

Florea	DUDIȚĂ
Dorin	DIACONESCU
Cristoph	BÖHM
Mircea	NEAGOE
Radu	SĂULESCU



TRANSMISII CARDANICE

Prof. univ. dr.ing. Florea DUDIȚĂ

Prof. univ. dr.ing. Dorin DIACONESCU **Dr.ing. Christoph BÖHM**

Conf. dr.ing. Mircea NEAGOE **Drd.ing. Radu SĂULESCU**

TRANSMISII CARDANICE

Editura Transilvania Expres

2003

©2003 Editura Transilvania Expres

Toate drepturile asupra ediției rezervate.

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

Transmisii cardanice/FI. Dudiță, D. Diaconescu, C. Böhm, ...
Brașov; Editura Transilvania Expres Brașov, 2003
320 p., 24 cm
Bibliogr.

ISBN: 973-8196-20-5

I. DUDIȚĂ, FLOREA
II. DIACONESCU, DORIN
III. BÖHM, CHRISTOPH

CUPRINS

Introducere	15
1. Funcțiile și tipurile cuplajelor mobile.....	18
1.1. Tipurile cuplajelor mobile, în funcție de mișcările relative dintre arbori	18
1.2. Tipurile cuplajelor mobile, în funcție de uniformitatea transmiterii mișcării.....	20
1.3. Clasificarea structurală a cuplajelor mobile	21
1.4. Despre funcțiile și performanțele cuplajelor mobile	23
2. Inventica filogenetică a cuplajelor cardanice articulate și podomorfe	26
2.1. Despre originile, geneza și denumirile cuplajelor cardanice.....	26
2.2. Originea, evoluția și importanța cuplajelor bicardanice.....	31
2.3. Geneza cuplajor cardanice bipode simple și duble	38
2.4. Concluzii și precizări referitoare la evoluția și importanța cuplajelor cardanice.....	45
3. Generarea și sistematizarea structurală a mecanismelor cu cuplaje cardanice.....	46
3.1. Generarea mecanismului (mono)cardanic.....	46
3.1.1. Generarea mecanismului cardanic cu ajutorul mecanismului patruleter plan; condițiile de existență ale mecanismului cardanic tricvadrantic.....	46
3.1.2. Generarea mecanismului cardanic din mecanisme patruletere spațiale	50
3.1.3. Generarea cuplajului cardanic ca policuplă cinematică	52
3.2. Generarea mecanismului bicardanic	56
3.3. Generarea mecanismului tricardanic	61
3.4. Generarea mecanismului tetracardanic.....	64
3.5. Direcții de modelare a transmisiilor cardanice.....	65

4. Aplicații reprezentative ale cuplajelor cardanice	66
4.1. Exemple de utilizare a cuplajelor cardanice în automobile și mașini agricole.....	66
4.2. Exemple de utilizare a cuplajelor cardanice în locomotive și în mijloace de transport cu elice propulsoare	77
4.3. Exemple de utilizare a cuplajelor cardanice în diverse utilaje.....	82
4.4. Exemple de utilizare a cuplajelor cardanice în roboți industriali	89
5. Notatii generale și convenții utilizate în modelarea cinematică	95
6. Tipuri de parametrizare și modelare cinematică.....	99
7. Modele teoretice ale funcțiilor de transmitere	102
7.1. Mecanismul cardanic simplu	102
7.2. Mecanisme cu două, trei, patru și cinci cuplaje cardanice.....	106
7.2.1. Transmisia bicardanică	107
7.2.2. Transmisia tricardanică.....	109
7.2.3. Transmisia tetracardanică	111
7.2.4. Transmisia pentacardanică	111
8. Modelarea teoretică a condițiilor de homocinetism.....	114
8.1. Modelarea teoretică a condițiilor de homocinetism pentru transmisiile cu două cuplaje cardanice	115
8.2. Modelarea teoretică a condițiilor de homocinetism pentru transmisiile cu trei cuplaje cardanice.....	117
8.3. Modelarea teoretică a condițiilor de homocinetism pentru transmisiile cu patru cuplaje cardanice	126
8.4. Concluzii privind modelarea teoretică a condițiilor de homocinetism.....	133
9. Modelarea geometrică a condițiilor de homocinetism.....	135
10. Modelarea constructivă a condițiilor de homocinetism	139
10.1. Determinarea unghiurilor $(\theta_{x,y,z})_{ij}$ în funcție de unghiurile α_i și v_{ij}	139
10.2. Stabilirea corelațiilor dintre unghiurile $(\delta_{ij}, \gamma_{ij})$ și $(\theta_{x,y,z})_{ij}$	143
10.3. Determinarea unghiurilor (α_i, v_{ij}) în funcție de $(\delta_{ij}, \gamma_{ij})$	144

11. Probleme de analiză și sinteză derivate din modelul constructiv	152
11.1. Probleme de analiză și sinteză în care unghiurile δ_{ij} și γ_{ij} sunt cunoscute.....	153
11.1.1. Exemple de aplicații pe transmisii bicardanice.....	154
11.1.2. Exemple de aplicații pe transmisii tricardanice.....	155
11.2. Probleme de sinteză în care unghiurile δ_{ij} , γ_{ij} sunt necunoscute.....	162
11.2.1. Asupra sintezei transmisiilor bicardanice homocinetice	165
11.2.2. Asupra sintezei transmisiilor tricardanice homocinetice	171
12. Modele cu restricții secundare pentru sinteza transmisiilor cardanice homocinetice	176
12.1. Model cu restricții secundare pentru sinteza transmisiilor homocinetice cu două cuplaje cardanice.....	177
12.2. Model cu restricții secundare pentru sinteza transmisiilor spațiale homocinetice cu trei cuplaje cardanice	179
12.3. Concluzii privind modelele cu restricții secundare.....	183
13. Sinteza cuplajelor bicardanice unghiulare prin procedeul centrării directe.....	187
13.1. Cuplaje bicardanice cu centrare directă printr-o cuplă sau policuplă cinematică	187
13.1.1. Cuplaje centrate direct printr-o cuplă cinematică incongruentă.....	189
13.1.2. Cuplaje centrate direct printr-o policuplă tetramobilă de tip cilindru-sferă-cilindru	194
13.1.3. Cuplaje centrate direct printr-o policuplă tetramobilă de tip sferă în cilindru	196
13.2. Cuplaje bicardanice centrate printr-un lanț cinematic cu disc flotant	198
13.3. Cuplaj bicardanic centrat printr-un lanț cinematic cu roți dințate.....	201

14. Modelarea preciziei cinematice a mecanismelor cardanice	203
14.1. Modelarea preciziei mecanismului (mono)cardanic.....	204
14.2. Modelarea preciziei mecanismului bicardanic	210
15. Modulele tipice ale transmisiilor cardanice și forțele din aceste module.....	217
15.1. Notății și premise.....	217
15.2. Modulele tipice ale transmisiilor policardanice clasice.....	222
15.3. Corelațiile modulare ale forțelor unei cruci și ale forțelor unei furci cardanice	223
15.3.1. Modelarea forțelor din legăturile cruce-furcă	223
15.3.2. Modulul corelațiilor dintre forțele unei cruci cardanice	226
15.3.3. Modulul corelațiilor dintre forțele unei furci cardanice	228
15.4. Modulul corelațiilor dintre forțele unui arbore intermediar nerezemat.....	229
15.5. Modulul corelațiilor dintre forțele unui arbore intermediar rezemat printr-o policuplă tetramobilă	230
15.6. Modulul corelațiilor dintre forțele unui arbore intermediar rezemat printr-o policuplă de rotație sau cilindrică	233
15.7. Modulul corelațiilor dintre forțele arborilor extremali.....	234
16. Modelarea forțelor din transmisiile policardanice cu ajutorul corelațiilor modulare dintre acestea.....	236
16.1. Corelații cinematice necesare în modelarea forțelor	236
16.2. Algoritm general de modelare a forțelor din transmisiile n-cardanice clasice	237
16.3. Concluzii	246
17. Asupra modelării forțelor din cuplajele bicardanice centrate	247
18. Asupra răspunsului dinamic la vibrații al transmisiilor cardanice.....	255
18.1. Surse generatoare de vibrații în transmisiile policardanice.....	255
18.2. Modelarea transmisiei bicardanice cu reazeme elastice	257

18.2.1. Modelul dinamic cu mase distribuite al transmisiei bicardanice	257
18.2.2. Frecvențele proprii de vibrație la încovoiere.....	262
18.2.3. Modurile proprii de vibrație la încovoiere	264
18.2.4. Cazuri particulare ale modelului cu reazeme elastice.....	265
18.3. Modelarea transmisiei tricardanice cu reazeme elastice	266
18.3.1. Modelul dinamic cu mase distribuite al transmisiei tricardanice	266
18.3.2. Frecvențele proprii de vibrație la încovoiere.....	268
18.3.3. Modurile proprii de vibrație la încovoiere	270
18.3.4. Cazuri particulare ale modelului cu reazeme elastice.....	272
18.4. Concluzii, recomandări și exemple privind răspunsul la vibrații al transmisiilor cardanice.....	272
Anexe	283
Bibliografie	312

108. **Voinea, R., Atanasiu, M.** Metode analitice noi în teoria mecanismelor. București, 1964.
109. *** **Elso** Die Experten für Gelenkantriebe. Elso, G. Elbe & Sohn GmbH & Co., Industriestr. 17, 8729 Hofheim.
110. *** **GWB** Gelenkwellen für den Fahrzeugbau, GmbH, D-4300 Essen.
111. *** **GWB** Die neue kompakte Schwergelenkwellen-Generation. Gelekwellenbau GmbH-Essen, GKN Automotive, Cardantec Division.
112. *** **GWB** Gelenkwellen für Industrie-Anwendung. Gelenkwellenbau GmbH-Essen, GKN Automotive, Cardantec Division.
113. *** **Voith** Voith Transmit. Hochleistungsgelenkwellen. Ein Programm für die Praxis. J. M. Voith GmbH.
114. *** **Voith** Tripode-Hochleistungsgelenkwellen. J. M. Voith GmbH, D-7920 Heidenheim.
115. *** **Voith** Voith-Turbogetriebe für Dieseltriebwagen. J. M. Voith GmbH, D-7920 Heidenheim.
116. *** **Elbe Gelenkwellen** – Katalog. G. Elbe & Sohn GmbH. & Co., D-7120 Bietigheim-Bisingen.
117. *** **Glaenzer Spicer** – Prospect. Fiberspeed Transmission Composite, Poissy Cedex, France.
118. *** **SAE** Universal Joint and Driveshaft Design Manual. Soc. of Automotive Engineers, AE-7 SAE, 1979.