

Anexo 18. Comandos utilizados en Matlab®

Anexo 18.1 Análisis en el dominio de la frecuencia con la transformada rápida de Fourier para la señal de salida.

- `FR = fft(y,900);`
- `Py1=FR.*conj(FR)/90;`
- `frec =[1:100];`

Anexo 18.2 Análisis de autocorrelación de las muestras de la salida del proceso de temperatura.

- `[ACF, Lagsout, margenes_out] = autocorr(temp)`
- `stem(Lagsout,ACF)`

Anexo 18.3 Análisis de la correlación cruzada entre las muestras de la salida y las de la entrada del proceso de temperatura.

- `[XCF, Lagsinouty, margenes_inout] = crosscorr(vol, temp)`
- `stem(Lagsinout,XCF)`

Anexo 18.4 Script para la validación del modelo obtenido.

- `function[Fit,VAF,EP,ES]=Validacion(mr,me)`
- `% mr: datos reales; me: datos modelo estimado`
- `Fit=(1-sqrt(sum((mr-me).^2)/(length(mr)-1))/std(mr))*100;`
- `VAF=(1-(sum((mr-me).^2)/(length(mr)-1))/(std(mr)^2))*100;`
- `%Error de predicción final`
- `media_salida=mean(mr);`
- `error=abs(mr-me);`
- `figure;`
- `plot(error)`

- $\text{media_err} = \text{mean}(\text{error});$
- $\text{EP} = \text{abs}(\text{media_err} / \text{media_salida}) * 100;$
- % Cálculo del error de simulación
- $\text{var_err} = \text{var}(\text{error});$
- $\text{varianza_salida} = \text{var}(\text{mr});$
- $\text{ES} = ((\text{abs}(\text{media_err}) + \text{var_err}) / (\text{media_salida} + \text{varianza_salida})) * 100;$

Anexo 18.5 Uso de la herramienta SignalConstrains

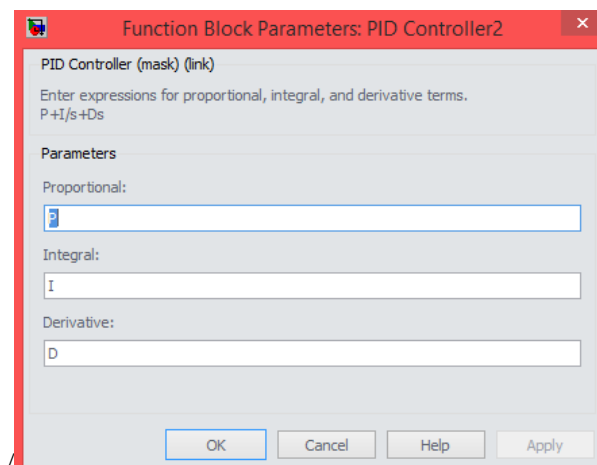
Para el uso de esta herramienta de optimización es necesario, después de conformar el lazo de control en el Simulink, crear las variables que representaran los parámetros del controlador. Las variables se nombraron de la siguiente forma:

P (Acción proporcional)

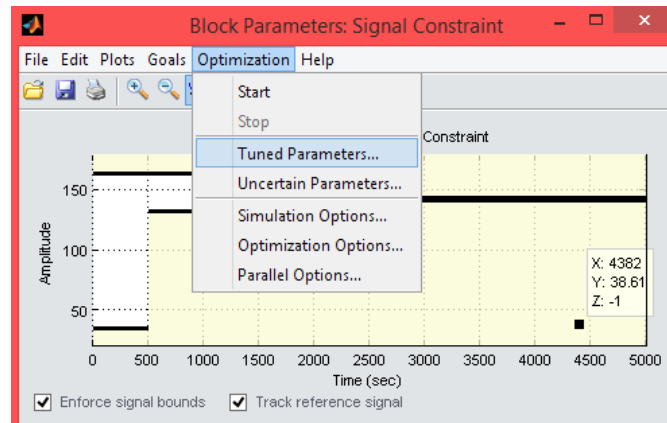
I (Acción integral)

D (Acción derivativa)

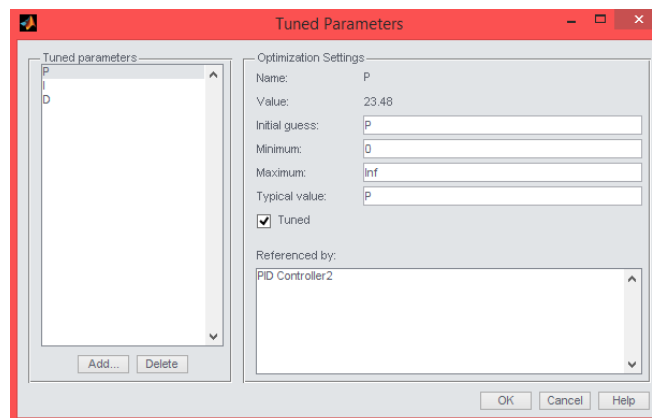
Las variables deben ser creadas e inicializadas en cero en la ventana del “Command Window” del Matlab. Después se procede a la asignación de las variables, para ello se accede a la ventana de configuración del controlador y se asignan según la función que representan (Proporcional, Integral o Derivativa), en los espacios destinados para cada función.



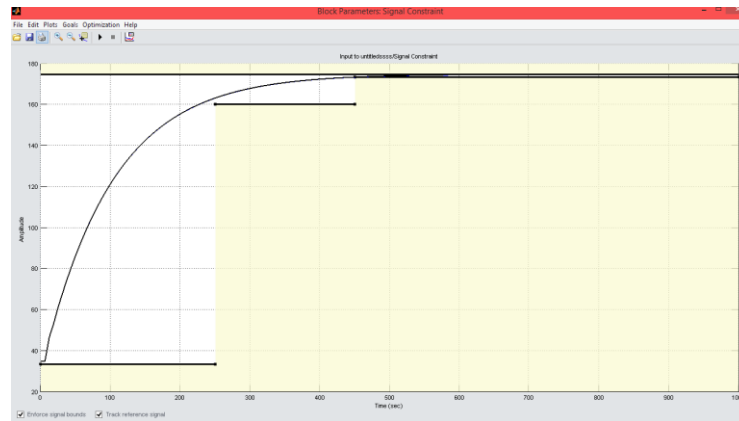
Una vez que todo está preparado se abre la ventana principal de configuración del bloque **Signal Constrains** y se adicionan los parámetros que serán ajustados. Para esto se desplaza el menú “optimization” y se oprime sobre la opción “Tuned parameters”.



Seguidamente aparecerá otra ventana donde se adicionan los parámetros a ajustar. Se oprime la pestaña “Add” para traer desde el “To Workspace” las variables necesarias para su ajuste (ver figura A.).



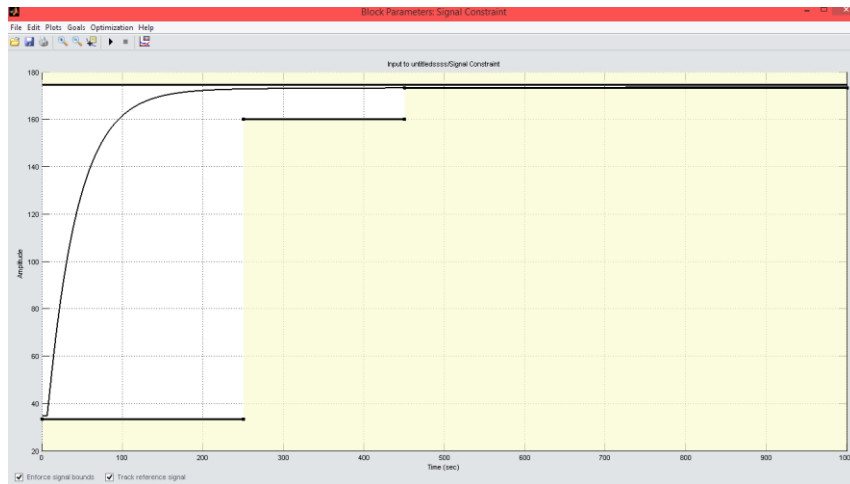
Después de seleccionados los parámetros a ajustar, se pasa a la configuración de los mismos en la misma ventana. Como paso final se desplaza el menú “Goals” y se oprime sobre la opción “Desired Response...”.



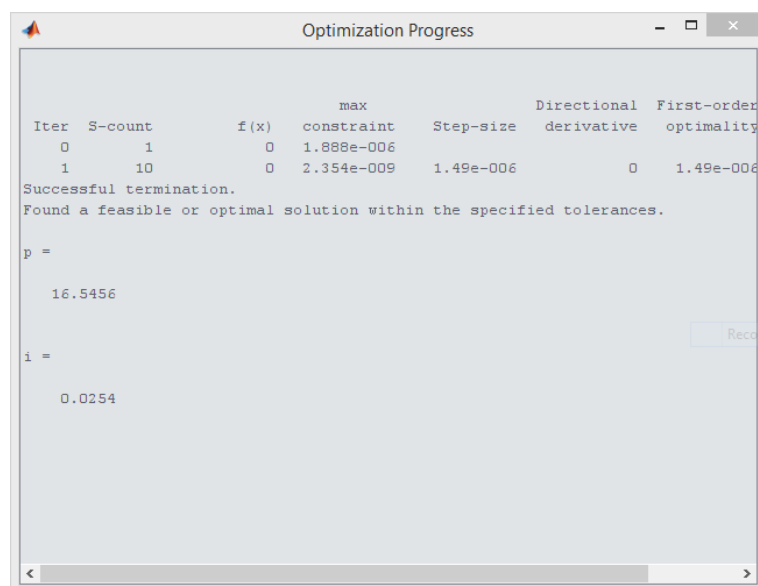
Seguidamente aparecerá otra ventana donde se especifican las características de la respuesta transitoria deseada por el diseñador del controlador.

Por último, ya está todo preparado para dar inicio al proceso de ajuste y optimización de los parámetros del controlador, por tanto, hay que volver a la ventana principal y oprimir el botón de inicio. Seguidamente aparecerá una ventana donde se muestra el progreso del proceso de optimización y una vez que éste culmine, al final de dicha ventana, se dan a conocer los valores de los parámetros que se seleccionaron como los que mejor se ajustan a las condiciones gráficas impuestas para la respuesta temporal del sistema.

En el caso, que con los valores ajustados no se obtenga la respuesta deseada en el lazo, se puede volver a la ventana principal y modificar los límites de la respuesta temporal hasta obtener una respuesta adecuada para el proceso.



Obteniéndose valores de P, I y D capaces de satisfacer nuestras restricciones.



Anexo 18.6 Script para determinar las especificaciones temporales.

- function [pm,tr,td,ts]=Esp(t,salida)
- %Calculando el %de pico maximo
- f=length(salida);
- fe=salida(f);
- p=max(salida);
- pm=((p-fe)/fe)*100;
- %Tiempo de Establecimiento
- mj1=fe*0.005;

- $gt2 = fe + mj1$;
- $gt1 = fe - mj1$;
- $lm = \text{find}(\text{salida} \leq gt1)$;
- $r21 = t(\max(lm))$;
- $r4 = \text{find}(\text{salida} \geq gt2)$;
- $r22 = t(\max(r4))$;
- if $gt2 > p$
- $r22 = 0$;
- $ts = r21$;
- else
- if $r21 > r22$
- $ts = r21$;
- else
- $ts = r22$;
- end
- end
- %Tiempo de subida
- $fe = fe - \text{salida}(1)$;
- $ts0 = fe * 0.1 + \text{salida}(1)$;
- $ts1 = fe * 0.9 + \text{salida}(1)$;
- $s1 = \text{find}(\text{salida} \geq ts0)$;
- $hj0 = t(\min(s1))$;
- $s2 = \text{find}(\text{salida} \geq ts1)$;
- $tg1 = t(\min(s2))$;
- $tr = tg1 - hj0$;
- %Tiempo de demora
- $ku = fe * 0.5 + \text{salida}(1)$;
- $we = \text{find}(\text{salida} \geq ku)$;
- $td = t(\min(we))$;
- end