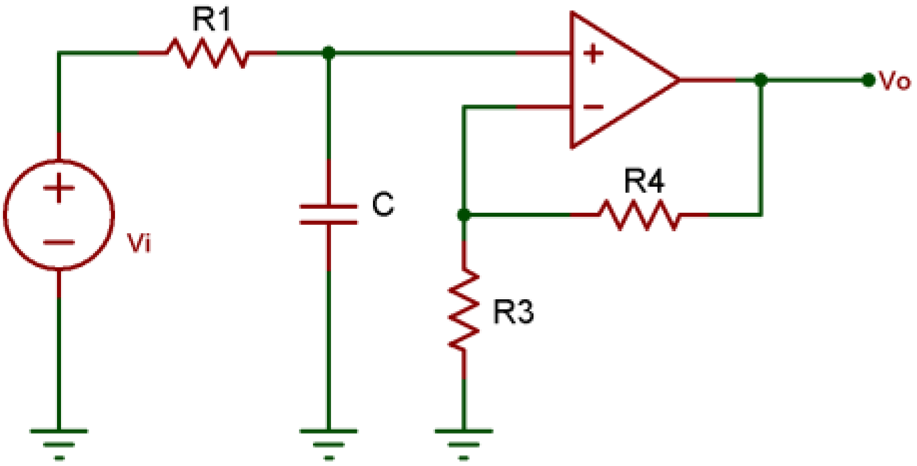
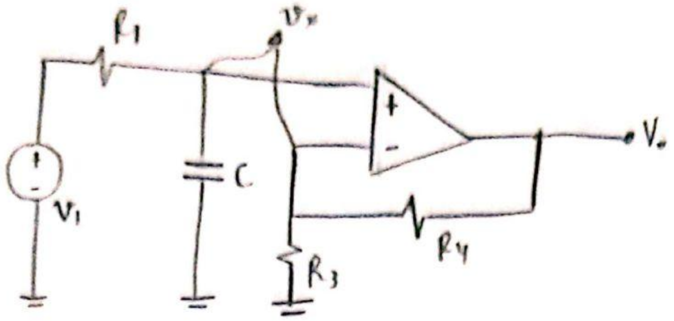
5. Procedimiento.
5.1 Diseño y análisis de un sistema de primer orden.
5.1.3 Oscilador de relajación: Schmitt Trigger.



Para este circuito la empresa solicita los siguientes requerimientos para conocer su comportamiento: - Obtener la función de transferencia del oscilador.
- Teniendo en cuenta que el circuito de la figura 2.4 genera una señal de salida Vo (t)=20e-10t, cuando la entrada es un impulso unitario, hallar los valores de R3 , R4 , R1 y C a partir de las ecuaciones resultantes.



$Z = 1/sC$

① $\dfrac{v_x - v_1}{R_1} = \dfrac{-v_x}{Z} \rightarrow v_x\left(\dfrac{1}{R_1} + \dfrac{1}{Z}\right) = \dfrac{v_1}{R_1}$

$$v_x = \frac{v_1 \cdot R_1 \cdot Z}{R_1(Z + R_1)} = \frac{v_1 \cdot Z}{Z + R_1}$$

② $\dfrac{v_x - v_o}{R_4} = -\dfrac{v_x}{R_3}$

Reemplazamos ① en ②

$$\frac{v_1 \cdot Z}{R_4(Z + R_1)} - \frac{v_o}{R_4} = -\frac{v_1 \cdot Z}{R_3(Z + R_1)}$$

$$v_1\left(\frac{Z}{R_4(Z + R_1)} + \frac{Z}{R_3(Z + R_1)}\right) = \frac{v_o}{R_4}$$

$$v_1\left(\frac{Z(R_3 + R_4)}{\cancel{R_4} \cdot R_3(Z + R_1)}\right) = \frac{v_o}{\cancel{R_4}}$$

$$\left[\frac{\frac{1}{sC}(R_3 + R_4)}{\frac{R_3}{sC} + R_3 \cdot R_1}\right] = \frac{v_o}{v_1}$$

$$\frac{R_1+R_4}{R_3+C R_3 \cdot R_1 \cdot S} = \frac{v_o}{v_i} \cdot G$$

$$V_o(t) = 20 e^{-10t}$$

$$V_o(s) = \frac{20}{s+10}$$

$R_3 = R_4 = 10\Omega$

$C \cdot R_3 \cdot R_1 = 1$

$C \cdot R_1 = 1/R_3 = 0{,}1$

$C \cdot R_1 = 0{,}1$

Luego, si $R_1 = 1\Omega$

$C = 0{,}1F = 100mF$

$$E(s) = \left[1 - \frac{C(s)}{R(s)}\right] R(s)$$

$$e_{ss} = \lim_{s\to 0} s \cdot E(s)$$

Escalón:

$$e_{ss} = \lim_{s\to 0} s \cdot \left[1 - \frac{20}{s+20}\right] \cdot \frac{1}{s}$$

$$= \lim_{s\to 0} 1 - \frac{20}{s+20}$$

$$= 1 - \frac{20}{10}$$

$$= -1$$

Rampa:

$$e_{ss} = \lim_{s\to 0} s \cdot \left[1 - \frac{20}{s+10}\right] \cdot \frac{1}{s^2}$$

$$= \lim_{s\to 0} \frac{1}{s} - \frac{20}{s^2+10s}$$

$$= \lim_{s\to 0} \frac{s^2+10s-20s}{s(s^2+10s)}$$

$$= \lim_{s\to 0} \frac{s(s-10s)}{s(s^2+10s)}$$

$$= \lim_{s\to 0} \frac{-9}{2s+10} = \frac{-9}{10} = 0{,}9$$

Impulso:

$$e_{ss} = \lim_{s\to 0} s\left[1 - \frac{20}{s+10}\right] \cdot 1$$

$$= \lim_{s\to 0} \frac{s^2+10s-20s}{s+10}$$

$$= \lim_{s\to 0} \frac{0}{10} \approx 0$$

Parabola:

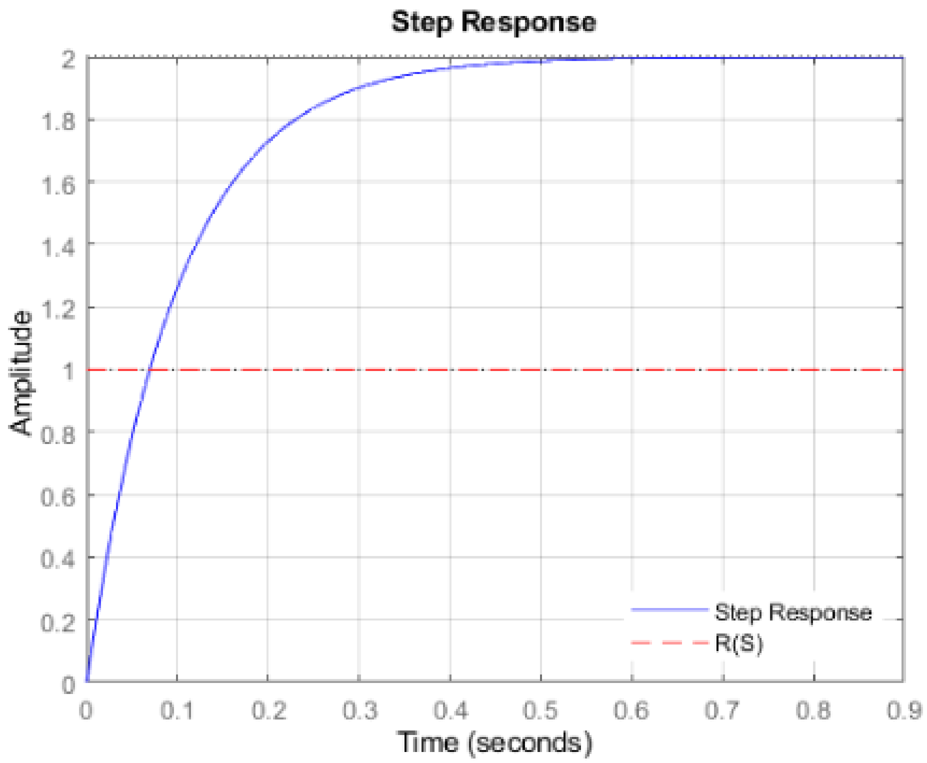
$$e_{ss} = \lim_{s\to 0} s \cdot \left[1 - \frac{20}{s+10}\right] \cdot \frac{1}{s^3}$$

$$= \lim_{s\to 0} \frac{1}{s^2} - \frac{20}{s+10}$$

$$= \lim_{s\to 0} \frac{-20s^2+s+10}{s^2(s+10)} = \frac{10}{0} = \infty$$

- Utilizando Matlab, generar las gráficas de las respuestas al escalón, rampa, impulso y parábola, mostrando en cada gráfica la señal de entrada y la de salida, el tiempo de establecimiento y el error en estado estacionario, de forma que se comprueben los requerimientos solicitados en el diseño. Concluir acerca del comportamiento del sistema a partir de su respuesta ante cada una de las anteriores entradas.

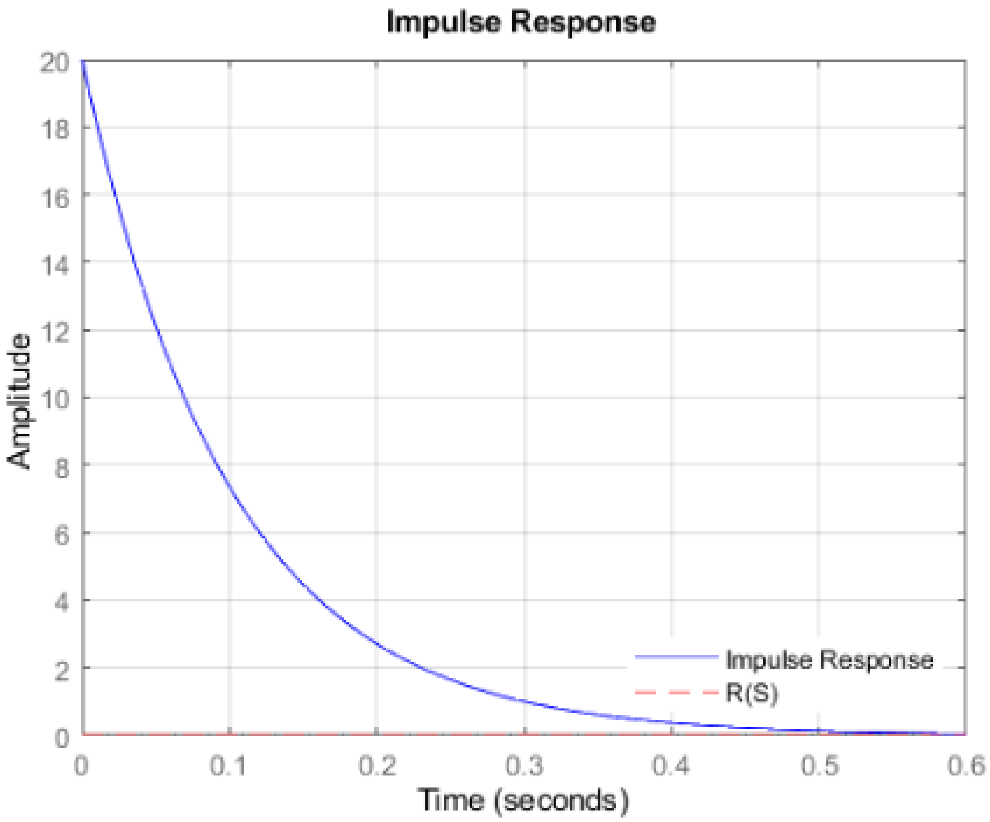
Respuesta al escalón




```
sp=1;
[y,t]=step(hs);
sserror=abs(sp-y(end))
```

```
sserror = 0.9997
```

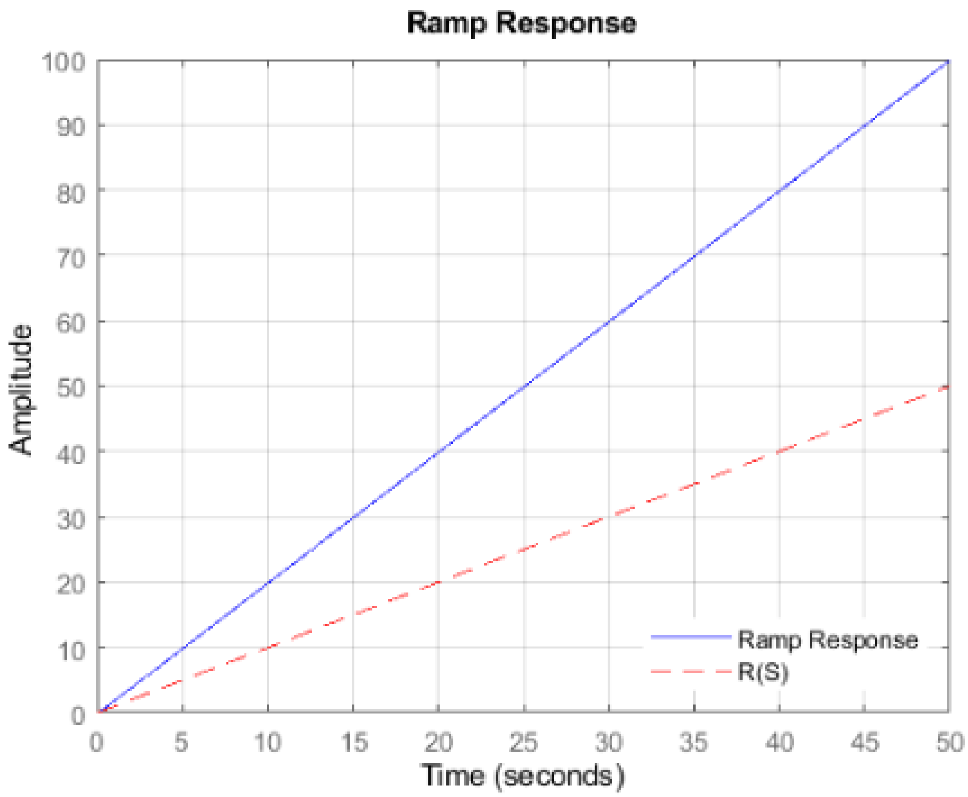
Respuesta al impulso




```
sp2=0;
[y,t]=impulse(hs);
sserror=abs(sp2-y(end))
```

```
sserror = 0.0604
```

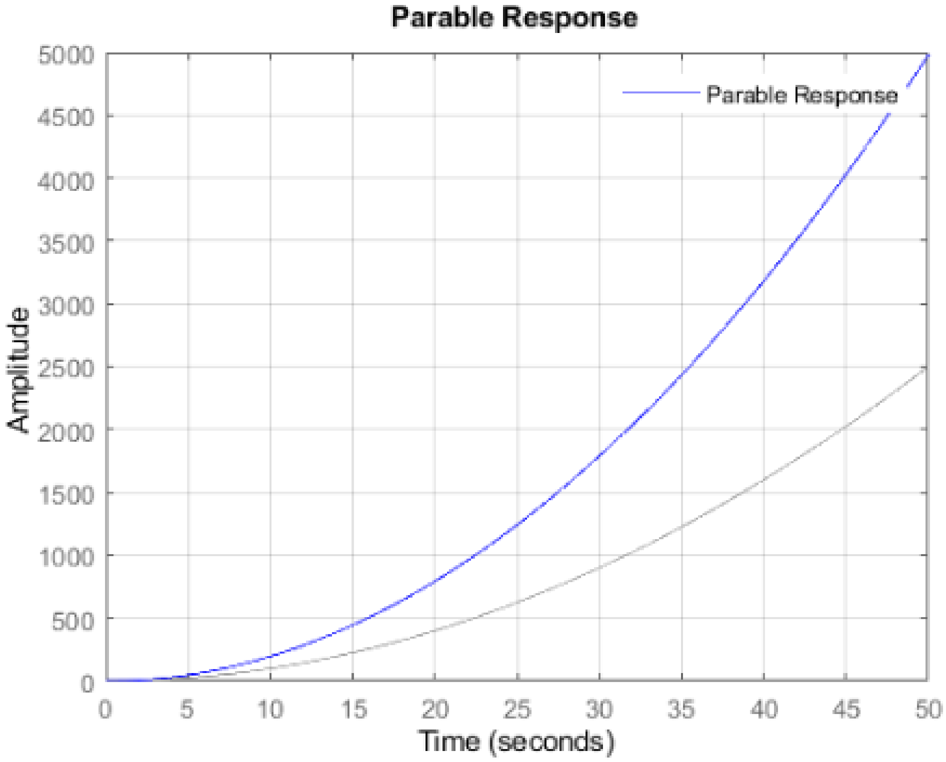
Respuesta a la Rampa




```
[y,t]=step(hs*u);
sp3=t(end);
sserror=abs(sp3-y(end))
```

```
sserror = 45.8517
```

Respuesta a la Parábola




```
[y,t]=lsim(hs,t.^2,t);
sp4=t(end).^2;
sserror=abs(sp4-y(end))
```

```
sserror = 2.4800e+03
```