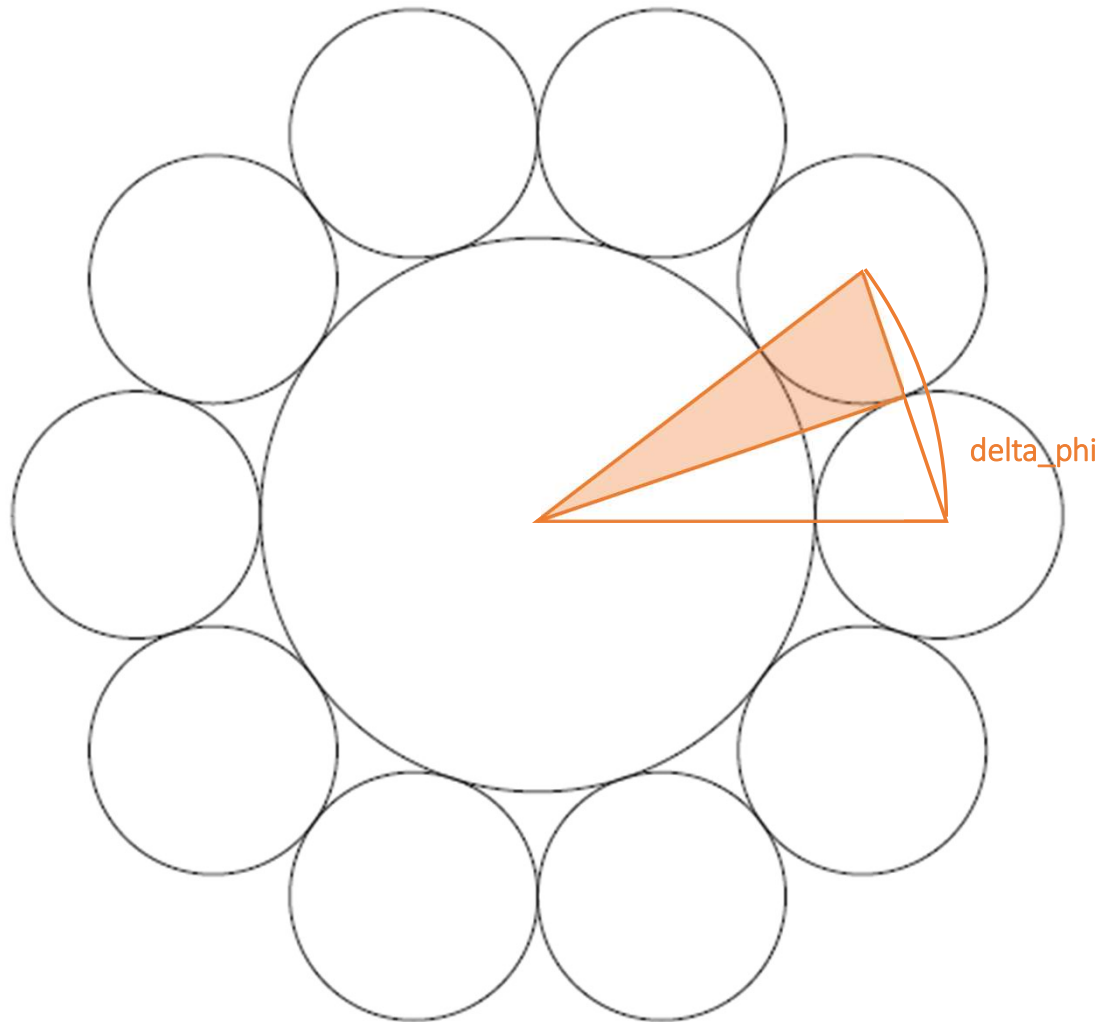
`circulos_radiais(p, n, r0, r1, phi, delta_phi)`



EXERCÍCIO 3.1.3

`flor(p, ri, petalas)`

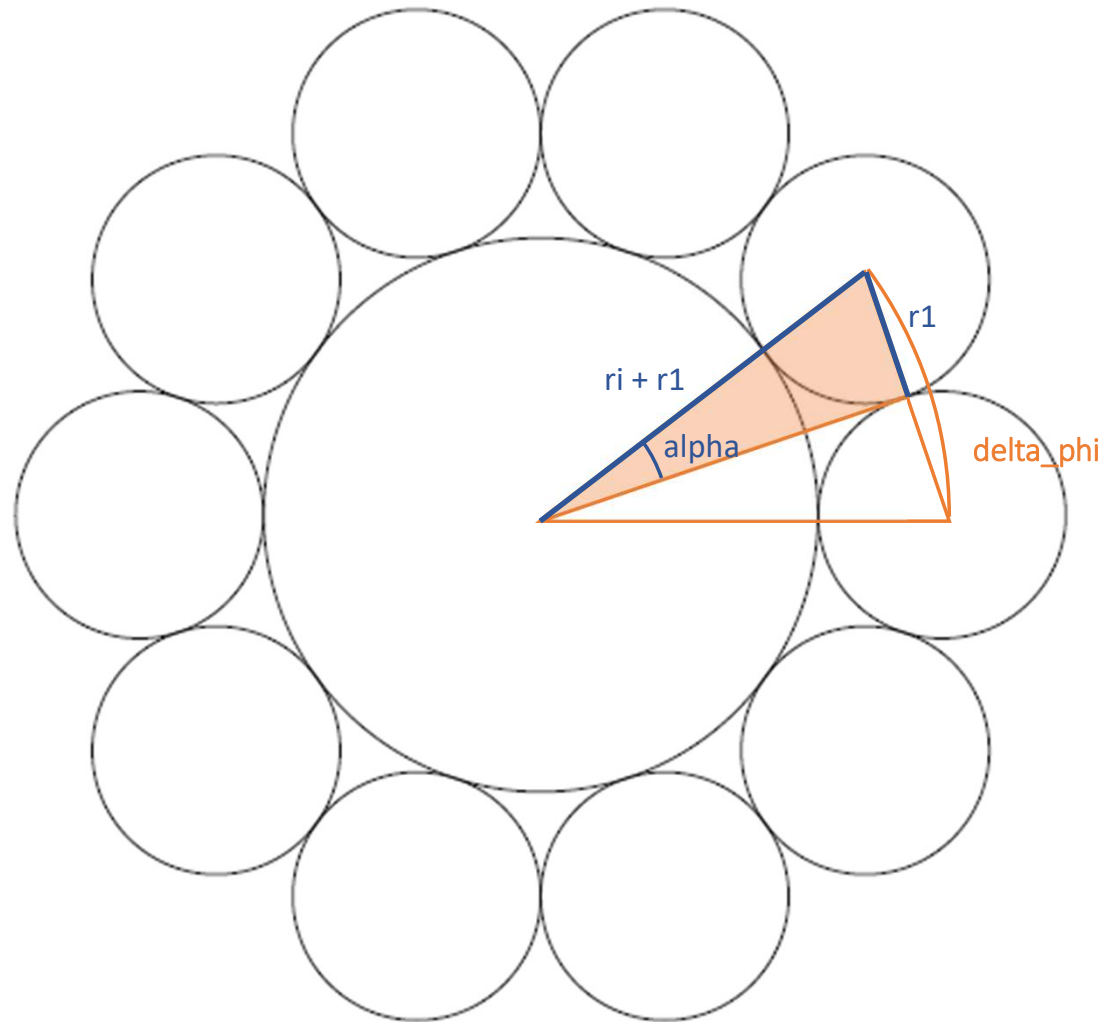
`circulos_radiais(p, n, r0, r1, phi, delta_phi)`



EXERCÍCIO 3.1.3

`flor(p, ri, petalas)`

`circulos_radiais(p, n, r0, r1, phi, delta_phi)`



Exercício 3.1.4 Defina uma função denominada *serra* que, dado um ponto P , um número de dentes, o comprimento c de cada dente e a altura a de cada dente, desenha uma serra com o primeiro dente a começar a partir do ponto P , tal como se vê na imagem seguinte:

