

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Hipótesis	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivos Generales	2
1.3.2. Objetivos Específicos	2
1.4. Metodología de trabajo y Alcances	3
2. Sistemas Dinámicos No Lineales	4
2.1. Disipador de Masa Sintonizado	4
2.2. Teoría de la Dinámica No Lineal	5
2.2.1. Sistemas Dinámicos No Lineales	5
2.2.2. Ecuación No Lineal de un sistema pendular, con excitación armónica horizontal en la base	8
2.2.3. Retrato de Fase (Phase Portrait)	10
2.2.4. Diagrama de Bifurcación (Bifurcation Map)	13
2.2.5. Diagrama de Poincaré (Poincaré Map)	16
3. Ecuaciones no lineales del péndulo ante excitaciones armónicas horizontales y verticales	18
3.1. Péndulo simple.	18
3.2. Péndulo montado sobre una estructura de 1 grado de libertad	20
3.2.1. Derivación respecto de la variable x	21
3.2.2. Derivación respecto de la variable θ	23
4. Resultados de la Dinámica no Lineal del Péndulo Simple con excitación vertical y horizontal en la base	26
4.1. Curvas delimitadoras del caos: Péndulo Simple	29
5. Resultados de la dinámica no lineal del péndulo montado sobre un sistema de 1 grado de libertad	31
5.1. Curvas delimitadoras del caos: Péndulo sobre la estructura	33
6. Análisis del péndulo y de la estructura de 1 grado de libertad ante registros sísmicos reales	35
6.1. Desplazamientos máximos de ambos sistemas según el PGA de cada registro sísmico	35

6.2. Influencia en la reducción de la respuesta de la estructura en la incorporación del péndulo según el PGA de cada registro sísmico	36
7. Conclusiones	38
Bibliografía	40
Apéndices A. Diagramas de bifurcación del péndulo simple	41
A.1. Diagramas de Bifurcación con $\omega_h = \omega_v$	42
A.1.1. $w_h = 0.50 \cdot w_{n_m}, w_v = 0.50 \cdot w_{n_m}$	42
A.1.2. $w_h = 0.95 \cdot w_{n_m}, w_v = 0.95 \cdot w_{n_m}$	43
A.1.3. $w_h = 1.10 \cdot w_{n_m}, w_v = 1.10 \cdot w_{n_m}$	44
A.1.4. $w_h = 2.00 \cdot w_{n_m}, w_v = 2.00 \cdot w_{n_m}$	45
A.2. Diagramas de Bifurcación según ω_h	46
A.2.1. $w_h = 0.50 \cdot w_{n_m}, w_v = 0.95 \cdot w_{n_m}$	46
A.2.2. $w_h = 0.50 \cdot w_{n_m}, w_v = 1.10 \cdot w_{n_m}$	47
A.2.3. $w_h = 0.50 \cdot w_{n_m}, w_v = 2.00 \cdot w_{n_m}$	48
A.2.4. $w_h = 0.95 \cdot w_{n_m}, w_v = 0.50 \cdot w_{n_m}$	49
A.2.5. $w_h = 0.95 \cdot w_{n_m}, w_v = 1.10 \cdot w_{n_m}$	50
A.2.6. $w_h = 0.95 \cdot w_{n_m}, w_v = 2.00 \cdot w_{n_m}$	51
A.2.7. $w_h = 1.10 \cdot w_{n_m}, w_v = 0.50 \cdot w_{n_m}$	52
A.2.8. $w_h = 1.10 \cdot w_{n_m}, w_v = 0.95 \cdot w_{n_m}$	53
A.2.9. $w_h = 1.10 \cdot w_{n_m}, w_v = 2.00 \cdot w_{n_m}$	54
A.2.10. $w_h = 2.00 \cdot w_{n_m}, w_v = 0.50 \cdot w_{n_m}$	55
A.2.11. $w_h = 2.00 \cdot w_{n_m}, w_v = 0.95 \cdot w_{n_m}$	56
A.2.12. $w_h = 2.00 \cdot w_{n_m}, w_v = 1.10 \cdot w_{n_m}$	57
A.3. Diagramas de Bifurcación según ω_v	58
A.3.1. $w_h = 0.50 \cdot w_{n_m}, w_v = 0.95 \cdot w_{n_m}$	58
A.3.2. $w_h = 0.50 \cdot w_{n_m}, w_v = 1.10 \cdot w_{n_m}$	59
A.3.3. $w_h = 0.50 \cdot w_{n_m}, w_v = 2.00 \cdot w_{n_m}$	60
A.3.4. $w_h = 0.95 \cdot w_{n_m}, w_v = 0.50 \cdot w_{n_m}$	61
A.3.5. $w_h = 0.95 \cdot w_{n_m}, w_v = 1.10 \cdot w_{n_m}$	62
A.3.6. $w_h = 0.95 \cdot w_{n_m}, w_v = 2.00 \cdot w_{n_m}$	63
A.3.7. $w_h = 1.10 \cdot w_{n_m}, w_v = 0.50 \cdot w_{n_m}$	64
A.3.8. $w_h = 1.10 \cdot w_{n_m}, w_v = 0.95 \cdot w_{n_m}$	65
A.3.9. $w_h = 1.10 \cdot w_{n_m}, w_v = 2.00 \cdot w_{n_m}$	66
A.3.10. $w_h = 2.00 \cdot w_{n_m}, w_v = 0.50 \cdot w_{n_m}$	67
A.3.11. $w_h = 2.00 \cdot w_{n_m}, w_v = 0.95 \cdot w_{n_m}$	68
A.3.12. $w_h = 2.00 \cdot w_{n_m}, w_v = 1.10 \cdot w_{n_m}$	69
Apéndices B. Diagramas de bifurcación del péndulo montado sobre una estructura de 1 grado de libertad	70
B.1. Diagramas de Bifurcación con $\omega_h = \omega_v$	71
B.1.1. $w_h = 0.50 \cdot w_{n_M}, w_v = 0.50 \cdot w_{n_M}$	71
B.1.2. $w_h = 0.95 \cdot w_{n_M}, w_v = 0.95 \cdot w_{n_M}$	72
B.1.3. $w_h = 1.10 \cdot w_{n_M}, w_v = 1.10 \cdot w_{n_M}$	73
B.1.4. $w_h = 2.00 \cdot w_{n_M}, w_v = 2.00 \cdot w_{n_M}$	74
B.2. Diagramas de Bifurcación según ω_h	75

B.2.1.	$w_h = 0.50 \cdot w_{n_M}, w_v = 0.95 \cdot w_{n_M}$	75
B.2.2.	$w_h = 0.50 \cdot w_{n_M}, w_v = 1.10 \cdot w_{n_M}$	76
B.2.3.	$w_h = 0.50 \cdot w_{n_M}, w_v = 2.00 \cdot w_{n_M}$	77
B.2.4.	$w_h = 0.95 \cdot w_{n_M}, w_v = 0.50 \cdot w_{n_M}$	78
B.2.5.	$w_h = 0.95 \cdot w_{n_M}, w_v = 1.10 \cdot w_{n_M}$	79
B.2.6.	$w_h = 0.95 \cdot w_{n_M}, w_v = 2.00 \cdot w_{n_M}$	80
B.2.7.	$w_h = 1.10 \cdot w_{n_M}, w_v = 0.50 \cdot w_{n_M}$	81
B.2.8.	$w_h = 1.10 \cdot w_{n_M}, w_v = 0.95 \cdot w_{n_M}$	82
B.2.9.	$w_h = 1.10 \cdot w_{n_M}, w_v = 2.00 \cdot w_{n_M}$	83
B.2.10.	$w_h = 2.00 \cdot w_{n_M}, w_v = 0.50 \cdot w_{n_M}$	84
B.2.11.	$w_h = 2.00 \cdot w_{n_M}, w_v = 0.95 \cdot w_{n_M}$	85
B.2.12.	$w_h = 2.00 \cdot w_{n_M}, w_v = 1.10 \cdot w_{n_M}$	86
B.3.	Diagramas de Bifurcación según ω_v	87
B.3.1.	$w_h = 0.50 \cdot w_{n_M}, w_v = 0.95 \cdot w_{n_M}$	87
B.3.2.	$w_h = 0.50 \cdot w_{n_M}, w_v = 1.10 \cdot w_{n_M}$	88
B.3.3.	$w_h = 0.50 \cdot w_{n_M}, w_v = 2.00 \cdot w_{n_M}$	89
B.3.4.	$w_h = 0.95 \cdot w_{n_M}, w_v = 0.50 \cdot w_{n_M}$	90
B.3.5.	$w_h = 0.95 \cdot w_{n_M}, w_v = 1.10 \cdot w_{n_M}$	91
B.3.6.	$w_h = 0.95 \cdot w_{n_M}, w_v = 2.00 \cdot w_{n_M}$	92
B.3.7.	$w_h = 1.10 \cdot w_{n_M}, w_v = 0.50 \cdot w_{n_M}$	93
B.3.8.	$w_h = 1.10 \cdot w_{n_M}, w_v = 0.95 \cdot w_{n_M}$	94
B.3.9.	$w_h = 1.10 \cdot w_{n_M}, w_v = 2.00 \cdot w_{n_M}$	95
B.3.10.	$w_h = 2.00 \cdot w_{n_M}, w_v = 0.50 \cdot w_{n_M}$	96
B.3.11.	$w_h = 2.00 \cdot w_{n_M}, w_v = 0.95 \cdot w_{n_M}$	97
B.3.12.	$w_h = 2.00 \cdot w_{n_M}, w_v = 1.10 \cdot w_{n_M}$	98