



Department of Mechanical, Automotive, & Materials Engineering

401 Sunset Avenue, Windsor

Ontario, Canada N9B 3P4

519 253 3000 (2616)

www.uwindsor.ca

First Line of Title Here
Second Line of Title Here

John Smith: ID 12345678

Jane Smith: ID 87654321

September 15, 2015

CONTENTS

1	Introduction	1
1.1	System Description	1
2	Analysis	3
2.1	Eigenvalue Analysis	3
2.2	Frequency Response Plots	4
2.3	Steady State Gains	7
2.4	Equilibrium Analysis	7
3	Conclusion	9
A	Equations of Motion	10

LIST OF FIGURES

2.1	Frequency response: actuator	5
2.2	Frequency response: twist actuator	6

LIST OF TABLES

1.1	Body Location and Properties	1
1.2	Connection Location and Properties	2
2.1	Eigenvalues	3
2.2	Eigenvalue Analysis	4
2.3	Steady State Gains	7
2.4	System Static Deflections	7
2.5	System Preloads	8

CHAPTER 1

INTRODUCTION

Replace this text with the introduction of your report.

1.1 System Description

The system properties are given in Tables 1.1 and 1.2.

Table 1.1: Body Location and Properties

No.	Body Name	Location [m]	Mass [kg]	Inertia [kg·m ²] (I_{xx} , I_{yy} , I_{zz} ; I_{xy} , I_{yz} , I_{zx})
1	f-axle	0.762, 0.000, 0.100	10.000	1.633, 0.000, 1.633; 0.000, 0.000, 0.000
2	lf-axle	0.762, 0.550, 0.229	0.000	0.000, 0.000, 0.000; 0.000, 0.000, 0.000
3	rf-axle	0.762, -0.550, 0.229	0.000	0.000, 0.000, 0.000; 0.000, 0.000, 0.000
4	r-axle-t	-0.762, 0.000, 0.329	5.000	0.817, 0.000, 0.817; 0.000, 0.000, 0.000
5	r-axle-b	-0.762, 0.000, 0.129	5.000	0.817, 0.000, 0.817; 0.000, 0.000, 0.000
6	lr-axle	-0.762, 0.550, 0.229	0.000	0.000, 0.000, 0.000; 0.000, 0.000, 0.000
7	rr-axle	-0.762, -0.550, 0.229	0.000	0.000, 0.000, 0.000; 0.000, 0.000, 0.000
8	chassis	0.000, 0.000, 0.300	300.000	50.000, 120.000, 180.000; 0.000, 0.000, 0.000
9	lf-wheel	0.762, 0.600, 0.229	10.000	0.500, 1.000, 0.500; 0.000, 0.000, 0.000
10	rf-wheel	0.762, -0.600, 0.229	10.000	0.500, 1.000, 0.500; 0.000, 0.000, 0.000
11	lr-wheel	-0.762, 0.600, 0.229	10.000	0.500, 1.000, 0.500; 0.000, 0.000, 0.000
12	rr-wheel	-0.762, -0.600, 0.229	10.000	0.500, 1.000, 0.500; 0.000, 0.000, 0.000

Note: inertias are defined as the positive integral over the body, e.g., $I_{xy} = + \int r_x r_y dm$.

Table 1.2: Connection Location and Properties

No.	Connection Name	Location [m]	Unit Axis	Stiffness [N/m]	Damping [Ns/m]
1	lf-tire	0.762, 0.600, 0.000	0.000, 0.000, 1.000	–	–
2	rf-tire	0.762, –0.600, 0.000	1.000, 0.000, 0.000	–	–
3	rr-tire	–0.762, –0.600, 0.000	0.000, 0.000, 1.000	–	–
4	lr-tire	–0.762, 0.600, 0.000	1.000, 0.000, 0.000	–	–
5	lf-wb	0.762, 0.600, 0.229	0.000, 1.000, 0.000	–	–
6	rf-wb	0.762, –0.600, 0.229	0.000, 1.000, 0.000	–	–
7	lr-wb	–0.762, 0.600, 0.229	0.000, 1.000, 0.000	–	–
8	rr-wb	–0.762, –0.600, 0.229	0.000, 1.000, 0.000	–	–
9	lf	0.762, 0.550, 0.229	–0.170, –0.170, 0.970	–	–
10	rf	0.762, –0.550, 0.229	–0.170, 0.170, 0.970	–	–
11	lr	–0.762, 0.550, 0.329	1.000, 0.000, 0.000	–	–
12	rr	–0.762, –0.550, 0.329	1.000, 0.000, 0.000	–	–
13	lr	–0.762, 0.550, 0.129	1.000, 0.000, 0.000	–	–
14	rr	–0.762, –0.550, 0.129	1.000, 0.000, 0.000	–	–
15	lf-tire	0.762, 0.600, 0.000	0.000, 0.000, 1.000	100,000	0
16	rf-tire	0.762, –0.600, 0.000	0.000, 0.000, 1.000	100,000	0
17	rr-tire	–0.762, –0.600, 0.000	0.000, 0.000, 1.000	100,000	0
18	lr-tire	–0.762, 0.600, 0.000	0.000, 0.000, 1.000	100,000	0
19	rear upper	–0.762, 0.000, 0.300	0.000, 1.000, 0.000	5,000	0
20	front left	0.800, 0.500, 0.100	–, –, –	5,000	200
–	front left	0.900, 0.400, 0.300	–, –, –	–	–
21	front right	0.800, –0.500, 0.100	–, –, –	5,000	200
–	front right	0.900, –0.400, 0.300	–, –, –	–	–
22	rear left	–0.700, 0.500, 0.100	–, –, –	5,000	200
–	rear left	–0.600, 0.400, 0.300	–, –, –	–	–
23	rear right	–0.700, –0.500, 0.100	–, –, –	5,000	200
–	rear right	–0.600, –0.400, 0.300	–, –, –	–	–
24	right-b	0.762, 0.000, 0.100	–, –, –	–	–
–	right-b	0.462, –0.400, 0.100	–, –, –	–	–
25	left-b	0.762, 0.000, 0.100	–, –, –	–	–
–	left-b	0.462, 0.400, 0.100	–, –, –	–	–
26	right-b	0.762, –0.500, 0.300	–, –, –	–	–
–	right-b	0.462, –0.500, 0.300	–, –, –	–	–
27	left-b	0.762, 0.500, 0.300	–, –, –	–	–
–	left-b	0.462, 0.500, 0.300	–, –, –	–	–
28	lf-tie-rod	0.662, 0.500, 0.150	–, –, –	–	–
–	lf-tie-rod	0.662, 0.100, 0.150	–, –, –	–	–
29	rf-tie-rod	0.662, –0.500, 0.150	–, –, –	–	–
–	rf-tie-rod	0.662, –0.100, 0.150	–, –, –	–	–
30	right rear lower	–0.762, 0.000, 0.100	–, –, –	–	–
–	right rear lower	–0.462, –0.500, 0.100	–, –, –	–	–
31	left rear lower	–0.762, 0.000, 0.100	–, –, –	–	–
–	left rear lower	–0.462, 0.500, 0.100	–, –, –	–	–
32	right rear upper	–0.762, –0.500, 0.300	–, –, –	–	–
–	right rear upper	–0.462, –0.500, 0.300	–, –, –	–	–
33	left rear upper	–0.762, 0.500, 0.300	–, –, –	–	–
–	left rear upper	–0.462, 0.500, 0.300	–, –, –	–	–

CHAPTER 2

ANALYSIS

Replace this text with the body of your report. Add sections or subsections as appropriate.

2.1 Eigenvalue Analysis

The eigenvalue properties are given in Tables 2.1 and 2.2.

Table 2.1: Eigenvalues

No.	Real [rad/s]	Imaginary [rad/s]	Real [Hz]	Imaginary [Hz]
1	-5.1764×10^0	8.9303×10^1	-8.2385×10^{-1}	1.4213×10^1
2	-5.1764×10^0	-8.9303×10^1	-8.2385×10^{-1}	-1.4213×10^1
3	-4.4638×10^0	8.1833×10^1	-7.1044×10^{-1}	1.3024×10^1
4	-4.4638×10^0	-8.1833×10^1	-7.1044×10^{-1}	-1.3024×10^1
5	-4.5110×10^0	8.2776×10^1	-7.1795×10^{-1}	1.3174×10^1
6	-4.5110×10^0	-8.2776×10^1	-7.1795×10^{-1}	-1.3174×10^1
7	-2.6564×10^0	7.2779×10^1	-4.2278×10^{-1}	1.1583×10^1
8	-2.6564×10^0	-7.2779×10^1	-4.2278×10^{-1}	-1.1583×10^1
9	-1.0715×10^0	7.1407×10^0	-1.7053×10^{-1}	1.1365×10^0
10	-1.0715×10^0	-7.1407×10^0	-1.7053×10^{-1}	-1.1365×10^0
11	-1.0068×10^0	5.9342×10^0	-1.6024×10^{-1}	9.4446×10^{-1}
12	-1.0068×10^0	-5.9342×10^0	-1.6024×10^{-1}	-9.4446×10^{-1}
13	-1.0126×10^0	3.7893×10^0	-1.6116×10^{-1}	6.0309×10^{-1}
14	-1.0126×10^0	-3.7893×10^0	-1.6116×10^{-1}	-6.0309×10^{-1}
15	2.4665×10^0	0.0000×10^0	3.9256×10^{-1}	0.0000×10^0
16	-2.8913×10^0	0.0000×10^0	-4.6016×10^{-1}	0.0000×10^0
17	0.0000×10^0	0.0000×10^0	0.0000×10^0	0.0000×10^0
18	0.0000×10^0	0.0000×10^0	0.0000×10^0	0.0000×10^0

Note: oscillatory roots appear as complex conjugates.

There are 7 oscillatory modes, 8 damped modes, 1 unstable modes, and 2 rigid body modes.

Table 2.2: Eigenvalue Analysis

No.	Frequency [Hz]	Damping Ratio	Time Constant [s]	Wavelength [s]
1	1.4237×10^1	5.7867×10^{-2}	1.9318×10^{-1}	7.0358×10^{-2}
2	1.4237×10^1	5.7867×10^{-2}	1.9318×10^{-1}	7.0358×10^{-2}
3	1.3043×10^1	5.4467×10^{-2}	2.2402×10^{-1}	7.6781×10^{-2}
4	1.3043×10^1	5.4467×10^{-2}	2.2402×10^{-1}	7.6781×10^{-2}
5	1.3194×10^1	5.4416×10^{-2}	2.2168×10^{-1}	7.5906×10^{-2}
6	1.3194×10^1	5.4416×10^{-2}	2.2168×10^{-1}	7.5906×10^{-2}
7	1.1591×10^1	3.6475×10^{-2}	3.7645×10^{-1}	8.6333×10^{-2}
8	1.1591×10^1	3.6475×10^{-2}	3.7645×10^{-1}	8.6333×10^{-2}
9	1.1492×10^0	1.4839×10^{-1}	9.3327×10^{-1}	8.7991×10^{-1}
10	1.1492×10^0	1.4839×10^{-1}	9.3327×10^{-1}	8.7991×10^{-1}
11	9.5795×10^{-1}	1.6727×10^{-1}	9.9325×10^{-1}	1.0588×10^0
12	9.5795×10^{-1}	1.6727×10^{-1}	9.9325×10^{-1}	1.0588×10^0
13	6.2425×10^{-1}	2.5817×10^{-1}	9.8756×10^{-1}	1.6581×10^0
14	6.2425×10^{-1}	2.5817×10^{-1}	9.8756×10^{-1}	1.6581×10^0
15	–	–	-4.0543×10^{-1}	–
16	–	–	3.4587×10^{-1}	–
17	–	–	–	–
18	–	–	–	–

Notes: a) oscillatory roots are listed twice, b) negative time constants denote unstable roots.

2.2 Frequency Response Plots

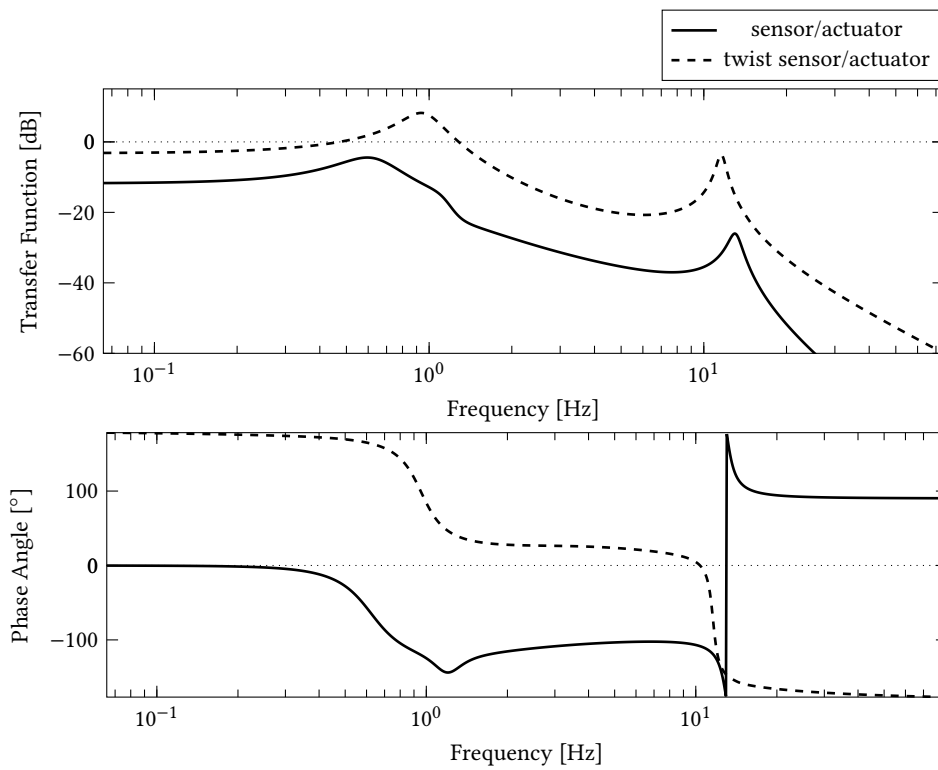


Figure 2.1: Frequency response: actuator

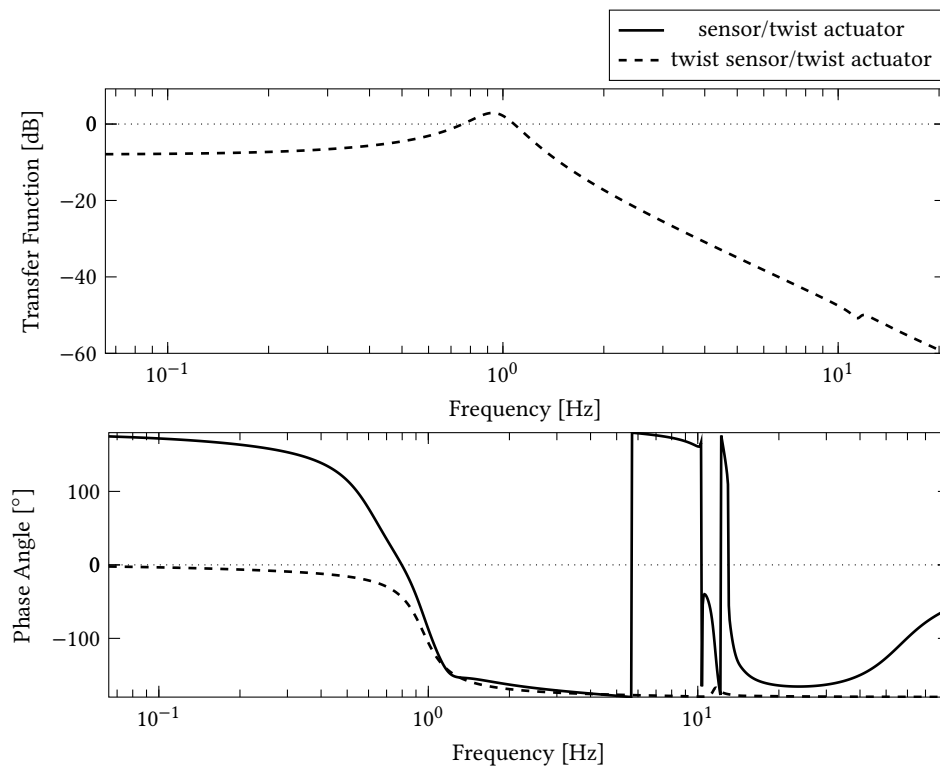


Figure 2.2: Frequency response: twist actuator

2.3 Steady State Gains

The steady state gains are given in Table 2.3.

Table 2.3: Steady State Gains

Output/Input	Gain
sensor/actuator	2.5752×10^{-1}
sensor/twist actuator	-1.0000×10^{-8}
twist sensor/actuator	-6.9070×10^{-1}
twist sensor/twist actuator	3.9951×10^{-1}

2.4 Equilibrium Analysis

The results of the equilibrium load analysis are given in Tables 2.4 and 2.5.

Table 2.4: System Static Deflections

No.	Body Name	Type	Deflection [m] or [rad]
1	f-axle	translation	1.0000×10^{-8} , 0.0000×10^0 , -8.8290×10^{-3}
–	–	rotation	0.0000×10^0 , -3.0000×10^{-8} , 2.0000×10^{-8}
2	lf-axle	translation	0.0000×10^0 , 0.0000×10^0 , -8.8290×10^{-3}
–	–	rotation	0.0000×10^0 , -3.0000×10^{-8} , 0.0000×10^0
3	rf-axle	translation	1.0000×10^{-8} , 0.0000×10^0 , -8.8290×10^{-3}
–	–	rotation	0.0000×10^0 , -3.0000×10^{-8} , 4.0000×10^{-8}
4	r-axle-t	translation	1.0000×10^{-8} , -2.0000×10^{-8} , -8.8290×10^{-3}
–	–	rotation	0.0000×10^0 , 1.4000×10^{-7} , 1.0000×10^{-8}
5	r-axle-b	translation	-2.0000×10^{-8} , -1.0000×10^{-8} , -8.8290×10^{-3}
–	–	rotation	0.0000×10^0 , 1.4000×10^{-7} , 1.0000×10^{-8}
6	lr-axle	translation	-1.0000×10^{-8} , -1.0000×10^{-8} , -8.8290×10^{-3}
–	–	rotation	5.0000×10^{-8} , 1.4000×10^{-7} , 1.0000×10^{-8}
7	rr-axle	translation	0.0000×10^0 , -1.0000×10^{-8} , -8.8290×10^{-3}
–	–	rotation	5.0000×10^{-8} , 1.4000×10^{-7} , 1.0000×10^{-8}
8	chassis	translation	0.0000×10^0 , -1.0000×10^{-8} , -2.2955×10^{-1}
–	–	rotation	-1.0000×10^{-8} , -2.0000×10^{-8} , 2.0000×10^{-8}
9	lf-wheel	translation	0.0000×10^0 , 0.0000×10^0 , -8.8290×10^{-3}
–	–	rotation	0.0000×10^0 , -2.0000×10^{-8} , 0.0000×10^0
10	rf-wheel	translation	2.0000×10^{-8} , 0.0000×10^0 , -8.8290×10^{-3}
–	–	rotation	0.0000×10^0 , 6.0000×10^{-8} , 4.0000×10^{-8}
11	lr-wheel	translation	-1.0000×10^{-8} , -1.0000×10^{-8} , -8.8290×10^{-3}
–	–	rotation	5.0000×10^{-8} , -7.0000×10^{-8} , 1.0000×10^{-8}
12	rr-wheel	translation	0.0000×10^0 , -1.0000×10^{-8} , -8.8290×10^{-3}
–	–	rotation	5.0000×10^{-8} , 1.0000×10^{-8} , 1.0000×10^{-8}

Table 2.5: System Preloads

No.	Connector Name	Type	Load [N] or [Nm] (Components; Magnitude)			
1	lf-tire	force	0.0000×10^0	0.0000×10^0	0.0000×10^0	0.0000×10^0
2	rf-tire	force	0.0000×10^0	0.0000×10^0	0.0000×10^0	0.0000×10^0
3	rr-tire	force	0.0000×10^0	0.0000×10^0	0.0000×10^0	0.0000×10^0
4	lr-tire	force	0.0000×10^0	0.0000×10^0	0.0000×10^0	0.0000×10^0
5	lf-wb	force	0.0000×10^0	0.0000×10^0	-7.8480×10^2	7.8480×10^2
6	rf-wb	force	0.0000×10^0	0.0000×10^0	-7.8480×10^2	7.8480×10^2
7	lr-wb	force	0.0000×10^0	0.0000×10^0	-7.8480×10^2	7.8480×10^2
8	rr-wb	force	0.0000×10^0	0.0000×10^0	-7.8480×10^2	7.8480×10^2
9	lf	force	0.0000×10^0	-6.0445×10^1	7.8480×10^2	7.8712×10^2
-	-	moment	3.4489×10^1	0.0000×10^0	6.0445×10^0	3.5015×10^1
10	rf	force	0.0000×10^0	6.0445×10^1	7.8480×10^2	7.8712×10^2
-	-	moment	-3.4489×10^1	0.0000×10^0	-6.0445×10^0	3.5015×10^1
11	lr	force	0.0000×10^0	-4.3274×10^2	2.4525×10^1	4.3344×10^2
-	-	moment	0.0000×10^0	0.0000×10^0	-3.4948×10^0	3.4948×10^0
12	rr	force	0.0000×10^0	4.3274×10^2	2.4525×10^1	4.3344×10^2
-	-	moment	0.0000×10^0	0.0000×10^0	3.4948×10^0	3.4948×10^0
13	lr	force	-5.9596×10^2	8.0062×10^2	2.4525×10^1	9.9838×10^2
-	-	moment	0.0000×10^0	1.7044×10^1	-3.4948×10^0	1.7399×10^1
14	rr	force	-5.9596×10^2	-8.0062×10^2	2.4525×10^1	9.9838×10^2
-	-	moment	0.0000×10^0	1.7044×10^1	3.4948×10^0	1.7399×10^1
15	lf-tire	force	0.0000×10^0	0.0000×10^0	8.8290×10^2	8.8290×10^2
16	rf-tire	force	0.0000×10^0	0.0000×10^0	8.8290×10^2	8.8290×10^2
17	rr-tire	force	0.0000×10^0	0.0000×10^0	8.8290×10^2	8.8290×10^2
18	lr-tire	force	0.0000×10^0	0.0000×10^0	8.8290×10^2	8.8290×10^2
19	rear upper	force	0.0000×10^0	-2.0000×10^{-5}	0.0000×10^0	2.0000×10^{-5}
20	front left	force	-3.6788×10^2	3.6788×10^2	-7.3575×10^2	-9.0111×10^2
21	front right	force	-3.6787×10^2	-3.6787×10^2	-7.3575×10^2	-9.0111×10^2
22	rear left	force	-3.6787×10^2	3.6787×10^2	-7.3575×10^2	-9.0111×10^2
23	rear right	force	-3.6788×10^2	-3.6788×10^2	-7.3575×10^2	-9.0111×10^2
24	right-b	force	5.0767×10^2	6.7689×10^2	0.0000×10^0	-8.4611×10^2
25	left-b	force	5.0767×10^2	-6.7689×10^2	0.0000×10^0	-8.4611×10^2
26	right-b	force	-1.3979×10^2	0.0000×10^0	0.0000×10^0	1.3979×10^2
27	left-b	force	-1.3979×10^2	0.0000×10^0	0.0000×10^0	1.3979×10^2
28	lf-tie-rod	force	0.0000×10^0	-6.0445×10^1	0.0000×10^0	6.0445×10^1
29	rf-tie-rod	force	0.0000×10^0	6.0445×10^1	0.0000×10^0	6.0445×10^1
30	right rear lower	force	5.9596×10^2	-9.9326×10^2	0.0000×10^0	1.1583×10^3
31	left rear lower	force	5.9596×10^2	9.9326×10^2	0.0000×10^0	1.1583×10^3
32	right rear upper	force	-2.2808×10^2	0.0000×10^0	0.0000×10^0	-2.2808×10^2
33	left rear upper	force	-2.2808×10^2	0.0000×10^0	0.0000×10^0	-2.2808×10^2

CHAPTER 3

CONCLUSION

Replace this text with the conclusion to your report.

APPENDIX A

EQUATIONS OF MOTION

The equations of motion are of the form

$$\begin{bmatrix} \mathbf{I} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{M} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{\mathbf{p}} \\ \dot{\mathbf{w}} \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{V} & -\mathbf{I} \\ \mathbf{K} & \mathbf{C} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \mathbf{p} \\ \mathbf{w} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{f} \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{F} \end{bmatrix} \{\mathbf{u}\}$$

The mass matrix of the system is

Row	Column	Value	Row	Column	Value	Row	Column	Value
1	1	1.0000×10^1	43	43	3.0000×10^2	58	58	5.0000×10^{-1}
2	2	1.0000×10^1	44	44	3.0000×10^2	59	59	1.0000×10^0
3	3	1.0000×10^1	45	45	3.0000×10^2	60	60	5.0000×10^{-1}
4	4	1.6333×10^0	46	46	5.0000×10^1	61	61	1.0000×10^1
6	6	1.6333×10^0	47	47	1.2000×10^2	62	62	1.0000×10^1
19	19	5.0000×10^0	48	48	1.8000×10^2	63	63	1.0000×10^1
20	20	5.0000×10^0	49	49	1.0000×10^1	64	64	5.0000×10^{-1}
21	21	5.0000×10^0	50	50	1.0000×10^1	65	65	1.0000×10^0
22	22	8.1667×10^{-1}	51	51	1.0000×10^1	66	66	5.0000×10^{-1}
24	24	8.1667×10^{-1}	52	52	5.0000×10^{-1}	67	67	1.0000×10^1
25	25	5.0000×10^0	53	53	1.0000×10^0	68	68	1.0000×10^1
26	26	5.0000×10^0	54	54	5.0000×10^{-1}	69	69	1.0000×10^1
27	27	5.0000×10^0	55	55	1.0000×10^1	70	70	5.0000×10^{-1}
28	28	8.1667×10^{-1}	56	56	1.0000×10^1	71	71	1.0000×10^0
30	30	8.1667×10^{-1}	57	57	1.0000×10^1	72	72	5.0000×10^{-1}

The damping matrix is

Row	Column	Value	Row	Column	Value	Row	Column	Value
1	1	6.6667×10^1	31	36	-4.0000×10^{-1}	40	43	-7.6200×10^0
3	1	1.3333×10^2	32	36	4.0000×10^{-1}	41	43	8.4200×10^0
5	1	-5.0667×10^0	33	36	-8.0000×10^{-1}	42	43	-4.0000×10^{-1}
43	1	-6.6667×10^1	34	36	9.1440×10^{-2}	43	43	1.3333×10^2

A. EQUATIONS OF MOTION

45	1	-1.3333×10^2	35	36	1.0104×10^{-1}	45	43	2.6667×10^2
47	1	1.2000×10^2	36	36	4.8000×10^{-3}	47	43	-4.0000×10^1
2	2	6.6667×10^1	43	36	4.0000×10^{-1}	2	44	-6.6667×10^1
4	2	-6.6667×10^1	44	36	-4.0000×10^{-1}	4	44	6.6667×10^1
6	2	3.5867×10^1	45	36	8.0000×10^{-1}	6	44	-3.5867×10^1
44	2	-6.6667×10^1	46	36	3.2000×10^{-1}	31	44	3.3333×10^1
46	2	5.3333×10^1	47	36	4.8000×10^{-1}	32	44	-3.3333×10^1
48	2	-8.6667×10^1	48	36	8.0000×10^{-2}	33	44	6.6667×10^1
1	3	1.3333×10^2	37	37	3.3333×10^1	34	44	-7.6200×10^0
3	3	2.6667×10^2	38	37	3.3333×10^1	35	44	-8.4200×10^0
5	3	-1.0133×10^1	39	37	6.6667×10^1	36	44	-4.0000×10^{-1}
43	3	-1.3333×10^2	40	37	7.6200×10^0	37	44	-3.3333×10^1
45	3	-2.6667×10^2	41	37	-8.4200×10^0	38	44	-3.3333×10^1
47	3	2.4000×10^2	42	37	4.0000×10^{-1}	39	44	-6.6667×10^1
2	4	-6.6667×10^1	43	37	-3.3333×10^1	40	44	-7.6200×10^0
4	4	6.6667×10^1	44	37	-3.3333×10^1	41	44	8.4200×10^0
6	4	-3.5867×10^1	45	37	-6.6667×10^1	42	44	-4.0000×10^{-1}
44	4	6.6667×10^1	46	37	2.6667×10^1	44	44	1.3333×10^2
46	4	-5.3333×10^1	47	37	-4.0000×10^1	46	44	-1.0667×10^2
48	4	8.6667×10^1	48	37	6.6667×10^0	48	44	7.3333×10^1
1	5	-5.0667×10^0	37	38	3.3333×10^1	1	45	-1.3333×10^2
3	5	-1.0133×10^1	38	38	3.3333×10^1	3	45	-2.6667×10^2
5	5	3.8507×10^{-1}	39	38	6.6667×10^1	5	45	1.0133×10^1
43	5	5.0667×10^0	40	38	7.6200×10^0	31	45	-6.6667×10^1
45	5	1.0133×10^1	41	38	-8.4200×10^0	32	45	6.6667×10^1
47	5	-9.1200×10^0	42	38	4.0000×10^{-1}	33	45	-1.3333×10^2
2	6	3.5867×10^1	43	38	-3.3333×10^1	34	45	1.5240×10^1
4	6	-3.5867×10^1	44	38	-3.3333×10^1	35	45	1.6840×10^1
6	6	1.9296×10^1	45	38	-6.6667×10^1	36	45	8.0000×10^{-1}
44	6	-3.5867×10^1	46	38	2.6667×10^1	37	45	-6.6667×10^1
46	6	2.8693×10^1	47	38	-4.0000×10^1	38	45	-6.6667×10^1
48	6	-4.6627×10^1	48	38	6.6667×10^0	39	45	-1.3333×10^2
31	31	3.3333×10^1	37	39	6.6667×10^1	40	45	-1.5240×10^1
32	31	-3.3333×10^1	38	39	6.6667×10^1	41	45	1.6840×10^1
33	31	6.6667×10^1	39	39	1.3333×10^2	42	45	-8.0000×10^{-1}
34	31	-7.6200×10^0	40	39	1.5240×10^1	43	45	2.6667×10^2
35	31	-8.4200×10^0	41	39	-1.6840×10^1	45	45	5.3333×10^2
36	31	-4.0000×10^{-1}	42	39	8.0000×10^{-1}	47	45	-8.0000×10^1
43	31	-3.3333×10^1	43	39	-6.6667×10^1	2	46	5.3333×10^1
44	31	3.3333×10^1	44	39	-6.6667×10^1	4	46	-5.3333×10^1
45	31	-6.6667×10^1	45	39	-1.3333×10^2	6	46	2.8693×10^1
46	31	-2.6667×10^1	46	39	5.3333×10^1	31	46	-2.6667×10^1
47	31	-4.0000×10^1	47	39	-8.0000×10^1	32	46	2.6667×10^1
48	31	-6.6667×10^0	48	39	1.3333×10^1	33	46	-5.3333×10^1
31	32	-3.3333×10^1	37	40	7.6200×10^0	34	46	6.0960×10^0
32	32	3.3333×10^1	38	40	7.6200×10^0	35	46	6.7360×10^0
33	32	-6.6667×10^1	39	40	1.5240×10^1	36	46	3.2000×10^{-1}
34	32	7.6200×10^0	40	40	1.7419×10^0	37	46	2.6667×10^1
35	32	8.4200×10^0	41	40	-1.9248×10^0	38	46	2.6667×10^1
36	32	4.0000×10^{-1}	42	40	9.1440×10^{-2}	39	46	5.3333×10^1
43	32	3.3333×10^1	43	40	-7.6200×10^0	40	46	6.0960×10^0
44	32	-3.3333×10^1	44	40	-7.6200×10^0	41	46	-6.7360×10^0
45	32	6.6667×10^1	45	40	-1.5240×10^1	42	46	3.2000×10^{-1}
46	32	2.6667×10^1	46	40	6.0960×10^0	44	46	-1.0667×10^2
47	32	4.0000×10^1	47	40	-9.1440×10^0	46	46	8.5333×10^1
48	32	6.6667×10^0	48	40	1.5240×10^0	48	46	-5.8667×10^1
31	33	6.6667×10^1	37	41	-8.4200×10^0	1	47	1.2000×10^2
32	33	-6.6667×10^1	38	41	-8.4200×10^0	3	47	2.4000×10^2

A. EQUATIONS OF MOTION

33	33	1.3333×10^2	39	41	-1.6840×10^1	5	47	-9.1200×10^0
34	33	-1.5240×10^1	40	41	-1.9248×10^0	31	47	-4.0000×10^1
35	33	-1.6840×10^1	41	41	2.1269×10^0	32	47	4.0000×10^1
36	33	-8.0000×10^{-1}	42	41	-1.0104×10^{-1}	33	47	-8.0000×10^1
43	33	-6.6667×10^1	43	41	8.4200×10^0	34	47	9.1440×10^0
44	33	6.6667×10^1	44	41	8.4200×10^0	35	47	1.0104×10^1
45	33	-1.3333×10^2	45	41	1.6840×10^1	36	47	4.8000×10^{-1}
46	33	-5.3333×10^1	46	41	-6.7360×10^0	37	47	-4.0000×10^1
47	33	-8.0000×10^1	47	41	1.0104×10^1	38	47	-4.0000×10^1
48	33	-1.3333×10^1	48	41	-1.6840×10^0	39	47	-8.0000×10^1
31	34	-7.6200×10^0	37	42	4.0000×10^{-1}	40	47	-9.1440×10^0
32	34	7.6200×10^0	38	42	4.0000×10^{-1}	41	47	1.0104×10^1
33	34	-1.5240×10^1	39	42	8.0000×10^{-1}	42	47	-4.8000×10^{-1}
34	34	1.7419×10^0	40	42	9.1440×10^{-2}	43	47	-4.0000×10^1
35	34	1.9248×10^0	41	42	-1.0104×10^{-1}	45	47	-8.0000×10^1
36	34	9.1440×10^{-2}	42	42	4.8000×10^{-3}	47	47	3.1200×10^2
43	34	7.6200×10^0	43	42	-4.0000×10^{-1}	2	48	-8.6667×10^1
44	34	-7.6200×10^0	44	42	-4.0000×10^{-1}	4	48	8.6667×10^1
45	34	1.5240×10^1	45	42	-8.0000×10^{-1}	6	48	-4.6627×10^1
46	34	6.0960×10^0	46	42	3.2000×10^{-1}	31	48	-6.6667×10^0
47	34	9.1440×10^0	47	42	-4.8000×10^{-1}	32	48	6.6667×10^0
48	34	1.5240×10^0	48	42	8.0000×10^{-2}	33	48	-1.3333×10^1
31	35	-8.4200×10^0	1	43	-6.6667×10^1	34	48	1.5240×10^0
32	35	8.4200×10^0	3	43	-1.3333×10^2	35	48	1.6840×10^0
33	35	-1.6840×10^1	5	43	5.0667×10^0	36	48	8.0000×10^{-2}
34	35	1.9248×10^0	31	43	-3.3333×10^1	37	48	6.6667×10^0
35	35	2.1269×10^0	32	43	3.3333×10^1	38	48	6.6667×10^0
36	35	1.0104×10^{-1}	33	43	-6.6667×10^1	39	48	1.3333×10^1
43	35	8.4200×10^0	34	43	7.6200×10^0	40	48	1.5240×10^0
44	35	-8.4200×10^0	35	43	8.4200×10^0	41	48	-1.6840×10^0
45	35	1.6840×10^1	36	43	4.0000×10^{-1}	42	48	8.0000×10^{-2}
46	35	6.7360×10^0	37	43	-3.3333×10^1	44	48	7.3333×10^1
47	35	1.0104×10^1	38	43	-3.3333×10^1	46	48	-5.8667×10^1
48	35	1.6840×10^0	39	43	-6.6667×10^1	48	48	1.1533×10^2

The stiffness matrix is

Row	Column	Value	Row	Column	Value	Row	Column	Value
1	1	-6.6306×10^3	34	26	2.4525×10^1	22	44	-1.4300×10^2
2	1	-5.6260×10^{-5}	36	26	5.9596×10^2	25	44	3.1834×10^{-5}
3	1	5.7858×10^3	40	26	2.4525×10^1	26	44	-1.0517×10^3
4	1	3.4561×10^{-5}	42	26	5.9596×10^2	28	44	-3.0078×10^1
5	1	-2.1986×10^2	43	26	3.1834×10^{-5}	29	44	-9.1046×10^{-7}
6	1	8.5089×10^{-5}	44	26	-1.0517×10^3	31	44	1.4465×10^3
11	1	-7.8480×10^2	46	26	-2.1034×10^2	32	44	2.9926×10^3
12	1	-6.0445×10^1	47	26	-6.3669×10^{-6}	33	44	2.8929×10^3
17	1	-7.8480×10^2	48	26	-3.9053×10^2	34	44	8.8143×10^1
18	1	6.0445×10^1	27	27	3.9731×10^3	35	44	-3.6538×10^2
43	1	6.6306×10^3	34	27	-8.0062×10^2	36	44	2.1072×10^2
44	1	5.6260×10^{-5}	35	27	-5.9596×10^2	37	44	-1.4465×10^3
45	1	-5.7858×10^3	40	27	8.0062×10^2	38	44	2.9926×10^3
46	1	-2.3309×10^{-5}	41	27	-5.9596×10^2	39	44	-2.8929×10^3
47	1	4.7740×10^3	45	27	-3.9731×10^3	40	44	8.8143×10^1
48	1	-3.9565×10^{-5}	46	27	-3.6079×10^{-5}	41	44	3.6538×10^2
1	2	-5.6260×10^{-5}	47	27	-1.8355×10^3	42	44	2.1073×10^2

A. EQUATIONS OF MOTION

2	2	-4.7510×10^3	25	28	-9.1046×10^{-7}	43	44	-6.0211×10^{-5}
3	2	-6.9122×10^{-5}	26	28	3.0078×10^1	44	44	-4.6845×10^3
4	2	-3.0793×10^3	27	28	-5.3888×10^{-10}	45	44	-1.3354×10^{-5}
5	2	2.6266×10^{-6}	28	28	8.8154×10^2	46	44	-4.6620×10^3
6	2	1.2768×10^3	29	28	4.8082×10^{-7}	47	44	1.0638×10^{-4}
10	2	7.8480×10^2	30	28	3.4089×10^1	48	44	-1.2245×10^3
12	2	1.1612×10^{-10}	34	28	-4.4034×10^2	1	45	-5.7858×10^3
16	2	7.8480×10^2	35	28	-3.2778×10^2	2	45	6.9122×10^{-5}
18	2	1.1758×10^{-9}	40	28	-4.4034×10^2	3	45	-1.7617×10^3
43	2	5.6260×10^{-5}	41	28	3.2778×10^2	4	45	7.2633×10^{-5}
44	2	4.7510×10^3	43	28	9.1046×10^{-7}	5	45	1.6014×10^2
45	2	6.9122×10^{-5}	44	28	-3.0078×10^1	6	45	3.7188×10^{-5}
46	2	2.5580×10^3	46	28	-6.0157×10^0	9	45	-1.5111×10^2
47	2	-6.6550×10^{-5}	47	28	-1.8209×10^{-7}	10	45	7.5556×10^0
48	2	2.3435×10^3	48	28	-1.1169×10^1	11	45	-1.5111×10^1
1	3	5.7858×10^3	25	29	-8.3551×10^1	15	45	-1.5111×10^2
2	3	-6.9122×10^{-5}	26	29	9.1046×10^{-7}	16	45	-7.5556×10^0
3	3	1.7617×10^3	27	29	-4.8840×10^{-10}	17	45	-1.5111×10^1
4	3	-7.2633×10^{-5}	28	29	4.8029×10^{-7}	27	45	-3.9731×10^3
5	3	-1.6014×10^2	29	29	2.3896×10^0	31	45	-2.8929×10^3
6	3	-3.7188×10^{-5}	30	29	1.0317×10^{-6}	32	45	2.8929×10^3
10	3	6.0445×10^1	43	29	8.3551×10^1	33	45	-1.3468×10^3
11	3	-1.1612×10^{-10}	44	29	-9.1046×10^{-7}	34	45	4.3937×10^2
16	3	-6.0445×10^1	46	29	-1.8209×10^{-7}	35	45	5.0267×10^2
17	3	-1.1758×10^{-9}	47	29	-1.6710×10^1	36	45	3.4715×10^1
43	3	-5.7858×10^3	48	29	-3.3808×10^{-7}	37	45	-2.8929×10^3
44	3	6.9122×10^{-5}	25	30	5.3888×10^{-10}	38	45	-2.8929×10^3
45	3	-1.7617×10^3	26	30	4.8840×10^{-10}	39	45	-1.3468×10^3
46	3	8.3804×10^{-5}	28	30	3.4089×10^1	40	45	-4.3937×10^2
47	3	2.6597×10^3	29	30	1.0319×10^{-6}	41	45	5.0267×10^2
48	3	8.9859×10^{-5}	30	30	8.8068×10^2	42	45	-3.4715×10^1
1	4	3.4561×10^{-5}	35	30	1.3489×10^1	43	45	1.1572×10^4
2	4	-3.0793×10^3	36	30	-4.4034×10^2	44	45	-1.3354×10^{-5}
3	4	-7.2633×10^{-5}	41	30	-1.3489×10^1	45	45	8.7306×10^3
4	4	1.8274×10^3	42	30	-4.4034×10^2	46	45	-7.5451×10^{-5}
5	4	2.6811×10^{-7}	31	31	-2.2323×10^3	47	45	8.0179×10^2
6	4	-1.5025×10^3	32	31	-1.4465×10^3	48	45	-1.0101×10^{-4}
10	4	-6.7681×10^1	33	31	2.8929×10^3	1	46	-2.3309×10^{-5}
11	4	-6.3869×10^{-11}	34	31	-3.3066×10^2	2	46	2.5580×10^3
12	4	-1.4934×10^{-11}	35	31	-6.2804×10^2	3	46	8.3804×10^{-5}
16	4	-6.7681×10^1	36	31	-5.6917×10^2	4	46	-1.0758×10^3
17	4	6.4672×10^{-10}	43	31	2.2323×10^3	5	46	-1.0507×10^{-6}
18	4	-1.5121×10^{-10}	44	31	1.4465×10^3	6	46	1.2451×10^3
43	4	-3.4561×10^{-5}	45	31	-2.8929×10^3	9	46	-1.5111×10^1
44	4	3.0793×10^3	46	31	-1.1572×10^3	10	46	7.5556×10^{-1}
45	4	7.2633×10^{-5}	47	31	-1.7357×10^3	11	46	-1.5111×10^0
46	4	-1.0758×10^3	48	31	-1.7608×10^3	15	46	1.5111×10^1
47	4	-4.8694×10^{-5}	31	32	-1.4465×10^3	16	46	7.5556×10^{-1}
48	4	3.8469×10^3	32	32	-2.9926×10^3	17	46	1.5111×10^0
1	5	-2.1986×10^2	33	32	-2.8929×10^3	21	46	1.9349×10^{-5}
2	5	2.6266×10^{-6}	34	32	6.4761×10^2	25	46	6.3669×10^{-6}
3	5	-1.6014×10^2	35	32	3.6538×10^2	26	46	-2.1034×10^2
4	5	2.6715×10^{-7}	36	32	-8.0668×10^2	27	46	-3.6079×10^{-5}
5	5	1.6824×10^2	43	32	1.4465×10^3	28	46	-6.0157×10^0
6	5	3.2220×10^{-6}	44	32	2.9926×10^3	29	46	-1.8209×10^{-7}
11	5	-1.0093×10^2	45	32	2.8929×10^3	31	46	-1.1572×10^3
12	5	-7.7732×10^0	46	32	1.1572×10^3	32	46	1.1572×10^3
17	5	-1.0093×10^2	47	32	1.7357×10^3	33	46	-4.6270×10^2

A. EQUATIONS OF MOTION

18	5	7.7732×10^0	48	32	-2.2692×10^3	34	46	1.7195×10^2
43	5	2.1986×10^2	31	33	2.8929×10^3	35	46	2.0107×10^2
44	5	-2.6266×10^{-6}	32	33	-2.8929×10^3	36	46	1.3886×10^1
45	5	1.6014×10^2	33	33	1.3468×10^3	37	46	1.1572×10^3
46	5	-1.0507×10^{-6}	34	33	-7.1495×10^1	38	46	1.1572×10^3
47	5	-1.4412×10^2	35	33	9.3289×10^1	39	46	4.6270×10^2
48	5	-3.4146×10^{-6}	36	33	-3.4715×10^1	40	46	1.7195×10^2
1	6	8.5089×10^{-5}	43	33	-2.8929×10^3	41	46	-2.0107×10^2
2	6	1.2768×10^3	44	33	2.8929×10^3	42	46	1.3886×10^1
3	6	-3.7188×10^{-5}	45	33	-1.3468×10^3	43	46	-5.3652×10^{-6}
4	6	-1.5025×10^3	46	33	-4.6270×10^2	44	46	-4.6620×10^3
5	6	3.2219×10^{-6}	47	33	-9.1300×10^2	45	46	-7.5452×10^{-5}
6	6	-7.2785×10^2	48	33	-5.7858×10^2	46	46	6.2123×10^2
11	6	4.3164×10^2	31	34	-3.3066×10^2	47	46	7.0023×10^{-5}
12	6	3.3245×10^1	32	34	-8.8143×10^1	48	46	-2.8917×10^3
17	6	-4.3164×10^2	33	34	-4.3937×10^2	1	47	4.7740×10^3
18	6	3.3245×10^1	34	34	7.6000×10^1	2	47	-6.6550×10^{-5}
43	6	-8.5089×10^{-5}	35	34	4.2323×10^1	3	47	2.6597×10^3
44	6	-1.2768×10^3	36	34	-5.6387×10^1	4	47	-4.8694×10^{-5}
45	6	3.7188×10^{-5}	43	34	3.3066×10^2	5	47	-1.4412×10^2
46	6	1.2451×10^3	44	34	8.8143×10^1	6	47	-3.3469×10^{-5}
47	6	-3.3469×10^{-5}	45	34	4.3937×10^2	7	47	2.2667×10^1
48	6	-3.0018×10^2	46	34	1.7195×10^2	9	47	1.0004×10^2
7	7	1.5111×10^2	47	34	2.6887×10^2	10	47	-5.0018×10^0
11	7	-1.1877×10^1	48	34	-1.9264×10^2	11	47	8.2220×10^0
12	7	6.8000×10^1	31	35	1.0771×10^2	12	47	1.1333×10^0
43	7	-1.5111×10^2	32	35	3.6538×10^2	13	47	2.2667×10^1
47	7	2.2667×10^1	33	35	-5.0267×10^2	15	47	1.0004×10^2
48	7	1.5111×10^1	34	35	4.2323×10^1	16	47	5.0018×10^0
10	8	2.0765×10^{-9}	35	35	8.9123×10^1	17	47	8.2220×10^0
12	8	1.1237×10^{-10}	36	35	7.5348×10^1	18	47	-1.1333×10^0
9	9	1.5111×10^2	43	35	-1.0771×10^2	25	47	5.8427×10^2
10	9	-6.8000×10^1	44	35	-3.6538×10^2	26	47	-6.3669×10^{-6}
11	9	1.5111×10^1	45	35	5.0267×10^2	27	47	-1.8355×10^3
45	9	-1.5111×10^2	46	35	2.0107×10^2	28	47	-1.8209×10^{-7}
46	9	-1.5111×10^1	47	35	3.0160×10^2	29	47	-1.6710×10^1
47	9	1.0004×10^2	48	35	2.6231×10^2	31	47	-1.7357×10^3
8	10	-2.0765×10^{-9}	31	36	-2.0129×10^2	32	47	1.7357×10^3
9	10	-7.5556×10^0	32	36	-2.1072×10^2	33	47	-9.1300×10^2
10	10	3.2251×10^0	33	36	-3.4715×10^1	34	47	2.6887×10^2
11	10	-9.3047×10^{-1}	34	36	3.2086×10^0	35	47	3.0160×10^2
12	10	9.9803×10^{-1}	35	36	-8.7486×10^0	36	47	2.0829×10^1
45	10	7.5556×10^0	36	36	-6.4332×10^1	37	47	-1.7358×10^3
46	10	7.5556×10^{-1}	43	36	2.0129×10^2	38	47	-1.7358×10^3
47	10	-5.0018×10^0	44	36	2.1072×10^2	39	47	-9.1300×10^2
7	11	-1.1877×10^1	45	36	3.4715×10^1	40	47	-2.6887×10^2
9	11	1.5111×10^1	46	36	1.3886×10^1	41	47	3.0160×10^2
10	11	-9.3047×10^{-1}	47	36	2.0829×10^1	42	47	-2.0829×10^1
11	11	8.3142×10^0	48	36	-2.0695×10^2	43	47	-1.9321×10^3
12	11	-3.8836×10^1	37	37	-2.2323×10^3	44	47	1.0638×10^{-4}
43	11	1.1877×10^1	38	37	1.4465×10^3	45	47	8.0179×10^2
45	11	-1.5111×10^1	39	37	2.8929×10^3	46	47	7.0020×10^{-5}
46	11	-1.5111×10^0	40	37	3.3066×10^2	47	47	5.3208×10^3
47	11	8.2220×10^0	41	37	-6.2804×10^2	48	47	7.3130×10^{-5}
48	11	-1.1877×10^0	42	37	5.6917×10^2	1	48	-3.9565×10^{-5}
7	12	7.5556×10^0	43	37	2.2323×10^3	2	48	2.3435×10^3
8	12	-1.1237×10^{-10}	44	37	-1.4465×10^3	3	48	8.9859×10^{-5}
10	12	9.9803×10^{-1}	45	37	-2.8929×10^3	4	48	3.8469×10^3

A. EQUATIONS OF MOTION

11	12	4.0416×10^{-1}	46	37	1.1572×10^3	5	48	-3.4146×10^{-6}
12	12	-2.2946×10^0	47	37	-1.7358×10^3	6	48	-3.0018×10^2
43	12	-7.5556×10^0	48	37	1.7608×10^3	7	48	1.5111×10^1
47	12	1.1333×10^0	37	38	1.4465×10^3	11	48	-1.1877×10^0
48	12	7.5556×10^{-1}	38	38	-2.9926×10^3	12	48	7.5556×10^{-1}
13	13	1.5111×10^2	39	38	2.8929×10^3	13	48	-1.5111×10^1
17	13	-1.1877×10^1	40	38	6.4761×10^2	17	48	1.1877×10^0
18	13	-6.8000×10^1	41	38	-3.6538×10^2	18	48	7.5556×10^{-1}
43	13	-1.5111×10^2	42	38	-8.0668×10^2	19	48	-1.9349×10^{-5}
47	13	2.2667×10^1	43	38	-1.4465×10^3	20	48	3.8100×10^3
48	13	-1.5111×10^1	44	38	2.9926×10^3	22	48	1.0897×10^2
16	14	-1.4718×10^{-9}	45	38	-2.8929×10^3	23	48	5.5339×10^{-7}
18	14	-7.7130×10^{-10}	46	38	1.1572×10^3	25	48	1.1821×10^{-5}
15	15	1.5111×10^2	47	38	-1.7358×10^3	26	48	-3.9053×10^2
16	15	6.8000×10^1	48	38	-2.2692×10^3	28	48	-1.1169×10^1
17	15	1.5111×10^1	37	39	2.8929×10^3	29	48	-3.3808×10^{-7}
45	15	-1.5111×10^2	38	39	2.8929×10^3	31	48	-1.7608×10^3
46	15	1.5111×10^1	39	39	1.3468×10^3	32	48	-2.2692×10^3
47	15	1.0004×10^2	40	39	7.1494×10^1	33	48	-5.7858×10^2
14	16	1.4718×10^{-9}	41	39	9.3289×10^1	34	48	-1.9264×10^2
15	16	7.5556×10^0	42	39	3.4715×10^1	35	48	2.6231×10^2
16	16	3.2251×10^0	43	39	-2.8929×10^3	36	48	-2.0695×10^2
17	16	9.3047×10^{-1}	44	39	-2.8929×10^3	37	48	1.7608×10^3
18	16	9.9803×10^{-1}	45	39	-1.3468×10^3	38	48	-2.2692×10^3
45	16	-7.5556×10^0	46	39	4.6270×10^2	39	48	5.7858×10^2
46	16	7.5556×10^{-1}	47	39	-9.1300×10^2	40	48	-1.9264×10^2
47	16	5.0018×10^0	48	39	5.7858×10^2	41	48	-2.6231×10^2
13	17	-1.1877×10^1	37	40	3.3066×10^2	42	48	-2.0695×10^2
15	17	1.5111×10^1	38	40	-8.8143×10^1	43	48	-2.6068×10^{-5}
16	17	9.3047×10^{-1}	39	40	4.3937×10^2	44	48	-1.2245×10^3
17	17	8.3142×10^0	40	40	7.6000×10^1	45	48	-1.0101×10^{-4}
18	17	3.8836×10^1	41	40	-4.2323×10^1	46	48	-2.8917×10^3
43	17	1.1877×10^1	42	40	-5.6387×10^1	47	48	7.3133×10^{-5}
45	17	-1.5111×10^1	43	40	-3.3066×10^2	48	48	-3.8460×10^3
46	17	1.5111×10^0	44	40	8.8143×10^1	11	49	7.8480×10^2
47	17	8.2220×10^0	45	40	-4.3937×10^2	12	49	-1.2791×10^{-9}
48	17	1.1877×10^0	46	40	1.7195×10^2	10	50	-7.8480×10^2
13	18	-7.5556×10^0	47	40	-2.6887×10^2	12	50	-2.2849×10^{-10}
14	18	7.7130×10^{-10}	48	40	-1.9264×10^2	10	51	1.2791×10^{-9}
16	18	9.9803×10^{-1}	37	41	1.0771×10^2	11	51	2.2849×10^{-10}
17	18	-4.0416×10^{-1}	38	41	-3.6538×10^2	51	51	1.0000×10^5
18	18	-2.2946×10^0	39	41	-5.0267×10^2	50	52	1.0124×10^{-8}
43	18	7.5556×10^0	40	41	-4.2323×10^1	51	52	-1.6566×10^{-11}
47	18	-1.1333×10^0	41	41	8.9123×10^1	52	52	-2.0183×10^2
48	18	7.5556×10^{-1}	42	41	-7.5348×10^1	49	53	-1.0124×10^{-8}
35	19	-2.4525×10^1	43	41	-1.0771×10^2	51	53	-1.9575×10^{-9}
36	19	-4.3274×10^2	44	41	3.6538×10^2	52	53	-3.5155×10^{-10}
41	19	-2.4525×10^1	45	41	5.0267×10^2	54	53	1.2794×10^{-9}
42	19	4.3274×10^2	46	41	-2.0107×10^2	49	54	1.6566×10^{-11}
48	19	-1.9349×10^{-5}	47	41	3.0160×10^2	50	54	1.9575×10^{-9}
20	20	5.0000×10^3	48	41	-2.6231×10^2	52	54	3.9526×10^{-10}
22	20	1.4300×10^2	37	42	2.0130×10^2	53	54	2.8861×10^{-10}
34	20	2.4525×10^1	38	42	-2.1073×10^2	17	55	7.8480×10^2
36	20	6.2524×10^{-7}	39	42	3.4715×10^1	18	55	1.2079×10^{-9}
40	20	2.4525×10^1	40	42	3.2086×10^0	16	56	-7.8480×10^2
42	20	-6.2487×10^{-7}	41	42	8.7486×10^0	18	56	-4.0455×10^{-10}
44	20	-5.0000×10^3	42	42	-6.4332×10^1	16	57	-1.2079×10^{-9}
48	20	3.8100×10^3	43	42	-2.0130×10^2	17	57	4.0455×10^{-10}

A. EQUATIONS OF MOTION

34	21	4.3274×10^2	44	42	2.1073×10^2	57	57	1.0000×10^5
35	21	-6.2524×10^{-7}	45	42	-3.4715×10^1	56	58	-1.7983×10^{-8}
40	21	-4.3274×10^2	46	42	1.3886×10^1	57	58	1.2079×10^{-9}
41	21	6.2487×10^{-7}	47	42	-2.0829×10^1	58	58	-2.0183×10^2
46	21	1.9349×10^{-5}	48	42	-2.0695×10^2	55	59	1.7983×10^{-8}
20	22	1.4300×10^2	1	43	6.6306×10^3	57	59	6.4363×10^{-10}
21	22	1.4111×10^{-9}	2	43	5.6260×10^{-5}	58	59	-2.0801×10^{-11}
22	22	-4.7193×10^2	3	43	-5.7858×10^3	60	59	2.0998×10^{-10}
23	22	6.8855×10^{-7}	4	43	-3.4561×10^{-5}	55	60	-1.2079×10^{-9}
24	22	3.5399×10^{-11}	5	43	2.1986×10^2	56	60	-6.4363×10^{-10}
34	22	2.3801×10^2	6	43	-8.5089×10^{-5}	58	60	-2.3961×10^{-10}
35	22	-3.4388×10^{-7}	7	43	-1.5111×10^2	35	61	7.8480×10^2
40	22	2.3801×10^2	11	43	1.1877×10^1	36	61	-4.6896×10^{-10}
41	22	-3.4368×10^{-7}	12	43	-7.5556×10^0	34	62	-7.8480×10^2
44	22	-1.4300×10^2	13	43	-1.5111×10^2	36	62	2.0642×10^{-9}
48	22	1.0897×10^2	17	43	1.1877×10^1	34	63	4.6896×10^{-10}
19	23	1.0743×10^{-10}	18	43	7.5556×10^0	35	63	-2.0642×10^{-9}
21	23	3.6489×10^{-10}	25	43	-2.9214×10^3	63	63	1.0000×10^5
22	23	6.8756×10^{-7}	26	43	3.1834×10^{-5}	62	64	6.5768×10^{-9}
24	23	-5.5348×10^{-7}	28	43	9.1046×10^{-7}	63	64	-4.6896×10^{-10}
48	23	5.5339×10^{-7}	29	43	8.3551×10^1	64	64	-2.0183×10^2
19	24	-1.4111×10^{-9}	31	43	2.2323×10^3	61	65	-6.5768×10^{-9}
20	24	-3.6489×10^{-10}	32	43	1.4465×10^3	63	65	-1.6414×10^{-10}
23	24	-5.5339×10^{-7}	33	43	-2.8929×10^3	64	65	9.6400×10^{-10}
24	24	-4.7602×10^2	34	43	3.3066×10^2	66	65	5.7983×10^{-11}
35	24	1.3489×10^1	35	43	-1.0771×10^2	61	66	4.6896×10^{-10}
36	24	2.3801×10^2	36	43	2.0129×10^2	62	66	1.6414×10^{-10}
41	24	-1.3489×10^1	37	43	2.2323×10^3	64	66	5.0941×10^{-10}
42	24	2.3801×10^2	38	43	-1.4465×10^3	41	67	7.8480×10^2
25	25	2.9214×10^3	39	43	-2.8929×10^3	42	67	1.3744×10^{-9}
26	25	-3.1834×10^{-5}	40	43	-3.3066×10^2	40	68	-7.8480×10^2
28	25	-9.1046×10^{-7}	41	43	-1.0771×10^2	42	68	1.1949×10^{-9}
29	25	-8.3551×10^1	42	43	-2.0130×10^2	40	69	-1.3744×10^{-9}
35	25	-2.4525×10^1	43	43	-7.8716×10^3	41	69	-1.1949×10^{-9}
36	25	8.0062×10^2	44	43	-6.0211×10^{-5}	69	69	1.0000×10^5
41	25	-2.4525×10^1	45	43	1.1572×10^4	68	70	-5.0600×10^{-8}
42	25	-8.0062×10^2	46	43	-5.3652×10^{-6}	69	70	-9.3502×10^{-10}
43	25	-2.9214×10^3	47	43	-1.9321×10^3	70	70	-2.0183×10^2
44	25	3.1834×10^{-5}	48	43	-2.6069×10^{-5}	67	71	5.0600×10^{-8}
46	25	6.3669×10^{-6}	1	44	5.6260×10^{-5}	69	71	6.3766×10^{-10}
47	25	5.8427×10^2	2	44	4.7510×10^3	70	71	7.5694×10^{-10}
48	25	1.1821×10^{-5}	3	44	6.9122×10^{-5}	72	71	-4.9678×10^{-10}
25	26	-3.1834×10^{-5}	4	44	3.0793×10^3	67	72	9.3502×10^{-10}
26	26	1.0517×10^3	5	44	-2.6266×10^{-6}	68	72	-6.3766×10^{-10}
28	26	3.0078×10^1	6	44	-1.2768×10^3	70	72	1.2739×10^{-10}
29	26	9.1046×10^{-7}	20	44	-5.0000×10^3	71	72	-5.2794×10^{-10}

The velocity matrix is

Row	Column	Value	Row	Column	Value	Row	Column	Value
1	1	0.0000×10^0	-	-	-	-	-	-

The input force matrix is

University of Windsor

Vehicle Dynamics and Control Research Group

automatically generated by EoM

September 15, 2015

A. EQUATIONS OF MOTION

Row	Column	Value	Row	Column	Value	Row	Column	Value
3	1	1.0000×10^5	4	1	6.0000×10^4	46	2	-1.0000×10^3

The system is subject to constraints

$$\begin{bmatrix} \mathbf{J}_h & \mathbf{0} \\ -\mathbf{J}_h \mathbf{V} & \mathbf{J}_h \\ \mathbf{0} & \mathbf{J}_{nh} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\mathbf{p}} \\ \dot{\mathbf{w}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} \end{bmatrix}$$

Row	Column	Value	Row	Column	Value	Row	Column	Value
1	1	-6.0000×10^{-1}	55	41	-1.0000×10^0	114	92	1.0000×10^0
2	1	-6.0000×10^{-1}	62	41	1.0000×10^{-1}	119	92	1.0000×10^0
3	1	-1.0000×10^0	65	41	-1.0000×10^0	115	93	1.0000×10^0
4	1	-1.0000×10^0	9	42	-5.0000×10^{-2}	120	93	1.0000×10^0
37	1	1.0000×10^0	32	42	-5.0000×10^{-2}	115	94	5.5000×10^{-1}
42	1	1.0000×10^0	36	42	-1.0000×10^0	120	94	-5.5000×10^{-1}
1	2	-8.0000×10^{-1}	56	42	-1.0000×10^0	116	95	1.0000×10^0
2	2	8.0000×10^{-1}	66	42	-1.0000×10^0	121	95	1.0000×10^0
38	2	1.0000×10^0	1	43	6.0000×10^{-1}	113	96	-5.5000×10^{-1}
43	2	1.0000×10^0	2	43	6.0000×10^{-1}	117	96	1.0000×10^0
39	3	1.0000×10^0	3	43	1.0000×10^0	118	96	5.5000×10^{-1}
44	3	1.0000×10^0	4	43	1.0000×10^0	122	96	1.0000×10^0
38	4	-1.2860×10^{-1}	7	43	-5.1450×10^{-1}	73	97	5.1450×10^{-1}
39	4	5.5000×10^{-1}	8	43	-5.1450×10^{-1}	74	97	5.1450×10^{-1}
40	4	9.7063×10^{-1}	9	43	-1.0000×10^0	123	97	1.0000×10^0
41	4	-1.7011×10^{-1}	10	43	-1.0000×10^0	128	97	1.0000×10^0
43	4	-1.2860×10^{-1}	1	44	8.0000×10^{-1}	73	98	-8.5749×10^{-1}
44	4	-5.5000×10^{-1}	2	44	-8.0000×10^{-1}	74	98	8.5749×10^{-1}
45	4	9.7063×10^{-1}	5	44	1.0000×10^0	124	98	1.0000×10^0
46	4	1.7011×10^{-1}	6	44	-1.0000×10^0	129	98	1.0000×10^0
3	5	-2.0000×10^{-1}	7	44	8.5749×10^{-1}	125	99	1.0000×10^0
4	5	-2.0000×10^{-1}	8	44	-8.5749×10^{-1}	130	99	1.0000×10^0
37	5	1.2860×10^{-1}	1	46	1.6000×10^{-1}	73	100	-2.4524×10^{-2}
40	5	1.4111×10^{-1}	2	46	-1.6000×10^{-1}	74	100	2.4524×10^{-2}
41	5	9.7527×10^{-1}	5	46	1.5000×10^{-1}	125	100	5.5000×10^{-1}
42	5	1.2860×10^{-1}	6	46	-1.5000×10^{-1}	130	100	-5.5000×10^{-1}
45	5	-1.4111×10^{-1}	7	46	1.7150×10^{-1}	73	101	-1.4715×10^{-2}
46	5	9.7527×10^{-1}	8	46	-1.7150×10^{-1}	74	101	-1.4715×10^{-2}
3	6	-5.0000×10^{-1}	1	47	-1.2000×10^{-1}	126	101	1.0000×10^0
4	6	5.0000×10^{-1}	2	47	-1.2000×10^{-1}	131	101	1.0000×10^0
37	6	-5.5000×10^{-1}	7	47	1.0290×10^{-1}	123	102	-5.5000×10^{-1}
40	6	1.9484×10^{-1}	8	47	1.0290×10^{-1}	127	102	1.0000×10^0
41	6	1.4111×10^{-1}	1	48	6.0960×10^{-1}	128	102	5.5000×10^{-1}
42	6	5.5000×10^{-1}	2	48	-6.0960×10^{-1}	132	102	1.0000×10^0
45	6	1.9484×10^{-1}	3	48	5.0000×10^{-1}	76	103	1.0000×10^0
46	6	-1.4111×10^{-1}	4	48	-5.0000×10^{-1}	93	103	-1.0000×10^0
17	7	-1.0000×10^0	5	48	6.6200×10^{-1}	113	103	-1.0000×10^0
37	7	-1.0000×10^0	6	48	-6.6200×10^{-1}	123	103	-1.0000×10^0
5	8	-1.0000×10^0	7	48	-6.5341×10^{-1}	94	104	-1.0000×10^0
18	8	-1.0000×10^0	8	48	6.5341×10^{-1}	114	104	-1.0000×10^0
38	8	-1.0000×10^0	9	48	-5.0000×10^{-1}	124	104	-1.0000×10^0

A. EQUATIONS OF MOTION

19	9	-1.0000×10^0	10	48	5.0000×10^{-1}	95	105	-1.0000×10^0
39	9	-1.0000×10^0	12	49	-1.0000×10^0	115	105	-1.0000×10^0
5	10	-7.8600×10^{-2}	17	49	1.0000×10^0	125	105	-1.0000×10^0
19	10	-5.0000×10^{-2}	11	50	1.0000×10^0	95	106	-5.0000×10^{-2}
20	10	1.0000×10^0	18	50	1.0000×10^0	96	106	1.0000×10^0
40	10	-9.7063×10^{-1}	19	51	1.0000×10^0	114	106	1.0000×10^{-1}
41	10	1.7011×10^{-1}	11	52	2.2860×10^{-1}	124	106	-1.0000×10^{-1}
40	11	-1.4111×10^{-1}	20	52	-1.0000×10^0	76	107	7.1400×10^{-2}
41	11	-9.7527×10^{-1}	12	53	2.2860×10^{-1}	113	107	-1.0000×10^{-1}
5	12	1.0000×10^{-1}	21	54	1.0000×10^0	116	107	-1.0000×10^0
17	12	5.0000×10^{-2}	13	55	1.0000×10^0	123	107	1.0000×10^{-1}
21	12	-1.0000×10^0	22	55	1.0000×10^0	126	107	-1.0000×10^0
40	12	-1.9484×10^{-1}	23	56	1.0000×10^0	76	108	5.0000×10^{-2}
41	12	-1.4111×10^{-1}	24	57	1.0000×10^0	93	108	5.0000×10^{-2}
22	13	-1.0000×10^0	25	58	-1.0000×10^0	97	108	-1.0000×10^0
42	13	-1.0000×10^0	13	59	-2.2860×10^{-1}	117	108	-1.0000×10^0
6	14	1.0000×10^0	26	60	1.0000×10^0	127	108	-1.0000×10^0
23	14	-1.0000×10^0	16	61	1.0000×10^0	75	109	1.0000×10^0
43	14	-1.0000×10^0	27	61	1.0000×10^0	98	109	-1.0000×10^0
24	15	-1.0000×10^0	28	62	1.0000×10^0	118	109	-1.0000×10^0
44	15	-1.0000×10^0	29	63	1.0000×10^0	128	109	-1.0000×10^0
6	16	7.8600×10^{-2}	30	64	-1.0000×10^0	99	110	-1.0000×10^0
24	16	5.0000×10^{-2}	16	65	-2.2860×10^{-1}	119	110	-1.0000×10^0
25	16	1.0000×10^0	31	66	1.0000×10^0	129	110	-1.0000×10^0
45	16	-9.7063×10^{-1}	15	67	-1.0000×10^0	100	111	-1.0000×10^0
46	16	-1.7011×10^{-1}	32	67	1.0000×10^0	120	111	-1.0000×10^0
45	17	1.4111×10^{-1}	14	68	1.0000×10^0	130	111	-1.0000×10^0
46	17	-9.7527×10^{-1}	33	68	1.0000×10^0	100	112	5.0000×10^{-2}
6	18	-1.0000×10^{-1}	34	69	1.0000×10^0	101	112	1.0000×10^0
22	18	-5.0000×10^{-2}	14	70	2.2860×10^{-1}	119	112	1.0000×10^{-1}
26	18	-1.0000×10^0	35	70	-1.0000×10^0	129	112	-1.0000×10^{-1}
45	18	-1.9484×10^{-1}	15	71	2.2860×10^{-1}	75	113	7.1400×10^{-2}
46	18	1.4111×10^{-1}	36	72	1.0000×10^0	118	113	-1.0000×10^{-1}
47	19	1.0000×10^0	67	73	-6.0000×10^{-1}	121	113	-1.0000×10^0
52	19	1.0000×10^0	68	73	-6.0000×10^{-1}	128	113	1.0000×10^{-1}
48	20	1.0000×10^0	69	73	-1.0000×10^0	131	113	-1.0000×10^0
53	20	1.0000×10^0	70	73	-1.0000×10^0	75	114	-5.0000×10^{-2}
49	21	1.0000×10^0	103	73	1.0000×10^0	98	114	-5.0000×10^{-2}
54	21	1.0000×10^0	108	73	1.0000×10^0	102	114	-1.0000×10^0
49	22	5.5000×10^{-1}	67	74	-8.0000×10^{-1}	122	114	-1.0000×10^0
54	22	-5.5000×10^{-1}	68	74	8.0000×10^{-1}	132	114	-1.0000×10^0
50	23	1.0000×10^0	104	74	1.0000×10^0	67	115	6.0000×10^{-1}
55	23	1.0000×10^0	109	74	1.0000×10^0	68	115	6.0000×10^{-1}
47	24	-5.5000×10^{-1}	105	75	1.0000×10^0	69	115	1.0000×10^0
51	24	1.0000×10^0	110	75	1.0000×10^0	70	115	1.0000×10^0
52	24	5.5000×10^{-1}	104	76	-1.2860×10^{-1}	73	115	-5.1450×10^{-1}
56	24	1.0000×10^0	105	76	5.5000×10^{-1}	74	115	-5.1450×10^{-1}
7	25	5.1450×10^{-1}	106	76	9.7063×10^{-1}	75	115	-1.0000×10^0
8	25	5.1450×10^{-1}	107	76	-1.7011×10^{-1}	76	115	-1.0000×10^0
57	25	1.0000×10^0	109	76	-1.2860×10^{-1}	67	116	8.0000×10^{-1}
62	25	1.0000×10^0	110	76	-5.5000×10^{-1}	68	116	-8.0000×10^{-1}
7	26	-8.5749×10^{-1}	111	76	9.7063×10^{-1}	71	116	1.0000×10^0
8	26	8.5749×10^{-1}	112	76	1.7011×10^{-1}	72	116	-1.0000×10^0
58	26	1.0000×10^0	69	77	-2.0000×10^{-1}	73	116	8.5749×10^{-1}
63	26	1.0000×10^0	70	77	-2.0000×10^{-1}	74	116	-8.5749×10^{-1}
59	27	1.0000×10^0	103	77	1.2860×10^{-1}	67	118	1.6000×10^{-1}
64	27	1.0000×10^0	106	77	1.4111×10^{-1}	68	118	-1.6000×10^{-1}
7	28	-2.4524×10^{-2}	107	77	9.7527×10^{-1}	71	118	1.5000×10^{-1}

A. EQUATIONS OF MOTION

8	28	2.4524×10^{-2}	108	77	1.2860×10^{-1}	72	118	-1.5000×10^{-1}
59	28	5.5000×10^{-1}	111	77	-1.4111×10^{-1}	73	118	1.7150×10^{-1}
64	28	-5.5000×10^{-1}	112	77	9.7527×10^{-1}	74	118	-1.7150×10^{-1}
7	29	-1.4715×10^{-2}	69	78	-5.0000×10^{-1}	67	119	-1.2000×10^{-1}
8	29	-1.4715×10^{-2}	70	78	5.0000×10^{-1}	68	119	-1.2000×10^{-1}
60	29	1.0000×10^0	103	78	-5.5000×10^{-1}	73	119	1.0290×10^{-1}
65	29	1.0000×10^0	106	78	1.9484×10^{-1}	74	119	1.0290×10^{-1}
57	30	-5.5000×10^{-1}	107	78	1.4111×10^{-1}	67	120	6.0960×10^{-1}
61	30	1.0000×10^0	108	78	5.5000×10^{-1}	68	120	-6.0960×10^{-1}
62	30	5.5000×10^{-1}	111	78	1.9484×10^{-1}	69	120	5.0000×10^{-1}
66	30	1.0000×10^0	112	78	-1.4111×10^{-1}	70	120	-5.0000×10^{-1}
10	31	1.0000×10^0	83	79	-1.0000×10^0	71	120	6.6200×10^{-1}
27	31	-1.0000×10^0	103	79	-1.0000×10^0	72	120	-6.6200×10^{-1}
47	31	-1.0000×10^0	71	80	-1.0000×10^0	73	120	-6.5341×10^{-1}
57	31	-1.0000×10^0	84	80	-1.0000×10^0	74	120	6.5341×10^{-1}
28	32	-1.0000×10^0	104	80	-1.0000×10^0	75	120	-5.0000×10^{-1}
48	32	-1.0000×10^0	85	81	-1.0000×10^0	76	120	5.0000×10^{-1}
58	32	-1.0000×10^0	105	81	-1.0000×10^0	78	121	-1.0000×10^0
29	33	-1.0000×10^0	71	82	-7.8600×10^{-2}	83	121	1.0000×10^0
49	33	-1.0000×10^0	85	82	-5.0000×10^{-2}	77	122	1.0000×10^0
59	33	-1.0000×10^0	86	82	1.0000×10^0	84	122	1.0000×10^0
29	34	-5.0000×10^{-2}	106	82	-9.7063×10^{-1}	85	123	1.0000×10^0
30	34	1.0000×10^0	107	82	1.7011×10^{-1}	77	124	2.2860×10^{-1}
48	34	1.0000×10^{-1}	106	83	-1.4111×10^{-1}	86	124	-1.0000×10^0
58	34	-1.0000×10^{-1}	107	83	-9.7527×10^{-1}	78	125	2.2860×10^{-1}
10	35	7.1400×10^{-2}	71	84	1.0000×10^{-1}	87	126	1.0000×10^0
47	35	-1.0000×10^{-1}	83	84	5.0000×10^{-2}	79	127	1.0000×10^0
50	35	-1.0000×10^0	87	84	-1.0000×10^0	88	127	1.0000×10^0
57	35	1.0000×10^{-1}	106	84	-1.9484×10^{-1}	89	128	1.0000×10^0
60	35	-1.0000×10^0	107	84	-1.4111×10^{-1}	90	129	1.0000×10^0
10	36	5.0000×10^{-2}	88	85	-1.0000×10^0	91	130	-1.0000×10^0
27	36	5.0000×10^{-2}	108	85	-1.0000×10^0	79	131	-2.2860×10^{-1}
31	36	-1.0000×10^0	72	86	1.0000×10^0	92	132	1.0000×10^0
51	36	-1.0000×10^0	89	86	-1.0000×10^0	82	133	1.0000×10^0
61	36	-1.0000×10^0	109	86	-1.0000×10^0	93	133	1.0000×10^0
9	37	1.0000×10^0	90	87	-1.0000×10^0	94	134	1.0000×10^0
32	37	-1.0000×10^0	110	87	-1.0000×10^0	95	135	1.0000×10^0
52	37	-1.0000×10^0	72	88	7.8600×10^{-2}	96	136	-1.0000×10^0
62	37	-1.0000×10^0	90	88	5.0000×10^{-2}	82	137	-2.2860×10^{-1}
33	38	-1.0000×10^0	91	88	1.0000×10^0	97	138	1.0000×10^0
53	38	-1.0000×10^0	111	88	-9.7063×10^{-1}	81	139	-1.0000×10^0
63	38	-1.0000×10^0	112	88	-1.7011×10^{-1}	98	139	1.0000×10^0
34	39	-1.0000×10^0	111	89	1.4111×10^{-1}	80	140	1.0000×10^0
54	39	-1.0000×10^0	112	89	-9.7527×10^{-1}	99	140	1.0000×10^0
64	39	-1.0000×10^0	72	90	-1.0000×10^{-1}	100	141	1.0000×10^0
34	40	5.0000×10^{-2}	88	90	-5.0000×10^{-2}	80	142	2.2860×10^{-1}
35	40	1.0000×10^0	92	90	-1.0000×10^0	101	142	-1.0000×10^0
53	40	1.0000×10^{-1}	111	90	-1.9484×10^{-1}	81	143	2.2860×10^{-1}
63	40	-1.0000×10^{-1}	112	90	1.4111×10^{-1}	102	144	1.0000×10^0
9	41	7.1400×10^{-2}	113	91	1.0000×10^0	-	-	-
52	41	-1.0000×10^{-1}	118	91	1.0000×10^0	-	-	-

There are 9 degrees of freedom.

The full state space equations:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{E} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{I} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{\mathbf{x}} \\ \mathbf{y} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{B} \\ \mathbf{C} & \mathbf{D} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{u} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{B} \\ \mathbf{C} & \mathbf{D} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2621.3 & -4376.4 & -839.43 & 456.01 & 157.71 & -4786.1 & -1736.1 & -2027.8 & -2203.6 & -150.57 & 1560.9 & 1116.6 & 154.53 \\ 0.14464 & -0 & -0.10105 & 0.12396 & -0 & -0 & -0.12168 & 0.19883 & 0.31949 & 0.46123 & 0.11968 & -0.06241 & -0.165 \\ 5099.3 & 3230.5 & 3437.2 & 250.84 & 3820.9 & 5158.7 & 32.506 & 1385.2 & -151.6 & -277.47 & -72.862 & 1686.9 & -1401. \\ -4007.4 & -2430.6 & -3367.9 & 639.21 & 566.43 & -2984.7 & -95.445 & -97.874 & -1074.7 & 857.42 & -1526.9 & -1532.7 & 2030. \\ -0.043 & -0 & 0.1298 & -0.29935 & -0 & -0 & 0.7072 & 0.27041 & 0.07539 & -0.14811 & -0.06229 & -0.10182 & 0.0011 \\ 0.49428 & -0 & -0.58694 & -0.05361 & -0 & -0 & 0.1331 & -0.0347 & 0.24935 & 0.13988 & 0.08482 & 0.28106 & 0.0779 \\ -4869.3 & -1797.1 & -3599.6 & -3784.2 & -11815 & -2606.1 & 2493.7 & -1702.2 & 5371.1 & 1184.5 & -263.48 & -4171.8 & 2933. \\ -5041.8 & -5611.3 & -3989.6 & -5128.4 & -11880 & -1611.4 & 1814 & 1945.9 & 5160.4 & 1840.9 & -2223.2 & -2939.4 & 2289. \\ -9789.6 & -11672 & -6694.6 & 1097.3 & -2812.8 & -11199 & -2910.4 & 1317.1 & -4270.2 & 603.97 & -1762.3 & 112.56 & 1101. \\ 1882 & 1449.8 & 1302.9 & -472.75 & -1316.5 & 2338.2 & 462.43 & 1448.8 & 1293.2 & -630.99 & 69.741 & 482.12 & -1643. \\ -4935.3 & -2052.5 & -3845.9 & -4511.2 & -10247 & -1104 & 2898 & -1400.3 & 5910.2 & 1782.8 & -903.78 & -4527.2 & 3652. \\ 2307 & -5768.8 & 3038.9 & -2721.3 & 3392.5 & 602.16 & -2132.6 & -1903.6 & -1665.6 & 1713.6 & 1510.2 & 3364.7 & 1445. \\ -2993 & -2807.8 & -3166 & -2524.5 & -4719 & -161.88 & 1173.9 & 2536.7 & 2260.6 & 1816.4 & -3162 & -2215.1 & 2328. \\ 4888.1 & -2384.4 & 5084.3 & -2349.4 & 4663.1 & 3310.1 & -1514.4 & -2841.4 & -811.13 & 923.41 & 2787.8 & 3623.5 & 398.7 \\ -2166.3 & -12327 & 203.86 & -5313.3 & -2351.4 & -2626 & -2188.7 & -2301.8 & -320.16 & 2989.4 & 986.21 & 2394.3 & 3425. \\ 1062.7 & 3841 & -851.39 & 752.89 & 1288.8 & 3329.5 & 1424.9 & 2852.7 & 739.38 & 485.51 & -2965.2 & -1659.4 & 606.13 \\ 2197.9 & 2454.7 & 1871.2 & 2870.3 & 5269.7 & -184.56 & -1223.3 & -701.11 & -2933.9 & -1259.7 & 1280.4 & 1750.9 & -1733. \\ 2489.5 & 3589.4 & 1887.7 & 1639.1 & 8258.3 & 2166.8 & -23.987 & -3973.5 & -1876.9 & 549.08 & 1289.6 & 38.457 & 2091. \\ 0.09053 & -0.18513 & 0.17539 & 0.10082 & -0.54068 & -0.20314 & -0.10333 & 0.0665 & -0.02777 & -0.24775 & 0.25917 & 0.23382 & -0.485 \\ 0.23809 & 0.33256 & 0.04631 & 0.06794 & -0.35568 & -0.1652 & -0.01876 & 0.18625 & -0.16463 & 0.08712 & -0.24009 & -0.00642 & 0.1541 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{E} = \begin{bmatrix} 12.693 & 0 & -0.60275 & -21.358 & 0 & 0 & 7.7853 & 3.7705 & 6.6711 & 14.221 & -10.091 & -7.7607 & -21.521 & 0.29402 & 0.72215 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0 & 0 & 0 & -0 & 0 & -0 & -0 & 0 & -0 \\ -0.60275 & 0 & 4.918 & -1.2943 & 0 & -0 & 2.7579 & -0.31117 & 0.46269 & 0.88251 & -2.5177 & -1.8044 & -1.1836 & -0.844 & 2.2907 \\ -21.358 & 0 & -1.2943 & 47.122 & 0 & 0 & -21.105 & -6.784 & -11.386 & -26.388 & 25.889 & 13.736 & 40.218 & 2.2059 & -1.7815 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -0 & 0 & -0 & 1 & 0 & 0 & -0 & 0 & -0 & 0 & 0 & 0 & -0 \\ 7.7853 & -0 & 2.7579 & -21.105 & 0 & 0 & 16.258 & 3.2055 & 5.5504 & 9.041 & -14.693 & -5.0059 & -14.125 & -4.0756 & 2.931 \\ 3.7705 & 0 & -0.31117 & -6.784 & 0 & 0 & 3.2055 & 3.6962 & 2.3221 & 5.2074 & -1.5128 & -3.2756 & -6.676 & -0.14709 & 0.1419 \\ 6.6711 & 0 & 0.46269 & -11.386 & -0 & -0 & 5.5504 & 2.3221 & 6.8482 & 7.7653 & -6.3596 & -5.0907 & -12.127 & -0.57756 & 2.4351 \\ 14.221 & -0 & 0.88251 & -26.388 & 0 & 0 & 9.041 & 5.2074 & 7.7653 & 22.668 & -10.565 & -15.281 & -31.946 & 1.2238 & 2.4577 \\ -10.091 & 0 & -2.5177 & 25.889 & -0 & -0 & -14.693 & -1.5128 & -6.3596 & -10.565 & 21.082 & 4.0121 & 18.021 & 3.3271 & -2.5314 \\ -7.7607 & -0 & -1.8044 & 13.736 & 0 & -0 & -5.0059 & -3.2756 & -5.0907 & -15.281 & 4.0121 & 15.429 & 22.692 & -0.81783 & -3.411 \\ -21.521 & -0 & -1.1836 & 40.218 & 0 & 0 & -14.125 & -6.676 & -12.127 & -31.946 & 18.021 & 22.692 & 49.712 & -1.5603 & -4.478 \\ 0.29402 & 0 & -0.844 & 2.2059 & 0 & 0 & -4.0756 & -0.14709 & -0.57756 & 1.2238 & 3.3271 & -0.81783 & -1.5603 & 3.3464 & -0.28316 \\ 0.72215 & -0 & 2.2907 & -1.7815 & 0 & -0 & 2.931 & 0.1419 & 2.4351 & 2.4577 & -2.5314 & -3.411 & -4.478 & -0.28316 & 5.8543 \\ -25.427 & 0 & 1.4452 & 44.759 & -0 & -0 & -13.532 & -8.8902 & -13.584 & -34.763 & 17.376 & 22.028 & 51.771 & -2.6805 & -1.6296 \\ 5.5834 & -0 & 2.0192 & -12.689 & -0 & -0 & 6.7658 & 1.4443 & 3.2704 & 5.1552 & -8.5661 & -0.99099 & -7.5975 & -1.307 & -0.23266 \\ -32.505 & -0 & 0.0492 & 66.956 & 0 & 0 & -29.155 & -11.265 & -17.906 & -40.095 & 35.168 & 21.368 & 60.439 & 2.5136 & -1.9931 \end{bmatrix}$$

The reduced state space equations:

$$\begin{bmatrix} \mathbf{E} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{I} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{\mathbf{x}} \\ \mathbf{y} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{B} \\ \mathbf{C} & \mathbf{D} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \mathbf{x} \\ \mathbf{u} \end{Bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{A} & \mathbf{B} \\ \mathbf{C} & \mathbf{D} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -9.7231 & 0 & 0 & -79.294 & 0 & -4.9262 & 0 & -42.08 & -1.518 & 0 & -0 & 5.3261 & -0 & 18.709 \\ 0 & 5.0831 & -39.324 & 0 & 8.431 & 0 & 3.1601 & -0 & 0 & 17.178 & -12.813 & -0 & -0.55605 & 0 \\ 0 & 117.64 & -15.072 & 0 & 100.59 & 0 & 6.8807 & 0 & 0 & -25.42 & -20.207 & 0 & 0.18341 & 0 \\ 1.0282 & 0 & -0 & 8.9528 & 0 & 45.273 & -0 & -4.6989 & 8.1084 & -0 & 0 & -3.2271 & 0 & -5.2457 \\ 0 & 0 & -21.896 & 0 & -0.61015 & 0 & 4.5916 & -0 & 0 & 16.354 & -10.047 & -0 & -0.52978 & -0 \\ 0 & 0 & 0 & -32.219 & 0 & -27.802 & -0 & 72.583 & -18.335 & -0 & -0 & -8.6712 & -0 & 6.2509 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -21.366 & 0 & -1.1978 & -0 & 0 & -21.1 & 10.745 & -0 & 0.61068 & -0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -88.621 & -0 & 19.591 & -28.426 & -0 & -0 & 9.2399 & -0 & 2.4896 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 12.711 & -11.058 & -0 & 0 & 69.038 & 0 & -5.7287 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 7.4596 & -0 & 0 & 34.164 & -58.113 & -0 & -1.3038 & -0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 139.36 & -42.707 & -0 & -3.6202 & -0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -80.792 & 0 & 0 & 0 & 4.3272 & -0 & -10.697 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -4.365 & -0 & -1.7778 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 8.8931 & 0 & -2.392 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -17.133 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -5.7735 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

E = [