

Escuela de Ingeniería Eléctrica

Sistemas de Control - Grupo #1

Tarea1

Royer Méndez Ramírez, A43333

6 de mayo de 2021

1. Parte1

- 1.1. **Inciso A:** Considerando que la altura máxima del tanque es 3,6 m y que se desea un ámbito de medición de 0 a 3,3 m, obtenga la ganancia del transmisor de nivel LT requerido en este caso, de forma que la señal realimentada esté normalizada de 0 a 100 %. Indique su solución muy brevemente.

R/ Ya que el maximo ambito de medicion del sensor es 3.3 metros, entonces la ganancia tiene que ser:

$$K_t = \frac{1}{3,3} = 0,303m^{-} \%$$

para que al multiplicarse por el maximo valor de medicion del sensor (3.3 m) la señal que sale del controlador de 100 %.

- 1.2. **Inciso B:** Obtenga la constante de la válvula de control LV, considerando que ésta debe poder actuar para el caso más extremo del punto de operación y de forma que la acción de control esté normalizada de 0 a 100 %. Indique su solución muy brevemente

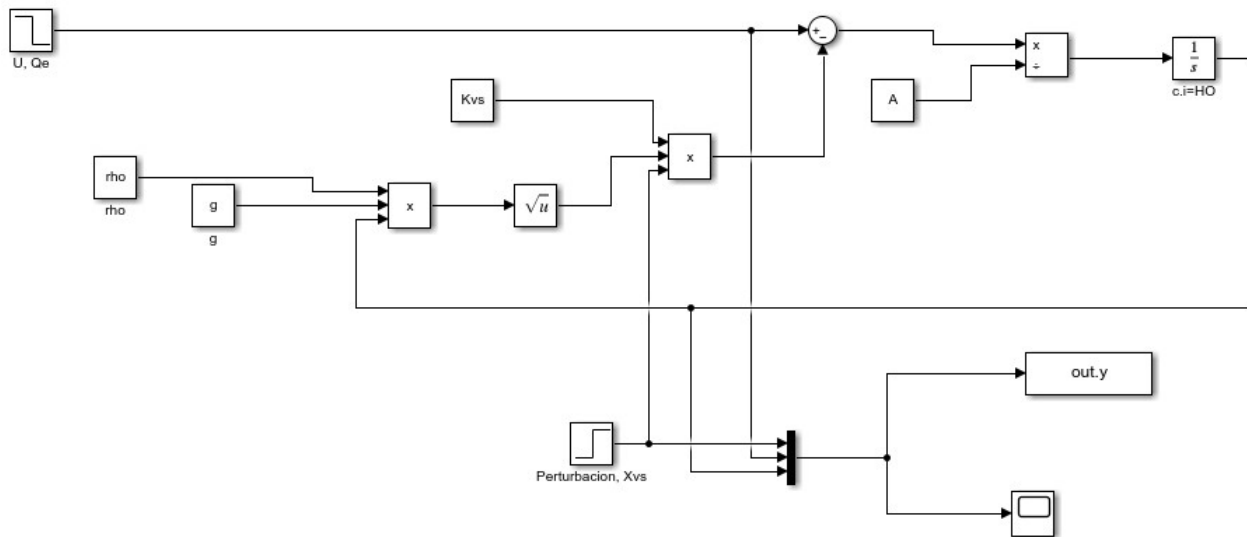
R/Primero que nada se determina el valor del caudal maximo utilizando la formula de la altura sin linealizar, cuyo valor es $Q_{max} = 0,0875$ pero se redondea a 0.1 para modelar una valvula con una ganancia que pueda soportar mas que ese flujo. Dado que se modela con la señal maxima del controlador de 100 % y se busca una salida de $0.1 \frac{m^3}{s}$, la ganancia queda:

$$K_{vc} = 0,1 \frac{m^3}{s \%}$$

- 1.3. Inciso C: Implemente el sistema real en Simulink utilizando la ecuación del modelo dinámico del proceso tal como se observa en la Figura 2. Presente una figura del diagrama de bloques de Simulink en su solución y adjunte el archivo .slx.

R/ A continuación se presenta el modelo del sistema real creado en Simulink:

Figura 1: Modelo dinámico del proceso diseñado en Simulink.

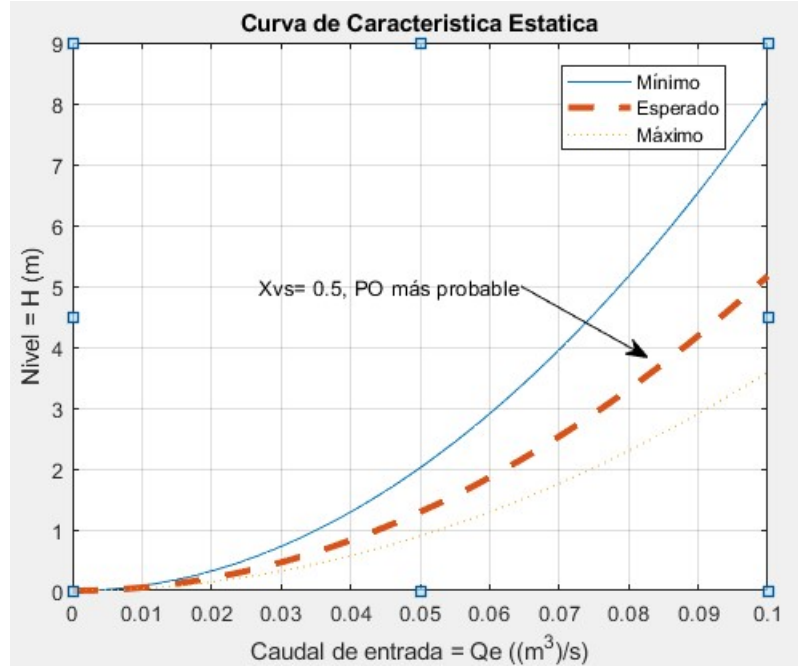


Elaboración propia mediante Simulink.

- 1.4. Inciso D: Obtenga utilizando Matlab (o similar)(2) en una misma figura la curva estática del proceso para los tres posibles valores de la apertura de la válvula de salida. Muestra la relación entre $m(t)$ y $c(t)$. Utilice la ecuación de la característica estática. Indique en la figura el punto de operación más probable del sistema. Presente la gráfica en su solución.

Mediante la ecuación de la característica estática se obtuvo la gráfica de los tres posibles valores de apertura de la válvula de salida:

Figura 2: Curva de Característica estática para los tres valores de apertura de la válvula.



Elaboración propia mediante Simulink

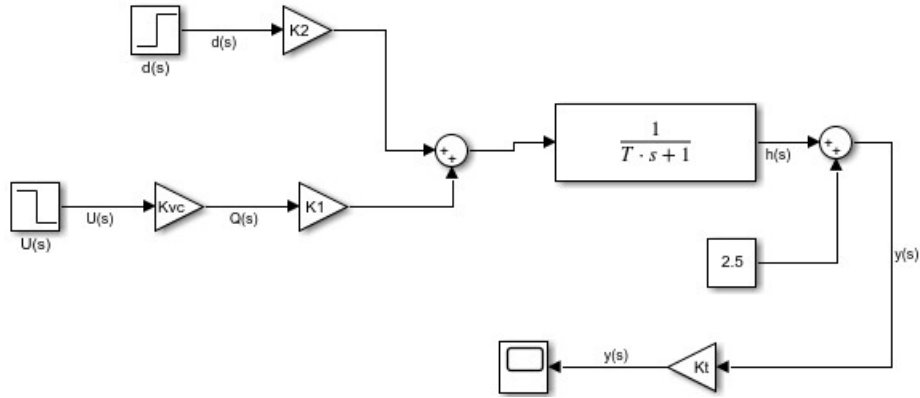
1.5. Inciso E: Implemente el diagrama de bloques en Simulink de:

1.5.1. El sistema de control realimentado con el proceso completo tal como se observa en la Figura 3, e indique el valor de las ganancias K_1 , K_2 , T , K_{vc} y K_t .

El sistema de control realimentado largo corresponde con la [Figura 3](#), y los valores de las ganancias obtenidas fueron los que se muestran a continuación:

- $K_1 = \frac{2}{K_{vs0}K_{vs}} \sqrt{\frac{H_0}{\rho g}} = \frac{2}{(0,5)(0,001)} * \sqrt{\frac{2,5}{(789)(9,81)}} = 71,888$
- $K_2 = -\frac{2H_0}{X_{vs0}} = -\frac{2(2,5)}{0,5} = -10$
- $T = \frac{2A}{K_{vs0}K_{vs}} \sqrt{\frac{H_0}{\rho g}} = \frac{(2)(3)}{(0,5)(0,001)} * \sqrt{\frac{2,5}{(789)(9,81)}} = 215,664$
- $K_{vc} = 0,1$
- $K_t = 0,303$

Figura 3: Diagrama de bloques grande.



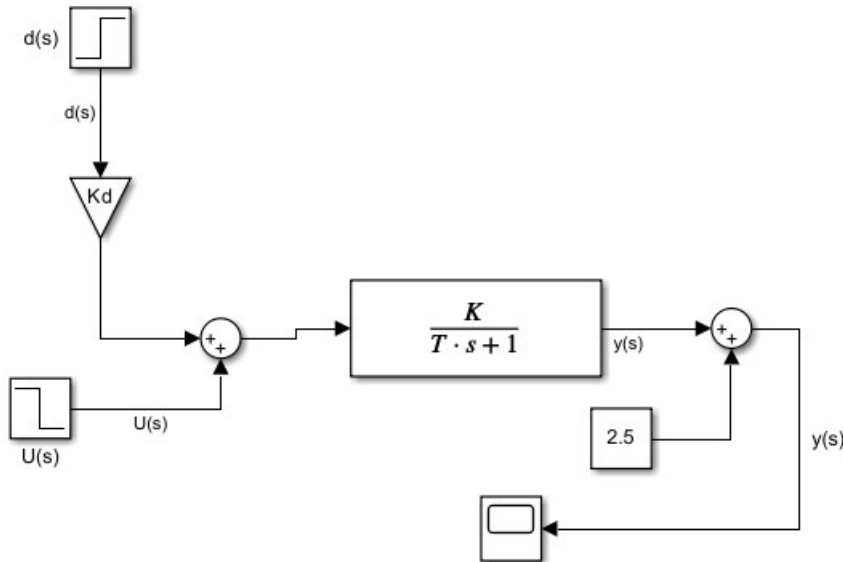
Elaboración propia mediante Simulink

1.5.2. El diagrama simplificado del sistema de control realimentado (caso donde sólo se tiene una FT para el conjunto actuador planta sensor) e indique el valor de K y Kd.

El sistema de control realimentado simplificado corresponde con la [Figura 4](#), y los valores de las ganancias obtenidas fueron los que se muestran a continuación:

- $K = K_{vc}K_1K_t = (0,1)(71,888)(30,303) = 217,842$
- $K_d = \frac{K_2K_t}{K} = \frac{(-10)(0,303)}{217,842} = -0,0139$

Figura 4: Diagrama de bloques corto.



Elaboración propia mediante Simulink

- 1.6. Inciso F: Obtenga la respuesta del sistema real (obtenida en el punto c) y compárela con la del sistema linealizado (obtenida en el punto e) en una misma figura utilizando Simulink/Matlab, cuando ambos se encuentran en el punto de operación más probable y se producen los siguientes cambios:
- 1.6.1. Un cambio escalón en la señal de control de $U = -2\%$, seguido de un cambio escalón en la perturbación de $D = -0.02$. Considere que el sistema debe estabilizarse antes de aplicar el segundo cambio escalón.
- 1.6.2. Un cambio escalón en la señal de control de $U = -10\%$, seguido de un cambio escalón en la perturbación de $D = -0.1$. Considere que el sistema debe estabilizarse antes de aplicar el segundo cambio escalón.

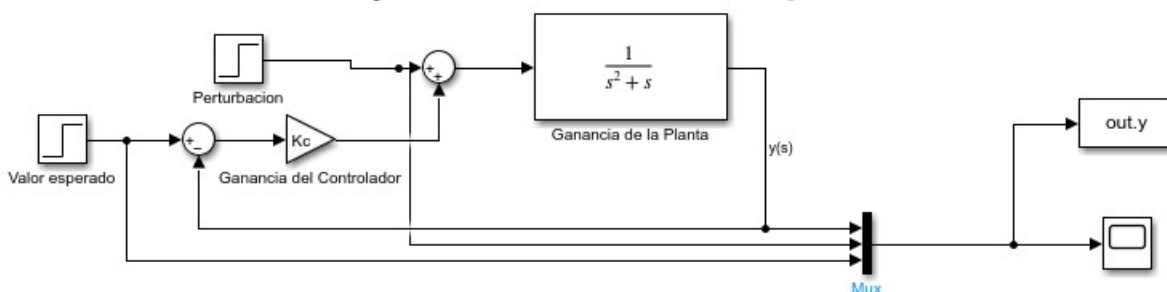
Indique las gráficas en su solución y adjunte el archivo .slx.

2. Parte2. Para el sistema de control que se muestra en la Figura 4, considere que la planta tiene un modelo integrante de segundo orden, con ganancia unitaria y constante de tiempo unitaria $P_s = \frac{1}{s(s+1)}$. Para el controlador suponga una ganancia K_p igual al último dígito de su carné. En caso que el dígito sea cero debe usar 9. Con base en esto obtenga en Matlab dos gráficas separadas para:

- 2.1. La salida del sistema $y(s)$, en función de las dos entradas.

El modelo utilizado para conseguir $y(s)$ se muestra en la [Figura 5](#)

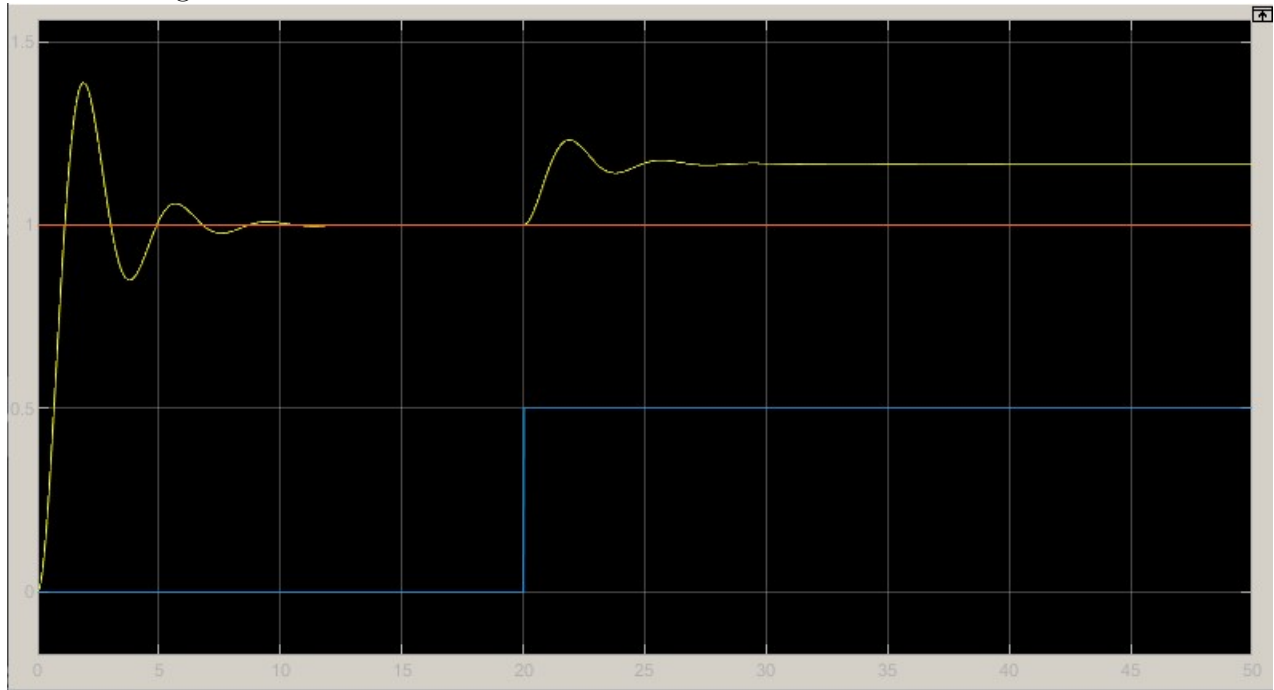
Figura 5: Modelo del sistema empleado.



Elaboración propia mediante Simulink

La señal de salida del sistema (y_s) en función de las dos entradas se muestra en la [Figura 6](#)

Figura 6: Señal de la salida del Sistema en función de las dos entradas.

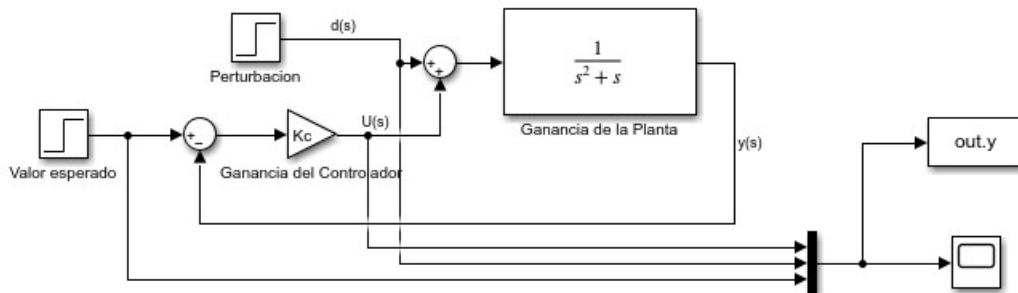


Elaboración propia mediante Simulink

2.2. La señal de control u_s , en función de las dos entradas.

El modelo utilizado para conseguir $u(s)$ se muestra en la [Figura 7](#)

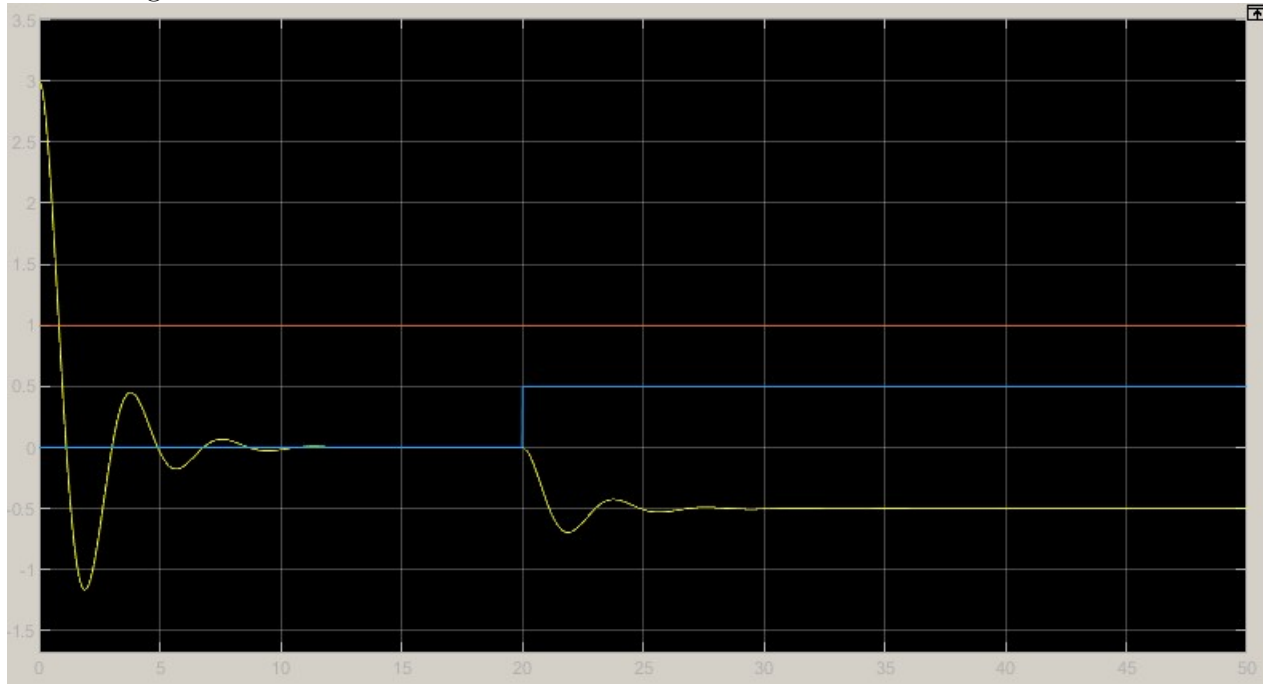
Figura 7: Modelo del sistema empleado.



Elaboración propia mediante Simulink

La señal de salida del controlador (u_s) en función de las dos entradas se muestra en la ??

Figura 8: Señal de la salida del Controlador en función de las dos entradas.

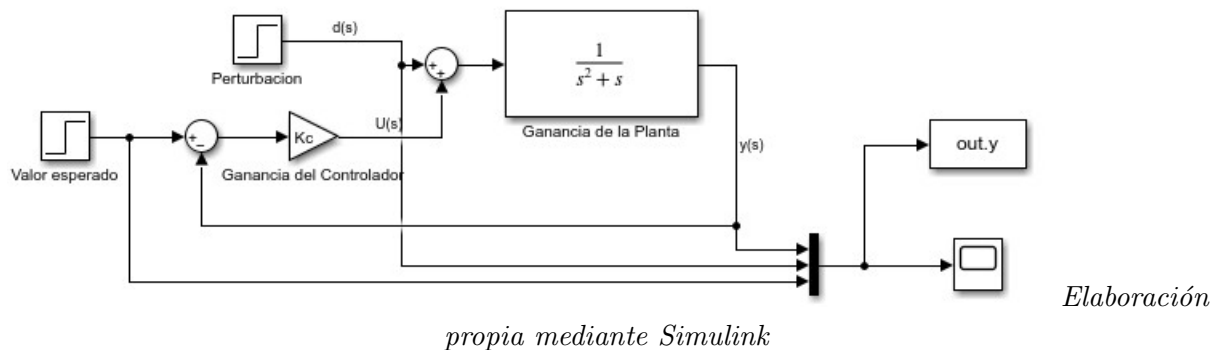


Elaboración propia mediante Simulink

2.3. Para el caso en que el sistema opera como servomecanismo mida en la gráfica los siguientes índices de desempeño:

Para esta sección se utiliza el sistema de la imagen [Figura 9](#) con el valor de la perturbación igual a cero, y se grafica la salida del sistema.

Figura 9: Sistema como Servomecanismo.



Elaboración propia mediante Simulink

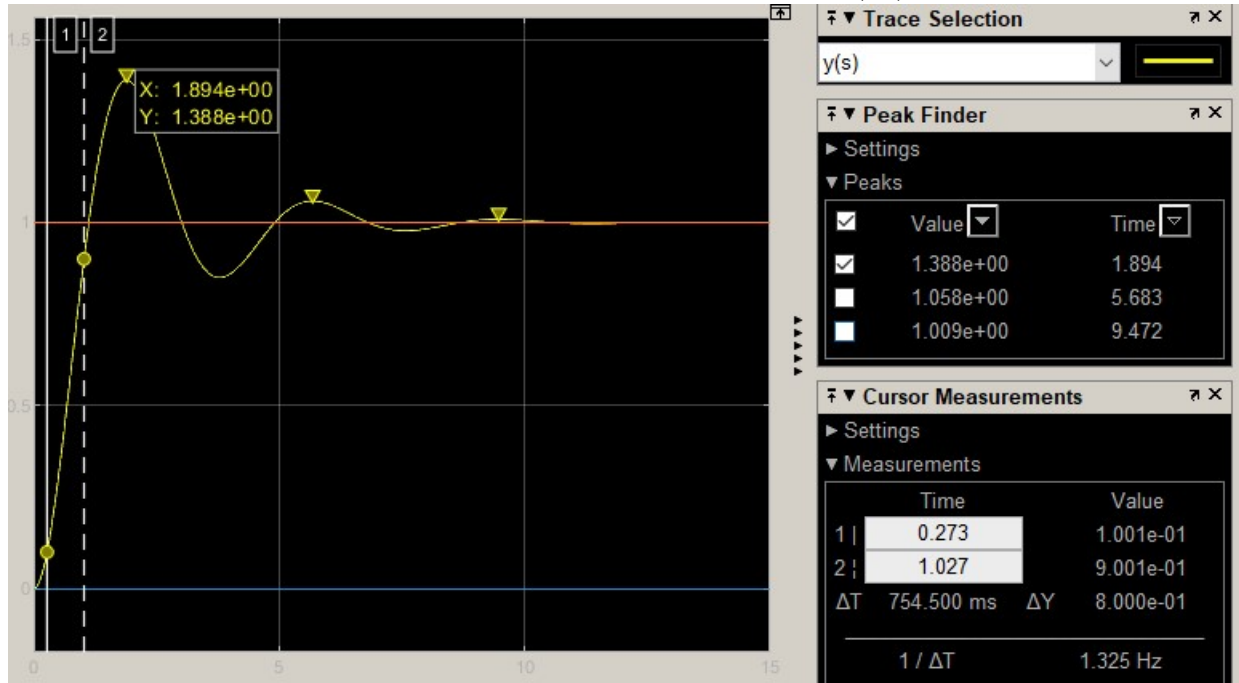
2.3.1. Tiempo de levantamiento

Midiendo con respecto al eje 'y'. se tiene que el valor deseado es 1, por lo tanto, se toma la medición que va del 10 % de 1 al 90 % de 1.

$$Tl = 754ms$$

Se puede corroborar en la imagen [Figura 10](#)

Figura 10: Tiempo de Levantamiento (Tl).



Elaboración propia mediante Simulink

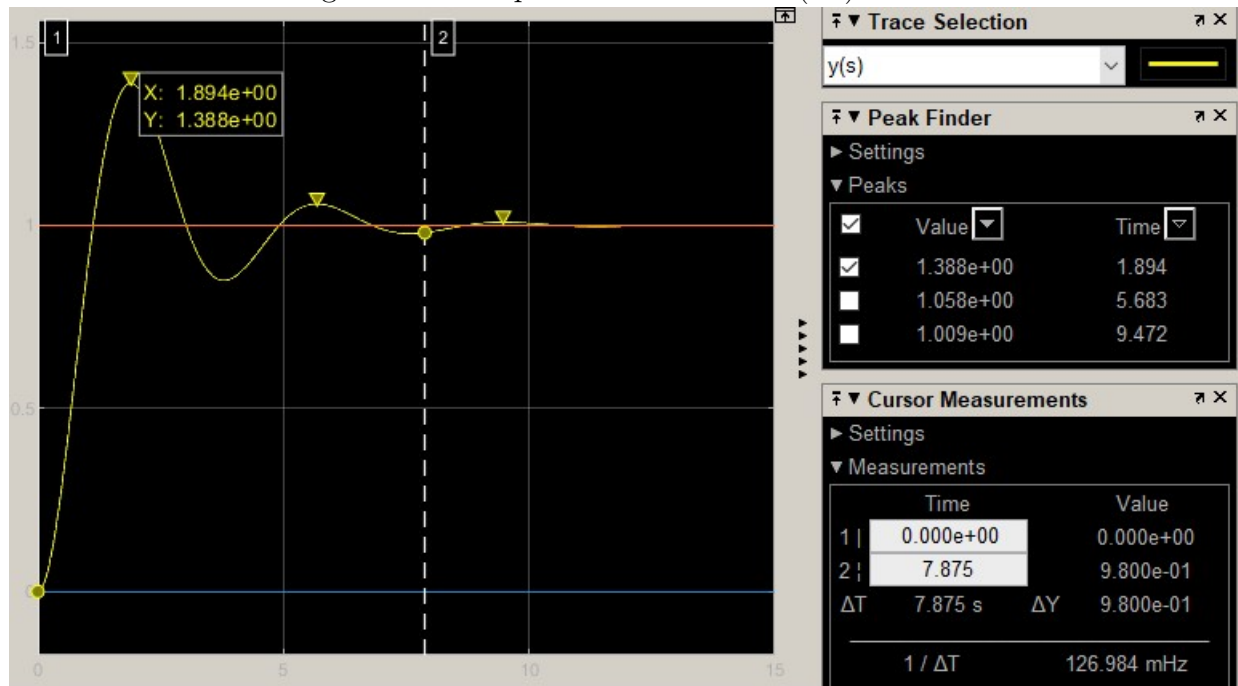
2.3.2. tiempo de asentamiento al 2 %

Cuando la señal de salida entra a la brecha del 2 %, lo hace por la parte de abajo del valor deseado (1), eso corresponde a una altura del 98 % desde el punto '0' del eje y. En ese punto la medición del tiempo de asentamiento al 2 % da como resultado

$$Ta = 7,875s$$

La imagen [Figura 11](#) que corresponde a esta medición de la señal lo confirma

Figura 11: Tiempo de Asentamiento (T_a) al 2 %.



Elaboración propia mediante Simulink

2.3.3. Sobrepaso máximo (M_p)

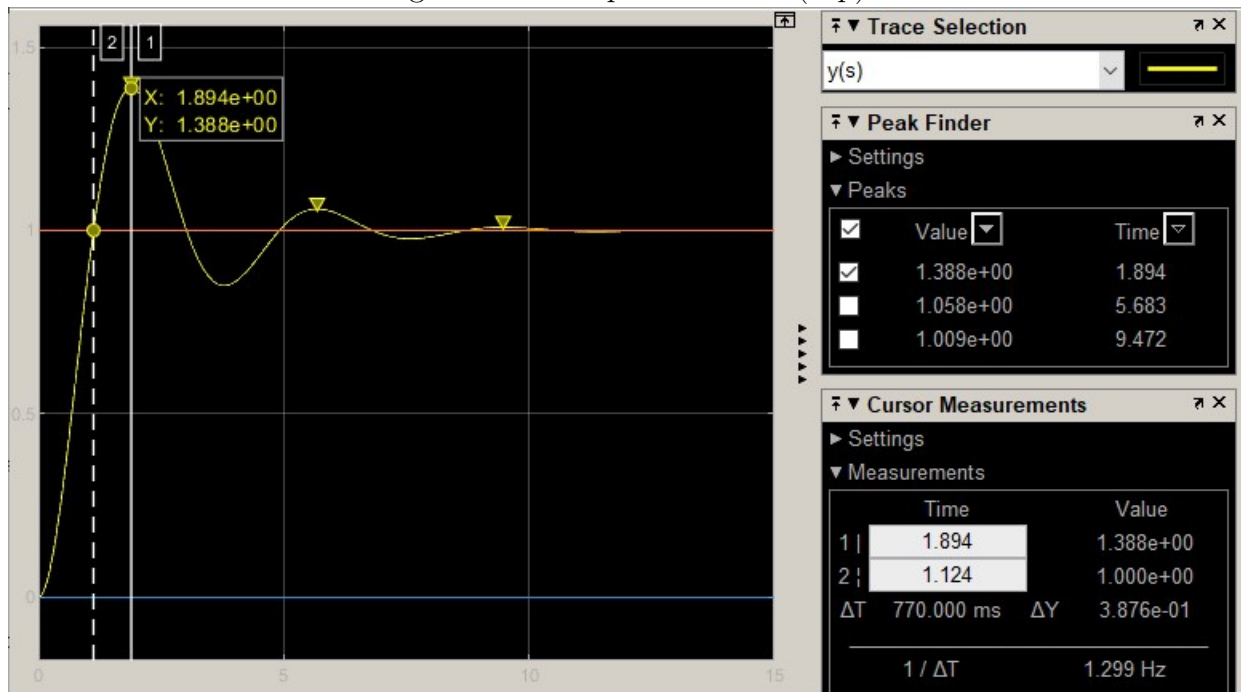
Se tienen los siguientes datos:

El sobrepaso máximo es la altura del pico máximo respecto al valor deseado:

$$M_p = 1,3876 - 1 = 0,3876$$

La imagen [Figura 12](#) muestra este resultado.

Figura 12: Sobrepasso máximo (Mp).



Elaboración propia mediante Simulink

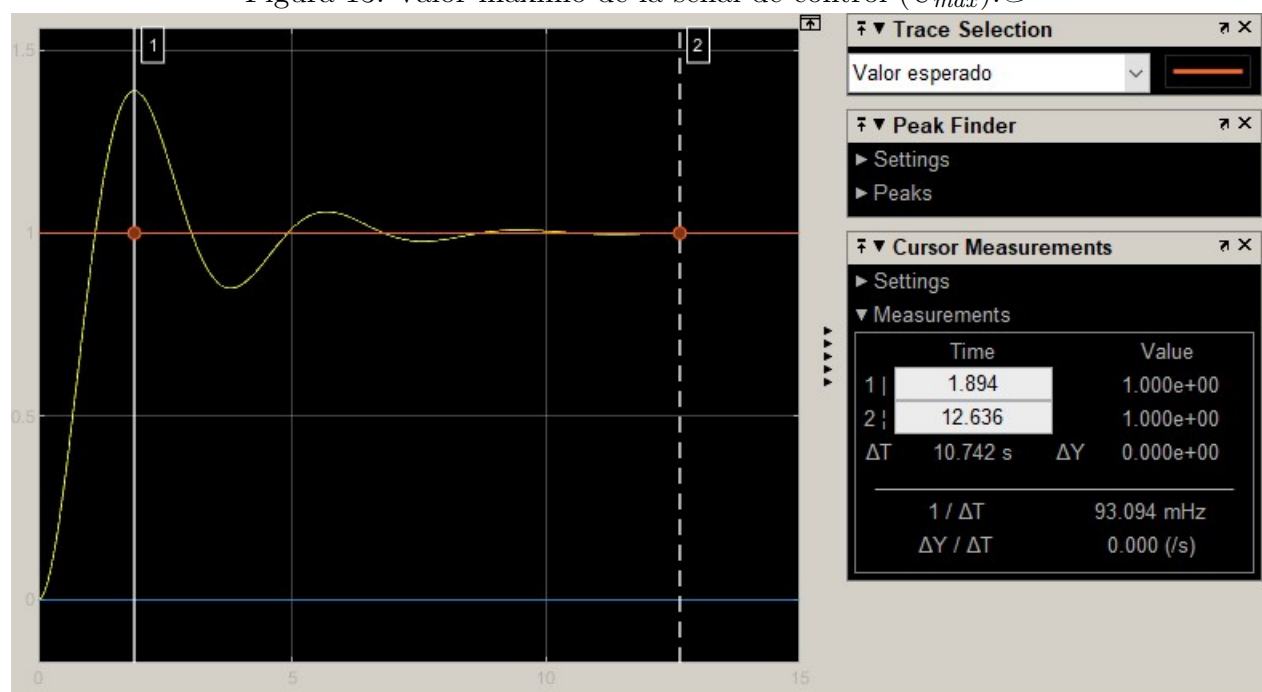
2.3.4. El índice de error integral IAE

2.3.5. El valor máximo de la señal de control (U_{max})

$$U_{max} = 1$$

Se muestra en la imagen [Figura 13](#)

Figura 13: Valor máximo de la señal de control (U_{max}).@



Elaboración propia mediante Simulink

2.3.6. El error permanente.