

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE OCCIDENTE



Segundo Avance de Proyecto

por

César Villarreal Hernández, ie707560

Gustavo Alejandro Sánchez Arvizu, ie716000

Instrumentación Electrónica

Dr. Luís Enrique González Jiménez

Jueves 07 de mayo de 2020

I. Descripción del proyecto

II. Tipos de sensores a considerar

1. Sensor de temperatura

- Modelo del sensor:

LM35

- Variable a medir:

temperatura del suelo.

- ¿Por qué se considera importante medir la temperatura del suelo?

Las temperaturas del suelo por debajo de los 8°C o por encima de los 20°C puede limitar el crecimiento de las raíces.

- Características Estáticas:

Precisión

$$Precisión = \pm 0.6^{\circ}C$$

Resolución

$$Resolución = 10\text{ mV}$$

Rango de medición

$$Rango\ de\ entrada = [2, 150]^{\circ}C$$

$$Rango\ de\ entrada = [0.02, 1.5]\text{ V}$$

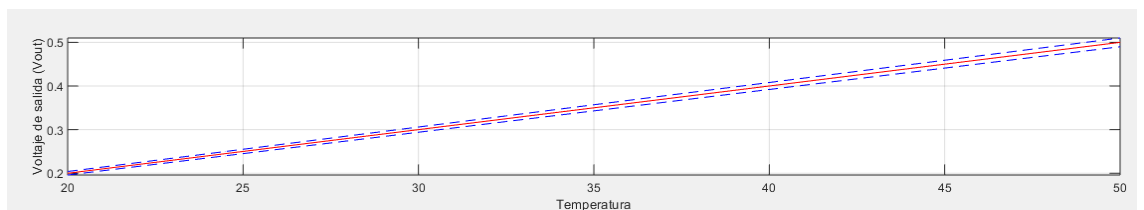
Escala

Solo una escala (mV)

Linealidad

- Este sensor tiene una salida lineal en su estado estable.

$$V_{out} = 10 \frac{mV}{^{\circ}C} T(t) + offset$$



- Características Dinámicas:

Modelo dinámico del sensor:

Pasabajas de primer orden.

Función de transferencia

$$\frac{V_o(s)}{T(s)} = \frac{0.0204937}{s + 0.0204937}$$

Respuesta en el tiempo

$$V_o(s) = 1 - 0.8e^{-0.0204937 t}$$

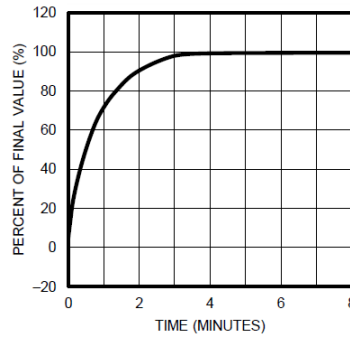
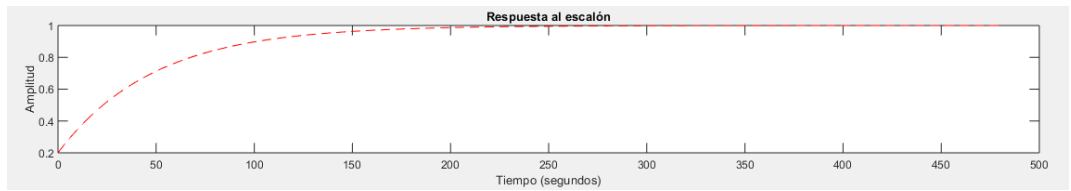
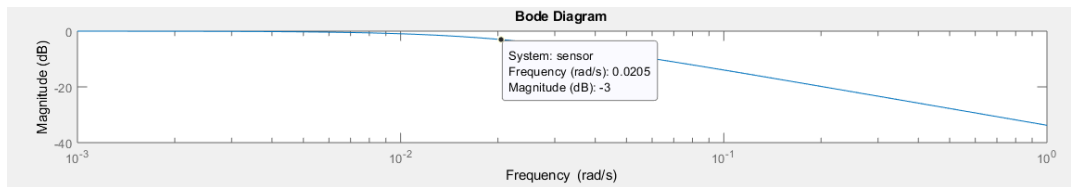


Figure 3. Thermal Response In Still Air



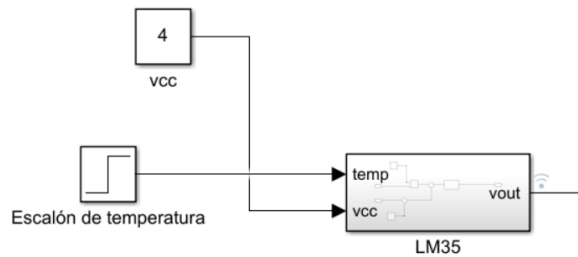
Respuesta en frecuencia

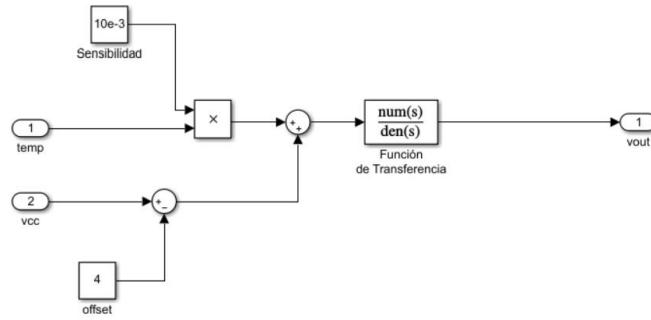


Ancho de banda

$$\text{bandwidth} = [0, 0.02] \text{ rad/s} = [0, 0.0033] \text{ Hz}$$

- Simulación del sensor en Simulink





Block Parameters: Escalón de temperatura

Step

Output a step.

Parameters

Step time: 1

Initial value: 0

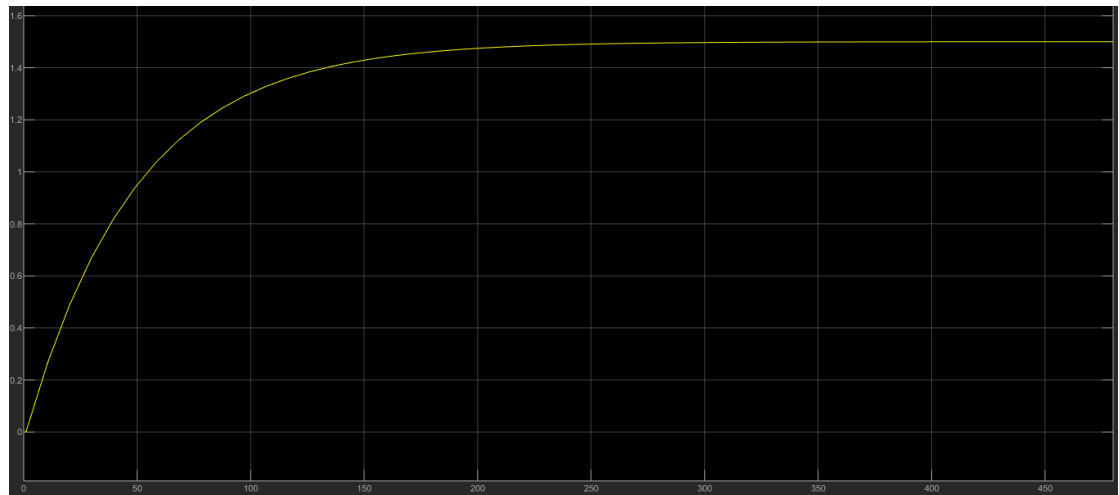
Final value: 150

Sample time: 0

☒ Interpret vector parameters as 1-D


☒ Enable zero-crossing detection

OK Cancel Help Apply



2. Sensor de flujo de agua

- Modelo del sensor: RS 256-225 Flow Sensor
- Variable a medir: Flujo de agua (caudal de agua)
- ¿Por qué se considera importante medir?
- Características Estáticas:

 Precisión

Resolución

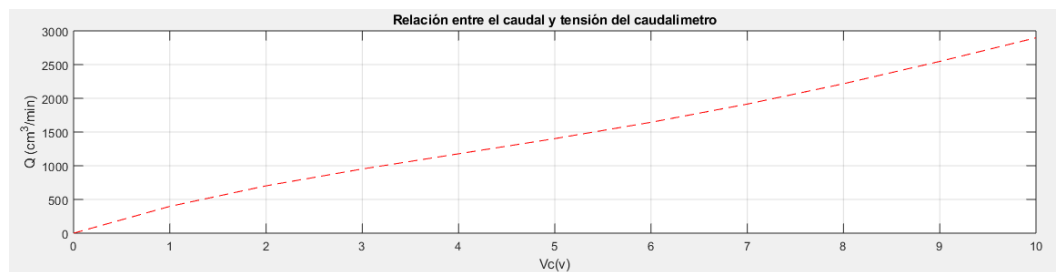
Rango de medición

- Rango de entrada: $Q = \left[1.33 \frac{cm^3}{s}, 2.0 \frac{cm^3}{s}\right]$
- Rango de salida: $v_c = [0.17942 V, 0.272833 V]$

Escala

Linealidad

A partir de los experimentos realizados en el documento “Control de Tanques Acoplados”, se obtuvo una expresión que relaciona el caudal y la tensión de salida del caudalímetro:



$$Q = -0.2789 v_c^4 + 7.9169 v_c^3 - 68.083 v_c^2 + 457.79 v_c$$

Dado a que conocemos el rango de salida de la bomba que se va a utilizar, el cual fue indicado en las especificaciones de su hoja de datos, podemos obtener los valores de voltajes a los que corresponde la salida del transductor.

$$Q = \left[80 \frac{cm^3}{hr}, 120 \frac{cm^3}{hr}\right] = \left[1.33 \frac{cm^3}{s}, 2.0 \frac{cm^3}{s}\right]$$

- Despejando v_c cuando $Q = 80 \frac{cm^3}{hr}$:

$$80 \frac{cm^3}{hr} = -0.2789 v_c^4 + 7.9169 v_c^3 - 68.083 v_c^2 + 457.79 v_c$$

$$v_c = 0.17942 V$$

- Despejando v_c cuando $Q = 120 \frac{cm^3}{hr}$:

$$120 \frac{cm^3}{hr} = -0.2789 v_c^4 + 7.9169 v_c^3 - 68.083 v_c^2 + 457.79 v_c$$

$$v_c = 0.272833 V$$

- Por lo tanto, el rango de voltaje de salida del transductor nos queda como:

$$v_c = [0.17942 \text{ V}, 0.272833 \text{ V}]$$

- Tomando en cuenta el punto de operación de nuestro caudalímetro, la recta que define a la tensión de salida y al caudal nos queda como:

$$v_c = k_c Q$$

Donde Q representa al caudal en $\frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$, y v_c el voltaje de salida del transductor

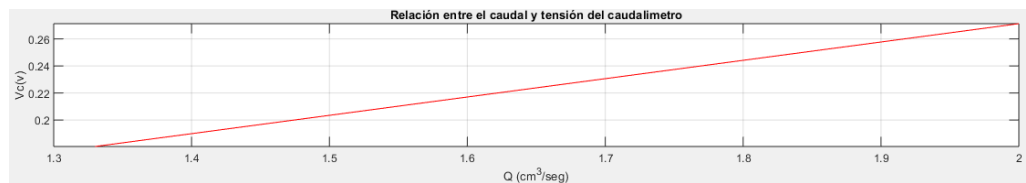
$$k_{c_min} = \frac{v_c}{Q} = \frac{0.17942 \text{ V}}{1.33 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}} = 0.13490 \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{cm}^3}$$

$$k_{c_max} = \frac{v_c}{Q} = \frac{0.272833 \text{ V}}{2.0 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}} = 0.13641 \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{cm}^3}$$

$$k_{c_prom} = \frac{k_{c_max} + k_{c_min}}{2} = \frac{0.13490 + 0.13641 \text{ V} \cdot \text{s}}{2 \text{ cm}^3}$$

$$k_{c_prom} = 0.13565823 \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{cm}^3}$$

$$v_c = 0.13565823 \cdot Q$$



- Características Dinámicas:

🔧 Modelo dinámico del sensor:

Filtro pasabajas de primer orden

🔧 Función de transferencia

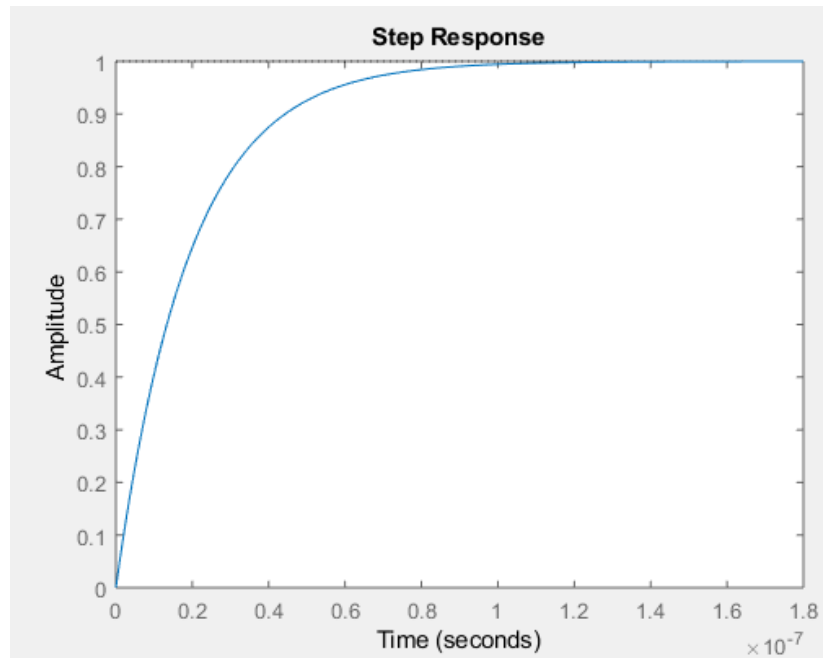
Para obtener la función de transferencia del sensor, partimos del tiempo de rizo dado por el fabricante en la hoja de datos del sensor de flujo. Con este dato, aproxime la función de transferencia hasta que nos dio el tiempo de respuesta esperado. El tiempo de respuesta de este sensor de acuerdo a la hoja de datos es de 40 ns.

Characteristics	Symbol	Min	Typ.	Max.	Units
Supply voltage	Vcc	4.5	-	24	V
O/P saturation V.	Vcc(SAT)	-	150	400	MV
O/P leakage current	I _{OFF}	-	0.05	10	μA
Supply current	I _{cc}	-	4.7	8	mA
O/P rise time	T _r	-	0.04	2	μS
O/P fall time	T _f	-	0.18	2	μS

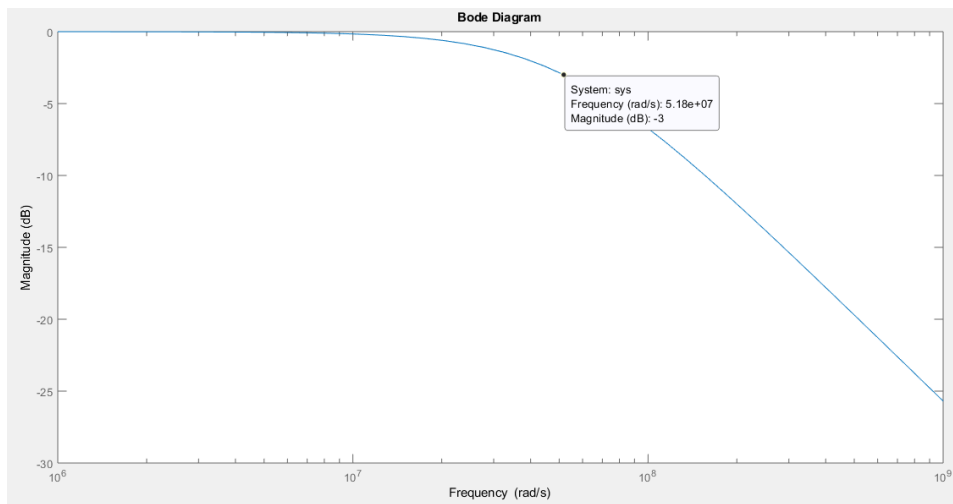
$$\frac{V_c(s)}{Q(s)} = \frac{5.1986e7}{s + 5.1986e7}$$

Respuesta en el tiempo

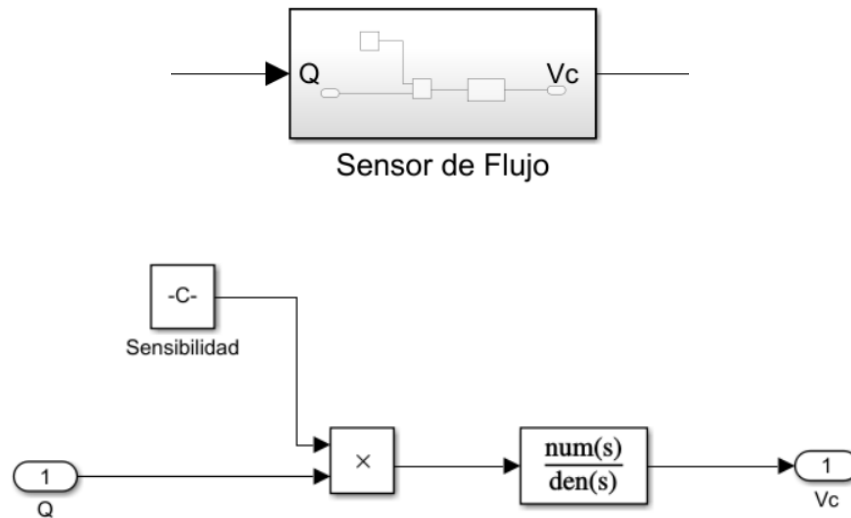
$$V_c(s) = 1 - 0.80e^{-40 \cdot 10^{-9} t}$$



Respuesta en frecuencia



- Simulación del sensor en Simulink



Transfer Fcn

The numerator coefficient can be a vector or matrix expression. The denominator coefficient must be a vector. The output width equals the number of rows in the numerator coefficient. You should specify the coefficients in descending order of powers of s.

Parameters

Numerator coefficients:

[5.1986e7]

Denominator coefficients:

[1 5.1986e7]

▼ **Simulation** 1
11:51 PM Elapsed: 24 sec

An error occurred while running the simulation and the simulation was terminated

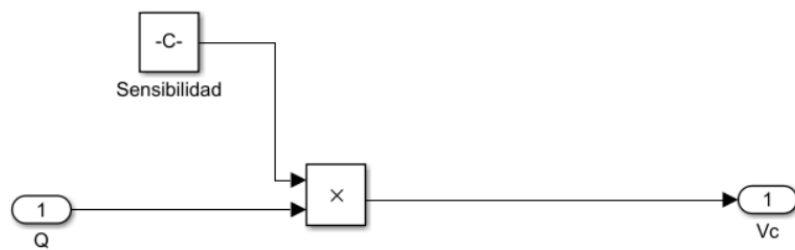
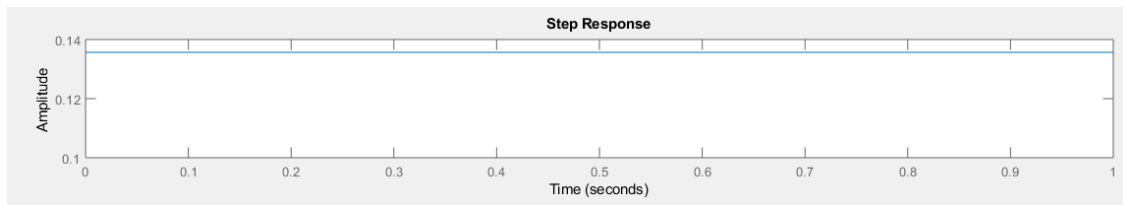
Caused by:

- Derivative of state '1' in block '[PF_IE/Sensor de Flujo/Transfer Fcn](#)' at time 1.0000273125 is not finite. The simulation will be stopped. There may be a singularity in the solution. If not, try reducing the step size (either by reducing the fixed step size or by tightening the error tolerances)

Component: Simulink | Category: Block error

Dado a que la respuesta del sensor es muy rápida, simulink me permite simular. Por lo tanto, consideraremos que nuestra función de transferencia es constante. Esto lo podemos considerar dado a que la respuesta es muy rápida y el ancho de banda es muy grande. Además, la respuesta de este sensor es más rápida que el resto del sistema.

$$\frac{V_c(s)}{Q(s)} = 0.13565823$$



Block Parameters: Escalón Caudal

Step

Output a step.

Parameters

Step time: 1

Initial value: 0

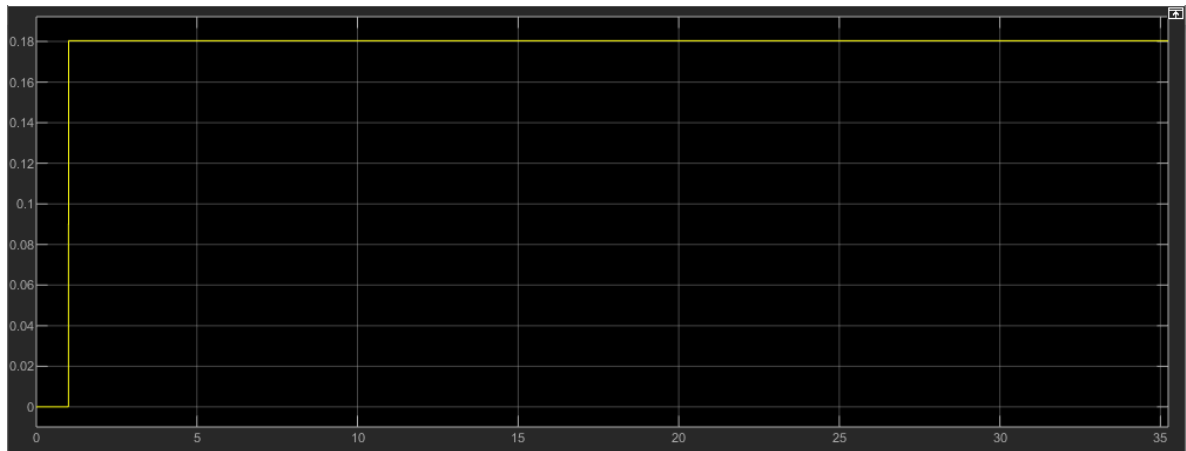
Final value: 1.33

Sample time: 0

☒ Interpret vector parameters as 1-D

☒ Enable zero-crossing detection

OK Cancel Help Apply



3. Sensor de humedad de suelo capacitivo

Sensor de flujo de agua

- Modelo del sensor:

Datasheets:

<https://docs.rs-online.com/69a1/0900766b8001ae71.pdf>