



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

Informe

Laboratorio 02: Control No Lineal

Alumnos

Pérez Ccolque, Javier
Bustinza Cabresa, Carlos Augusto

Profesor: Dr. Juan C. Cutipa Luque

19 de octubre de 2021

Resumen

Este documento presenta el informe del Laboratorio ...(complete el resumen con alrededor de 200 palabras, no deje en blanco)

Índice

1. Objetivos	1
2. Fundamento Teórico	1
3. Materiales y Equipamientos	1
4. Procedimientos	1
5. Cuestionario	2
6. Conclusiones y observaciones	2
Referencias Bibliográficas	3
Apéndice	4
Rúbrica	5

1. Objetivos

Retener los conocimientos del control no lineal de manera práctica a través de validación numérica.

2. Fundamento Teórico

Los contenidos abordados en la asignatura que se encuentran en el aula virtual de la UNSA <https://aulavirtual.unsa.edu.pe/aulavirtual/>, temas 6, 7 y 8. Puede también usar el material de consulta [1].

3. Materiales y Equipamientos

- Computador.
- Gnu-Octave instalado o acceso <https://octave-online.net/>.
- Cuaderno de apuntes.
- Script en Gnu-Octave del ejemplo.

4. Procedimientos

Se presentan los procedimientos de la presente experiencia de Laboratorio:

1. Encuentre la solución numérica del siguiente sistema no lineal.

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= x_1 + a \sin(x_1) + x_2, \\ \dot{x}_2 &= u,\end{aligned}$$

2. Considerando a y k iguales a 1, y la ley de control backstepping:

$$u = [-2 - a \cos(x_1)][x_1 + a \sin(x_1) + x_2] - x_1 - k(x_2 + 2x_1 + a \sin(x_1)), \quad k > 0.$$

plotee la respuesta del sistema controlado (x_1, x_2) .

3. Edite el script para guardar los datos de la simulación en un archivo de nombre 'datos.txt'. Luego, cree un nuevo script para plotear la variable de control u , superpuesta con las variables de estado (x_1, x_2) .
4. Repita el procedimiento 3, ésta vez con $k = 1000$. Comente porque varía el resultado y si la estabilidad por Lyapunov todavía es garantizada.
5. Asuma que existe incertidumbre en el parámetro $-1 < a < 3$. La ley de control desconoce de esa incertidumbre y solo considera el valor nominal, que para el caso es $a = 1$. Plotee la respuesta en el tiempo del sistema estabilizado $(x_1, x_2$ y $u)$ y comente los resultados. ¿Todavía el sistema se estabiliza a pesar de existir dicha variación paramétrica en la planta?
6. Projete una ley de control robusta para el sistema con incertidumbre en $1 \leq c(t) \leq 2$ (con validación numérica):

$$\ddot{x} = c(t)\dot{x}^2 \cos(3x) + u \quad (1)$$

7. Projete una ley de control adaptativa robusta para el sistema anterior (con validación numérica).

5. Cuestionario

1. Liste las ventajas y desventajas de los controladores backstepping y por modos deslizantes.
2. Comente de la posibilidad de incluir robustez al controlador backstepping, robustez en cuando a incertidumbres de modelado, disturbios externos y ruidos provenientes de las mediciones.
3. Projete en Python un controlador por modos deslizantes para su sistema definido en su proyecto (Evaluación Continua referida al proyecto).

6. Conclusiones y observaciones

Aquí debe concluir de forma sucinta sobre la experiencia realizada y colocar observaciones que considere pertinentes.

Referencias

- [1] H. K. Khalil. *Nonlinear systems*. Pearson, 3 edition, 2001.

Apéndice

```

36 function back1()
37 clear all; close all;
38 to=0; % start time
39 tf=60; % end time
40 t=linspace(to,tf,200);
41 xo(1)=-20; % initial condition
42 xo(2)=30;
43 %a=1;
44 global fileID
45 fileID = fopen('datos.txt','w');
46 options1=odeset('RelTol',0.01);
47 [t,x] = ode23(@(t,x) nonlinear(t,x),t,xo,options1);
48 %T,Y] = ode45(@(t,y) test(t,y,b), tspan, y0); % One comma removed
49 fclose(fileID);
50 xlabel('Time (s)')
51 ylabel('Amplitude')
52 hold on
53 plot(t,x(:,1))
54 plot(t,x(:,2))
55 legend('x1','x2');
56 grid
57 function [xdot] = nonlinear(t,x)
58 % nonlinear model to integrate with ODE45
59 % parameters
60 % deslizante control
61 global fileID
62 %
63 a=1;
64 k=1;
65 % backstepping control law
66 u=(-2-a*cos(x(1)))*(x(1)+a*sin(x(1))+x(2))-x(1)-k*(x(2)+2*x(1)+a*sin(x(1)));
67 % model dynamics
68 xdot=[x(1)+a*sin(x(1))+x(2);
69       u];
70 fprintf(fileID,'%10.6f %10.6f %10.6f %10.6f \n',t,u,x(1),x(2));

```

Rúbrica

- e1: Identifica y diagnostica problemas y los prioriza de acuerdo a su impacto o relevancia.
- e2: Formula soluciones coherentes y realizables usando normas y estándares apropiados.
- e3: Utiliza las técnicas y metodologías de la ingeniería electrónica para plantear, analizar y resolver problemas de ingeniería.
- e4: Maneja equipos e instrumentos y utiliza software especializado propio del ejercicio profesional.

La tabla 1 refleja la evaluación del estudiante respecto este informe y mediante entrevistas.

Tabla 1: Rúbrica según Resultados del Estudiante

Alumno	e1	e2	e3	e4
Pérez Ccolque, Javier				
Bustanza Cabresa, Carlos Augusto				