## Index

A	
Abelian groups	vol.1:p.24
Adjoint operators	vol.1: pp.43 - 44,87,103
rajone operators	vol.3: pp.134 - 135
Adjugate matrix	vol.2: pp.120 - 121
Affine spaces	vol.1: p.93
Asymptotically stable	vol.2: p.76
	vol.3: pp.82 - 84
	vol.4:p.7
Attracting fixed point	vol.2: p.76
	vol.3: pp.83 - 84
Attractiveness	vol.3:p.83
Autonomous systems	vol.1:p.7
B	r
Basin boundary	vol.2: p.89
Basin of attraction	vol.2: p.89
Basis	vol.2: pp.125 - 127
Bendixson's theorem	vol.4: pp.25 - 26
Bifurcation	vol.1: pp.11 - 12,63 - 64
	vol.4: pp.12 - 13
Bifurcation (fold)	vol.4: pp.12 - 13
Bifurcation (transcritical)	vol.4: pp.12 - 15
Bifurcation diagram	vol.4: pp.12, 15-17
Body velocity	vol.1:p.38
C	
Carrying capacity	vol.4: p.9
Causal systems	vol.2: p.152
	vol.3: pp.3-4
Cayley-hamilton theorem	vol.2: pp.139 - 140
	vol.3: pp.121 - 122
Centers (equilibrium point)	vol.4:p.22
Centroid of area	vol.1: pp.4-6
Characteristic equation	vol.2: pp.77, 138 - 139
	vol.3:p.37
Column space	vol.2: pp.133 - 134
Complex conjugate transpose	vol.3: pp.40-44
Condition number (of a matrix)	vol.3: pp.61 - 62
Connection vector field	vol.1: pp.118 - 119
Conservative system	vol.2: pp.89 - 91, 103
Conservative vector fields	vol.1: pp.145 - 146
Conserved quantity	vol.2: p.90
Constraint, holonomic	vol.1: pp.76 - 77
Constraint, nonholonomic	vol.1: pp.110 - 117, 135 - 136
Contour	vol.2: pp.91 - 92
Controllability	vol.3: p.132

	Controllability gramian	vol.3:p.135
	Convolution	vol.3: pp.2-4
	Convolution (discrete)	vol.3: pp.14, 17
	Coordinate transformation matrix	vol.2: pp.128 - 129
		vol.4: pp.18, 20
	Coordinate vector	vol.2: pp.126 - 127
	Corange	vol.2: pp.51 - 54
	Corank	vol.2: pp.51 - 54
	Cotangent bundle	vol.1: p.126
	Cotangent space	vol.1: p.126
	Cotangent vector	vol.1: pp.127 - 130
	Cramer's rule	vol.2: p.121
	Cross product	vol.1: pp.1 - 2
	Curl (vector)	vol.1: p.145
	Curvature (constraint)	vol.1: pp.144 - 145
L	·	001.1 . pp.144 140
L	Dead zone nonlinearity	vol.2: p.151
	Deficient matrix	vol.2: pp.140 - 141
	Degenerate matrix	vol.2: pp.140 141 $vol.2: p.139$
	Degrees of freedom	vol.2: p.17 vol.1: p.17
	Degrees of freedom  Detectable	vol.3: pp.145 - 146, 149
	Determinant	vol.3: pp.143 - 140, 149 vol.2: pp.78 - 81, 115 - 119
	Diagonal coordinate form Diagonalization	vol.3: pp.38 - 46 vol.2: pp.142 - 144
	Diagonalization	
	D:ff 1:-	vol.3 : p.46
	Diffeomorphic	vol.1: p.20
	Differential-algebraic equations	vol.2: pp.41 - 44,47 - 48
	Differential-algebraic equations, differentiation index	vol.2: pp.47 - 48
	Differential-algebraic equations, model consistency	vol.2: p.44
	Differential-algebraic equations, regularity	vol.2: p.45
	Differential-algebraic equations, solution	vol.2: p.44
	Dimension (of a vector space)	vol.2: pp.125 - 126
	Direct product of two sets	vol.1: p.20
	Direct sum	vol.1: p.20
	Direct sum of two sets	vol.1: p.125
	Directional linearity	vol.1: p.106
	Distribution (allowable velocities)	vol.1: pp.112, 148 - 150
	Dot product	vol.2: pp.134 - 135
		vol.3: p.41
Ε		
	Eigenspace	vol.2: p.140
	Eigenvalue	vol.2: pp.77, 138 - 145
		vol.3: pp.36 - 45, 56 - 59
	Eigenvector	vol.2: pp.76 - 77, 138 - 145
		vol.3: pp.36 - 45
	Eigenvector (left)	vol.3: pp.50 - 51
	Elementary row operators	vol.2:p.107

En	nbedding	vol.1:p.96
Eq	uilibrium point	vol.3: pp.1, 5-10, 79-84
		vol.4: pp.3 - 4
Eq	uivalent vectors w.r.t. functions	vol.1: pp.100 - 101
-	ler-lagrange equation	vol.1: p.136
	istence and uniqueness theorem	vol.1: pp.11, 13
LIA	districted and uniqueness theorem	
Б	1	vol.2: p.82
	rponential map	vol.1: pp.48 - 51, 103 - 104
	ternal forces	vol.1: p.1
F		
Fii	nite escape time	vol.4: pp.9 - 10
Fo	cus node	vol.4:p.22
Fo	ld bifurcation	vol.4: pp.12 - 13
Fo	rce couple	vol.1: p.2
Fo	rce couple system	vol.1:p.3
	rward euler integration	vol.2: p.148
	rward kinematics	vol.1: pp.78, 83 - 84
	equency response	vol.3: pp.98, 105
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
	obenius norm	vol.3: pp.62, 102 - 117
	ndamental vector field (infinitesimal generators)	vol.1: pp.99 - 100
G		
Ga	it generation	vol.1: p.124
Ga	aussian elimination	vol.2:p.104
Ge	eneralized coordinates	vol.1:p.78
Ge	eodesics	vol.1: pp.44 - 46, 51, 96 - 99
$\operatorname{Gl}$	obally asymptotically stable	vol.3: p.93
	radient vector field	vol.1: pp.129 - 130
	am schmidt orthogonality procedure	vol.2: p.137
		-
	roup ,	vol.1: pp.21, 94 - 95
	oup invariant vectors	vol.1: p.100
	roup, left/right action	vol.1: pp.24 - 29, 33, 80, 96, 137
Gr	oup, symmetry	vol.1: pp.108 - 109, 137
H		
${ m H}_{\circ}$	o norm	vol.3: pp.108 - 119
На	rtman grobman theorem	vol.4: pp.23 - 24
На	artman-grobman theorem	vol.2: p.88
Не	ermitian matrix	vol.3: p.107
Не	eteroclinic trajectory	vol.2: p.94
	olonomic constraint	vol.1: pp.76 - 77
	omeomorphic	vol.1 : p.19
110	micomorphic	-
		vol.2: p.88
		vol.4:p.23
	omogeneity	vol.3: p.1
	emogeneous equations	vol.2: p.105
Hu	ırwitz matrix	vol.3: pp.94 - 96
Ну	perbolic equilibrium point	vol.4: pp.22 - 24
Ну	perbolic fixed point	vol.2: pp.87 - 88

$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	
I Idempotent $vol.2: p.37$ Image (algebra) $vol.1: p.124$ Impulse response $vol.3: pp.19 - 2$ Index theory $vol.2: pp.98 - 2$ Indinity norm $vol.3: pp.100 - 2$ Infinity norm $vol.3: pp.100 - 2$ Inner product $vol.2: pp.134 - 2$ Intersection (spaces) $vol.1: p.139$ Invariance $vol.1: p.139$ Isocline $vol.2: pp.74, 84$ Isomorphic $vol.3: p.27$ Jacobi-liouville formula $vol.3: p.27$ Jacobian $vol.1: pp.84 - 8$ $vol.2: p.85$ $vol.3: pp.138 - 8$ Jordan blocks $vol.3: pp.138 - 8$ K       K-step observability matrix $vol.3: pp.138 - 8$ Kalman rank test $vol.3: pp.124 - 8$ Kinematic locomotion $vol.1: pp.124 - 8$ L2 norm $vol.3: pp.100 - 12$ L2 norm $vol.3: pp.100 - 12$ Lagrangian $vol.2: p.45 - 12$ Lagrangian multipliers $vol.2: p.45 - 12$ Liapunov fixed point $vol.2: p.147$ Lie algebra $vol.1: pp.24 - 8$ Lie groups	0 - 71
$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	
Image (algebra) $vol.3: pp.19 - 2$ Impulse response $vol.3: pp.19 - 2$ Index theory $vol.2: pp.98 - 3$ Indinity norm $vol.3: pp.100 - 3$ Infinity norm $vol.3: pp.100 - 3$ Inner product $vol.2: pp.130 - 3$ Intersection (spaces) $vol.1: p.1$ Intersection (spaces) $vol.2: pp.130 - 3$ Invariance $vol.1: p.130 - 3$ Isomorphic $vol.2: pp.74, 84 - 3$ Isomorphic $vol.1: pp.22 - 3$ Jacobi-liouville formula $vol.3: pp.100 - 3$ Jacobian $vol.3: pp.84 - 3$ $vol.2: p.85$ $vol.3: pp.138 - 3$ K       K-step observability matrix $vol.3: pp.138 - 3$ Kalman rank test $vol.3: pp.138 - 3$ Kernel $vol.1: pp.124 - 3$ Kinematic locomotion $vol.3: pp.105 - 3$ L       L1 norm $vol.3: pp.100 - 3$ L2 norm $vol.3: pp.100 - 3$ Lagrangian $vol.2: p.13 - 3$ Laplace transform $vol.2: p.145 - 3$ Liapunov fixed point $vol.2: p.145 - 3$ Lie bracket $vol.1: pp.148 - 3$	
Impulse response $vol.3: pp.19 - 2$ Index theory $vol.2: pp.98 - 3$ Induced norm $vol.3: pp.100 - 2$ Infinity norm $vol.3: pp.100 - 2$ Inner product $vol.2: pp.134 - 2$ Internal forces $vol.1: p.1$ Intersection (spaces) $vol.2: pp.130 - 2$ Invariance $vol.1: p.139$ Isochine $vol.2: pp.74, 84$ Isomorphic $vol.3: p.27$ Jacobi-liouville formula $vol.3: p.27$ Jacobian $vol.1: pp.84 - 8$ Vol.2: p.85 $vol.2: p.85$ Jordan blocks $vol.3: pp.138 - 8$ K       K         K-step observability matrix $vol.3: pp.136 - 8$ Kalman rank test $vol.3: pp.136 - 8$ Kernel $vol.1: pp.105 - 8$ L       Kinematic locomotion $vol.1: pp.100 - 8$ L2 induced gain of a system $vol.3: p.100 - 8$ L2 norm $vol.3: p.100 - 8$ Lagrangian $vol.2: p.45 - 6$ Lagrangian multipliers $vol.2: p.45 - 6$ Laplace transform $vol.2: p.147$ Lie algebra $vol.1: pp.21,$	
Index theory $vol.2: pp.98 - 1$ Induced norm $vol.3: pp.103 - 1$ Infinity norm $vol.3: pp.100 - 1$ Inner product $vol.2: pp.134 - 1$ Inter product $vol.1: p.1$ Intersection (spaces) $vol.1: p.1$ Invariance $vol.1: p.139$ Isocline $vol.2: pp.74, 84$ Isomorphic $vol.1: pp.22$ Jacobi-liouville formula $vol.3: pp.36 - 3$ Jacobian $vol.3: pp.36 - 3$ K $vol.3: pp.84 - 3$ K $vol.3: pp.38 - 3$ Jordan blocks $vol.3: pp.38 - 3$ Kalman rank test $vol.3: pp.38 - 3$ Kalman rank test $vol.3: pp.33 - 3$ Kernel $vol.1: pp.13 - 3$ Kinematic locomotion $vol.1: pp.10 - 3$ Li norm $vol.3: pp.100 - 3$ L2 induced gain of a system $vol.3: pp.100 - 3$ L2 induced gain of a system $vol.3: pp.30 - 3$ Lagrangian $vol.2: p.45 - 3$ Lagrangian multipliers $vol.2: pp.45 - 3$ Laplace transform $vol.2: pp.30 - 3$ Liagunov fixed point $vol.2: pp.$	
Induced norm $vol.3: pp.103 =$ Infinity norm $vol.3: pp.100 =$ Inner product $vol.2: pp.134  vol.1: p.1$ $vol.1: p.139$ Intersection (spaces) $vol.2: pp.130 -$ Invariance $vol.1: p.139$ Isocline $vol.2: pp.74, 84$ Isomorphic $vol.1: p.22$ Jacobian $vol.3: p.27$ Jacobian $vol.3: pp.138 -$ K $vol.3: pp.46 - 8$ K       K-step observability matrix $vol.3: pp.138 -$ Kalman rank test $vol.3: pp.136$ Kinematic locomotion $vol.1: pp.124 -$ Kinematic locomotion $vol.1: pp.105 -$ L       L1 norm $vol.3: pp.100 -$ L2 induced gain of a system $vol.3: pp.100 -$ L2 induced gain of a system $vol.3: pp.100 -$ L2 norm $vol.3: pp.100 -$ Lagrangian $vol.2: pp.45 -$ Lagrangian $vol.2: pp.45 -$ Lagrangian multipliers $vol.2: pp.45 -$ Liagunov fixed point $vol.2: pp.45 -$ Lie algebra $vol.1: pp.21,96$ Lifet actions       <	
Infinity norm $vol.3: pp.100 -$ Inner product $vol.2: pp.134 -$ Internal forces $vol.1: p.1$ Intersection (spaces) $vol.2: pp.130 -$ Invariance $vol.1: p.139$ Isocline $vol.2: pp.74, 84$ Isomorphic $vol.1: pp.29$ Jacobian $vol.3: pp.74 - 8$ Jordan blocks $vol.3: pp.84 - 8$ K $vol.3: pp.46 - 8$ K       K         K-step observability matrix $vol.3: pp.136 - 8$ Kalman rank test $vol.3: pp.136 - 8$ Kinematic locomotion $vol.1: pp.124 - 8$ L $vol.1: pp.105 - 18$ L       L1 norm $vol.3: pp.100 - 18$ L2 norm $vol.3: pp.100 - 18$ L2 norm $vol.3: pp.100 - 18$ Lagrangian $vol.2: pp.45 - 18$ Lagrangian $vol.2: pp.45 - 18$ Laplace transform $vol.2: pp.45 - 18$ Liapunov fixed point $vol.2: pp.45 - 18$ Lie algebra $vol.1: pp.41, 98$ Lie bracket $vol.1: pp.31 - 18$ Lifted actions $vol.1: pp.31 - 18$ <t< td=""><td></td></t<>	
Inner product $vol.2: pp.134 - vol.3: p.41$ Internal forces $vol.1: p.1$ Intersection (spaces) $vol.2: pp.130 - vol.1: p.130 - vol.1: p.139$ Isocline $vol.2: pp.74, 84$ Isomorphic $vol.1: p.22$ Jacobi-liouville formula $vol.3: p.27$ Jacobian $vol.1: pp.84 - 8$ Vol.2: $p.85$ $vol.3: pp.138 - 8$ Jordan blocks $vol.3: pp.138 - 8$ K       K-step observability matrix $vol.3: pp.138 - 8$ Kalman rank test $vol.3: pp.138 - 8$ Kernel $vol.1: pp.124 - 8$ Kinematic locomotion $vol.1: pp.105 - 8$ L       L1 norm $vol.3: pp.100 - 8$ L2 norm $vol.3: pp.100 - 8$ L2 norm $vol.3: pp.100 - 8$ Lagrangian multipliers $vol.2: pp.45 - 6$ Laplace transform $vol.2: pp.45 - 6$ Liapunov fixed point $vol.2: pp.45 - 6$ Lie algebra $vol.1: pp.41, 98$ Lie bracket $vol.1: pp.1, 96$ Lifted actions $vol.1: pp.31 - 6$ Limit cycle $vol.3: pp.31 - 6$ Linear combination $vol.2: $	
Internal forces	- 135
Intersection (spaces)	
Isocline	- 131
Isomorphic $vol.1: p.22$ Jacobi-liouville formula $vol.3: p.27$ Jacobian $vol.1: pp.84 - 8$ Jacobian $vol.2: p.85$ Jordan blocks $vol.3: pp.46 - 8$ K         K-step observability matrix $vol.3: pp.136 - 8$ Kalman rank test $vol.3: pp.136 - 8$ Kernel $vol.1: pp.124 - 8$ Kinematic locomotion $vol.3: pp.100 - 1$ La induced gain of a system $vol.3: pp.100 - 1$ Lagrangian $vol.3: pp.100 - 1$ Lagrangian multipliers $vol.2: pp.45 - 4$ $vol.2: pp.45 - 4$ $vol.2: pp.45 - 4$ $vol.3: pp.29 - 3$ $vol.2: pp.45 - 4$ $vol.3: pp.29 - 3$ $vol.2: pp.45 - 4$ $vol.2$	
J       Jacobi-liouville formula $vol.3: p.27$ Jacobian $vol.1: pp.84 - 8$ $vol.2: p.85$ $vol.3: pp.46 - 8$ K $vol.3: pp.46 - 8$ K $vol.3: pp.138 - 8$ Kalman rank test $vol.3: pp.136$ Kernel $vol.1: pp.124 - 8$ Kinematic locomotion $vol.1: pp.105 - 18$ L $vol.3: pp.100 - 18$ L2 norm $vol.3: pp.100 - 18$ L2 norm $vol.3: pp.100 - 18$ Lagrangian $vol.2: pp.45 - 48$ Lagrangian multipliers $vol.2: pp.45 - 48$ Laplace transform $vol.2: pp.45 - 48$ Liapunov fixed point $vol.2: pp.45 - 48$ Lie algebra $vol.1: pp.41, 98$ Lie bracket $vol.1: pp.41, 98$ Lie bracket $vol.1: pp.44, 98$ Lifted actions $vol.1: pp.21, 96$ Lifted actions $vol.1: pp.31 - 48$ Limit cycle $vol.3: p.82$ $vol.4: pp.10 - 18$ Linear combination $vol.2: p.124$	4
Jacobi-liouville formula $vol.3: p.27$ Jacobian $vol.1: pp.84 - 8$ $vol.2: p.85$ $vol.3: pp.46 - 8$ K $vol.3: pp.46 - 8$ K $vol.3: pp.138 - 8$ Kalman rank test $vol.3: pp.136$ Kernel $vol.1: pp.124 - 8$ Kinematic locomotion $vol.1: pp.105 - 18$ L       L1 norm $vol.3: pp.100 - 18$ L2 norm $vol.3: pp.100 - 18$ L2 norm $vol.3: pp.100 - 18$ Lagrangian $vol.2: pp.45 - 48$ Lagrangian multipliers $vol.2: pp.45 - 48$ Laplace transform $vol.2: pp.45 - 48$ Liapunov fixed point $vol.2: pp.45 - 48$ Lie algebra $vol.1: pp.41, 98$ Lie bracket $vol.1: pp.41, 98$ Lie bracket $vol.1: pp.148 - 18$ $vol.2: p.1$ Lie groups         Lifted actions $vol.1: pp.31 - 48$ Limit cycle $vol.3: p.82$ $vol.4: pp.10 - 18$ Linear combination $vol.2: p.124$	
Jacobian       vol.1: pp.84 - 8         vol.2: p.85       vol.3: pp.46 - 8         K       vol.3: pp.46 - 8         K       K-step observability matrix       vol.3: pp.138 - 8         Kalman rank test       vol.1: pp.124 - 8         Kernel       vol.1: pp.105 - 1         L       L1 norm       vol.3: pp.100 - 1         L2 induced gain of a system       vol.3: pp.100 - 1         L2 norm       vol.3: pp.100 - 1         Lagrangian       vol.2: p.45 - 4         vol.3: pp.100 - 1       vol.2: pp.45 - 4         vol.3: pp.29 - 3       vol.3: pp.29 - 3         Liapunov fixed point       vol.2: p.76         Lie algebra       vol.1: pp.41, 98         Lie bracket       vol.1: pp.41, 98         Lie groups       vol.1: pp.21, 96         Lifted actions       vol.1: pp.21, 96         Limit cycle       vol.3: p.82         vol.4: pp.10 - 1         Linear combination       vol.2: p.124	
$vol.2: p.85 \\ vol.3: pp.46 - 5 \\ K \\ K-step observability matrix  vol.3: pp.138 - 5 \\ Kalman rank test \\ Vol.3: p.136 \\ Kernel \\ Vol.1: pp.124 - 5 \\ Kinematic locomotion \\ Vol.1: pp.105 - 5 \\ L \\ L1 norm \\ L2 induced gain of a system  vol.3: pp.100 - 5 \\ L2 norm \\ Vol.3: pp.100 - 5 \\ L3 rangian \\ Vol.2: p.45 \\ L4 rangian \\ Vol.2: p.45 \\ L4 rangian \\ Vol.2: p.45 - 4 \\ Vol.3: pp.100 - 5 \\ Vol.1: pp.119 - 5 \\ Vol.1: pp.100 - 5 \\ Vol.1: pp.10$	
Jordan blocks	- 86
K         K-step observability matrix $vol.3: pp.138 - vol.3: p.136$ Kernel $vol.1: pp.124 - vol.1: pp.124 - vol.1: pp.105 - vol.1: pp.105 - vol.1: pp.105 - vol.1: pp.105 - vol.3: pp.100 - vol.3: $	
$ \begin{array}{c} \text{K-step observability matrix} & vol.3:pp.138 - \\ \text{Kalman rank test} & vol.3:p.136 - \\ \text{Kernel} & vol.1:pp.124 - \\ \text{Kinematic locomotion} & vol.1:pp.105 - \\ \hline L \\ \\ \text{L1 norm} & vol.3:pp.100 - \\ \\ \text{L2 induced gain of a system} & vol.3:pp.100 - \\ \\ \text{L2 norm} & vol.3:pp.100 - \\ \\ \text{Lagrangian} & vol.2:p.45 - \\ \\ \text{Lagrangian multipliers} & vol.2:p.45 - \\ \\ \text{Laplace transform} & vol.2:p.147 - \\ \\ \text{Liapunov fixed point} & vol.2:p.147 - \\ \\ \text{Lie algebra} & vol.1:pp.41,98 - \\ \\ \text{Lie bracket} & vol.1:pp.148 - \\ \\ \text{vol.2:p.1} \\ \\ \text{Lie groups} & vol.1:pp.21,96 - \\ \\ \text{Limit cycle} & vol.3:p.20 - \\ \\ \text{Linear combination} & vol.2:p.124 - \\ \\ \end{array} $	-50,56-59,77-78
Kalman rank test $vol.3: p.136$ Kernel $vol.1: pp.124 -$ Kinematic locomotion $vol.1: pp.105 -$ L       L         L1 norm $vol.3: pp.100 -$ L2 induced gain of a system $vol.3: pp.100 -$ L2 norm $vol.3: pp.100 -$ Lagrangian $vol.2: p.45$ Lagrangian multipliers $vol.2: p.45 -$ Laplace transform $vol.2: p.147$ $vol.3: pp.29  vol.3: pp.29 -$ Liapunov fixed point $vol.2: p.147$ Lie algebra $vol.1: pp.41, 98$ Lie bracket $vol.1: pp.41, 98$ Lie groups $vol.1: pp.148 -$ Lifted actions $vol.1: pp.21, 96$ Lifted actions $vol.1: pp.31 -$ Limit cycle $vol.3: p.82$ $vol.4: pp.10  vol.4: pp.10 -$ Linear combination $vol.2: p.124$	
Kernel $vol.1:pp.124-$ Kinematic locomotion $vol.1:pp.105-$ LL1 norm $vol.3:pp.100-$ L2 induced gain of a system $vol.3:pp.100-$ L2 norm $vol.3:pp.100-$ Lagrangian $vol.2:p.45-$ Lagrangian multipliers $vol.2:p.45-$ Laplace transform $vol.2:p.147 vol.3:pp.29-3-$ Liapunov fixed point $vol.2:p.76-$ Lie algebra $vol.1:pp.41,98-$ Lie bracket $vol.1:pp.148 vol.2:p.1$ Lie groups $vol.1:pp.21,96-$ Lifted actions $vol.1:pp.31-4$ Limit cycle $vol.3:p.82 vol.4:pp.10-1$ Linear combination $vol.2:p.124-$	- 139
Kinematic locomotion $vol.1: pp.105 = I$ $L$ L1 norm $vol.3: pp.100 = I$ L2 induced gain of a system $vol.3: pp.100 = I$ Lagrangian $vol.2: p.45$ Lagrangian multipliers $vol.2: p.45$ Laplace transform $vol.2: p.45$ Liaplace transform $vol.2: p.147$ $vol.3: pp.29 = I$ Liaplace transform $vol.2: p.76$ Lie algebra $vol.1: pp.41, 98$ Lie bracket $vol.1: pp.448 = I$ $vol.2: p.1$ Lie groups $vol.1: pp.21, 96$ Lifted actions $vol.1: pp.31 = I$ Limit cycle $vol.3: p.82$ $vol.4: pp.10 = I$ Linear combination $vol.2: p.124$	
L       L1 norm $vol.3: pp.100 - 12 induced gain of a system       vol.3: p.108 - 12 induced gain of a system         L2 norm       vol.3: pp.100 - 12 induced gain of a system       vol.3: pp.100 - 12 induced gain of a system         Lagrangian       vol.2: p.45 - 12 induced gain of a system       vol.2: p.45 - 12 induced gain of a system         Lagrangian       vol.2: p.45 - 12 induced gain of a system       vol.2: p.45 - 12 induced gain of a system         Lagrangian       vol.2: p.45 - 12 induced gain of a system       vol.3: pp.25 - 12 induced gain of a system         Lagrangian       vol.2: p.147 - 12 induced gain of a system       vol.2: p.147 - 12 induced gain of a system         Lagrangian       vol.3: pp.21 - 12 induced gain of a system       vol.3: pp.21 - 12 induced gain of a system         Lagrangian       vol.3: pp.45 - 12 induced gain of a system       vol.4: pp.10 - 12 induced gain of a system         Lip and a system       vol.4: pp.10 - 12 induced gain of a system       vol.4: pp.10 - 12 induced gain of a system         Lip and a system       vol.4: pp.10 - 12 induced gain of a system       vol.4: pp.10 - 12 induced gain of a system         Lip and a system       vol.4: pp.10 - 12 induced gain of a system       vol.4: pp.10 - 12 induced gain of a system         Lip and a system       vol.4: pp.10 - 12 induced gain of a system       vol.4: pp.10 - 12 induced gain of a system         Lip and a system    $	
L1 norm $vol.3: pp.100 -$ L2 induced gain of a system $vol.3: p.108$ L2 norm $vol.3: pp.100 -$ Lagrangian $vol.2: p.45$ Lagrangian multipliers $vol.2: pp.45 - 4$ Laplace transform $vol.2: p.147$ Liapunov fixed point $vol.2: p.76$ Lie algebra $vol.1: pp.41, 98$ Lie bracket $vol.1: pp.148  vol.2: p.1$ $vol.2: p.1$ Lie groups $vol.1: pp.21, 96$ Lifted actions $vol.1: pp.31 - 4$ Limit cycle $vol.3: p.82$ $vol.4: pp.10 - 1$ Linear combination $vol.2: p.124$	- 107
L2 induced gain of a system $vol.3:p.108$ L2 norm $vol.3:pp.100 -$ Lagrangian $vol.2:p.45$ Lagrangian multipliers $vol.2:p.45 -$ Laplace transform $vol.2:p.147$ Liapunov fixed point $vol.2:p.147$ Lie algebra $vol.1:pp.41,98$ Lie bracket $vol.1:pp.148 -$ Lie groups $vol.1:pp.148 -$ Lifted actions $vol.1:pp.21,96$ Limit cycle $vol.3:p.82$ Linear combination $vol.2:p.124$	
L2 norm $vol.3:pp.100 -$ Lagrangian $vol.2:p.45$ Lagrangian multipliers $vol.2:pp.45 -$ Laplace transform $vol.3:p.126$ Laplace transform $vol.2:p.147$ $vol.3:pp.29  vol.3:pp.29 -$ Liapunov fixed point $vol.2:p.76$ Lie algebra $vol.1:pp.41,98$ Lie bracket $vol.1:pp.41,98$ Lie groups $vol.1:pp.148 -$ Lifted actions $vol.1:pp.21,96$ Limit cycle $vol.3:p.82$ Limit cycle $vol.3:p.82$ Linear combination $vol.2:p.124$	- 101
Lagrangian $vol.2:p.45$ Lagrangian multipliers $vol.2:pp.45-4$ Laplace transform $vol.2:p.147$ Liapunov fixed point $vol.2:p.147$ Lie algebra $vol.1:pp.41,98$ Lie bracket $vol.1:pp.148-4$ Lie groups $vol.1:pp.148-4$ Lifted actions $vol.1:pp.31-4$ Limit cycle $vol.3:p.82$ Linear combination $vol.2:p.124$	
Lagrangian multipliers $vol.2:pp.45-4$ Laplace transform $vol.3:p.126$ Liapunov fixed point $vol.3:pp.29-3$ Lie algebra $vol.1:pp.41,98$ Lie bracket $vol.1:pp.41,98$ Lie groups $vol.1:pp.148-4$ Lifted actions $vol.1:pp.21,96$ Limit cycle $vol.3:p.82$ Linear combination $vol.2:p.124$	- 101
Laplace transform $vol.3: p.126$ $vol.2: p.147$ $vol.3: pp.29 - 3$ $vol.2: p.76$ $vol.2: p.76$ $vol.1: pp.41, 98$ $vol.1: pp.148 - vol.2: p.1$ $vol.2: p.1$ $vol.2: p.1$ $vol.2: p.1$ $vol.2: p.1$ $vol.1: pp.21, 96$ $vol.1: pp.31 - 4$ $vol.3: p.82$ $vol.4: pp.10 - 1$ $vol.2: p.124$	
Laplace transform $vol.2:p.147$ $vol.3:pp.29 - 5$ Liapunov fixed point $vol.2:p.76$ Lie algebra $vol.1:pp.41,98$ Lie bracket $vol.1:pp.148 - vol.2:p.1$ Lie groups $vol.1:pp.21,96$ Lifted actions $vol.1:pp.31 - 4$ Limit cycle $vol.3:p.82$ Linear combination $vol.2:p.124$	46
Liapunov fixed point $vol.3: pp.29 - 3$ Liapunov fixed point $vol.2: p.76$ Lie algebra $vol.1: pp.41, 98$ Lie bracket $vol.2: p.1$ Lie groups $vol.1: pp.21, 96$ Lifted actions $vol.1: pp.31 - 4$ Limit cycle $vol.3: p.82$ $vol.4: pp.10 - 1$ Linear combination $vol.2: p.124$	
Liapunov fixed point $vol.2:p.76$ Lie algebra $vol.1:pp.41,98$ Lie bracket $vol.1:pp.148 - vol.2:p.1$ Lie groups $vol.1:pp.21,96$ Lifted actions $vol.1:pp.31 - 4$ Limit cycle $vol.3:p.82$ Linear combination $vol.2:p.10 - 1$	
Lie algebra $vol.1:pp.41,98$ Lie bracket $vol.1:pp.148  vol.2:p.1$ Lie groups $vol.1:pp.21,96$ Lifted actions $vol.1:pp.31 - 4$ Limit cycle $vol.3:p.82$ Linear combination $vol.2:p.10 - 1$	+33
Lie bracket $vol.1:pp.148 - vol.2:p.1$ Lie groups $vol.1:pp.21,96$ Lifted actions $vol.1:pp.31 - 4$ Limit cycle $vol.3:p.82$ Linear combination $vol.2:p.10 - 1$	
vol.2: p.1 Lie groups $vol.1: pp.21, 96$ Lifted actions $vol.1: pp.31 - 4$ Limit cycle $vol.3: p.82$ $vol.4: pp.10 - 1$ Linear combination $vol.2: p.124$	08 - 100, 103, 151 - 152
Lie groups $vol.1:pp.21,96$ Lifted actions $vol.1:pp.31-4$ Limit cycle $vol.3:p.82$ Linear combination $vol.4:pp.10-1$	-150
Lifted actions $vol.1: pp.31-4$ $vol.3: p.82$ $vol.4: pp.10-1$ Linear combination $vol.2: p.124$	
Limit cycle $vol.3: p.82$ $vol.4: pp.10-1$ Linear combination $vol.2: p.124$	
vol.4: pp.10-1 Linear combination $vol.2: p.124$	42,52-54,85,137-138
Linear combination $vol.2: p.124$	
-	12
T:	
Linear equations $vol.2: p.104$	
	-125
Linear time invariance $vol.2: p.152$	
Linear independence $vol.2: pp.124-$	

	vol.3: pp.8 - 9, 17
Linear transformation	vol.3: pp.3 - 9, 17 vol.2: pp.131 - 133
Linearity	vol.3: p.15
Linearity (mapping)	vol.1: pp.106 - 107
Linearity (systems)	vol.2: p.152
Efficacity (systems)	vol.3: p.132
Linearization at a fixed point	vol.1: pp.10 - 11
Efficación at a fixed point	vol.2: pp.84 - 85
	vol.3: pp.1, 7-10
	vol.4: pp.5 - 8, 23 - 24
Local connection	vol.1: pp.114 - 117, 120, 122 - 123, 130, 142
Locomotion	vol.1: p.104
Logistic equation	vol.4: p.9
Lorenz attractor	vol.4: p.5 vol.4: p.12
Lotka-volterra model of competition	vol.2: p.88
Lyapunov functions	vol.2: $p.85vol.3$ : $pp.85 - 96,117 - 119,124 - 126$
M	$000.9 \cdot pp.00 = 50,117 = 115,124 = 120$
Manifolds	vol.1: pp.17 - 19,93
Manifolds, accessible	vol.1: pp.76 - 78
Manifolds, $c^k$ -differentiable	vol.1: p.20
Manifolds, curvature	vol.1: p.20 vol.1: p.93
Manifolds, stable	vol.2: p.89
Manifolds, topology	vol.1: p.93
Marginally stable Markov parameters	vol.3: pp.53, 56 vol.3: p.20
Matrix cofactor	vol.3: p.20 vol.2: pp.111, 118 - 120
Matrix determinant	vol.2: pp.111, 118 - 120 vol.2: pp.115 - 119
Matrix determinant  Matrix exponentiation	vol.2: pp.113 - 119 vol.3: pp.26 - 27,36
Matrix inverse	vol.2: pp.110 - 115
Matrix minor	vol.2: pp.110 - 113 vol.2: p.111
Matrix operations	vol.2: p.111 vol.2: p.106
Matthew equation	vol.3: p.100 vol.3: p.27
Memoryless systems	vol.2: p.152
Wichiof yields systems	vol.3: p.4
Minimum energy input	vol.3: p.127 - 129, 133 - 136
Modal contributions of initial conditions	vol.3: pp.41 - 45,51
Modal decomposition	vol.3: pp.35 - 45,51
Model consistency	vol.2: p.44
Model uncertainty	vol.3: pp.109 - 115
Modular addition	vol.1: p.21
Momentum	vol.1: pp.138 - 140
Monotonic function	vol.1: p.13
Multiplicative calculus	vol.1: pp.34 - 38, 46 - 47
N N	550.1. pp.101 50, 10 11
Negative semidefinite matrix	vol.3:p.93
Neumann series	vol.3:p.22
37	10 =0

vol.2:p.76

Neutrally stable

Nilpotent matrix	vol.3:p.35
Node	vol.4:p.21
Noether's theorem	vol.1: pp.131 - 134
Noncommutativity	vol.1:p.147
Nonconservativity	vol.1: pp.145 - 147
Nonholonomic constraint	vol.1: pp.110 - 117, 135 - 136
Normal matrix	vol.3: pp.36 - 46
Nullcline	vol.2:p.84
Nullity	vol.2: p.61 vol.2: p.134
Nullspace	vol.2: p.134 vol.2: pp.132 - 134
O Trunspace	$vot.2 \cdot pp.132 - 134$
Observability	vol.3: pp.136 - 139
Observer based controller	vol.3: pp.148 - 149
One-form	vol.1: pp.125, 127 - 129
Optimal frame	vol.1 : p.83
_	<del>-</del>
Orthogonal compliment	vol.2: pp.137 - 138
Orthogonal set	vol.2: p.135
Orthonormal	vol.2: pp.135 - 136
Orthonormal basis	vol.2:p.136
Outer product	vol.2:p.136
Output feedback design	vol.3:p.147
Overdetermined system	vol.2:pp.19,41
P	
P norm	vol.3: pp.100 - 102
Parallel linkage mechanisms	vol.3: pp.59 - 60
Pbh test	vol.3:p.136
Pendulum	vol.4:pp.7-8
Pfaffian constraint	vol.1: pp.111 - 117
Phase (angle)	vol.2:p.61
Phase coordinate form	vol.3:p.6
Phase drift	vol.2:p.68
Phase lock	vol.2:p.67
Phase portrait	vol.1:pp.7-9
1	vol.2: pp.74, 83
	vol.3:p.35
	vol.4: pp.5, 17-19
Pitchfork bifurcation	vol.4: pp.12, 15-17
Poles (transfer function)	vol.4: pp.12, 15 $vol.2: p.147$
Toles (transfer function)	$vol.2 \cdot p.147$ vol.3 : pp.58 - 59
Desition two jectoms	
Position trajectory	vol.1: p.105
Positive definite matrix	vol.3: p.87
Positive invariant set	vol.4: p.21
Positive semidefinite matrix	vol.3:p.125
Potentials	vol.1:p.17
Power spectral density	vol.3: pp.116 - 119
Preimage (algebra)	vol.1:p.124
Principally kinematic system	vol.1:p.139

	Principle minors	vol.3: p.88
	Principle of least action	vol.1: pp.131 - 133
	Projection operator	vol.2:p.37
Q		
	Quadratic programming	vol.3: pp.125 - 126
R		
	Radially unbounded	vol.3: p.89
	Range (matrix)	vol.2: pp.132 - 133
	Range of entrainment	vol.2: pp.68 - 69
	Rank	vol.2: pp.51, 53 - 54, 132 - 134
	Reachability	vol.3: pp.120 - 126, 130, 132
	Reachability gramian	vol.3: pp.124 - 129, 133 - 135
	Reaction force	vol.1: p.4
	Realization theory	vol.2: p.149
	Reconstruction equation	vol.1: pp.114 - 123, 138
	Region of attraction	vol.4: p.15
	Regular control problem	vol.2: p.45
	Resolvent	vol.3: pp.17 - 18, 30, 36
	Resonance	vol.3: p.50
	Reversible system	vol.2: pp.92 - 95
	*	
	Rigid body	vol.1: p.23
	Rigid body, left lifted action	vol.1: pp.38 - 41
	Rigid body, right lifted action	vol.1: pp.41 - 43
	Routh-hurwitz criterion	vol.3: pp.77 - 80
	Row echelon form	vol.2: p.107
	Row space	vol.2:p.134
	Runge-kutta method	vol.2: p.83
S		
	Saddle connection	vol.2: p.94
	Saddle node	vol.4: pp.19 - 21
	Semidirect product of two sets	vol.1: p.24
	Separatrix	vol.2 : p.89
	Shape trajectory	vol.1: p.105
	- · · · · ·	
	Shift operator	vol.3: pp.1 - 2
	Signal norms	vol.3: pp.96 - 104
	Similar matrices	vol.2: p.142
	Singular matrix	vol.2: pp.41 - 42, 51, 110, 122
	Singular value decomposition	vol.3: pp.104 - 110, 128 - 129
	Singular vectors	vol.3:p.106
	Sink node	vol.4:pp.19,21
	Small-gain theorem	vol.3: pp.109 - 114
	Solution, differential-algebraic equations	vol.2: p.44
	Source node	vol.4: pp.19, 21
	Span	vol.2: pp.124 - 125
	Spatial velocity	vol.2: pp.124 - 123 vol.1: pp.43, 85
	-	
	Special euclidean group	vol.1: p.23
		vol.2: pp.1-2

Special orthogonal group, $so(n)$	vol.1:p.22
	vol.2: pp.1-2
Stability	vol.3: pp.80 - 84
	vol.4:p.5
Stabilizable	vol.3: pp.141 - 143, 149
Stable	vol.2:p.76
	vol.3: pp.53 - 59,91 - 94
	vol.4:p.5
State estimator controller	vol.3: pp.144 - 147
State feedback controller	vol.3: pp.140 - 144
State space model	vol.2: pp.147 - 150
State space fields	vol.3: p.5
State transition matrix	vol.3: pp.11 - 13
State vector	vol.2: pp.147 - 149
State vector	vol.3: p.5
Strain energy	vol.3: p.5 - 7
Structural stability	vol.2: pp.8 - 1 vol.2: p.88
· ·	-
Subcritical pitchfork bifurcation	vol.4: p.17
Subspace	vol.2: pp.129 - 130
Sum (spaces)	vol.2: pp.130 - 131
Supercritical pitchfork bifurcation	vol.4: pp.15 - 16
Superposition	vol.3: pp.1, 13
Supremum	vol.3:p.98
Symmetric matrix	vol.2: p.144
	vol.3: pp.86 - 96
Symmetry	vol.1: pp.108 - 109, 131
System norms	vol.3: pp.99 - 120
T	
Tangent spaces	vol.1: pp.29 - 30
Taylor series expansion	vol.3: pp.7 - 8
	vol.4:p.6
Tensor product	vol.1:p.20
Time invariance	vol.2:p.152
	vol.3: pp.1-4
Time-reversal symmetry	vol.2: pp.92 - 93
Toeplitx matrix	vol.3:p.3
Trace	vol.2: pp.78 - 80
Traction	vol.3: pp.60 - 61
Transcritical bifurcation	vol.4: pp.12 - 15
Transfer function	vol.2: pp.146 - 147, 150
	vol.3: pp.18 - 20, 36, 52
Transmission	vol.3:p.61
U	
Underactuated robotic mechanisms	vol.3: pp.59 - 77
Underactuated system	vol.1: p.104
Underdetermined system	vol.2: pp.19, 41
Unitary diagonal coordinate transformation	vol.3: pp.38 - 43,50
	10,00

Unstable	vol.2:p.76
V	
Van der pol oscillator	vol.4:pp.11-12
Variance amplication	vol.3:p.117
Variations of constants formula	vol.3:pp.24,54
Varignon's theorem	vol.1:p.1
Vector field	vol.1: pp.30 - 31
	vol.2:p.74
Vector mapping	vol.2:p.127
Vector space	vol.2: pp.122 - 123
Vertical space	vol.1:p.125
Virtual work	vol.3: pp.63 - 64
W	
White-in-time gaussian processes	vol.3: pp.115 - 119
Work (mechanical)	vol.1:p.145
Z	
Z-transform	vol.3: pp.14-22
Zero set	vol.1: pp.76, 110-111
Zeros (transfer function)	vol.2:p.147