

# Indice

<b>1</b>	<b>Forma normal de sistemas no lineales</b>	<b>1</b>
1.1	Cambios no lineales de coordenadas . . . . .	1
1.2	Grado relativo . . . . .	4
1.3	Forma normal . . . . .	9
<b>2</b>	<b>Linealización exacta</b>	<b>17</b>
2.1	Linealización exacta de sistemas con una entrada y una salida	17
2.2	Sistemas no lineales con múltiples entradas y salidas . . . . .	27
2.3	Desacoplamiento de canales . . . . .	35
2.4	Linealización exacta y desacoplamiento . . . . .	41
<b>3</b>	<b>Control de un brazo de robot por linealización exacta</b>	<b>51</b>
3.1	Modelo de un brazo de robot . . . . .	51
3.2	Linealización exacta de un brazo de robot . . . . .	56
<b>4</b>	<b>La dinámica de los ceros</b>	<b>61</b>
4.1	Dinámica de los ceros para sistemas de una entrada y una salida	61
4.2	Dinámica de los ceros para sistemas de múltiples entradas y salidas . . . . .	69
4.2.1	Sistemas con grado relativo . . . . .	69
4.2.2	Sistemas sin grado relativo . . . . .	71
4.3	Preprocesadores y postprocesadores para la obtención de grado relativo . . . . .	79
4.4	Ejemplos . . . . .	83
4.4.1	Brazo de robot con una junta elástica . . . . .	83
4.4.2	Reactor continuamente agitado . . . . .	89
4.5	Apéndice . . . . .	91

<b>5</b>	<b>Estabilización de sistemas no lineales</b>	<b>93</b>
5.1	Estabilidad . . . . .	93
5.2	Estabilización de sistemas no lineales mediante realimentación de estados . . . . .	102
5.3	Seguimiento de trayectorias . . . . .	109
5.3.1	Ejemplo. . . . .	111
5.4	Estabilización de sistemas no lineales mediante realimentación de la salida . . . . .	115
5.5	Estabilización y seguimiento de trayectorias en un motor de corriente continua . . . . .	124
5.5.1	Modelo de un motor de corriente continua con tensión de armadura constante . . . . .	124
5.5.2	Estabilización por realimentación no lineal . . . . .	126
5.5.3	Seguimiento de trayectorias . . . . .	129
5.6	Apéndice 1. Variedad centro . . . . .	130
5.7	Apéndice 2. Perturbaciones singulares . . . . .	132
5.8	Apéndice 3 . . . . .	136
<b>6</b>	<b>Aplicaciones a manipuladores robóticos y motores de inducción</b>	<b>139</b>
6.1	Manipuladores robóticos con juntas elásticas . . . . .	139
6.1.1	Control de un manipulador de un vínculo con una junta elástica . . . . .	143
6.1.2	Modelo de un manipulador con dos vínculos y una junta elástica . . . . .	146
6.1.3	Control de un manipulador con dos vínculos y una junta elástica . . . . .	149
6.1.4	Algoritmo de la dinámica de los ceros . . . . .	150
6.1.5	Preprocesadores . . . . .	155
6.2	Motor de inducción . . . . .	158
6.2.1	El modelo . . . . .	158
6.2.2	Linealización, desacoplamiento y control . . . . .	164
<b>7</b>	<b>Desacoplamiento de perturbaciones y modelo de referencia</b>	<b>169</b>
7.1	Desacoplamiento de perturbaciones . . . . .	170
7.2	Control por modelo de referencia . . . . .	174
7.3	Seguimiento asintótico del modelo de referencia . . . . .	180
7.4	Aplicación a una columna de destilación . . . . .	181
7.4.1	El modelo . . . . .	182

7.4.2	Desacoplamiento de perturbaciones y control . . . . .	185
<b>8</b>	<b>Controlabilidad y seguimiento de salidas</b>	<b>189</b>
8.1	Controlabilidad y seguimiento de salidas en sistemas lineales .	189
8.2	Seguimiento de salidas en sistemas no lineales. Puntos singu- lares. . . . .	192
8.3	Controlabilidad . . . . .	200
<b>9</b>	<b>Observadores no lineales</b>	<b>201</b>
9.1	Observadores para sistemas no lineales libres . . . . .	201
9.2	Observadores para sistemas no lineales forzados . . . . .	211
9.3	Aplicación a un problema ecológico . . . . .	217
9.4	Aplicación a un brazo de robot . . . . .	219
9.4.1	El modelo . . . . .	221
9.4.2	Linealización exacta y desacoplamiento . . . . .	224
9.4.3	El observador no lineal . . . . .	225
9.4.4	Simulaciones . . . . .	228
<b>10</b>	<b>Representación entrada-salida de sistemas no lineales</b>	<b>233</b>
10.1	El matrizante . . . . .	234
10.2	Desarrollos en serie de sistemas bilineales . . . . .	235
10.3	Series formales . . . . .	238
10.4	Funcionales analíticas y series generatrices . . . . .	240
10.5	Sistemas bilineales y series racionales . . . . .	242
10.6	Serie generatriz de un sistema lineal y función de transferencia	246
<b>11</b>	<b>Identificación de aproximaciones bilineales</b>	<b>249</b>
11.1	Aproximación de sistemas no lineales mediante bilineales . . .	249
11.2	Identificación de una aproximación bilineal . . . . .	252
11.3	Aproximación bilineal a la ecuación de Duffing . . . . .	255
11.4	Aproximación bilineal con tiempo variable . . . . .	255