



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

- (21) Nr. cerere: **a 2016 00532**
- (22) Data de depozit: **27/07/2016**
- (45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/06/2023** BOPI nr. **6/2023**

(41) Data publicării cererii:  
**30/01/2018** BOPI nr. **1/2018**

(73) Titular:  
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN  
CLUJ-NAPOCA, STR.MEMORANDUMULUI  
NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(72) Inventatori:  
• **CIUPAN CORNEL, STR.MESTECENILOR  
NR.6, AP.2, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**  
• **STEOPAN MIHAI, STR. VALEA AIUDULUI  
NR. 77, AIUD, AB, RO;**

• **POP EMANUELA SORINA,  
STR. CONSTANTIN BRÎNCUȘI NR. 190,  
BL. M, SC. 4, ET. 3, AP. 62, CLUJ-NAPOCA,  
CJ, RO**

(74) Mandatar:  
**CABINET DE PROPRIETATE  
INDUSTRIALĂ CIUPAN EMILIA,  
STR.MESTECENILOR NR.6, BL.E9, SC.1,  
AP.2, CLUJ NAPOCA, CJ**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**JP 2009192951 A; KR 20130005761 U**

(54) **CUTIE DE VITEZE RECONFIGURABILĂ**



# RO 132365 B1

1           Invenția se referă la o cutie de viteze concepută sub forma unui chit care poate fi  
reconfigurată în mai multe variante și care este destinată dezvoltării abilităților studenților din  
3           domeniul ingineriei mecanice.

5           Pentru reglarea parametrilor axelor cinematice ale mașinilor unelte se utilizează două  
metode: reglarea în trepte și reglarea continuă. Prima metodă este folosită la mașinile unelte  
clasice și utilizează cutii de viteze. Cea de-a doua este specifică axelor cinematice NC de  
7           la mașinile cu comandă numerică și la roboți și utilizează motoare de turație variabilă.

9           Reglarea în trepte se realizează prin utilizarea și comutarea mai multor mecanisme  
de transmisie care oferă o gamă de rapoarte de transfer. În acest sens s-au dezvoltat cutiile  
de viteze, mecanismele cu roți de schimb, conul NORTON, fuliile de curele în trepte etc.  
11          Înainte de dezvoltarea electronicii de mare putere, reglarea continuă a turației se realiza  
mecanic, folosind variatori mecanici cu fricțiune sau hidraulici, prin reglarea rezistivă a  
13          debitului. După dezvoltarea electronicii de putere s-au dezvoltat variatoare electronice, care  
permit controlul turației motoarelor de antrenare, de orice tip (DC, AC, pas cu pas).

15          Optimizarea structurii unei cutii de viteze a fost abordată de Lozin, Vădim V., care  
propun o soluție de realizarea a unei rețele structurale pentru un număr dat de turații de  
17          ieșire și minimizarea numărului total de noduri, implicând reducerea numărului de roți dințate.  
[4].

19          Se cunoaște din stadiul tehnicii documentul **JP 2009192951 A**, care prezintă un kit  
de cutii de viteze utilizat ca material didactic, în care o multitudine de cutii de viteze pot fi  
21          conectate opțional și ușor în lung și în sens transversal, în direcție ortogonală sau alte  
asemenea variante.

23          Se mai cunoaște și documentul **KR 20130005761 U** care prezintă un set de cutii de  
viteze de învățare pentru studenți care pot cunoaște tipul și configurația angrenajelor care  
25          sunt un element mecanic de bază al unei cutii de viteze.

27          Mai mult decât atât cutiile de viteze au început să fie folosite cu succes și în alte  
domenii, diferite de cel al prelucrărilor mecanice, cum ar fi cel energetic, cu rolul de a crește  
viteza de rotație a palelor turbinelor eoliene, pentru a le face mai eficiente [5, 6].

29          Deoarece cutiile de viteze având la bază angrenajele cu roți dințate sunt cele mai  
utilizate mecanisme de transmitere și reglare a mișcării, autorii consideră că înțelegerea  
31          modului în care se face schimbarea turației și transmiterea puterii, reprezintă o problemă  
importantă în procesul de educare a studenților.

33          Problema tehnică pe care o rezolvă invenția propusă este de a oferi studenților  
posibilitatea de a proiecta și realiza diferite variante de cutii de viteze, utilizând elementele  
35          tipizate și o metodă proprie de reconfigurare.

37          Cutia de viteze reconfigurabilă este concepută sub forma unui chit format dintr-o  
carcasă, un arbore de intrare și unul sau mai mulți arbori intermediari prevăzuți cu lagăre  
identice, un arbore principal (de ieșire), carcasa fiind prevăzută cu o serie de alezaje identice  
39          ale căror axe de simetrie sunt plasate în același plan, la distanțe axiale egale, utilizate pentru  
montarea arborilor, pe arbori se montează roți dințate care se aleg dintr-un set optimizat de  
41          roți de schimb, fiecare roată având același modul, lățime și alezaj.

43          Se dă în continuare un exemplu de aplicare a invenției în legătură cu fig. 1...13 care  
reprezintă:

- 45          - fig. 1, schema de principiu a unei cutii de viteze;
- 47          - fig. 2, schema cinematică a cutiei în varianta de realizare cu 12 trepte;
- fig. 3, diagrama de turații cu rapoartele de transfer aferente setului optimizat de roți  
de schimb;
- fig. 4, arhitectura cutiei de viteze, vedere în perspectivă;

# RO 132365 B1

- fig. 5, arhitectura cutiei de viteze, vedere în perspectivă dintr-un alt unghi;	1
- fig. 6, arhitectura cutiei de viteze, vedere de sus;	
- fig. 7, secțiune longitudinală prin arborii cutiei de viteze din fig. 6;	3
- fig. 8, secțiune transversală prin arborii cutiei de viteze, reprezentare în perspectivă;	
- fig. 9, secțiune transversală prin arborii cutiei de viteze, vedere frontală;	5
- fig. 10, formarea blocurilor baladoare;	
- fig. 11, schimbarea turațiilor;	7
- fig. 12, o altă diagramă de turații pentru structura din fig. 3;	
- fig. 13, diagrama de turații pentru o cutie cu 6 trepte, realizată cu rapoartele de transfer aferente setului optimizat de roți de schimb.	9
Cutia de viteze reconfigurabilă se compune dintr-o serie de grupe cinematice <b>1, 2, 3</b> . Fiecare grupă cinematică poate avea $k = 2, 3, 4$ comutări, adică $k$ rapoarte de transfer. Aplicând la intrare o turație $n$ se obțin la ieșire $z$ trepte de turație $z = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3$ .	11
În exemplul din fig.1 rezultă $z = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 = 2 \cdot 3 \cdot 2 = 12$ .	13
În mod evident atât numărul grupelor cinematice (1-3), cât și numărul comutărilor $k$ poate fi diferit, rezultând la ieșire număr $z$ dorit de trepte de turație.	15
În fig. 2 se prezintă schema cinematică a cutiei de viteze realizată pe baza schemei structurale din fig. 1. Cutia se compune dintr-o carcasă <b>4</b> în care sunt montați arbori și roți dințate care asigură transmisia mișcării de la motorul <b>5</b> la arborele principal <b>6</b> .	17
De la motorul <b>5</b> mișcarea se transmite la arborele (I) de intrare <b>8</b> printr-o transmisie cu curele <b>7</b> , cu raport $u_{c1}$ . De la arborele de intrare <b>8</b> mișcarea se transmite la un arbore <b>9</b> (II) prin intermediul angrenajelor din grupa cinematică <b>1</b> ( $a_2=2; z_1/z_2, z_3/z_4$ ). Pe arborele <b>9</b> se obțin 2 trepte de turație.	19
De la arborele <b>9</b> mișcarea se transmite la un arbore <b>10</b> (III) prin intermediul angrenajelor din grupa cinematică <b>2</b> ( $a_2=3; z_5/z_6; z_7/z_8; z_9/z_{10}$ ). Pe arborele <b>10</b> se obțin $a_1 \cdot a_2$ trepte de turație ( $2 \cdot 3 = 6$ trepte).	21
De la arborele <b>10</b> mișcarea este transmisă la arborele <b>11</b> (IV) cu ajutorul angrenajelor din grupa cinematică <b>3</b> ( $a_3=2$ ). Rapoartele de transfer ale angrenajelor din grupa <b>3</b> sunt $z_{11}/z_{12}; z_{13}/z_{14}$ . Pe arborele <b>11</b> se obțin $a_1 \cdot a_2 \cdot a_3$ trepte de turație, iar în cazul din figură $z = 2 \cdot 3 \cdot 2 = 12$ trepte.	23
De la arborele <b>11</b> mișcarea ajunge la arborele principal <b>6</b> prin angrenajul zis/zig, cu raport $u_{c2}$ .	25
Schema structurală din fig. 1 și schema cinematică din fig. 2 sunt specifice cutiilor de viteze clasice.	27
Reconfigurabilitatea cutiei este asigurată prin proiectarea unui set de roți de schimb mărit față de numărul roților dințate din fig. 2, astfel încât să ofere mai multe posibilități de alegere de angrenaje cu rapoarte de transfer diferite.	29
În fig. 3 se prezintă diagrama de turații a cutiei de viteze din fig. 2. Rapoartele de transfer <b>12</b> , marcate cu linie continuă, reprezintă o soluție pentru realizarea cutiei de viteze cu 12 trepte. Pentru a oferi mai multe variante (reconfigurabilitatea), pentru fiecare grupă cinematică s-au proiectat angrenaje suplimentare având rapoartele de transfer <b>13</b> , marcate cu linie întreruptă.	31
Setul roților de schimb s-a determinat pentru rația seriei geometrice $\varphi = 1,25$ , folosind rapoartele $u_{1i}, u_{2j}, u_{3k}$ din fig.3.	33
Pentru reducerea numărului de angrenaje din setul roților de schimb s-a adoptat aceeași distanță axială $A$ , între arborii <b>8-9, 9-10, 10-11</b> , iar suma numerelor de dinți a unui fiecărui angrenaj s-a ales 120.	35
	37
	39
	41
	43
	45
	47

# RO 132365 B1

Cu restricțiile de mai sus au rezultat 18 angrenaje pentru roțile de schimb din tabelul 1. Cu cele 18 angrenaje (36 de roți) care constituie setul roților de schimb prezentate tabelul 1 și determinate pe baza rapoartelor de transfer din fig. 3 se pot realiza 16 variante de structuri de cutii de viteze, de la 2 la 18 trepte de turație pentru rația  $\varphi=1,25$ . La cele 16 variante structurale pentru rația 1,25 se mai pot realiza 9 variante pentru rația  $\varphi=1,6$  și 5 variante pentru  $\varphi=2$ . Variantele structurale posibile fără a fi necesară reducerea saltului sunt marcate cu "DA" în tabelul 2. Numărul variantelor structurale crește în situația în care se adoptă reducerea de salt, modalitate cunoscută în calculul cutiilor de viteze. Numărul total al variantelor posibile este mult mai mare având în vedere faptul că pentru fiecare variantă structurală există mai multe posibilități de realizare, în funcție de alegerea rapoartelor de transfer din fig. 3.

Tabelul 1

$\Sigma z$	Rația $\varphi$			$U_m = a_i/b_i$		Nr. de dinți		Nr. de perechi
	$\varphi = 1,25$	$\varphi = 1,6$	$\varphi = 2$	$a_i$	$b_i$	$Z_{ai}$	$Z_{bi}$	N
120	$\varphi^0$	$\varphi^0$	$\varphi^0$	1	1	60	60	3
120	$1/\varphi^1$			4	5	53	67	3
120	$1/\varphi^2$	$\varphi^1$		5	8	46	74	3
120	$1/\varphi^3$		$\varphi^1$	1	2	40	80	3
120	$1/\varphi^4$	$\varphi^2$		2	5	34	86	2
120	$1/\varphi^5$			1	3,5	29	91	2
120	$1/\varphi^6$	$\varphi^3$	$\varphi^2$	1	4	24	96	2

Tabelul 2

Nr. crt.	Nr. trepte	Structura cinematică	Rația seriei geometrice $\varphi$		
			$\varphi=1,25$	$\varphi=1,6$	$\varphi=2$
	$z$	$z=a_1 \cdot a_2 \cdot a_3$			
1	2	2x1	DA	DA	DA
2	3	3x1	DA	DA	DA
3	4	2x2	DA	DA	DA
4	4	4x1	DA	DA	DA
5	5	5x1	DA	DA	NU
6	6	3x2	DA	DA	DA
7	6	2x3	DA	DA	NU
8	8	2x2x2	DA	DA	NU
9	8	4x2	DA	DA	NU
10	8	2x4	DA	NU	NU

Nr. crt.	Nr. trepte	Structura cinematică	Rația seriei geometrice		
			$\varphi$		
	$z$	$z=a_1 \cdot a_2 \cdot a_3$	$\varphi=1,25$	$\varphi=1,6$	$\varphi=2$
11	9	3x3	DA	NU	NU
12	12	2x3x2	DA	NU	NU
13	12	3x2x2	DA	NU	NU
14	16	4x2x2	DA	NU	NU
15	16	2x4x2	DA	NU	NU
16	18	3x3x2	DA	NU	NU

Pentru exemplificarea acestui lucru, în fig.12 s-a realizat o altă diagramă de turații pentru cutia de vite cu 12 trepte. Cutiile de viteze construite pe baza rețelelor structurale din fig. 3, respectiv din fig. 12 vor avea aceeași structură cinematică, același număr de comutări (trepte), dar pe arborele de ieșire vor rezulta turații diferite.

O altă structură cinematică se obține prin alegerea potrivită a grupelor cinematice din tabelul 2. Pentru exemplificare, în fig. 13 se prezintă diagrama de turații a unei cutii de viteze cu 6 trepte, urmărind exemplul 6 din tabelul 2 ( $z=3 \times 2$ ).

Pentru a putea realiza oricare dintre variantele de cutii de viteze din tabelul 2, cutia de viteze reconfigurabilă este montată pe o placă **14**, care se montează pe o masă de lucru.

Pe placa **14** se montează cu șuruburi doi pereți laterali **15** și **16**, prevăzuți cu alezaje pentru arbori.

Pentru montarea și demontarea ușoară a arborilor, în scopul realizării oricărei variante, pereții laterali **15** și **16** sunt realizați dintr-o parte inferioară **15a**, respectiv **16a** și dintr-o parte superioară **15b**, respectiv **16b**. Părțile superioare **15b** și **16b** sunt fixate de părțile inferioare cu șuruburile **17**.

Fiecare grupă cinematică (1, 2 sau 3) se formează dintr-un număr de  $k$  roți fixe **18** și același număr  $k$  de roți glisante **19**, care formează un bloc balador **20**. Explicarea modului de formare a grupelor cinematice și de schimbare a turațiilor se va face pe baza fig.10 și 11.

Pe arborele de intrare **8** s-au montat roțile fixe **18a** și **18b** ( $z_1$ , respectiv  $z_3$ ). Distanța dintre roțile fixe și poziționarea axială a acestora pe arborele **8** se face cu ajutorul unor distanțiere **21**.

În fig.10 se prezintă un bloc balador **20**, format din roțile glisante **19a** și **19b**.

Gruparea roților care formează blocul un balador **20** se face cu ajutorul două inele distanțiere **21** și a două furci **22**.

Cele două furci **22** care definesc poziția axială a roților **19a** și **19b** ale blocului balador **20** sunt fixate pe un culisor **23** cu ajutorul unor șuruburi **24**.

Culisorul **23** glisează împreună cu blocul balador într-un locaș **25** practicat la partea inferioară a pereților **15** și **16**.

Culisorul **23** are în secțiune transversală forma de "T", fapt ce asigură ghidarea furcilor **22** și ghidarea în locașul **25**. Pe laturile profilului "T" al culisorului sunt prevăzute un șir de găuri filetate **23a** care permit poziționarea axială a blocului balador.

Pentru eliminarea jocului dintre roțile **19a** și **19b** ale blocului balador **20**, furcile **22** sunt prevăzute cu niște găuri alungite în care intră șuruburile **24**.

# RO 132365 B1

1 Distanțierile **21** au lungimea  $1 > 2b$ ,  $b$  fiind lățimea roții. La mijloc distanțierile sunt  
prevăzute cu un canal **21a** care permite cuplarea furcilor.

3 Blocarea distanțierelor se face cu ajutorul unor știfturi filetate **26** care intră în găurile  
filetate **21b**, practicate în distanțierile **21**.

5 Fiecare roată dințată a unui bloc balador angrenează succesiv cu o roată dințată fixă,  
din punct de vedere al deplasării axiale, de pe un arbore învecinat. Schimbarea roților prin  
7 care se transmite mișcarea și implicit schimbarea turației se face prin deplasarea axială a  
culisorului **23**. Poziționarea culisorului în poziția corespunzătoare turației reglate se face cu  
9 un știft, nereprezentat în figuri.

Pentru a se putea realiza structurile cinematice din tabelul 2 în dreptul arborilor  
11 intermediari **9**, **10** și **11** s-au prevăzut câte două culisoare **23**. În acest fel pe un arbore se  
pot monta câte două grupe baladoare, fiecare grupă având culisorul său. În cazul în care  
13 structura cinematică a cutiei de viteze necesită un număr redus de blocuri baladoare **20** și,  
implicit de culisoare **23**, o parte dintre acestea nu se vor folosi.

15 Metoda de lucru a studenților pentru realizarea cutiei de viteze este următoarea:

- 17 - se alege una dintre structurile și rația  $\phi$  din tabelul 2;
- 17 - se aleg turațiile de ieșire dorite, conform sarcinii de lucru a mașinii;
- 19 - se construiește diagrama de turații utilizând rapoarte dintre cele prezentate în fig. 3  
și tabelul 1;
- 21 - se aleg din tabelul 3 roțile dințate conform rapoartelor din diagrama de turații;
- 21 - se montează pe arbori roțile dințate fixe;
- 23 - se formează blocurile baladoare și se montează pe arbori;
- 23 - se introduc rulmenții pe arbori și se așează pe plăcile laterale **15** și **16**;
- 25 - se așează blocurile de roți baladoare în furcile **22** montate pe culisoarele **23**, apoi  
se ajustează poziția furcilor și se blochează cu șuruburile **24**;
- 27 - se fixează plăcile superioare **15b** și **16b** cu șuruburile **17**;
- 27 - se verifică schimbarea turației fără a porni motorul de acționare;
- 29 - se pornește motorul la o turație mică și se verifică schimbarea turațiilor;
- 29 - se crește turația motorului până la turația calculată și se măsoară turațiile pentru  
fiecare treaptă;
- 31 - se verifică abaterile turațiilor de ieșire față de turațiile stabilite conform sarcinii de  
lucru a mașinii.

33 Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

- 35 - simplitate constructivă și tehnologică;
- 35 - montare ușoară și reconfigurare rapidă;
- facilități de învățare prin experimentare practică.

# RO 132365 B1

## Revendicări

1. Cutie de viteze reconfigurabilă alcătuită dintr-o carcasă (4), un arbore de intrare (8), cel puțin un arbore intermediar (9, 10, 11) și cel puțin o grupă cinematică (1, 2, 3), fiecare grupă cinematică (1, 2, 3) conținând cel puțin două roți dințate fixe (18) și cel puțin două roți dințate glisante (19) care formează un bloc balador (20), generând un număr (k) de cel puțin două rapoarte de transfer, mișcarea fiind transmisă de la un motor (5) la un arbore principal (6) în mai multe trepte, prin comutarea poziției blocurilor baladoare (20), **caracterizată prin aceea că** pentru realizarea mai multor variante structurale, arborii de intrare (8) și arborii intermediari (9, 10, 11) au lagărele și partea din interiorul carcasei (4) identice, mai sunt prevăzute niște roți dințate de schimb suplimentare cu butucul canelat sau profilat corespunzător arborilor de intrare (8) și al arborilor intermediari (9, 10, 11), roțile de schimb suplimentare oferind o gamă de optsprezece angrenaje calculate pe baza valorii rației seriei geometrice  $\phi$  de 1,25, cu rapoarte de transfer cuprinse între valorile 1/1 și 1/ $\phi^6$ , toate având aceeași distanța axială (A), iar grupele cinematice (1, 2, 3) formate din roțile dințate fixe (18) sunt poziționate pe arborii de intrare (8) și cei intermediari (9, 10, 11) cu ajutorul unor distanțiere (21) și a unor știfturi filetate (26), blocurile baladoare (20) formate din roțile glisante (19) sunt poziționate între două furci (22) fixate pe niște culisoare (23) de schimbare a turației, iar arborii (8, 9, 10, 11) cu roțile dințate sunt montați în carcasă (4) cu un plan de separație axial realizat între niște plăci laterale inferioare (15a, 16a) și unele superioare (15b, 16b), fixate cu niște șuruburi (17) care oferă posibilitatea de reconfigurare rapidă a cutiei. 21
2. Cutie de viteze reconfigurabilă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** setul optimizat al roților de schimb conține câte trei angrenaje cu rapoarte de transfer 1/1; 1/ $\phi^1$ ; 1/ $\phi^2$ ; 1/ $\phi^3$  și câte două angrenaje cu rapoarte de transfer 1/ $\phi^4$ ; 1/ $\phi^5$ ; 1/ $\phi^6$ . 23
3. Cutie de viteze reconfigurabilă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** arborii de intrare (8), arborii intermediari (9, 10, 11) și butucul roților dințate sunt prevăzute cu caneluri sau cu profil hexagonal. 27
4. Cutie de viteze reconfigurabilă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** pentru flexibilitate, culisoarele (23) se montează într-un locaș (25) în formă de „T” practicat la partea inferioară a plăcilor laterale inferioare (15a, 16a), iar pe laturile profilului în formă de „T” sunt prevăzute un șir de găuri filetate (23a) realizate la un pas (p) egal cu de două ori lățimea (b) a roții dințate, utilizate pentru poziționarea axială a blocului balador (20). 31
5. Metodă de reconfigurare a cutiei de viteze, **caracterizată prin aceea că** prezintă următoarele etape pentru reconfigurare: 33
- se alege o variantă structurală pentru cutia de viteze și o valoare a rației seriei geometrice  $\phi$ ; 35
  - se aleg turațiile de ieșire dorite, conform sarcinii de lucru a mașinii; 37
  - se construiește diagrama de turații utilizând valori prestabilite ale rapoartelor de transfer; 39
  - se stabilește tipul roților dințate funcție de rapoartele din diagrama de turații;
  - se montează pe arbori rotile dințate fixe (18); 41
  - se formează blocurile baladoare (20) și se montează pe arbori (8, 9, 10, 11);
  - se introduc rulmenții pe arbori (8, 9, 10, 11) și se așează pe plăcile laterale (15a, 15b, 16a, 16b); 43
  - se așează blocurile de roti baladoare (20) în furcile (22) montate pe culisoare (23), apoi se ajustează poziția furcilor (22) și se blochează cu șuruburi (17); 45

# RO 132365 B1

- 1 - se fixează plăcile superioare (**15b**, **16b**) cu șuruburi (**17**);  
- se verifică schimbarea turației fără a pomi motorul (**5**) de acționare;
- 3 - se pornește motorul (**5**) la o turație mică și se verifică schimbarea turațiilor;  
- se crește turația motorului (**5**) până la turația calculată și se măsoară turațiile pentru
- 5 fiecare treaptă;  
- se verifică abaterile turațiilor de ieșire față de turațiile stabilite conform sarcinii lucru
- 7 a mașinii.



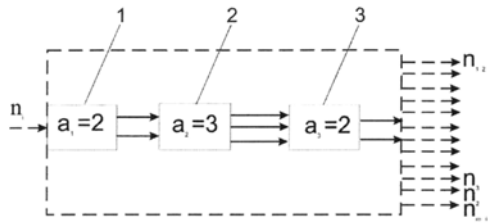


Fig. 1

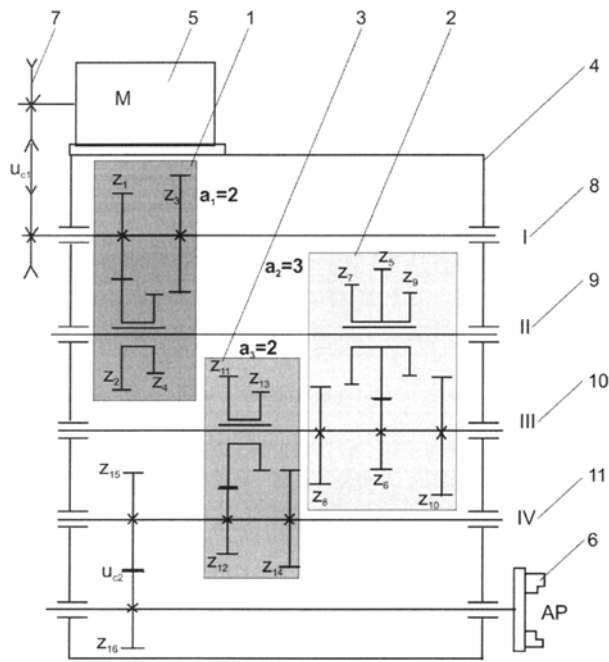


Fig. 2

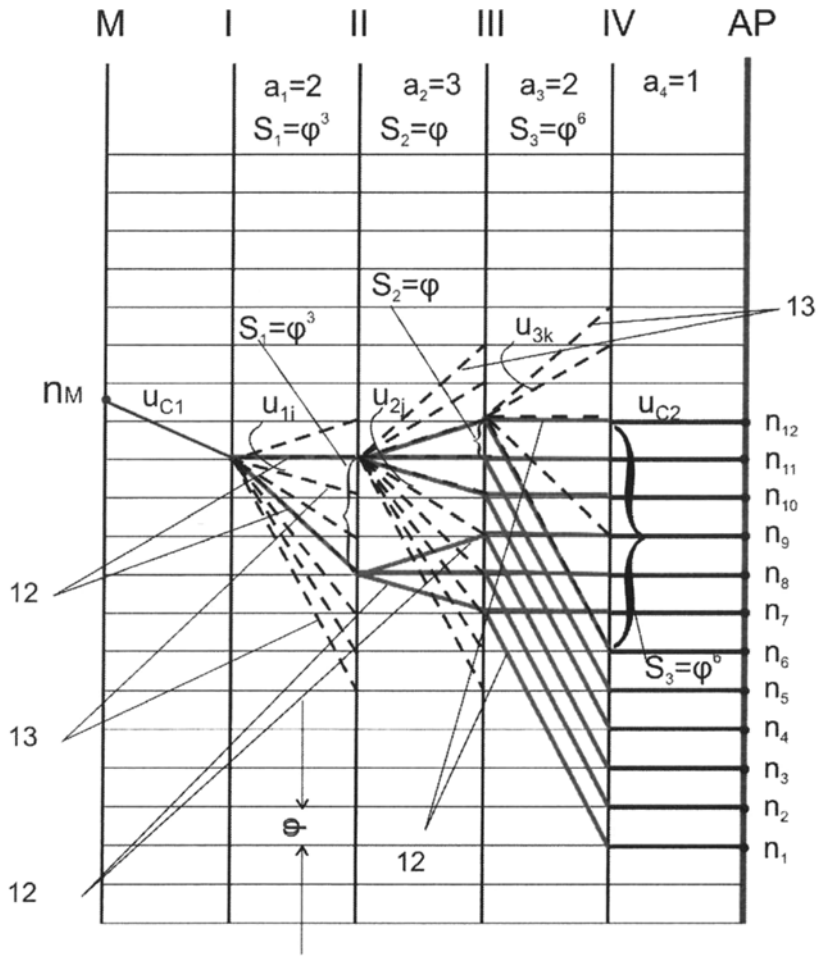
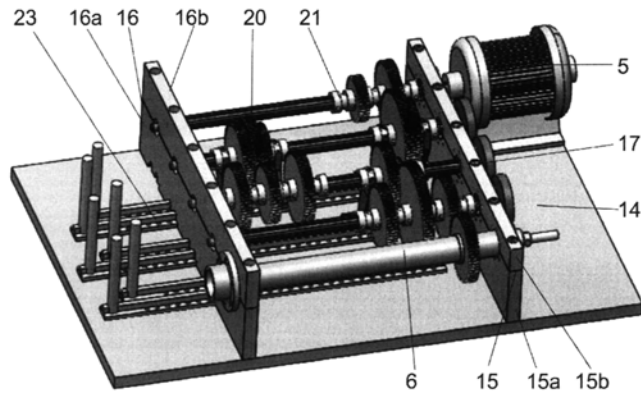
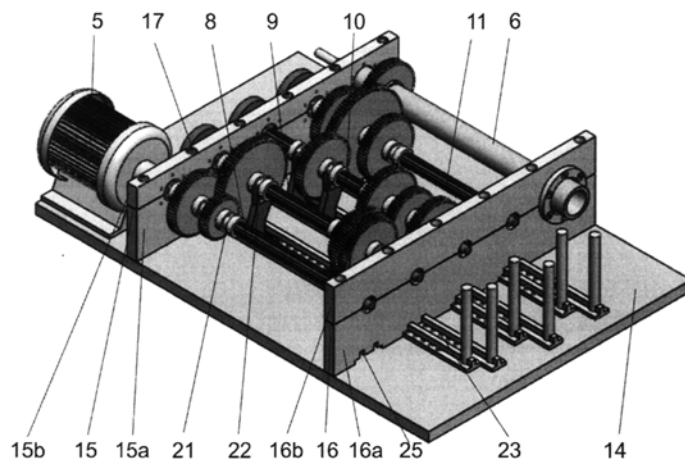


Fig. 3



**Fig. 4**



**Fig. 5**

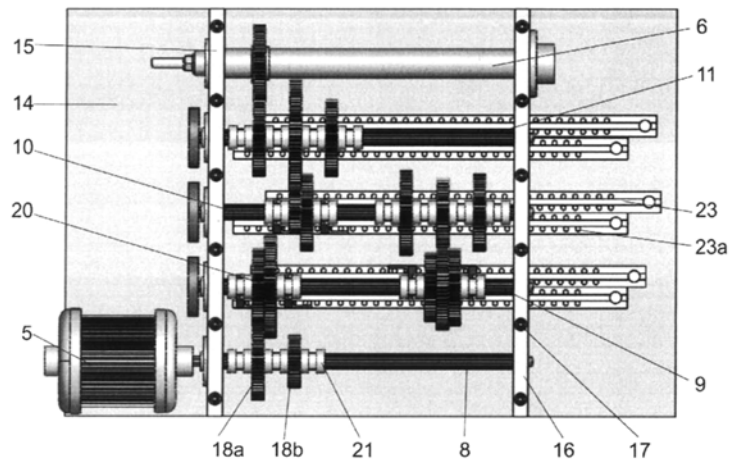


Fig. 6

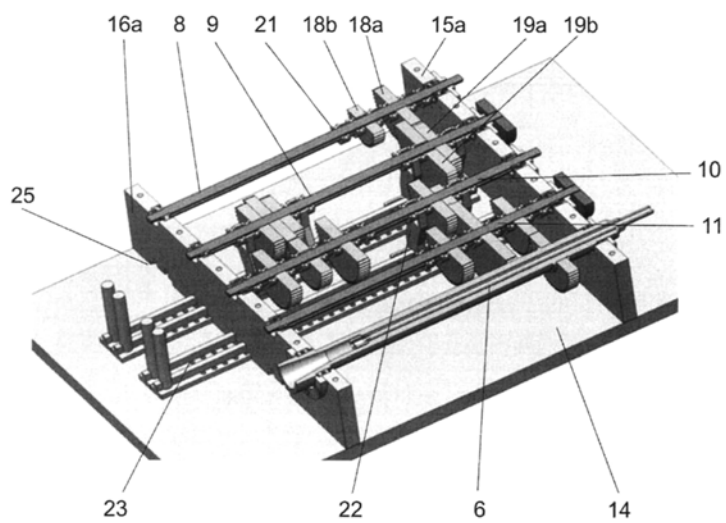


Fig. 7

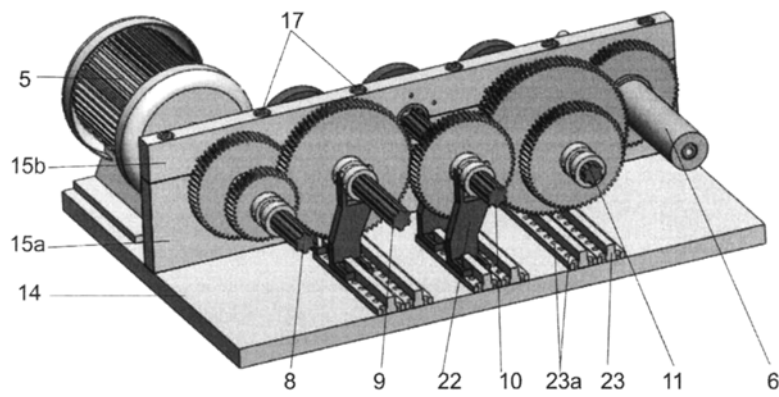


Fig. 8

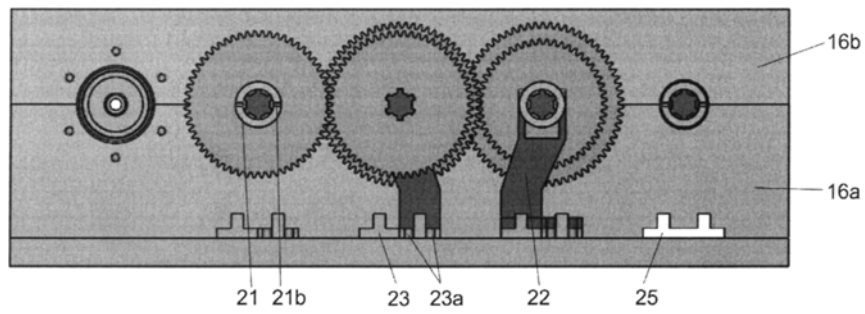


Fig. 9

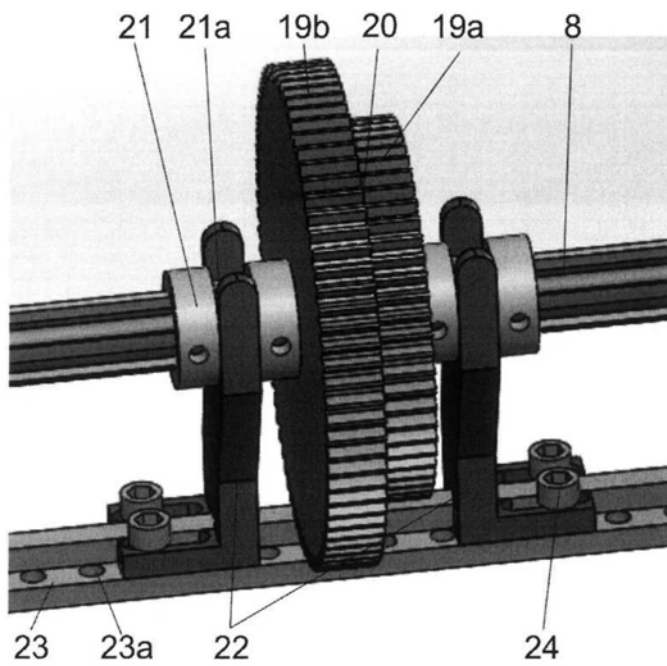


Fig. 10

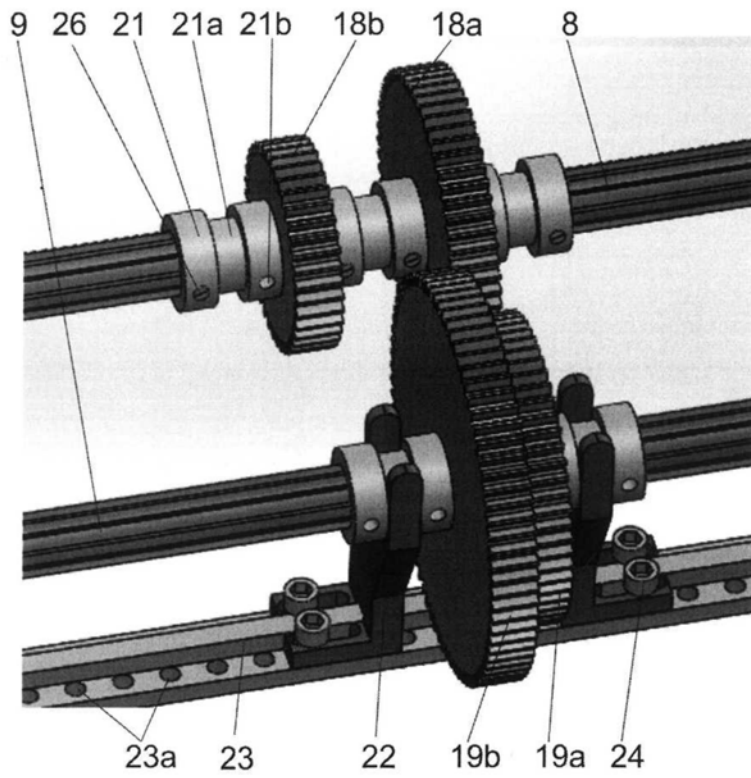


Fig. 11

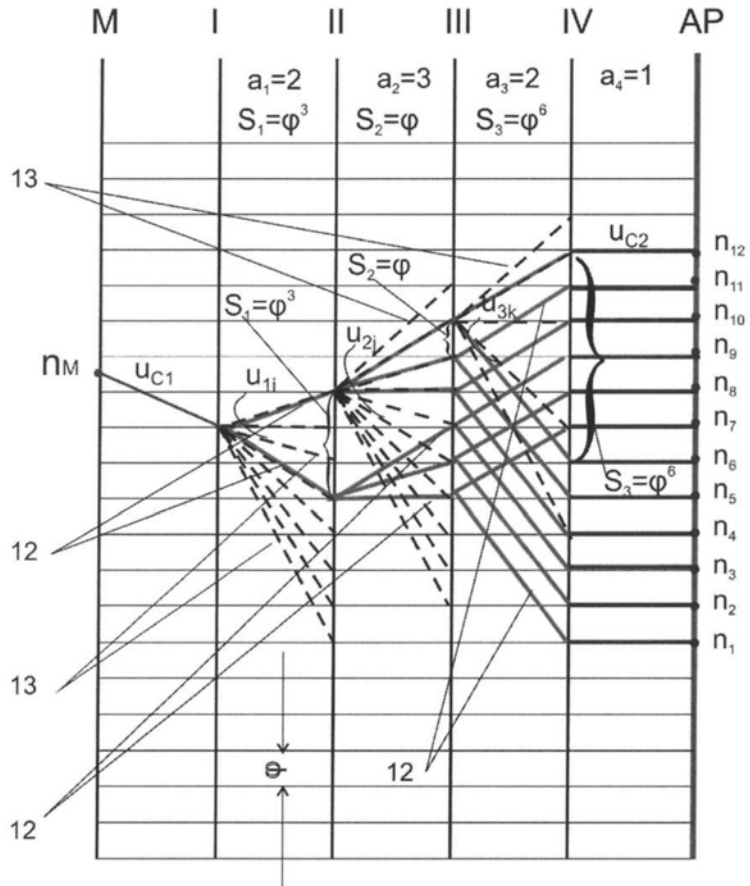


Fig. 12



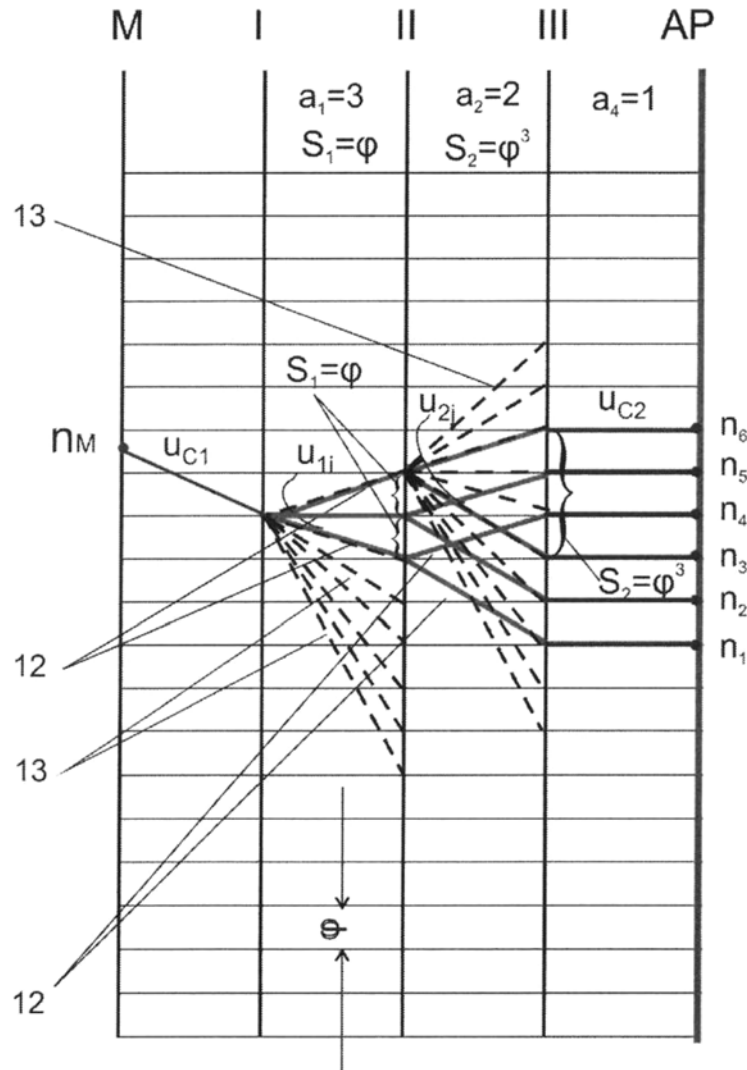


Fig. 13



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
 Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
 sub comanda nr. 215/2023