



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00067**

(22) Data de depozit: **30/01/2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/09/2018** BOPI nr. **9/2018**

(41) Data publicării cererii:
30/07/2013 BOPI nr. **7/2013**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA"
DIN BRAȘOV, BD.EROILOR NR.29,
BRAȘOV, BV, RO**

(72) Inventatori:
• **VELA DANIEL GHEORGHE,
STR. FĂGĂRAȘULUI NR. 22, SC. E, ET. 1,
AP. 3, REȘIȚA, CS, RO;**

• **VIȘA ION, STR.CLOȘCA NR.48, BRAȘOV,
BV, RO;**

• **MĂDĂRAS LUCIAN,
STR. GAVRIL MUSICESCU NR. 11, SC. A,
ET. 2, AP. 8, TIMIȘOARA, TM, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 197108 B1; SU 1490349 A1

(54) **TRANSMISIE ARMONICĂ DINȚATĂ DUBLĂ CU GENERATOR
DE UNDE DEFAZAT CU $\pi/2$**



RO 128656 B1

1 Invenția se referă la o transmisie armonică dințată dublă, de tip angrenaj armonic,
destinată realizării unor reductoare de turație cu raport de transmitere mare ($i = 80 \div 360$), cu
3 aplicații la construcții de mașini, instalații spațiale, reactoare atomice, în aviație, nave cos-
mice, capete divizoare, acționarea antenelor radar, mecanismelor navale, mașinilor unelte,
5 capetelor divizoare de precizie, acționărilor în spații ermetizate din industria chimică și petro-
lieră, mecanică fină, etc.

7 Transmisia armonică dințată se deosebește de celelalte transmisii cu elemente
dințate prin faptul că principiul ei de funcționare se bazează pe transmiterea și transformarea
9 parametrilor cinematici și dinamici ai mișcării de rotație cu ajutorul unor deformații elastice
care se propagă după o lege armonică, pe periferia unei roți dințate flexibile, de la care
11 provine și denumirea de transmisie armonică. Acest principiu a fost propus în anul 1947 de
A.J. Moskvitin pentru transmisii cu fricțiune cu generator de unde electromagnetic, iar în anul
13 1960 C.W. Musser a brevetat transmisia armonică dințată cu generator de unde mecanic:
brevetul **US 2930254/1960**, intitulat „*Harmonic gearing with extendent contact*”, și brevetul
15 **US 2906143/1959**, cu titlul „*Strain wave gearing*”.

17 Evoluția tehnicii impune abordarea unor tehnologii tot mai complexe, capabile să con-
tribue la creșterea productivității muncii, a calității produselor cu costuri minime și eficiență
economică maximă. De asemenea, se urmărește dezvoltarea unor noi sisteme care să
19 cuprindă în structura lor transmisii mecanice tot mai performante, capabile să asigure precizii
cinematice de poziționare foarte ridicate cu gabarit și masă minimă. Transmisia armonică
21 dințată se regăsește în soluții constructive și funcționale cu o largă utilizare în toate dome-
niile tehnologice, datorită avantajelor pe care le prezintă: rapoarte de transmitere ridicate la
23 gabarite reduse, precizie cinematică ridicată cu randamente de transmitere a energiei
ridicate, capacitate portantă mare la gabarit redus, deoarece în angrenare se află simultan
25 mai multe perechi de dinți, funcționare silențioasă, gabarit și masă redusă, simplitate con-
structivă și tehnologii simple de fabricație a elementelor componente.

27 O atenție deosebită a fost acordată și cercetării construcției transmisiei armonice
dințate duble în diferite variante. Se cunosc transmisii armonice dințate duble utilizate în
29 construcția unor module tip flexie-extensie, a unor module tip pronație-supinație, precum și
în realizarea unor cuple cinematice conducătoare utilizate în construcția roboților.

31 În soluțiile cunoscute de transmisii armonice duble, generatorul de unde produce
deformația radială a roții dințate flexibile pe aceeași generatoare, astfel că zona de
33 angrenare din treapta a II-a este pe aceeași direcție cu zona de angrenare din treapta I.

35 Astfel de cercetări sunt prezentate de **D.P. Volkov**, „*Volnovie zubciatîe peredaci*”,
Kiev, Tehnika 1976, I.zd, Nauka, Kiev, 1976; **I. Vela**, „*Conceptia și realizarea unei cuple*
cinematice conducătoare folosită în industria roboților industriali, utilizând angrenajul
37 *armonic dințat*”, **Lucrările Științifice și Tehnice, Reșița, 1983**.

Această soluție constructivă prezintă următoarele dezavantaje:

39 - la transmisia armonică într-o treaptă apar solicitări de încovoiere ale roții dințate
flexibile pe direcția generatoarei;

41 - în cazul acestei transmisii, prin aplicarea a două forțe radiale opuse în treapta I de
angrenare, conform proprietății tuburilor cu pereți subțiri, în treapta a II-a deformația radială
43 este defazată cu $\pi/2$ și pentru a se realiza angrenarea este necesară o forță radială care să
readucă roata dințată flexibilă la forma inițială și apoi o altă forță care să deformeze radial
45 roata dințată flexibilă pentru a realiza angrenarea, fapt ce duce la creșterea solicitărilor între
roata dințată flexibilă și generatorul de unde;

47 - datorită creșterii solicitărilor între roata dințată flexibilă și generatorul de unde, crește
uzura și se reduce durata de funcționare datorită tensiunilor suplimentare din roata dințată
49 flexibilă.

RO 128656 B1

Prin documentul **RO 107108 B1** este cunoscut și un angrenaj armonic utilizat pentru o cheie multiplicatoare a momentului de torsiune, și care se compune dintr-o coroană dințată flexibilă dublă, cu câte un rând de dinți pe partea exterioară de capăt, prin care angrenează cu o roată dințată rigidă mobilă, cu dantură interioară, și cu o roată dințată rigidă fixă și un generator de unde format din niște discuri fixate pe niște bucșe excentrice fixate pe un ax comun, pe care este fixată roata dințată rigidă mobilă, și prin care este preluată mișcarea de rotație inițială și transmisă roții rigide mobile, solidarizată cu un braț rotitor cu cheie tubulară, prin intermediul roții flexibile duble.

Mai este cunoscut și documentul **SU 1490349 A1**, care prezintă un angrenaj armonic compus dintr-o carcasă în care este fixat un ax și o roată dințată fixă, o roată dințată flexibilă de angrenare cu aceasta și cu o roată dințată mobilă care preia rotația de ieșire, și un generator cu trei elemente fixați pe același ax, de generare a trei unde de presiune pentru angrenarea cu roata dințată flexibilă.

În cazul transmisiei armonice dințate duble cu dantură interioară în treapta a II-a, generatorul de unde acționează doar în treapta I, iar în treapta a II-a mișcarea de rotație de la roata dințată flexibilă se transmite la roata dințată rigidă mobilă prin intermediul unui angrenaj cu dantură interioară. Această soluție constructivă prezintă următoarele dezavantaje:

- soluție constructivă complexă, ce impune montarea unui generator de unde în treapta a II-a care să asigure rigiditatea necesară și corelarea mișcării de rotație cu generatorul de unde din treapta I;

- o angrenare necorespunzătoare în treapta a II-a dacă nu este respectată lungimea corespunzătoare a roții dințate flexibile, astfel încât să asigure deformații radial elastice egale în cele două zone de angrenare.

Scopul invenției este acela de a crește fiabilitatea reductorului armonic dințat dublu prin reducerea solicitărilor roții dințate flexibile și ale generatorului de unde în treapta a II-a.

Transmisia armonică dințată conform invenției rezolvă această problemă tehnică prin aceea că va consta într-un reductor armonic dințat dublu cu generator de unde în treapta a II-a defazat cu $\pi/2$ față de cel din treapta I, cu scopul de a beneficia de deformațiile roții dințate flexibile, sub formă tubulară, conform teoriei de deformație a tuburilor cu pereți subțiri, defazate cu $\pi/2$ la cele două extremități.

Din punct de vedere constructiv, transmisia armonică dințată dublă conform invenției se constituie din carcasă ca element fix, arborele de intrare pe care se află montate cele două componente ale generatorului de unde defazate cu $\pi/2$, roata dințată flexibilă dublă cu dantură exterioară la ambele capete, roata dințată rigidă fixă cu dantură interioară și roata dințată rigidă mobilă cu dantură interioară, montată pe arborele de ieșire.

În vederea obținerii prototipului, se efectuează un calcul de dimensionare a elementelor componente, având în vedere solicitările la care este supus fiecare element component, precum și materialele recomandate, urmând realizarea fizică prin tehnologiile de așchiere.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- elimină fixarea rigidă a roții dințate flexibile de arborele de ieșire, fapt ce duce la eliminarea distrugerii ei în această zonă;

- elimină solicitările de încovoiere a roții dințate flexibile în lungul generatoarei, deoarece aceasta nu mai este supusă curbării ca în cazul transmisiei armonice cu o treaptă, unde roata dințată flexibilă este fixată rigid de arborele de ieșire;

- sunt reduse solicitările generatorului de unde în treapta a II-a și, de asemenea, scade uzura în zona de contact: roată dințată flexibilă - generator de unde;

- crește durata de funcționare datorită reducerii solicitărilor în cupla cinematică: roată dințată flexibilă - generator de unde;

- realizează o angrenare corespunzătoare în cele două trepte de angrenare;

RO 128656 B1

1 - asigură o rigiditate corespunzătoare în cele două trepte de angrenare, ceea ce
elimină posibilitatea ieșirii dinților din angrenare prin creșterea momentului de torsiune dez-
3 voltat la arborele de ieșire.

Invenția este prezentată în continuare printr-un exemplu de realizare a invenției, în
5 legătură și cu fig. 1...5, care reprezintă:

- fig. 1, schema structurală a transmisiei armonice conform invenției;
- 7 - fig. 2, secțiune transversală M-M, ce reprezintă treapta I de angrenare;
- fig. 3, vedere în plan orizontal a treptei a II-a;
- 9 - fig. 4, secțiune transversală N-N, ce reprezintă treapta a II-a de angrenare;
- fig. 5, sistem de asamblare și fixare a elementelor prototipului, fără carcasă,
11 în care s-au notat următoarele elemente componente:

0 - este elementul fix, constituit dintr-un lagăr la arborele de intrare, respectiv
13 la arborele de ieșire, și din roata dințată rigidă fixă;

1 - arborele de intrare, ce se rotește cu viteza unghiulară ω_1 ;

2, 3 - discuri ale generatorului de unde din treapta I;

4 - roată dințată flexibilă dublă;

5, 6 - discuri ale generatorului de unde din treapta a II-a, dispuse cu $\pi/2$ față
17 de discurile din treapta I;

7 - roată dințată rigidă mobilă montată pe arborele de ieșire al transmisiei
19 armonice dințate duble, ce se rotește cu viteza unghiulară ω_7 ;

Z_0 - numărul de dinți ai roții dințate rigide fixe în treapta I;

Z_{4I} - numărul de dinți ai roții dințate flexibile în treapta I;

Z_{4II} - numărul de dinți ai roții dințate flexibile în treapta a II-a;

Z_7 - numărul de dinți ai roții dințate rigide mobile în treapta a II-a.

Aceste elemente sunt legate între ele prin:

(A, B, C, J, K, L) - șase cuple cinematice de clasa a V-a;

(G, E, S, T) - patru cuple cinematice de clasa a IV-a;

(F, D, H, I) - patru cuple cinematice de clasa I.

Conform invenției, pentru varianta realizată de angrenaj armonic s-a admis:

$z_0 = z_{4I} = z_{4II} = 200$, $z_7 = 202$, iar pentru modul danturii: $m = 0,3$ [mm].

31 Pe arborele de intrare **1** ce se rotește cu o viteză unghiulară ω_1 se află montat gene-
ratorul de unde format din niște discuri **2**, respectiv **3**, ce deformează roata dințată flexibilă
33 dublă **4** cu numărul de dinți z_{4I} ce angrenează cu dantura interioară a unei roți dințate rigide
fixe **0** cu număr de dinți z_0 , realizând prima treaptă a transmisiei armonice dințate duble. Din
35 faptul că numărul de dinți ai roții dințate rigide fixe și numărul de dinți ai roții dințate flexibile
duble este egal: $z_0 = z_{4I}$, în prima treaptă a transmisiei armonice dințate duble se obține un
37 cuplaj armonic și roata dințată flexibilă dublă **4**, va avea viteza unghiulară $\omega_{4I} = 0$. Datorită
diferenței de număr de dinți între dantura exterioară z_{4II} a roții dințate flexibile duble **4** și
39 dantura interioară z_7 a roții dințate rigide mobile **7**: $z_{4II} = 200$, $z_7 = 202$, în treapta a II a trans-
misiei armonice dințate duble se obține un angrenaj armonic.

41 Din teoria deformației tuburilor cu pereți subțiri se cunoaște că dacă se aplică două
forțe radiale diametral opuse la capătul unui tub cu pereți subțiri, acesta se deformează în
43 formă de elipsă la capătul unde aplicăm forțele, iar la capătul opus tubul se deformează
aproximativ sub formă de elipsă, dar rotită cu un unghi $\pi/2$. În aceste condiții, se evită
45 deformația de încovoiere a roții dințate flexibile duble de-a lungul generatoarei și, pentru a
menține deformația roții dințate flexibile duble **4**, în treapta a II-a se montează pe arborele
47 **1** un generator de unde format din niște discuri montate cu excentric **5** și, respectiv, **6**.

Astfel se asigură, în treapta a II-a a transmisiei armonice dințate duble, un angrenaj
49 corespunzător, stabil în condiții de creștere a momentului de torsiune la arborele de ieșire,
între dantura exterioară z_{4II} a roții dințate flexibile duble **4** și dantura interioară z_7 a roții dințate
51 mobile **7**, montată pe arborele de ieșire, având viteza unghiulară de rotație $\omega_e = \omega_7$.

RO 128656 B1

Revendicare

Transmisie armonică dințată dublă cu generator de unde defazat cu $\pi/2$, compusă din un arbore de intrare (1) rotit cu viteza unghiulară $\omega_i = \omega_1$ pe care se află montat un generator de unde format din niște discuri (2, 3) care deformează o roată dințată flexibilă dublă (4) de transmitere a mișcării de rotație, având câte un rând de dinți z_{4I} și z_{4II} pe partea exterioară de capăt, prin care angrenează cu o roată dințată rigidă fixă (0) în prima treaptă a transmisiei armonice și cu o roată rigidă mobilă (7) cu un număr de dinți z_{7II} , montată pe arborele de ieșire având viteza unghiulară $\omega_e = \omega_7$, în a doua treaptă a transmisiei, **caracterizată prin aceea că** generatorul de unde din treapta a II-a a transmisiei armonice dințate duble este montat rotit cu $\pi/2$ față de generatorul de unde din treapta I și este compus din niște discuri (5, 6) ce deformează roata dințată flexibilă dublă (4) având viteza unghiulară $\omega_{4II} = \omega_{4I} = 0$.

(51) Int.Cl.

F16H 1/20 (2006.01);

F16H 1/36 (2006.01);

B25B 17/02 (2006.01)

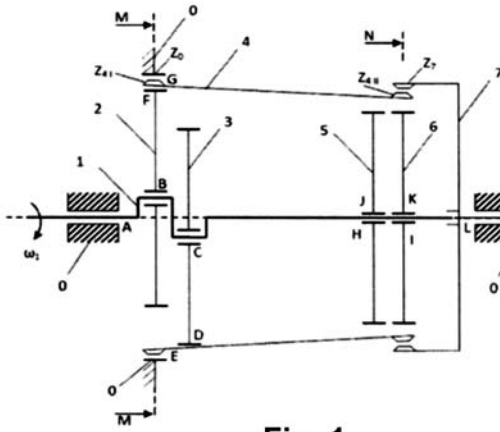


Fig. 1

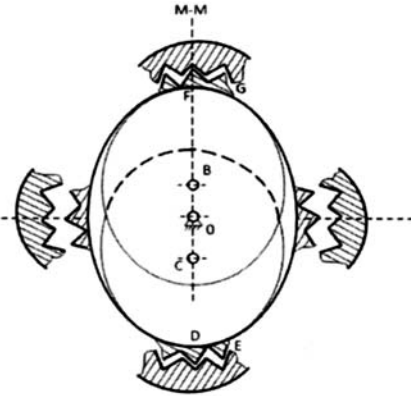


Fig. 2

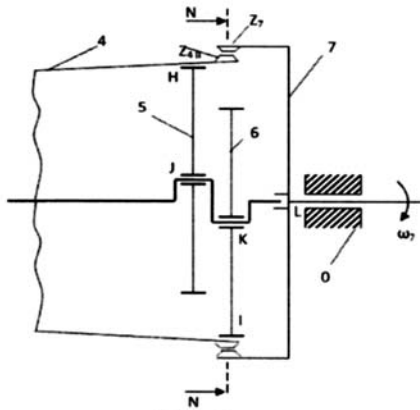


Fig. 3

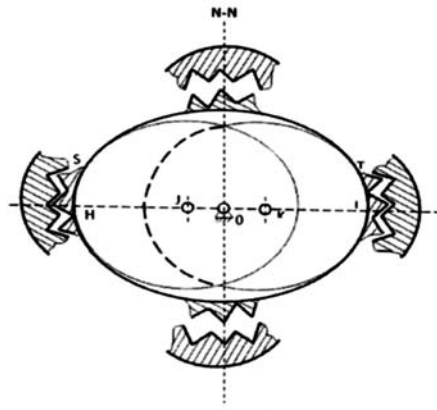


Fig. 4

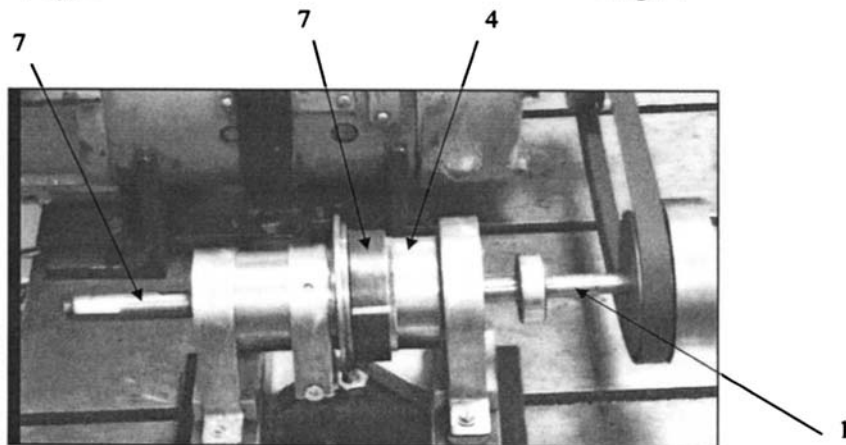


Fig. 5



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 428/2018