

**Departamento de Ciencias Matemáticas**  
**Ingeniería Matemática**  
**Curso: Sistemas Lineales**

### **Entregable 3 del trabajo integrador del curso Sistemas Lineales**

El entregable 3 del curso Sistemas Lineales debe ser entregado en formato tipo artículo científico a doble columna utilizando la misma plantilla que se usó para realizar el entregable 2. Así las cosas, el presente entregable deberá contener los puntos planteados en el entregable 1 y 2 (incluyendo las mejoras propuestas por el docente en la realimentación) y los de la presente guía. Debido a que este informe es tipo artículo científico, se deberá tener en cuenta la estructura que un artículo de este tipo requiere (ver rúbricas de evaluación).

Actividades a realizar al sistema dinámico linealizado:

1. Obtener el diagrama de bode de la planta (garantizar que el sistema sea estable) y determinar la estabilidad relativa ( $M_g$  y  $M_f$ ), ancho de banda  $w_B$ , frecuencias de cruce de ganancia y de fase.
2. Obtener el periodo de muestreo adecuado de la planta según el teorema de Nyquist o los que se utilizan en la práctica. Para ello se debe tener en cuenta el ancho de banda  $w_B$  (si la magnitud no cruza por  $-3dB$  obtener el  $T_s$  por medio del  $T_r$  deseado). Posteriormente discretizar el modelo lineal en lazo abierto utilizando el período de muestreo encontrado. Finalmente, determinar la estabilidad de la planta a través del gráfico de polos y ceros y la respuesta al escalón.
3. Agregue dos señales de ruido diferentes al sistema, una justo después de la entrada (teniendo en cuenta que en la práctica las señales de entrada suelen agregar ruido) y otra en la salida (teniendo en cuenta que en la práctica al censar la salida se agrega ruido).
4. Elabore los filtros pasa bajas necesarios y ubíquelos de tal forma que se logre eliminar los ruidos del sistema.
5. Diseñe e implemente un controlador PID de tal forma que se logre mínimo un  $t_s = 0.75s$  y un  $M_p=5\%$ . Si le es posible mejorar estos requerimientos mínimos lo puede hacer. Se darán puntos extras si se logra mejorar la robustez del sistema ( $M_g > 6dB$  y  $30^\circ < M_f < 60^\circ$ ).
6. Diseñe e Implemente un controlador PID Digital al sistema discreto de tal forma que se logre como mínimo las mismas especificaciones del punto 5.
7. Compare las respuestas de los dos sistemas controlados ante un escalón unitario, rampa y escalera. Finalmente analice los resultados y concluya.
8. Grafique las señales de control de los dos sistemas y analice el esfuerzo de control.
9. Usando su creatividad e imaginación, piense en cómo mejorar el control PID antes diseñado (tiene la libertad de usar lo que deseé) para mejorar cualquier aspecto de este. Impleméntelo en el sistema y demuestre las mejoras logradas con respecto al PID clásico (si su idea no da resultado, muestre y explique lo que propone en conjunto con los resultados no satisfactorios).

10. Finalmente, teniendo en cuenta el mejor controlador PID diseñado para la planta lineal, implemente el mismo controlador en el sistema no lineal, analice los resultados del controlador por dentro y por fuera del rango de linealidad y obtenga las conclusiones finales. Para su implementación, no olvide tener en cuenta la Figura 1.

**Recuerden que si tienen algún problema con alguna actividad, se debe mencionar en el informe y se debe tratar de analizar el por qué del problema.**

### ■ Aplicación de un control lineal a un sistema no lineal

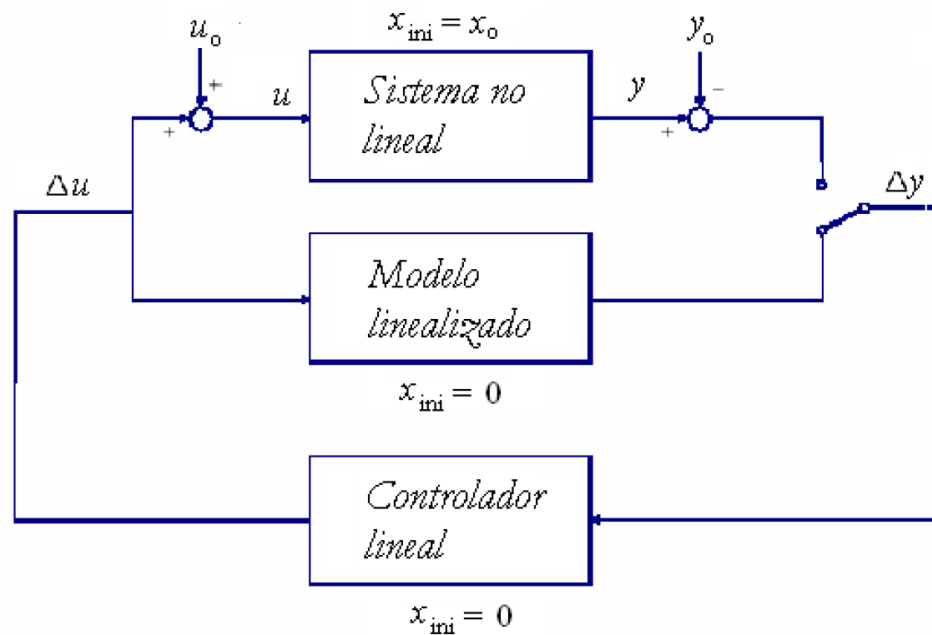


Figura 1. Aplicación de un control lineal a un sistema no lineal.