**Monografía Control**

Objetivo:

El trabajo de un ingeniero consiste en resolver problemas:

Porque se necesita algo y no existe y debe crearlo

Porque algo no funciona, hay que repararlo

Porque hay que prever que no se rompa, lo mantiene

Por tal motivo, uno de los objetivos de este trabajo es tratar de aplicar algunas de las herramientas utilizadas por los ingenieros relacionadas con el círculo virtuoso:

* Definición del problema,
* análisis,
* diseño,
* simulación,
* construcción,
* ensayos,
* comparación de resultados con la simulación.

Por supuesto que en el trabajo real del ingeniero se deberán tener en cuenta otras consideraciones adicionales tales como selección de los componentes, verificación de normas a cumplir, ensayos de certificación, etc.

Como parte de la aprobada de la materia Control, se requiere que el futuro profesional demuestre haber adquirido los conceptos fundamentales y las herramientas necesarias para poder analizar y diseñar sistemas de control lineales e invariantes en el tiempo. Al aprobar los parciales, demuestra haber aprendido las herramientas utilizadas en Control.

Para demostrar que se han aprendido los conceptos de control, se sugiere que realicen una monografía siguiendo algunas indicaciones. Recuerden que lo importante es relacionar los conceptos con el sistema estudiado.

También es importante

**TEMAS A DESARROLLAR**

**INDICE**

**Definición del problema**

* Que queremos controlar? Planta, Variable controlada
* Con qué lo vamos a controlar? Actuador
* Con qué lo vamos a medir? Sensor + acondicionador de señal
* Cuáles son las posibles perturbaciones?
* Rango de entrada (Por norma, se suelen utilizar los valores de 0 Volt para el valor mínimo de la variable controlada y 10 Volt para el máximo. Otros valores utilizados son: 4 mA para el mínimo, 20 mA para el máximo, etc)
* Rango de salida: valor mínimo y máximo de la variable controlada

Sugerencia: al definir el problema, se recomienda imaginar un control “manual” del sistema: donde uno mira la salida del sensor, piensa la señal de mando y ordena a la mano una acción

Diagrama de bloques (con cajas representando cada uno de los puntos anteriores. Recordar que un bloque no se puede conectar al siguiente si la variable de salida del bloque anterior se modifica. Además, indicar las unidades tanto a la entrada como a la salida.

Modelo matemático determinado de manera teórica o experimental

Armar el modelo de Simulink

Se sugiere:

Verificar que se cumpla el modelo calculado o medido de cada componente (ingresar la entrada la variable correspondiente –escalón- y analizar la salida en el scope conectado tanto en magnitud como el transitorio

Conectar los bloques teniendo en cuenta que al agregar un bloque, no debe “cargar” al anterior. Dibujar cada bloque para que represente un componente. Agregue las dimensiones a la entrada y a la salida de cada bloque. Conecte un scope a la salida de cada bloque. Designar cada bloque con el nombre del componente que representa.

**2 Función de transferencia de Lazo abierto**

Calcular la FT por álgebra de diagrama de bloques y por Mason

Calcular ceros y polos

Escribir la FT de modo (zpK)

Dibujar ceros y polos en el plano de la variable compleja “s”

Determinar tipo de sistema

ERROR DE RÉGIMEN. Analizar el comportamiento de **régimen del sistema a lazo cerrado (error de régimen)** con distintas señales de entrada: escalón, rampa, parábola estudiando su significado para vuestro sistema. Aplicar los conceptos de Tipo de entrada, Tipo de Sistema, Ganancia estática y su relación con los errores calculados

Determinar Ganancia estática

Determinar el valor del error de régimen ante distintas entradas (en valores correspondientes a la variable controlada de vuestro sistema)

Matlab: Implementar el diagrama en bloques en Simulink

Se sugiere vincular la señal de referencia de la entrada con la salida mediante un MUX. Recordar de agregar un bloque entre entrada y MUX con una ganancia igual a la inversa de la ganancia estática del bloque H(s). Analicen y comenten las señales relacionándolas con los conceptos de error

**3. Función de transferencia de Lazo cerrado**

Calcular la FT de lazo cerrado por álgebra de diagrama de bloques y por Mason

Escribir la ecuación característica

Considerando una ganancia variable Kc en el lazo directo, aplicar la regla de Routh-Hurwitz para determinar valores de Kc para los que se mantiene el sistema estable

Calcular los ceros y polos de la FT de lazo cerrado. Identificar que los ceros de lazo cerrado son los ceros de G y los polos de H. Los polos de lazo cerrado, son las raíces de la ecuación característica

Escribir la FT de lazo cerrado de la manera zpK

Dibujar ceros y polos en el plano de la variable compleja “s”

Determinar orden del sistema

Ver cuáles son los polos “Dominantes” del sistema.

Analizar el comportamiento del sistema ante una entrada escalón por descomposición en fracciones parciales simples. Entender porqué se llaman polos dominantes?

Matlab: simular con entrada escalón en el diagrama en bloques de Simulink. Comparar resultados calculado manualmente

Estudiar la respuesta ante el escalón determinando: Sobrepasamiento, Tiempo de establecimiento, error de régimen. Calcular dichos valores como si el sistema tuviese un modo dominante de 2do orden

Comparar los resultados de la simulación MAtLab / Simulink con los valores calculados incluyendo el error

**Lugar de raíces de la ecuación característica con algún parámetro variable**

Definir el concepto del Lugar de Raíces

Dibujar a mano el LR aplicando las reglas para su trazado

Trazar el LR utilizando comandos de MAtlab

Comparar gráficos

Ubicar los polos y ceros de lazo cerrado para distintos valores de Kc (sistema sobreamortiguado, amortiguamiento crítico, subamortiguado)

Simular con Matlab/ Simulink utilizando esos valores de Kc e interpretar los resultados

Elija (calculando) un valor de Kc tal que la relación de amortiguamiento sea de 0,707

Determine para este valor de Kc, el valor de error de régimen y de tiempo de establecimiento

**Compensación utilizando el Lugar de Raíces**

Defina como especificaciones

Si se requiere error cero ante alguna de las entradas, si necesita o no agregar un integrador (polo en el origen)

Si el caso fuese de que sea necesario agregar polos en el origen, repita los últimos pasos del tema anterior

Las especificaciones para diseñar el compensador son:

Error de régimen: 1/10 del valor actual (PI)

Tiempo de establecimiento: menor que la mitad del tiempo actual (PD)

Calcular a mano el compensador PID

Calcular la nueva FT de lazo cerrado y ubique polos y ceros de lazo cerrado sobre el Lugar de Raíces

Calcule el valor del Klímite.

Simularlo en Matlab/ Simulink analizando los resultados

**Respuesta en frecuencia**

Utilizando MAtlab, trace el diagrama de Bode de la FT de lazo abierto con y sin compensación

Dibuje los polos y ceros sobre el diagrama de Bode

Determine Margen de Ganancia y Margen de fase

Verifique que el MF = 100 ζ (relación de amortiguamiento)

Analice cómo se modificó w1 (frecuencia de cruce de ganancia (donde corta el eje de cero dB))

**Variables de estado (para Ing Electrónica e Ing en Computación)**

Descomponer el sistema utilizando las técnicas de descomposición (directa, en paralelo, …)

Identifique las nuevas variables con las variables reales de su sistema

Determinar controlabilidad y observabilidad

Armar un diagrama de realimentación por variables de estado

**ADJUNTAR A LA MONOGRAFÍA**:

Modelo Simulink con todos los componentes (sin reducir). Archivo \*.mdl

Anexo de los comandos MatLab utilizados (copiar y pegar de la ventana de Matlab)