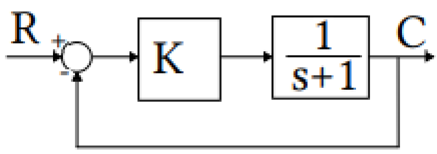
Ejercicio 1

Dibujar la respuesta temporal del sistema de la figura siguiente para una entrada escalón unidad para los valores de ganancia

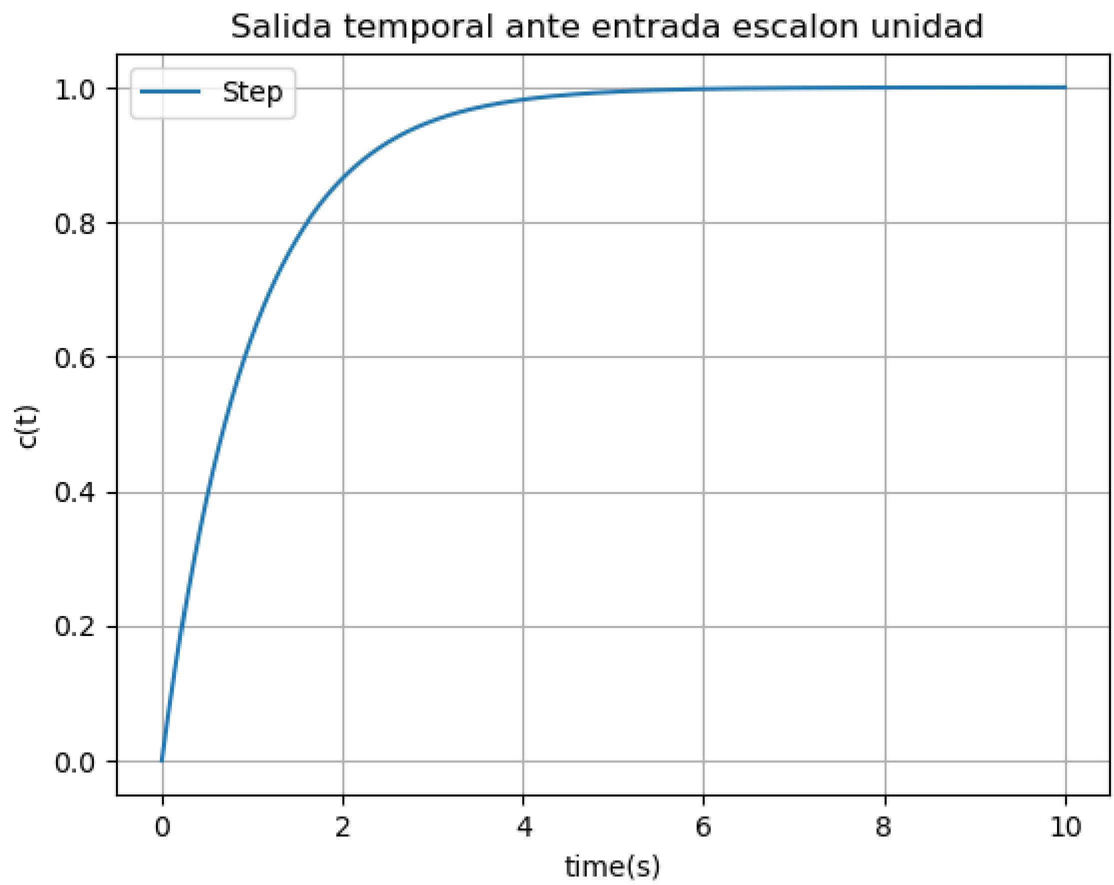
$$K = 1, 2, 3$$

Nota: las tres respuestas deben dibujarse en la misma gráfica



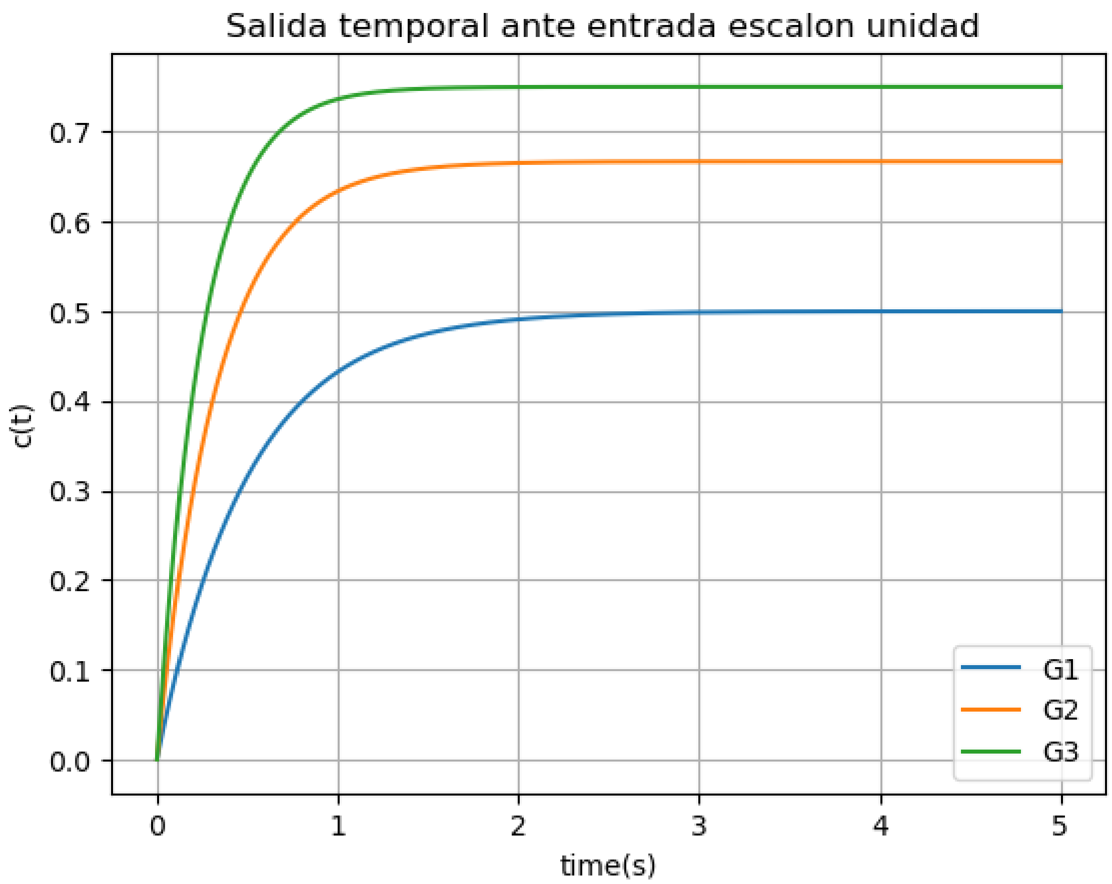
In [1]:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import control as ct
t = np.linspace(0, 10, 1000)
G = ct.tf([1], [1, 1])
t1, G1 = ct.step_response(G, t)
plt.plot(t1, G1)
plt.legend(['Step'])
plt.ylabel('c(t)')
plt.xlabel('time(s)')
plt.title('Salida temporal ante entrada escalon unidad ')
plt.grid()
plt.show()
```



In [2]:

```
G_1=ct.tf([1],[1, 1+1])
G_2=ct.tf([2],[1, 1+2])
G_3=ct.tf([3],[1, 1+3])

t = np.linspace(0, 5, 1000)

t1, G1 = ct.step_response(G_1, t)
t1, G2 = ct.step_response(G_2, t)
t1, G3 = ct.step_response(G_3, t)

plt.plot(t1, G1)
plt.plot(t1, G2)
plt.plot(t1, G3)
plt.legend(['G1','G2','G3'])
plt.ylabel('c(t)')
plt.xlabel('time(s)')
plt.title('Salida temporal ante entrada escalon unidad ')
plt.grid()
plt.show()
```



In [3]:

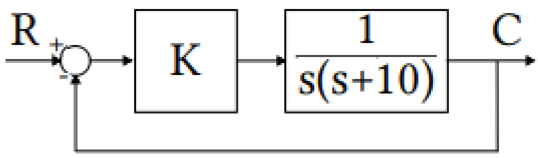
```
print('G1(s)=',G_3)
```

```
G1(s)=
  3
-----
s + 4
```

Ejercicio 2

Dibujar la respuesta temporal del sistema de la siguiente figura para una entrada escalón unidad y valores de $K = 10, 50, 100$.

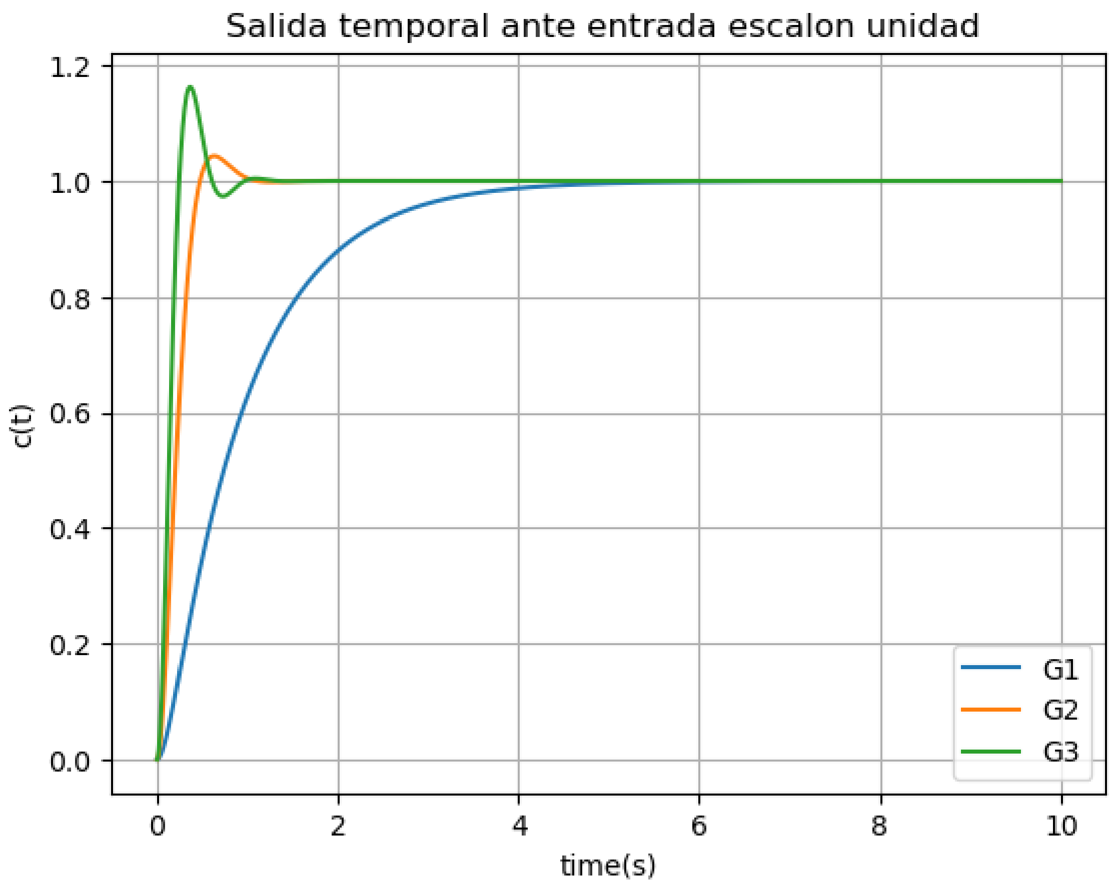
Calcular el valor de K que consigue que el sistema sea críticamente amortiguado.



críticamente amortiguado -> $\zeta = 1$

In [4]:

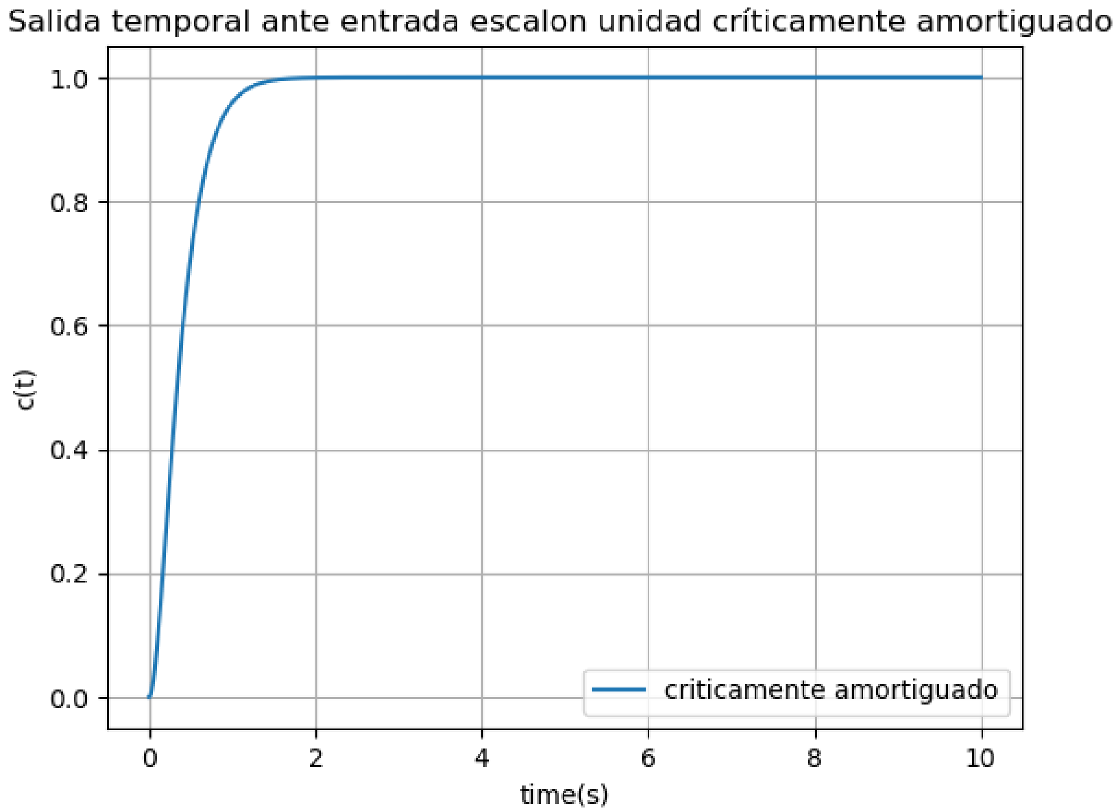
```
k1,k2,k3=(10,50,100)

G_1=ct.tf([k1],[1, 10, k1])
G_2=ct.tf([k2],[1, 10, k2])
G_3=ct.tf([k3],[1, 10, k3])

t = np.linspace(0, 10, 1000)

t1, G1 = ct.step_response(G_1, t)
t1, G2 = ct.step_response(G_2, t)
t1, G3 = ct.step_response(G_3, t)

plt.plot(t1, G1)
plt.plot(t1, G2)
plt.plot(t1, G3)
plt.legend(['G1','G2','G3'])
plt.ylabel('c(t)')
plt.xlabel('time(s)')
plt.title('Salida temporal ante entrada escalon unidad ')
plt.grid()

plt.show()
```



Si $\zeta = 1$ entonces $\omega = 5$ y $K = \omega^2 = 25$

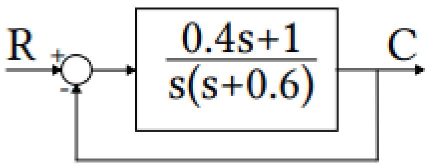
In [5]:

```
G=ct.tf([25],[1, 10, 25])

t = np.linspace(0, 10, 1000)

t1, Gca = ct.step_response(G, t)

plt.plot(t1, Gca)
plt.legend(['criticamente amortiguado'])
plt.ylabel('c(t)')
plt.xlabel('time(s)')
plt.title('Salida temporal ante entrada escalon unidad críticamente amortiguado ')
plt.grid()
plt.show()
```



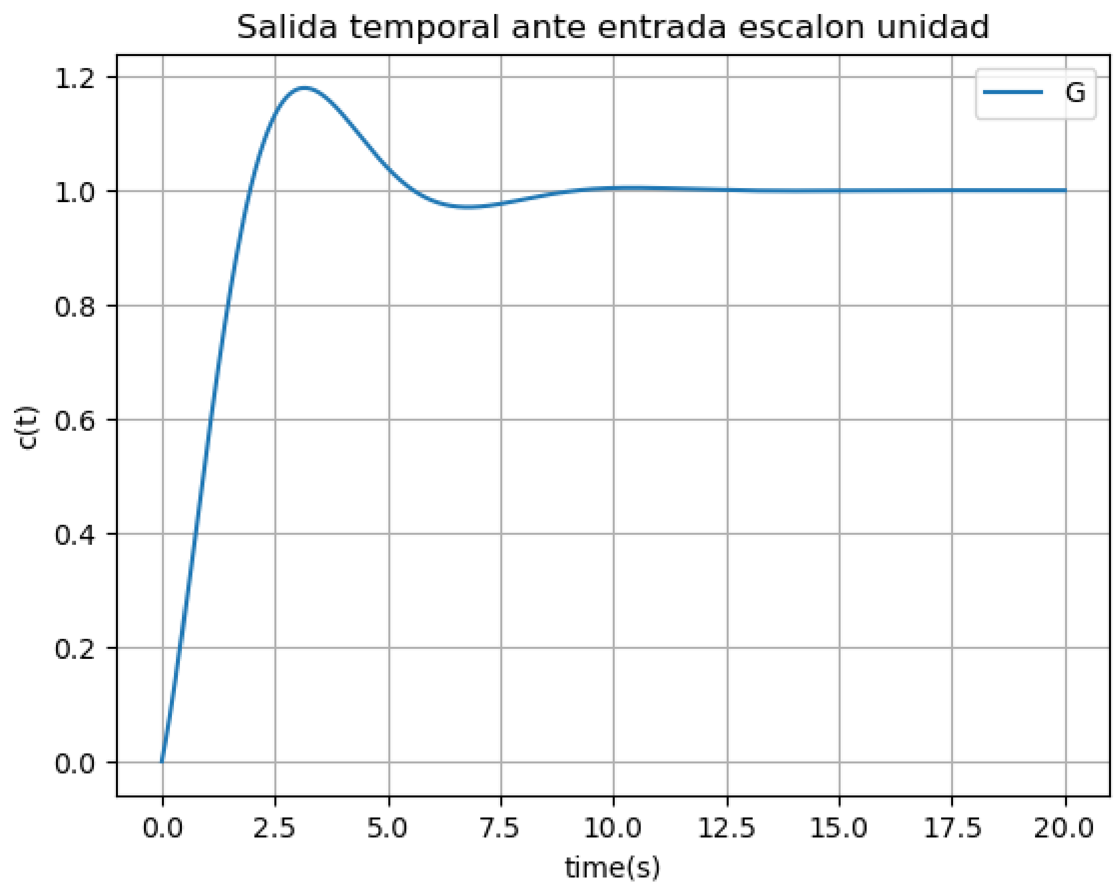
Ejerrcicio 3

Obtener el tiempo de crecimiento y el sobreimpulso del sistema de la siguiente figura, aplicando las formulas correspondientes y también de forma gráfica.



In [6]:

```
G=ct.tf([0.4, 1],[1, 1, 1])

t = np.linspace(0, 20, 1000)

t1, G1 = ct.step_response(G, t)

plt.plot(t1, G1)
plt.legend(['G'])
plt.ylabel('c(t)')
plt.xlabel('time(s)')
plt.title('Salida temporal ante entrada escalon unidad')
plt.grid()
plt.show()
```



In [7]:

```
import bisect
Gca[bisect.bisect_left(G1, 1.000)]
print('t_r = ', round(t1[bisect.bisect_left(G1, 1.000)],3), 's')
```

```
t_r =  1.962 s
```

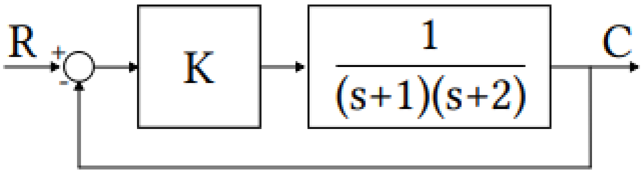
In [8]:

```
Mp = (max(G1)-G1[-1])/G1[-1]

print('El máximo de sobreimpulso es M_p = ', 100*round(Mp,23), '%')
```

```
El máximo de sobreimpulso es M_p =  17.993853045766656 %
```

Ejercicio 4.

Dado el sistema siguiente:



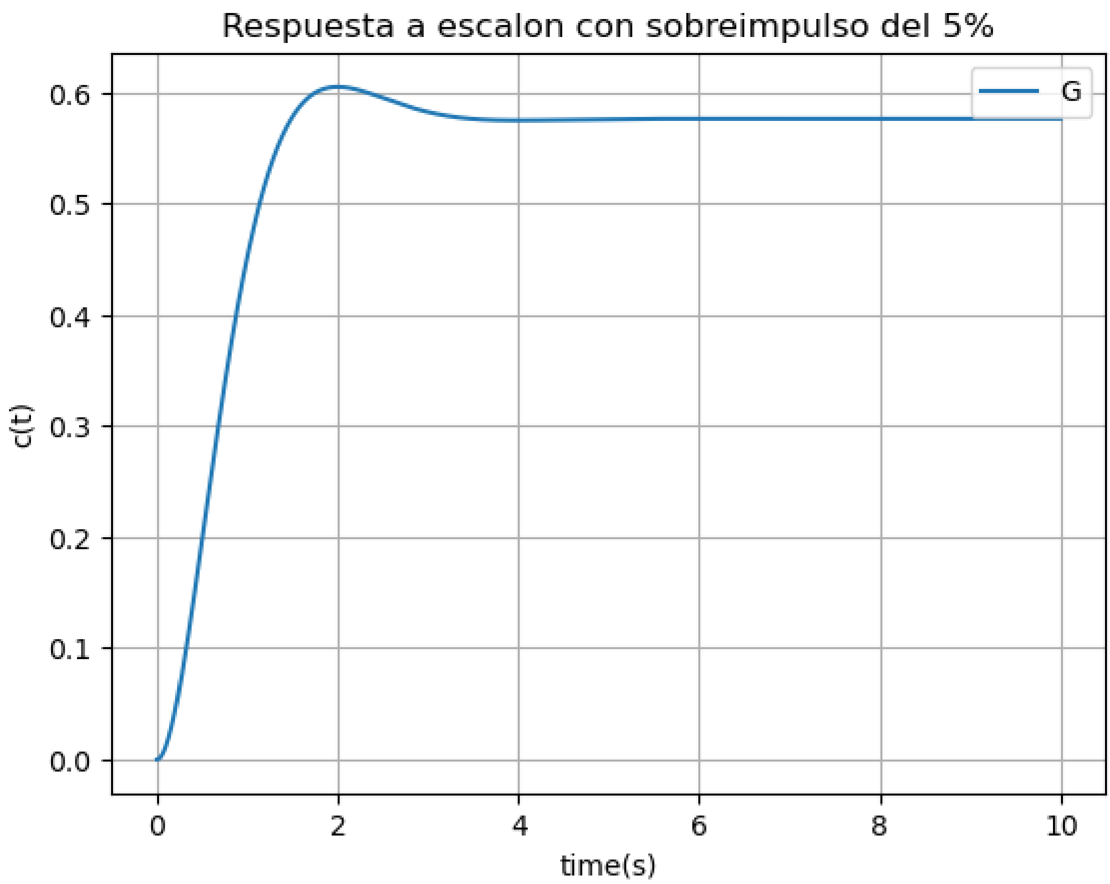
a) Calcular el valor de K para que el sobreimpulso sea del 5%. ¿Cuál es el error en régimen permanente para dicha K?

b) Calcular el valor de K que consigue la mitad del error del apartado anterior. ¿Cuál es el valor de sobreimpulso para esa nueva K.

Nota: Los cálculos se realizarán aplicando las formulas.

In [9]:

```
Mp=0.
k=2.5
while Mp<0.05:
    k+=0.0005
    G=ct.tf([k],[1, 3, k+2])
    t = np.linspace(0, 10, 1000)
    t1, G1 = ct.step_response(G, t)
    Mp = (max(G1)-G1[-1])/G1[-1]


plt.plot(t1, G1)
plt.legend(['G'])
plt.ylabel('c(t)')
plt.xlabel('time(s)')
plt.title('Respuesta a escalon con sobreimpulso del 5%')
plt.grid()
plt.show()



print('El sobreimpulso es M_p = ', 100*round(Mp,3), '%')
print('K = ', round(k,3))
```




```
El sobreimpulso es M_p =  5.0 %
K =  2.725
```

El error estacionario ante la entrada escalon, error de posición, es

$$e_{p_\infty} = \frac{1}{1 + \lim_{s\to 0} G(s)H(s)}$$

Siendo $H = 1$ y $G(s) = \frac{K}{(s+1)(s+2)}$, por lo que $e_{p_\infty} = \frac{1}{1+\frac{K}{3}} = 0.524$

In [10]:

```
error_pos=1/(1+k/3)
print(error_pos)
print(error_pos/2)
k2 =3*(2/error_pos-1)
k2
```

```
0.5240174672489014
0.2620087336244507
```

Out[10]:

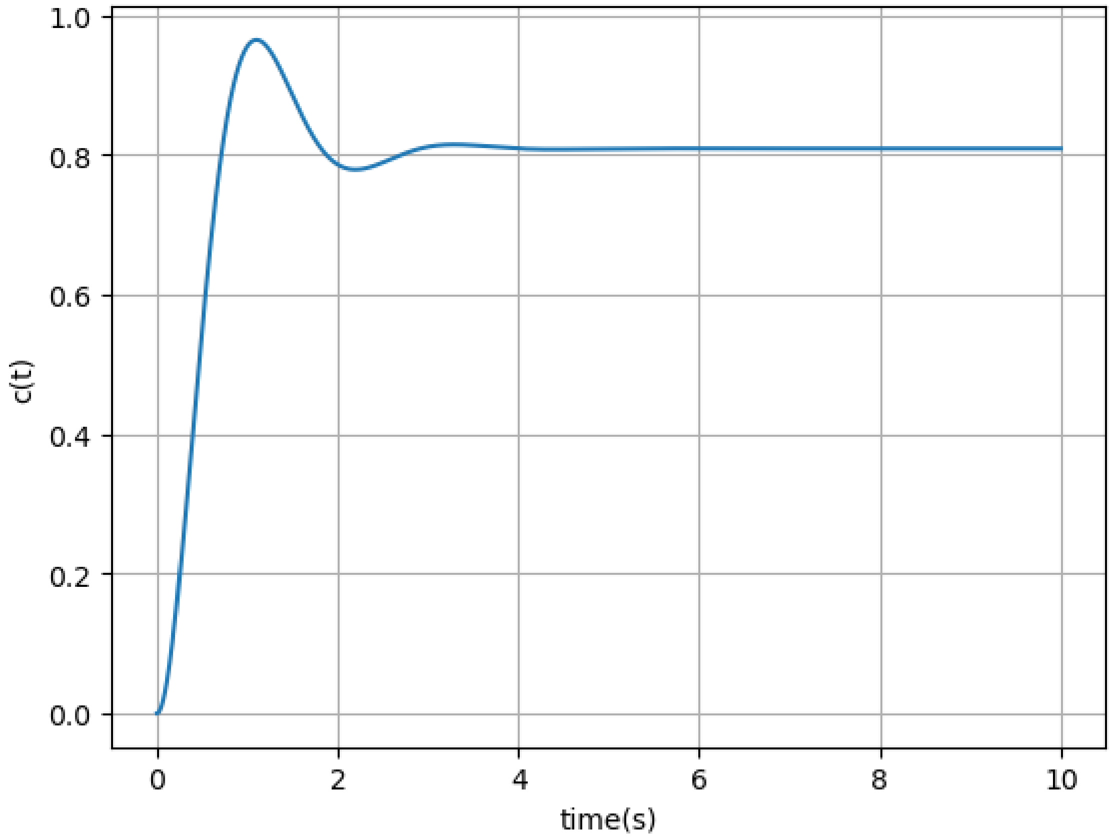
```
8.450000000000015
```

Para que el error sea la mitad solo debemos despejar K de la ecuacion anterior, quedando

$$\frac{1}{1+\frac{K}{3}} = 0.262 \implies K = 8.45$$

In [11]:

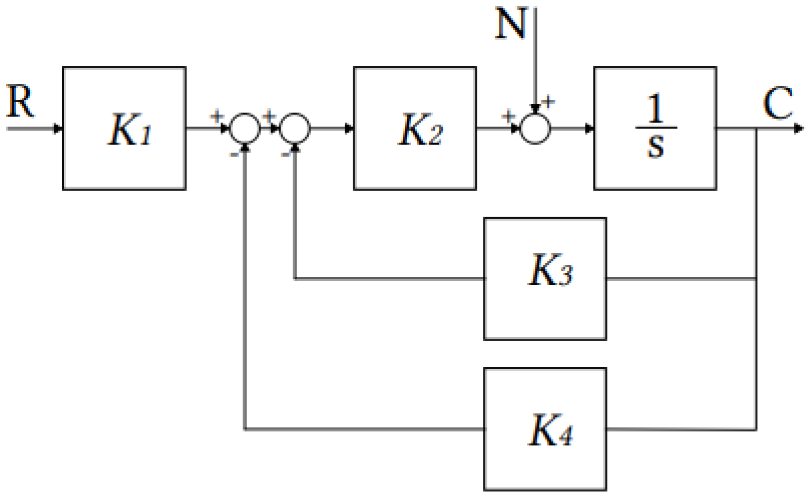
```
G_2=ct.tf([k2],[1, 3, k2+2])
t = np.linspace(0, 10, 1000)
t1, G2 = ct.step_response(G_2, t)
Mp = (max(G2)-G2[-1])/G2[-1]


plt.plot(t1, G2)
plt.ylabel('c(t)')
plt.xlabel('time(s)')
plt.grid()
plt.show()



print('El nuevo sobreimpulso es M_p = ', round(100*Mp,3), '%')
```



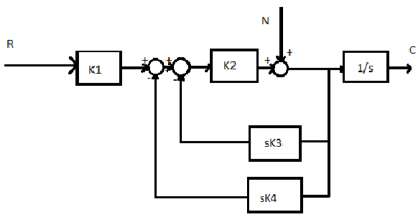

```
El nuevo sobreimpulso es M_p =  19.287 %
```

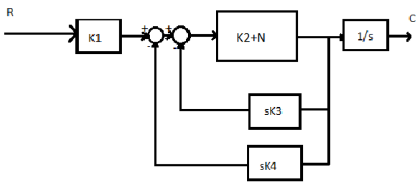
Ejercicio 5

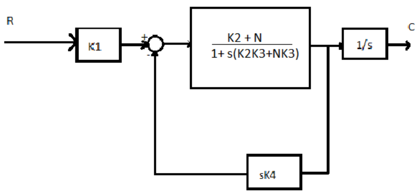
Del diagrama de bloques del siguiente sistema:

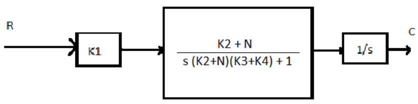


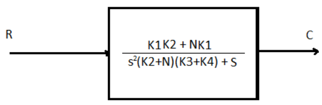
Simplificamos el sistema de bloques para poder obtener la función G que relaciona C y R, siendo $C(s) = G(s) \cdot R(s)$.











In [15]:

```
k1,k2,k3,k4=1,2,3,4
N=1

G=ct.tf([k1*k2+N*k1],[(k2+N)*(k3+k4), 1, 0])
t = np.linspace(0, 10, 1000)
t1, G2 = ct.step_response(G, t)
Mp = (max(G2)-G2[-1])/G2[-1]


plt.plot(t1, G2)
plt.ylabel('c(t)')
plt.xlabel('time(s)')
plt.grid()
plt.show()


```