

# Módulo 4 (Intermedio): Generadores

## Generadores, donde encontrarlos

**Generador** - ¿Con qué asocias esta palabra? Quizás se refiere a algún dispositivo electrónico. O tal vez se refiere a una máquina pesada diseñada para producir energía eléctrica u otra cosa.

Un generador de Python es **un fragmento de código especializado capaz de producir una serie de valores y controlar el proceso de iteración**. Esta es la razón por la cual los generadores a menudo se llaman **iteradores**, y aunque hay quienes pueden encontrar una diferencia entre estos dos, aquí los trataremos como uno mismo.

Puede que no te hayas dado cuenta, pero te has topado con generadores muchas, muchas veces antes. Echa un vistazo al fragmento de código:

```
for i in range(5):
    print(i)
```

La función `range()` es un generador, la cual también es un iterador.

¿Cuál es la diferencia?

Una función devuelve un valor bien definido, el cual, puede ser el resultado de una evaluación compleja, por ejemplo, de un polinomio, y se invoca una vez, solo una vez.

Un generador **devuelve una serie de valores**, y en general, se invoca (implícitamente) más de una vez.

En el ejemplo, el generador `range()` se invoca seis veces, proporcionando cinco valores de cero a cuatro.

El proceso anterior es completamente transparente. Vamos a arrojar algo de luz sobre él. Vamos a mostrarte el protocolo iterador.

El **protocolo iterador es una forma en que un objeto debe comportarse para ajustarse a las reglas impuestas por el contexto de las sentencias `for` e `in`**. Un objeto conforme al protocolo iterador se llama iterador.

Un iterador debe proporcionar dos métodos:

- `__iter__()` el cual debe **devolver el objeto en sí** y que se invoca una vez (es necesario para que Python inicie con éxito la iteración).
- `__next__()` el cual debe **devolver el siguiente valor** (primero, segundo, etc.) de la serie deseada: será invocado por las sentencias `for/in` para pasar a la siguiente iteración; si no hay más valores a proporcionar, el método deberá **generar la excepción `StopIteration`**.

¿Suena extraño? De ninguna manera:

```
class Fib:
    def __init__(self, nn):
        print("__init__")
        self.__n = nn
        self.__i = 0
        self.__p1 = self.__p2 = 1

    def __iter__(self):
```

```
print("__iter__")
return self

def __next__(self):
    print("__next__")
    self.__i += 1
    if self.__i > self.__n:
        raise StopIteration
    if self.__i in [1, 2]:
        return 1
    ret = self.__p1 + self.__p2
    self.__p1, self.__p2 = self.__p2, ret
    return ret

for i in Fib(10):
    print(i)
```

Hemos creado una clase capaz de iterar a través de los primeros n valores (donde n es un parámetro del constructor) de los números de Fibonacci.

Permítenos recordarte: los números de Fibonacci(Fibi) se definen de la siguiente manera:

Fib<sub>1</sub>

**1**

Fib<sub>2</sub>

**1**

Fib<sub>i</sub>

**Fib<sub>i</sub> = Fib<sub>i-1</sub> + Fib<sub>i-2</sub>**

En otras palabras:

- Los primeros dos números de la serie Fibonacci son 1.
- Cualquier otro número de Fibonacci es la suma de los dos anteriores (por ejemplo, Fib3 = 2, Fib4 = 3, Fib5 = 5, y así sucesivamente).

Vamos a ver el código:

- Las líneas 2 a 6: el constructor de la clase imprime un mensaje (lo usaremos para rastrear el comportamiento de la clase), se preparan algunas variables: (\_\_n para almacenar el límite de la serie, \_\_i

para rastrear el número actual de la serie Fibonacci, y `_p1` junto con `_p2` para guardar los dos números anteriores).

- Las líneas 8 a 10: el método `_iter_` está obligado a devolver el objeto iterador en sí mismo; su propósito puede ser un poco ambiguo aquí, pero no hay misterio; trata de imaginar un objeto que no sea un iterador (por ejemplo, es una colección de algunas entidades), pero uno de sus componentes es un iterador capaz de escanear la colección; el método `_iter_` debe **extraer el iterador y confiarle la ejecución del protocolo de iteración**; como puedes ver, el método comienza su acción imprimiendo un mensaje.
- Las líneas 12 a 21: el método `_next_` es responsable de crear la secuencia; es algo largo, pero esto debería hacerlo más legible; primero, imprime un mensaje, luego actualiza el número de valores deseados y, si llega al final de la secuencia, el método interrumpe la iteración al generar la excepción `StopIteration`; el resto del código es simple y refleja con precisión la definición que te mostramos anteriormente.
- Las líneas 24 y 25 hacen uso del iterador.

El código produce el siguiente resultado:

```
__init__
__iter__
__next__
1
__next__
1
__next__
2
__next__
3
__next__
5
__next__
8
__next__
13
__next__
21
__next__
34
__next__
55
__next__
```

Observa:

- El objeto iterador se instancia primero.
- Después, Python invoca el método `_iter_` para acceder al iterador real.
- El método `_next_` se invoca once veces: las primeras diez veces produce valores útiles, mientras que la última finaliza la iteración.

El ejemplo muestra una solución donde el **objeto iterador es parte de una clase más compleja**.

```
class Fib:
    def __init__(self, nn):
        self._n = nn
        self._i = 0
        self._p1 = self._p2 = 1
```

```
def __iter__(self):
    print("Fib iter")
    return self

def __next__(self):
    self.__i += 1
    if self.__i > self.__n:
        raise StopIteration
    if self.__i in [1, 2]:
        return 1
    ret = self.__p1 + self.__p2
    self.__p1, self.__p2 = self.__p2, ret
    return ret

class Class:
    def __init__(self, n):
        self.__iter = Fib(n)

    def __iter__(self):
        print("Class iter")
        return self.__iter

object = Class(8)

for i in object:
    print(i)
```

El código no es sofisticado, pero presenta el concepto de una manera clara.

Echa un vistazo al código en el editor.

Hemos colocado el iterador *Fib* dentro de otra clase (podemos decir que lo hemos compuesto dentro de la clase *Class*). Se instancia junto con el objeto de *Class*.

El objeto de la clase se puede usar como un iterador cuando (y solo cuando) responde positivamente a la invocación `__iter__` - esta clase puede hacerlo, y si se invoca de esta manera, proporciona un objeto capaz de obedecer el protocolo de iteración.

Es por eso que la salida del código es la misma que anteriormente, aunque el objeto de la clase *Fib* no se usa explícitamente dentro del contexto del bucle *for*.

```
Class iter
1
1
2
3
5
8
13
21
```

## La sentencia yield

El protocolo iterador no es difícil de entender y usar, pero también es indiscutible que **el protocolo es bastante inconveniente**.

La principal molestia que tiene es que **necesita guardar el estado de la iteración en las invocaciones subsecuentes de `_iter_`**.

Por ejemplo, el iterador *Fib* se ve obligado a almacenar con precisión el lugar en el que se detuvo la última invocación (es decir, el número evaluado y los valores de los dos elementos anteriores). Esto hace que el código sea más grande y menos comprensible.

Es por eso que Python ofrece una forma mucho más efectiva, conveniente y elegante de escribir iteradores.

El concepto se basa fundamentalmente en un mecanismo muy específico proporcionado por la palabra clave reservada *yield*.

Se puede ver a la palabra clave reservada *yield* como un hermano más inteligente de la sentencia *return*, con una diferencia esencial.

Echa un vistazo a esta función:

```
def fun(n):
    for i in range(n):
        return i
```

Se ve extraño, ¿no? Está claro que el bucle *for* no tiene posibilidad de terminar su primera ejecución, ya que el *return* lo romperá irrevocablemente.

Además, invocar la función no cambiará nada: el bucle *for* comenzará desde cero y se romperá inmediatamente.

Podemos decir que dicha función no puede guardar y restaurar su estado en invocaciones posteriores.

Esto también significa que una función como esta **no se puede usar como generador**.

Hemos reemplazado exactamente una palabra en el código, ¿puedes verla?

```
def fun(n):
    for i in range(n):
        yield i
```

Hemos puesto *yield* en lugar de *return*. Esta pequeña enmienda convierte la función en un generador, y el ejecutar la sentencia *yield* tiene algunos efectos muy interesantes.

Primeramente, proporciona el valor de la expresión especificada después de la palabra clave reservada *yield*, al igual que *return*, pero no pierde el estado de la función.

Todos los valores de las variables están congelados y esperan la próxima invocación, cuando se reanuda la ejecución (no desde cero, como ocurre después de un *return*).

Hay una limitación importante: dicha **función no debe invocarse explícitamente** ya que no es una función; **es un objeto generador**.

La invocación devolverá **el identificador del objeto**, no la serie que esperamos del generador.

Debido a las mismas razones, la función anterior (la que tiene el *return*) solo se puede invocar explícitamente y

no se debe usar como generador.

## Cómo construir un generador:

Permítenos mostrarte el nuevo generador en acción.

Así es como podemos usarlo:

```
def fun(n):
    for i in range(n):
        yield i

for v in fun(5):
    print(v)
```

¿Puedes adivinar la salida?

```
0
1
2
3
4
```

## Cómo construir tu propio generador

¿Qué pasa si necesitas un **generador para producir las primeras n potencias de 2** ?

Nada difícil. Solo mira el código en el editor.

```
def powers_of_2(n):
    power = 1
    for i in range(n):
        yield power
        power *= 2

for v in powers_of_2(8):
    print(v)
```

¿Puedes adivinar la salida? Ejecuta el código para verificar tus conjeturas.

## Listas por comprensión

Los generadores también se pueden usar con **listas por comprensión**, justo como aquí:

```
def powers_of_2(n):
    power = 1
    for i in range(n):
        yield power
```

```
power *= 2
```

```
t = [x for x in powers_of_2(5)]
print(t)
```

Ejecuta el ejemplo y verifica la salida.

## La función list()

La función `list()` puede transformar una serie de invocaciones de generador subsecuentes en una **lista real**:

```
def powers_of_2(n):
    power = 1
    for i in range(n):
        yield power
        power *= 2

t = list(powers_of_2(3))
print(t)
```

Nuevamente, intenta predecir el resultado y ejecuta el código para verificar tus predicciones.

## El operador in

Además, el contexto creado por el operador `in` también te permite usar un generador.

El ejemplo muestra cómo hacerlo:

```
def powers_of_2(n):
    power = 1
    for i in range(n):
        yield power
        power *= 2

for i in range(20):
    if i in powers_of_2(4):
        print(i)
```

¿Cuál es la salida del código? Ejecuta el programa y verifica.

## El generador de números Fibonacci

Ahora veamos un generador de números de la serie Fibonacci, asegurandonos que se vea mucho mejor que la versión orientada a objetos basada en la implementación directa del protocolo iterador.

Aquí está:

```
def fibonacci(n):
    p = pp = 1
```

```
for i in range(n):
    if i in [0, 1]:
        yield 1
    else:
        n = p + pp
        pp, p = p, n
        yield n

fibs = list(fibonacci(10))
print(fibs)
```

Adivina la salida (una lista) producida por el generador y ejecuta el código para verificar si tenías razón.

Debes poder recordar las reglas que rigen la creación y el uso de un fenómeno de Python llamado **listas por comprensión: una forma simple de crear listas y sus contenidos**.

```
list_1 = []

for ex in range(6):
    list_1.append(10 ** ex)

list_2 = [10 ** ex for ex in range(6)]

print(list_1)
print(list_2)
```

Existen dos partes dentro del código, ambas crean una lista que contiene algunas de las primeras potencias naturales de diez.

La primer parte utiliza una forma rutinaria del bucle *for*, mientras que la segunda hace uso de listas por comprensión y construye la lista en el momento, sin necesidad de un bucle o cualquier otro código.

Pareciera que la lista se crea dentro de sí misma; esto es falso, ya que Python tiene que realizar casi las mismas operaciones que en la primera parte, pero el segundo formalismo es simplemente más elegante y le evita al lector cualquier detalle innecesario.

El ejemplo genera dos líneas idénticas que contienen el siguiente texto:

```
[1, 10, 100, 1000, 10000, 100000]
[1, 10, 100, 1000, 10000, 100000]
```

Hay una sintaxis muy interesante que queremos mostrarte ahora. Su usabilidad no se limita a listas por comprensión.

Es una **expresión condicional: una forma de seleccionar uno de dos valores diferentes en función del resultado de una expresión Booleana**.

Observa:

```
expresión_uno if condición else expresión_dos
```

Puede parecer un poco sorprendente a primera vista, pero hay que tener en cuenta que **no es una instrucción condicional**. Además, no es una instrucción en lo absoluto. Es un operador.

El valor que proporciona es *expresión\_uno* cuando la condición es *True* (verdadero), y *expresión\_dos* cuando sea

falso.

```
the_list = []

for x in range(10):
    the_list.append(1 if x % 2 == 0 else 0)

print(the_list)
```

El código llena una lista con *unos* y *ceros*, si el índice de un elemento particular es impar, el elemento se establece a 0, y a 1 de lo contrario.

¿Simple? Quizás no a primera vista. ¿Elegante? Indiscutiblemente.

¿Se puede usar el mismo truco dentro de una comprensión de lista? Sí, por supuesto.

```
the_list = [1 if x % 2 == 0 else 0 for x in range(10)]

print(the_list)
```

Compacto y elegante: estas dos palabras vienen a la mente al mirar el código.

Entonces, ¿qué tienen en común, generadores y listas por comprensión? ¿Hay alguna conexión entre ellos? Si. Una conexión algo suelta, pero inequívoca.

Solo un cambio puede **convertir cualquier comprensión en un generador**.

## Listas por comprensión frente a generadores

Ahora observa el código a continuación y ve si puedes encontrar el detalle que convierte una comprensión de lista en un generador:

```
the_list = [1 if x % 2 == 0 else 0 for x in range(10)]
the_generator = (1 if x % 2 == 0 else 0 for x in range(10))

for v in the_list:
    print(v, end=" ")
print()

for v in the_generator:
    print(v, end=" ")
print()
```

Son los **paréntesis**. Los corchetes hacen una comprensión, los paréntesis hacen un generador.

El código, cuando se ejecuta, produce dos líneas idénticas:

```
1 0 1 0 1 0 1 0 1 0
1 0 1 0 1 0 1 0 1 0
```

¿Cómo puedes saber que la segunda asignación crea un generador, no una lista?

Hay algunas pruebas que podemos mostrarte. Aplica la función `len()` a ambas entidades.

`len(the_list)` dará como resultado 10. Claro y predecible. `len(the_generator)` generará una excepción,

y verás el siguiente mensaje:

```
TypeError: object of type 'generator' has no len()
```

Por supuesto, guardar la lista o el generador no es necesario; puedes crearlos exactamente en el lugar donde los necesites, justo como aquí:

```
for v in [1 if x % 2 == 0 else 0 for x in range(10)]:  
    print(v, end=" ")  
print()  
  
for v in (1 if x % 2 == 0 else 0 for x in range(10)):  
    print(v, end=" ")  
print()
```

Nota: la misma apariencia de la salida no significa que ambos bucles funcionen de la misma manera. En el primer bucle, la lista se crea (y se itera) como un todo; en realidad, existe cuando se ejecuta el bucle.

En el segundo bucle, no hay ninguna lista, solo hay valores subsecuentes producidos por el generador, uno por uno.

Realiza tus propios experimentos.

<https://edube.org/learn/python-essentials-2-esp/generadores-y-cierres-22>

From:  
<https://miguelangel.torresegea.es/wiki/> - miguel angel torres egea



Permanent link:  
<https://miguelangel.torresegea.es/wiki/info:cursos:netacad:python:pe2m4:generadores?rev=1657119665>

Last update: **06/07/2022 08:01**