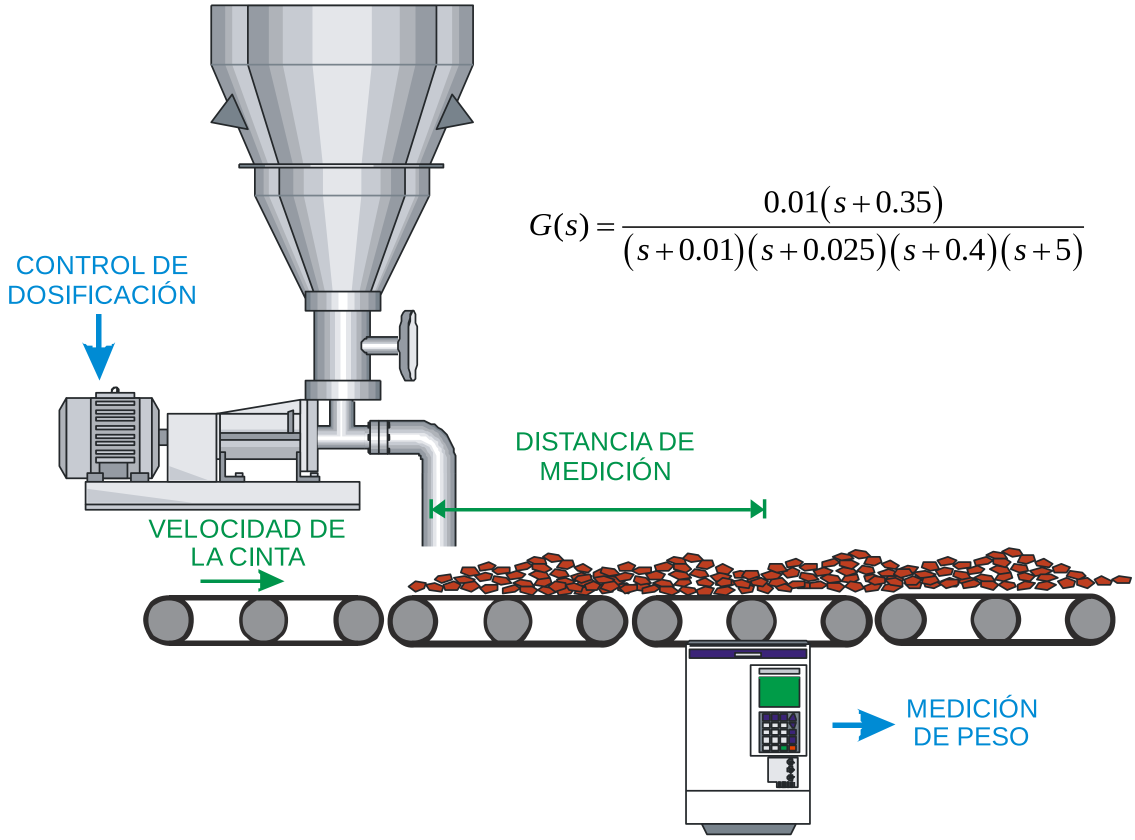
EJEMPLO PID

Descripción del Sistema:



La planta a controlar está compuesta de una tolva que vierte material sobre una cinta transportadora. La cantidad de material se regula mediante un dosificador a tornillo proporcional. El peso es medido sobre la cinta con una celda de carga ubicada a una distancia determinada de la tolva.

La velocidad de la cinta es, aproximadamente, constante. Por ello, existe un retardo, supuesto constante, en la medición de variaciones del peso debido a cambios en el dosificador de la tolva.

Considerando los distintos elementos del conjunto y haciendo algunas aproximaciones se concluye que un modelo de la planta de cuarto orden más el retardo en la salida medida, representa bastante bien al sistema.

El retardo de tiempo calculado para una cierta velocidad de la cinta es 14.6 seg.

Se supone que se quiere controlar el sistema con un PID clásico el cual provee una tensión para abrir o cerrar la válvula de la tolva en función del peso leído por la celda.

El controlador se va a sintetizar en un PLC que toma una muestra cada un segundo.

SOLUCIÓN

La transferencia de la planta es:

$$G(s)=\frac{0.01(s+0.35)e^{-14.6s}}{(s+0.01)(s+0.025)(s+0.4)(s+5)}$$

Se va a discretizar la transferencia, con el periodo de muestreo correspondiente (Ts=1 seg), para analizar el comportamiento de la planta.

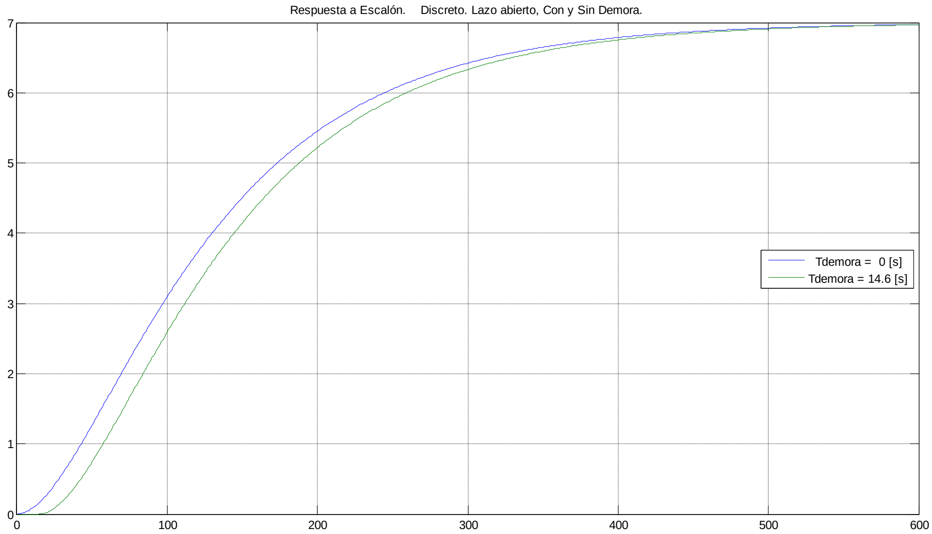
La transferencia discreta de la planta, sin retardo, es:

$$Gp(z) = \left(1 - z^{-1}\right) Z\left\{\frac{G(s)}{s}\right\} = \frac{0.00066361(z+1.718)(z-0.7047)(z+0.05726)}{(z-0.99)(z-0.9753)(z-0.6703)(z-0.006738)}$$

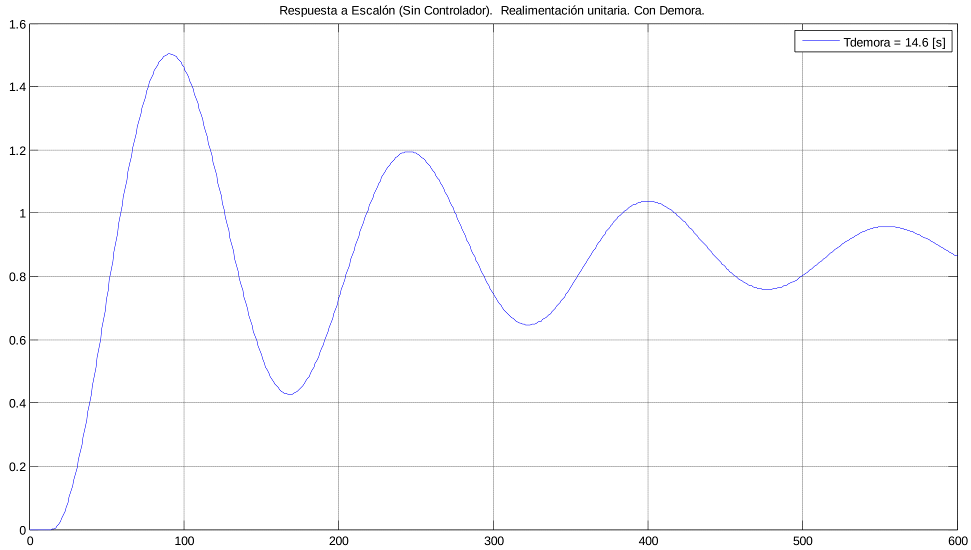
Para un retardo de 14.6 seg se considera desde el punto de vista discreto N=Td/Ts=15. Por lo tanto la transferencia total queda:

$$G_t(z) = \left[\frac{1}{z^{15}}\right]\left[\frac{0.00066361(z+1.718)(z-0.7047)(z+0.05726)}{(z-0.99)(z-0.9753)(z-0.6703)(z-0.006738)}\right]$$

Para esta transferencia se calcula la respuesta a lazo abierto, para una entrada en escalón:

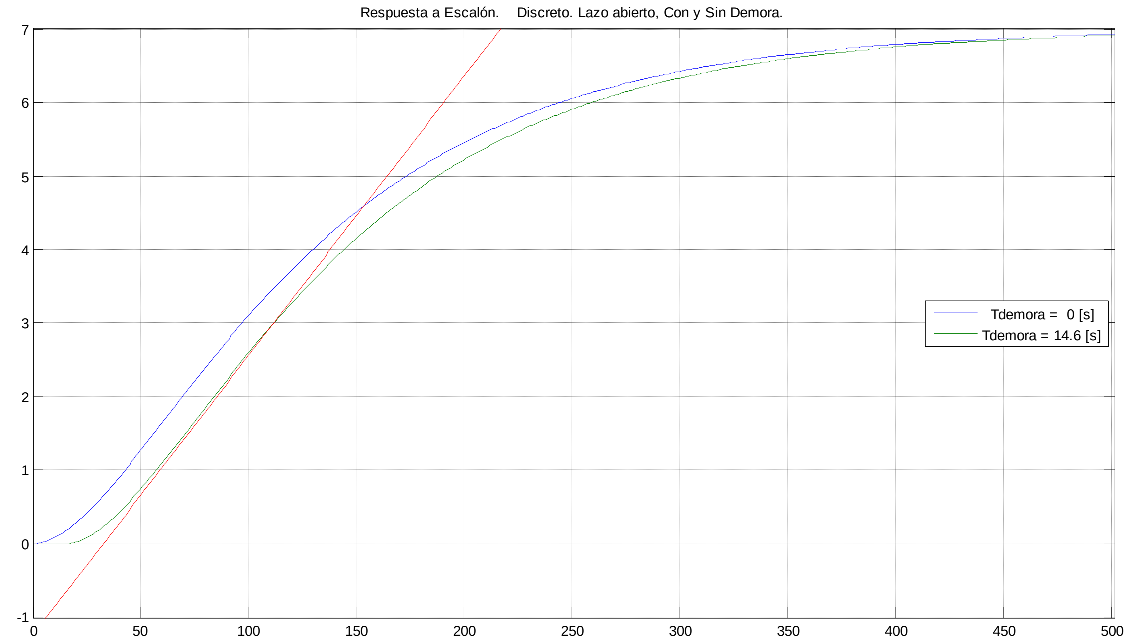


Y para una realimentación unitaria, la respuesta del sistema con retardo, a lazo cerrado, para un escalón unitario puede verse a continuación.



Se ve que el sistema resulta estable, sin embargo se necesita un mejor desempeño. Para modificar la respuesta transitoria, se va a utilizar un controlador tipo PID.

Utilizando el método de Ziegler-Nichols a partir de la respuesta a lazo abierto, se calculan los siguientes valores para el sistema con retardo.

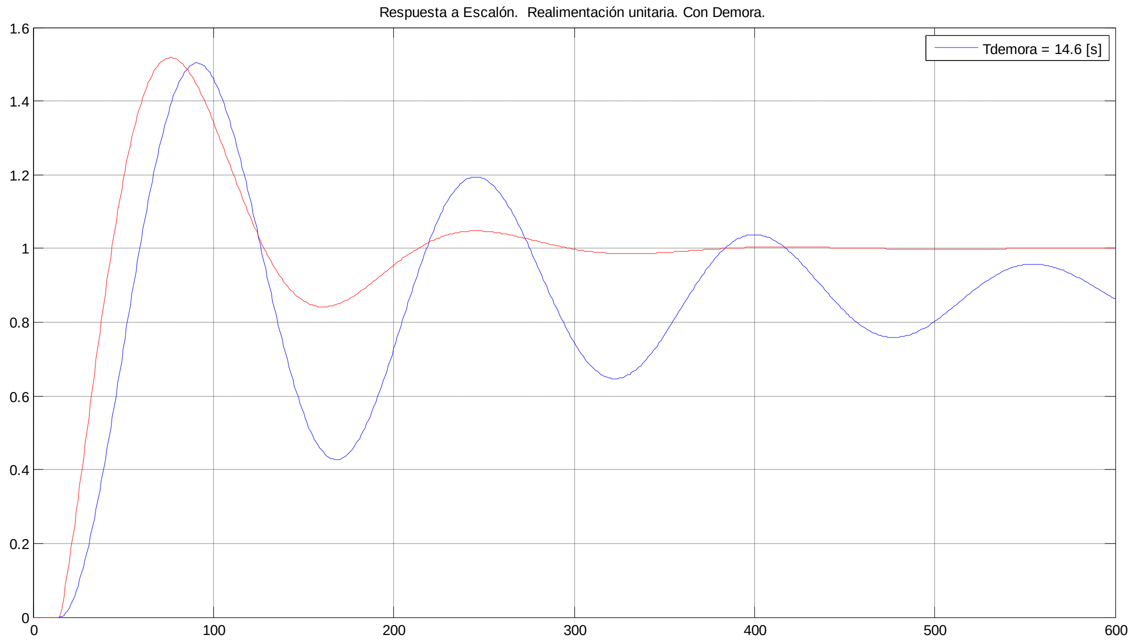


Pendiente máxima= R= 0.0380
Ordenada= L = 32.7370

Con la tabla se calcula: Kc = 1.2/ R.L Ti= 2.L Td= 0.5.L

Kc1=0.9644 Ti1 = 65.4740 Td1 = 16.3685

Para este compensador, se grafica en color rojo, la respuesta a lazo cerrado del sistema compensado. Puede verse el efecto del PID en el error en régimen permanente



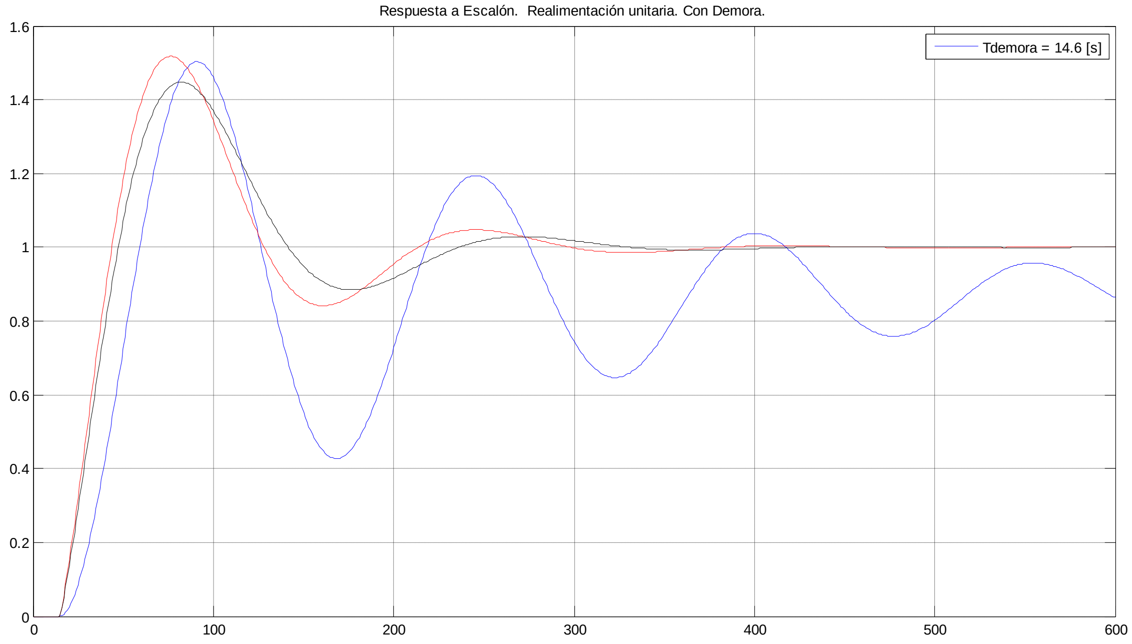
Los coeficientes de Ziegler-Nichols para la respuesta oscilatoria, se pueden calcular a partir de los márgenes de ganancia y de la frecuencia correspondiente:

Kmax = 1.4164 Wo= 0.0462 To= 2.pi/Wo =135.9916

Los parámetros del controlador para este caso son:

Kc2 = 0.8498   Ti2 = 67.9958   Td2 = 16.9990

Y la respuesta del sistema compensado, puede verse graficada en color negro:

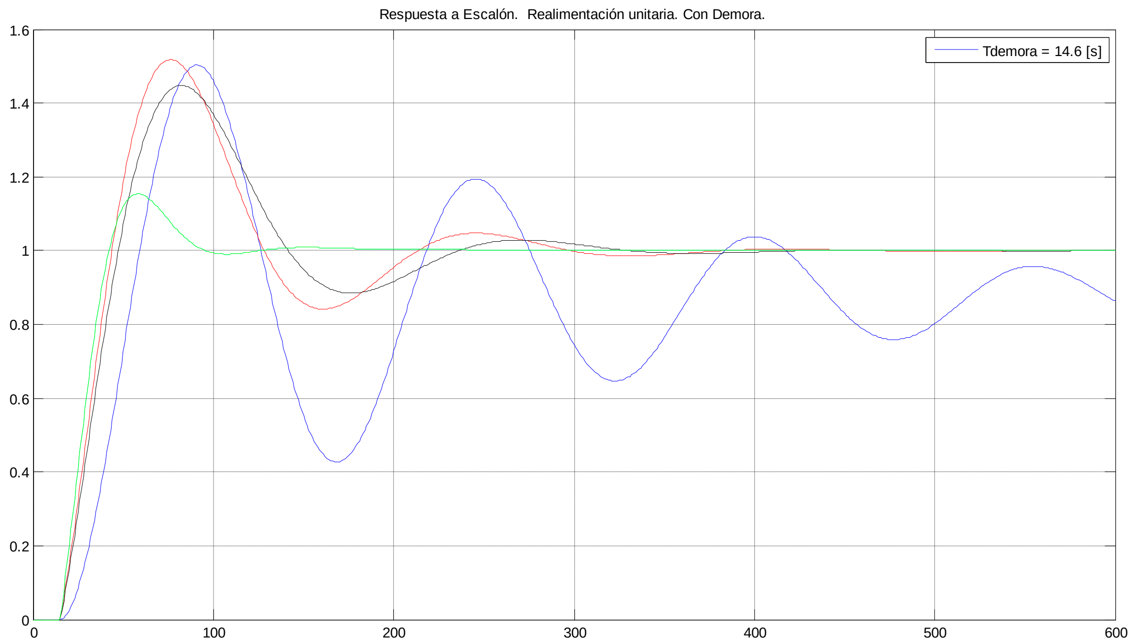


El tiempo de establecimiento en ambos casos es superior a los 350 seg. Se va a tratar de conseguir una respuesta más rápida y si es posible mejorar la estabilidad. Para ello se varían las constantes del PID de manera criteriosa.

Ensayando el sistema se llega a un controlador con los siguientes parámetros:

Kce= Kc1, Tie= 2.5*Ti1 ,   Tde= 2.5*Td1

Y se consigue la respuesta, a lazo cerrado, graficada en color verde :



Se consigue bajar el tiempo de establecimiento en al menos 100 segundosy también el sobrepico.