

Sommaire

Avant-propos	2
--------------------	---

Étude des systèmes

1. Analyse fonctionnelle et analyse structurelle des systèmes	10
1.1. Définition et vie d'un système	10
1.2. Cahier des charges d'un système	14
1.3. Modélisation fonctionnelle d'un système	17
1.4. Comparaison fonction et structure	27
Synthèse 1. Pour faire le point des connaissances sur l'étude des systèmes	28
Méthodologie 1. Étude fonctionnelle des systèmes	29

Cinématique du solide indéformable

2. Définitions des concepts utilisés en cinématique	31
2.1. Référentiel : l'espace-temps. Position d'un point dans un référentiel	31
2.2. Changement de repère	34
2.3. Déplacements d'un point par rapport à un repère	39
3. Outils de dérivation vectorielle utilisés en mécanique	42
3.1. Dérivée d'un vecteur par rapport à un repère	42
3.2. Dérivée d'un vecteur par rapport à deux référentiels	44
3.3. Composition des vitesses de rotation	45
4. Solide indéformable	47
4.1. Champ des vecteurs vitesse d'un milieu continu	47
4.2. Solide indéformable, équivalence solide/référentiel	48
4.3. Propriétés du champ des vitesses d'un solide indéformable	49
4.4. Composition de mouvements de solides	52
5. Applications	55
5.1. Mouvements particuliers	55
5.2. Mouvement plan sur plan	57
Synthèse 2. Pour faire le point des connaissances sur les concepts utilisés en cinématique	61
Synthèse 3. Pour faire le point des connaissances sur les outils de dérivation vectorielle	62
Synthèse 4. Pour faire le point des connaissances sur la cinématique du solide	63
Méthodologie 2. Techniques de calculs : vitesses et accélérations	65

Modélisation cinématique et géométrique des liaisons

6.	Liaisons entre deux solides	70
6.1.	Liaisons normalisées entre solides, degrés de liberté entre deux solides liés.....	70
6.2.	Paramétrage géométrique de la situation d'un solide par rapport à un autre	73
6.3.	Géométrie des contacts	73
7.	Chaînes de solides	79
7.1.	Chaînes ouvertes, fermées, complexes.....	79
7.2.	Liaison cinématiquement équivalente	80
7.3.	Graphe de structure.....	81
7.4.	Schéma cinématique.....	82
7.5.	Loi entrée-sortie géométrique d'une chaîne fermée.....	82
7.6.	Loi entrée-sortie cinématique d'une chaîne fermée (boucle) de solides.....	84
Synthèse 5.	Pour faire le point des connaissances sur la modélisation cinématique et géométrique des liaisons	85
Méthodologie 3.	Techniques de calculs : la vitesse de glissement.....	87

Systemes linéaires continus et invariants

8.	Architectures fonctionnelles et structurelles	89
8.1.	Système de traitement de l'information.....	89
8.2.	Exemples de systèmes.....	91
8.3.	Structure d'un système asservi.....	93
9.	Systèmes asservis.....	95
9.1.	Commande directe.....	95
9.2.	Perturbations	97
9.3.	Système asservi – organisation et comportement	97
9.4.	Système asservi – schéma-bloc	100
9.5.	Comportement dynamique.....	101
9.6.	Bloc de système asservi – exemples.....	103
9.7.	Bloc de système asservi – équations différentielles.....	104
10.	Modélisation des systèmes linéaires continus et invariants	105
10.1.	Modèle de connaissance d'une chaîne d'énergie	105
10.2.	Entrées canoniques.....	108
10.3.	Modèle de connaissance – équations différentielles	112
10.4.	Fonction de transfert.....	113
10.5.	Schéma-bloc.....	113
10.6.	Schémas équivalents.....	116
10.7.	Schémas physique et informationnel.....	117
11.	Fonctions de transfert : connaissance et comportement.....	119
11.1.	Fonction du premier ordre.....	119
11.2.	Fonction du second ordre.....	123
11.3.	Caractérisation d'une fonction de transfert	128
11.4.	Modèle de comportement d'origine temporelle	130
11.5.	Modèle de comportement d'origine fréquentielle	135
11.6.	Tracé d'une fonction complexe	144

12.	Performances d'un système asservi.....	148
12.1.	Caractérisation du comportement	148
12.2.	Précision.....	149
12.3.	Rapidité.....	152
12.4.	Dépassement	153
12.5.	Influence du gain de la chaîne directe sur les réponses temporelles.....	153
13.	Modélisation et résolution.....	155
13.1.	Système asservi en vitesse angulaire.....	155
13.2.	Système asservi en position angulaire.....	158
13.3.	Système asservi en position longitudinale (cas 1 – Mesure directe de la position) ...	161
13.4.	Système asservi en position longitudinale (cas 2 – Mesure indirecte de la position)	163
Synthèse 6.	Pour faire le point des connaissances sur les systèmes asservis linéaires continus et invariants	166
Méthodologie 4.	Pour l'étude des systèmes asservis linéaires continus et invariants.....	168

Statique des solides

14.	Modélisation des actions mécaniques.....	171
14.1.	Modélisation locale.....	171
14.2.	Modélisation globale d'une action mécanique, torseur d'effort associé	173
14.3.	Lois de Coulomb	178
14.4.	Résistance au roulement et au pivotement.....	179
15.	Liaisons normalisées	181
15.1.	Méthode d'analyse d'une liaison sans frottement.....	181
15.2.	Torseurs d'efforts transmissibles par les liaisons normalisées (hypothèse de non-frottement)	182
16.	Résolution des problèmes de statique	185
16.1.	Isolement d'un ensemble matériel	185
16.2.	Équilibre d'un solide, équilibre d'un ensemble de solides.....	187
16.3.	Principe fondamental de la statique, théorèmes généraux.....	187
16.4.	Théorèmes des actions réciproques.....	188
16.5.	Applications	189
16.6.	Arc-boutement.....	198
Synthèse 7.	Pour faire le point des connaissances sur la statique	202
Méthodologie 5.	Pour résoudre les problèmes de statique.....	204

Systèmes logiques et systèmes à événements discrets (sed)

17.	Systèmes logiques	206
17.1.	Variables logiques et algèbre de Boole	206
17.2.	Codage de l'information.....	210
17.3.	Table de vérité et tableau de Karnaugh.....	216
17.4.	Réalisation des fonctions logiques : schémas	217
17.5.	Systèmes combinatoires	219
18.	Systèmes à événements discrets (SED)	221
18.1.	Diagramme de séquence.....	221

18.2.	Diagramme d'états	223
18.3.	Système séquentiel : état interne	226
18.4.	Chronogrammes.....	229
18.5.	Exemple : porte de garage.....	231
19.	Structure algorithmique	233
19.1.	Symboles et structures : boucles, conditions, transitions conditionnelles.....	233
19.2.	Variables.....	235
19.3.	Algorithme de système de traitement de l'information	236
19.4.	Conclusion	239
Synthèse 8.	Pour faire le point des connaissances sur les systèmes logiques	240
Synthèse 9.	Pour faire le point des connaissances sur les systèmes à événements discrets (SED)	241
Synthèse 10.	Pour faire le point des connaissances sur les structures algorithmiques	242
Méthodologie 6.	Systèmes logiques : depuis la modélisation du problème jusqu'à la réalisation de la fonction sous forme d'un schéma technologique.....	243
Méthodologie 7.	Systèmes à événements discrets : depuis l'énoncé du problème jusqu'à la production d'une réalisation sous forme de diagramme ou de chronogramme.....	244
Méthodologie 8.	Structures algorithmiques : traitements informatiques d'informations. Depuis l'énoncé du problème jusqu'à la production d'une réalisation sous forme d'algorithme graphique (algorigrammes).....	245

Ressources mathématiques

Relatives à la cinématique du solide indéformable.....	246
Relatives à la statique du solide	251
Relatives à la transformation de Laplace.....	252

Exercices pour les concours

Exercices	Domaine des savoir-faire	Concours	Pages
1	SysML Diagramme des cas d'utilisation (chap. 1)		256
2	SysML Diagramme des exigences (chap. 1)		256
3	Dérivée (chap. 3)	ENS	256
4	Dérivée (chap. 3)	ENS	257
5	Vitesses analytiques (chap. 4 et 5)		257
6	Vitesses analytiques (chap. 4 et 5)	CCP MP-PSI 2003	257
7	Vitesses analytiques (chap. 4 et 5)	e3a MP 2010	258
8	Composition des mouvements (chap. 4 et 5)	Mines Ponts MP-PSI 2012	261
9	Cinématique graphique (chap. 4 et 5)	ENS	262
10	Cinématique graphique (chap. 4 et 5)	CCP-MP 2012	263
11	Cinématique graphique (chap. 4 et 5)	Centrale PSI 2004	264
12	Fermeture de boucle géométrique + cinématique graphique (chap. 4, 5 et 7)	CCP PSI 2010	265
13	Vitesse de glissement (chap. 4 et 5)		266
14	Lois du mouvement (chap. 4 et 5)	Centrale Supélec 2012	267
15	Lois du mouvement (chap. 4 et 5)	Centrale PSI 2004	268

Exercices	Domaine des savoir-faire	Concours	Pages
16	Vecteur rotation (chap. 4 et 5)	SI2 2004	269
17	Roulement sans glissement (chap. 6)		269
18	Roulement sans glissement (chap. 6)	ENS	269
19	Roulement sans glissement (chap. 6)		270
20	Train épicycloïdal (chap. 6)	École de l'air PSI 2004	270
21	Train épicycloïdal (chap. 6)		271
22	Train épicycloïdal (chap. 6)	ENS	271
23	Train épicycloïdal+ boucle géométrique (chap. 6 et 7)	CCP MP 2008	272
24	Schéma cinématique (chap. 7)	E3A MP 2004	274
25	Schéma cinématique (chap. 7)	Centrale MP 2004	275
26	Schéma cinématique (chap. 7)	ICNA 2011	275
27	Liaison équivalente (chap. 7)	ICNA 2012	276
28	Liaison équivalente (chap. 7)		278
29	Joint cardan + boucle géométrique (chap. 7)	Centrale PSI 2010	278
30	Boucle géométrique (chap. 7)	Mines Ponts MP 2012	280
31	Boucle géométrique (chap. 7)	e3a PSI 2010	280
32	Boucle cinématique (chap. 7)	ICNA 2012	282
33	Boucle cinématique (chap. 7)	Mines AADN PCSI 2004	282
34	Schéma-bloc d'un système (chap. 8)		284
35	Schémas-blocs (chap. 10)		284
36	1 ^{er} ordre. Réponse aux entrées canoniques (chap. 11)		285
37	1 ^{er} ordre. Réponse aux entrées canoniques (chap. 11)		285
38	1 ^{er} ordre. Réponse aux entrées canoniques (chap. 11)		285
39	2 ^e ordre. Réponse aux entrées canoniques (chap. 11)		285
40	2 ^e ordre. Réponse aux entrées canoniques (chap. 11)		286
41	Modèle de comportement 1 ^{er} ordre (chap. 11)		286
42	Modèle de comportement 1 ^{er} et 2 ^e ordre (chap. 11)		286
43	Modèle de comportement 1 ^{er} ordre (chap. 11)		287
44	Erreur temps de réponse dépassement (chap. 12)		287
45	Diagramme de Bode (chap. 11)		288
46	Diagramme de Bode modèle de comportement (chap. 11)		288
47	Diagramme de Bode modèle de comportement (chap. 11)		288
48	(Asservissement de position chap. 8 à 13)		289
49	Modèle de comportement fréquentiel (chap. 11)	E3A PSI 2012	290
50	Modèle de comportement/réponse fréquentielle (chap. 8 à 13)	Mines DACN 2003	291
51	Détermination FT, FTBF, réponse indicielle (chap. 8 à 13)	Mines DACN 2003	292
52	Modèle de comportement, transmittance avec retard, Bode (chap. 8 à 13)	Banque PT 2010	294
53	Synthèse (chap. 8 à 13)	E3A PSI 2010	295
54	Synthèse (chap. 8 à 13)	Mines DACN 2004	298
55	Modélisation des liaisons (chap. 14)	Mines Ponts PSI 2010	299
56	Modélisation des liaisons (chap. 14)		302
57	Modélisation des liaisons (chap. 14)	SI2 Banque PT 2000	302
58	Modélisation des liaisons (chap. 14)	CCP PSI 2004	303

Exercices	Domaine des savoir-faire	Concours	Pages
59	Modélisation des liaisons (chap. 14)	X. ENS PSI 2004	304
60	Équilibre d'un solide (chap. 15 et 16)	SIC 2012	305
61	Équilibre d'un solide (chap. 15 et 16)	SI2 PT 2000	305
62	Équilibre d'un solide (chap. 15 et 16)	CCP PSI 2004	306
63	Équilibre d'un solide avec frottement (chap. 15 et 16)		306
64	Équilibre d'un solide avec frottement (chap. 15 et 16)	Mines Ponts 2004	307
65	Équilibre de plusieurs solides (chap. 15 et 16)	CCP PSI 2010	308
66	Équilibre de plusieurs solides (chap. 15 et 16)	Mines Ponts PSI MP 2011	309
67	Équilibre de plusieurs solides (chap. 15 et 16)	Centrale PSI 2003	310
68	Équilibre de plusieurs solides (chap. 15 et 16)	Mines AADN PCSI 2004	311
69	Équilibre de plusieurs solides (chap. 15 et 16)	CCP2011	311
70	Équilibre de plusieurs solides (chap. 15 et 16)	ENS	312
71	Équilibre de plusieurs solides avec frottement (chap. 14, 15 et 16)	e3a PSI 2008	313
72	Équilibre de plusieurs solides avec frottement (chap. 14, 15 et 16)	ENS	315
73	Algèbre de Boole (chap. 17)		316
74	Algèbre de Boole (chap. 17)		316
75	Algèbre de Boole (chap. 17)		316
76	Algèbre de Boole (chap. 17)		316
77	Code binaire réfléchi (chap. 17)		316
78	Code 3 parmi 5 (chap. 17)		316
79	Numérotation (chap. 17)		316
80	Équations logiques (chap. 17)		316
81	Équations logiques, schéma à contacts (chap. 17)		317
82	Système combinatoire, synthèse (chap. 17)	Mines Ponts 2002	317
83	Codage (chap. 17)	Mines DACN 2003	318
84	Codage (chap. 17)	École de l'air MP 2002	320
85	Codage (chap. 17)	ICNA 2011	322
86	Diagramme de séquence (chap. 18)		323
87	Chronogramme (chap. 18)		323
88	Diagramme d'états (chap. 18)		324
89	Diagramme d'états (chap. 18)		324
90	Algorithme (chap. 19)		324
91	Algorithme et chronogramme (chap. 19)	Mines Ponts MP PSI 2008	325

Solutions des exercices 326

Index 360