

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

<b>Introducere .....</b>	<b>15</b>
<b>1. Funcțiile și tipurile cuplajelor mobile.....</b>	<b>18</b>
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
<b>2. Inventica filogenetică a cuplajelor cardanice articulate și     podomorfe .....</b>	<b>26</b>
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
<b>3. Generarea și sistematizarea structurală a mecanismelor     cu cuplaje cardanice.....</b>	<b>46</b>
3.1. Generarea mecanismului (mono)cardanic.....	46
3.1.1. Generarea mecanismului cardanic cu ajutorul mecanismului patrulater plan; condițiile de existență ale mecanismului cardanic tricvadrantic .....	46
3.1.2. Generarea mecanismului cardanic din mecanisme patrulate 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

<b>4. Aplicații reprezentative ale cuplajelor cardanice .....</b>	<b>66</b>
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
<b>5. Notatii generale și convenții utilizate în modelarea     cinematică .....</b>	<b>95</b>
<b>6. Tipuri de parametrizare și modelare cinematică.....</b>	<b>99</b>
<b>7. Modele teoretice ale funcțiilor de transmitere .....</b>	<b>102</b>
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
<b>8. Modelarea teoretică a condițiilor de homocinetism.....</b>	<b>114</b>
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
<b>9. Modelarea geometrică a condițiilor de homocinetism.....</b>	<b>135</b>
<b>10. Modelarea constructivă a condițiilor de homocinetism .....</b>	<b>139</b>
10.1. Determinarea unghiurilor $(\theta_{x,y,z})_{ij}$ în funcție de unghiurile $\alpha_i$ 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 $(\alpha_i, v_{ij})$ în funcție de $(\delta_{ij}, \gamma_{ij})$ .....	144

<b>11. Probleme de analiză și sinteză derivate din modelul constructiv .....</b>	<b>152</b>
11.1. Probleme de analiză și sinteză în care unghiurile $\delta_{ij}$ și $\gamma_{ij}$ 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 $\delta_{ij}$ , $\gamma_{ij}$ sunt necunoscute.....	162
11.2.1. Asupra sintezei transmisiilor bicardanice homocinetice .....	165
11.2.2. Asupra sintezei transmisiilor tricardanice homocinetice .....	171
<b>12. Modele cu restricții secundare pentru sinteza transmisiilor cardanice homocinetice .....</b>	<b>176</b>
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
<b>13. Sinteza cuplajelor bicardanice unghiulare prin procedeul centrării directe.....</b>	<b>187</b>
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

<b>14. Modelarea preciziei cinematice a mecanismelor cardanice .....</b>	<b>203</b>
14.1. Modelarea preciziei mecanismului (mono)cardanic.....	204
14.2. Modelarea preciziei mecanismului bicardanic .....	210
<b>15. Modulele tipice ale transmisiilor cardanice și forțele din aceste module.....</b>	<b>217</b>
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
<b>16. Modelarea forțelor din transmisiile policardanice cu ajutorul corelațiilor modulare dintre acestea.....</b>	<b>236</b>
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
<b>17. Asupra modelării forțelor din cuplajele bicardanice centrate .....</b>	<b>247</b>
<b>18. Asupra răspunsului dinamic la vibrații al transmisiilor cardanice.....</b>	<b>255</b>
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
<b>Anexe .....</b>	<b>283</b>
<b>Bibliografie .....</b>	<b>312</b>

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, KGN 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.