

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2016 00532

(22) Data de depozit: 27/07/2016

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

(71) Solicitant:
• 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, JUDEȚUL CLUJ

(54) CUTIE DE VITEZE RECONFIGURABILĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o cutie de viteze concepută sub forma unui kit care poate fi reconfigurată în mai multe variante și care este destinată dezvoltării abilităților studenților din domeniul ingineriei mecanice. Cutia conform invenției este alcătuită din grupe cinematice formate din niște roți (18) dințate fixe, poziționate pe niște arbori (8...11) cu ajutorul unor distanțiere (21) și a unor știfturi (26) filetate și din niște blocuri baladoare (20) formate din niște roți (19) dințate glisante, poziționate între două furci (22) fixate pe niște culisoare (23) de schimbare a turației, arborii (8...11) cu roțile (18) și (19) dințate fiind montate într-o carcasă (4) cu plan de separație axial realizat între niște plăci (15a, 16a și 15b, 16b) inferioare și, respectiv, superioare, fixate cu niște șuruburi (17) care oferă posibilitatea de reconfigurare.

Revendicări: 5
Figuri: 13

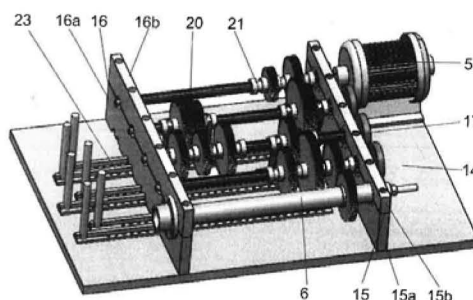
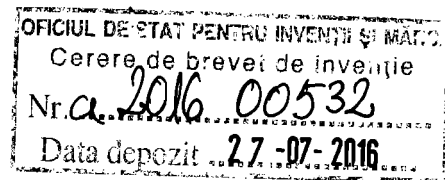


Fig. 4





Cutie de viteze reconfigurabilă

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 domeniul ingineriei mecanice.

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 la mașinile cu comandă numerică și la roboți și utilizează motoare de turație variabilă.

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. 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 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).

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

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].

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 modului în care se face schimbarea turației și transmiterea puterii, reprezintă o problemă importantă în procesul de educare a studenților.

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 tipizate și o metodă proprie de reconfigurare.

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 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 roți de schimb, fiecare roată având același modul, lățime și alezaj.

Se dă în continuare un exemplu de aplicare a invenției în legătură cu figurile 1, 2..., care reprezintă:

- figura 1, schema de principiu a unei cutii de viteze
- figura 2, schema cinematică a cutiei în varianta de realizare cu 12 trepte
- figura 3, diagrama de turații cu rapoartele de transfer aferente setului optimizat de roți de schimb
- figura 4, arhitectura cutiei de viteze, vedere în perspectivă
- figura 5, arhitectura cutiei de viteze, vedere în perspectivă dintr-un alt unghi
- figura 6, arhitectura cutiei de viteze, vedere de sus
- figura 7, secțiune longitudinală prin arborii cutiei de viteze din figura 6
- figura 8, secțiune transversală prin arborii cutiei de viteze, reprezentare în perspectivă
- figura 9, secțiune transversală prin arborii cutiei de viteze, vedere frontală
- figura 10, formarea blocurilor baladoare
- figura 11, schimbarea turațiilor
- figura 12, o altă diagramă de turații pentru structura din figura 3
- figura 13, diagrama de turații pentru o cutie cu 6 trepte, realizată cu rapoartele de transfer aferente setului optimizat de roți de schimb.

Cutia de viteze reconfigurabilă se compune dintr-o serie de grupe cinematice (1), (2), (3). Fiecare grupă cinematică poate avea $k=2, 3, 4$ comutări, adică k rapoarte de transfer. Aplicând la intrare o turație n_1 se obțin la ieșire z trepte de turație $z = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3$.

În exemplul din figura 1 rezultă $z = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 = 2 \cdot 3 \cdot 2 = 12$.

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.

În figura 2 se prezintă schema cinematică a cutiei de viteze realizată pe baza schemei structurale din figura 1. Cutia se compune dintr-o carcasă (4) în care sunt montați arbori și roți dințate care asigură transmisia mișcării de la motorul (5) la arborele principal (6).

De la motorul (5) mișcarea se transmite la arborele (I) de intrare (8) printr-o transmisie cu curele (7), cu raport u_{c1} . De la arborele de intrare (8) mișcarea se transmite la un arbore (9) (II) prin intermediul angrenajelor din grupa cinematică (1) ($a_2=2$; z_1/z_2 ; z_3/z_4). Pe arborele (9) se obțin 2 trepte de turație.

De la arborele (9) mișcarea se transmite la un arbore (10) (III) prin intermediul angrenajelor din grupa cinematică (2) ($a_2=3$; z_5/z_6 ; z_7/z_8 ; z_9/z_{10}). Pe arborele (10) se obțin $a_1 \cdot a_2$ trepte de turație ($2 \cdot 3=6$ trepte).

De la arborele (10) mișcarea este transmisă la arborele (11) (IV) cu ajutorul angrenajelor din grupa cinematică (3) ($a_3=2$). Rapoartele de transfer ale angrenajelor din grupa (3) sunt z_{11}/z_{12} ; z_{13}/z_{14} . Pe arborele (11) 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.

De la arborele (11) mișcarea ajunge la arborele principal (6) prin angrenajul z_{15}/z_{16} , cu raport u_{c2} .

Schema structurală din figura 1 și schema cinematică din figura 2 sunt specifice cutiilor de viteze clasice.

Reconfigurabilitatea cutiei este asigurată prin proiectarea unui set de roți de schimb mărit față de numărul roților dințate din figura 2, astfel încât să ofere mai multe posibilități de alegere de angrenaje cu rapoarte de transfer diferite.

În figura 3 se prezintă diagrama de turații a cutiei de viteze din figura 2. Rapoartele de transfer 12, 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 13, marcate cu linie întreruptă.

Setul roților de schimb s-a determinat pentru rația seriei geometrice $\phi=1.25$, folosind rapoartele u_{1i} , u_{2j} , u_{3k} din figura 3.

Pentru reducerea numărului de angrenaje din setul roților de schimb s-a adoptat aceeași distanță axială A , între arborii 8-9, 9-10, 10-11, iar suma numerelor de dinți a unui fiecărui angrenaj s-a ales 120.

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 figura 3 se pot realiza 16 variante de structuri de cutii de viteze, de la 2 la 18 trepte de turație pentru rația $\phi =1,25$. La cele 16 variante structurale pentru rația 1,25 se mai pot realiza 9 variante pentru rația $\phi =1,6$ și 5 variante pentru $\phi =2$. 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 figura 3.

Tabelul 1

Σz	Ratia φ			$U_m = a_i/b_i$		Nr. de dinti		Nr. de perechi
	$\varphi=1.25$	$\varphi=1.6$	$\varphi=2$	a_i	b_i	z_{ai}	z_{bi}	N
120	φ^0	φ^0	φ^0	1	1	60	60	3
120	$1/\varphi^1$			4	5	53	67	3
120	$1/\varphi^2$	φ^1		5	8	46	74	3
120	$1/\varphi^3$		φ^1	1	2	40	80	3
120	$1/\varphi^4$	φ^2		2	5	34	86	2
120	$1/\varphi^5$			1	3.15	29	91	2
120	$1/\varphi^6$	φ^3	φ^2	1	4	24	96	2

Tabelul 2

Nr. crt.	Nr. trepte	Structura cinematică	Ratia seriei geometrice φ		
			$\varphi=1.25$	$\varphi=1.6$	$\varphi=2$
	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
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 figura 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 figurilor 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 figura 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.

Distanțierele 21 au lungimea $l > 2b$, b fiind lățimea roții. La mijloc distanțierele sunt prevăzute cu un canal 21a care permite cuplarea furcilor.

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

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 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 un știft, nereprezentat în figuri.

Pentru a se putea realiza structurile cinematice din tabelul 2 în dreptul arborilor 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 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.

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

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

Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:

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

REVENDICARI

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 fiind formată din k roți dințate fixe (18) și k roți dințate glisante (19) care formează un bloc balador (20), 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 a se oferi posibilitatea de realizare a mai multor variante structurale (reconfigurabilitate), arborele de intrare (8) și arborii intermediari (9), (10), (11) au lagărele și partea din interiorul carcasei (4) identice, roțile de schimb au butucul canelat sau profilat corespunzător arborilor (8-11), setul roților de schimb oferă o gamă de 18 angrenaje calculate pe baza rației $\varphi=1,25$, cu rapoarte de transfer cuprinse între $1/1$ și $1/\varphi^6$, toate cu aceeași distanța axială, cutia fiind alcătuită din grupe cinematice formate din roți fixe (18), poziționate pe arbori cu ajutorul unor distanțiere (21) și a știfturilor filetate (26), și din blocuri baladoare (20) formate din roți glisante (19) poziționate între două furci (22) fixate pe culisoarele (23) de schimbare a turației, arborii cu roțile fiind montate într-o carcasă (4) cu plan de separație axial realizat între plăcile laterale inferioare (15a), (16a), respectiv superioare (15b, 16b), fixate cu șuruburile 17 care oferă posibilitatea de reconfigurare rapidă a cutiei.
2. Cutie de viteze reconfigurabilă, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, setul optimizat al roților de schimb conține, nelimitativ, câte 3 angrenaje cu rapoartele de transfer $1/1$; $1/\varphi^1$; $1/\varphi^2$; $1/\varphi^3$ și câte 2 angrenaje cu rapoartele; $1/\varphi^4$; $1/\varphi^5$; $1/\varphi^6$.
3. Cutie de viteze reconfigurabilă, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, arborii 8-11 și butucul roților pot fi prevăzute cu caneluri sau cu profil hexagonal.
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 (15a) și (16a), iar pe laturile profilului "T" sunt prevăzute un șir de găuri filetate (23a) realizate la un pas $p=2b$, b fiind lățimea roții dințate, utilizate pentru poziționarea axială a blocului balador.
5. Metoda de reconfigurare a cutiei de viteze, **caracterizată prin aceea că**, presupune realizarea următoarelor faze:
 - se alege una dintre structurile și rația φ din tabelul 2
 - se aleg turațiile de ieșire dorite, conform sarcinii de lucru a mașinii

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

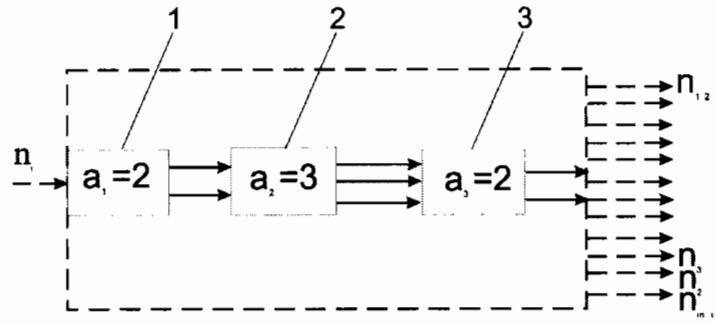


Figura 1

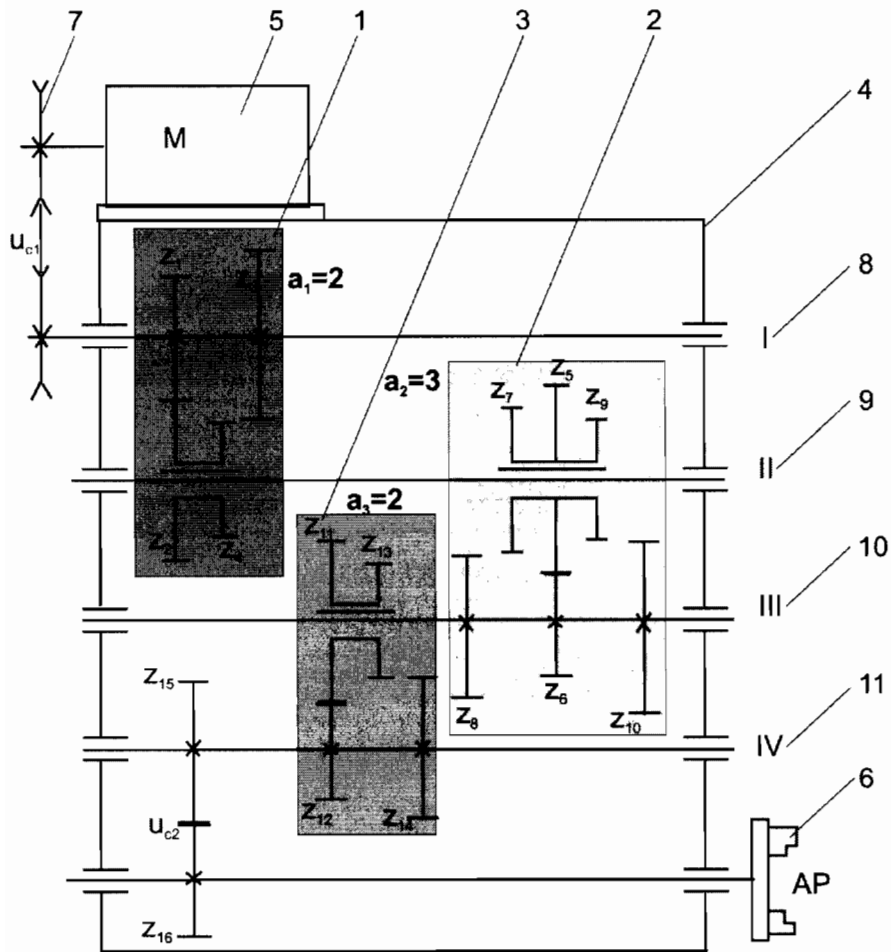


Figura 2

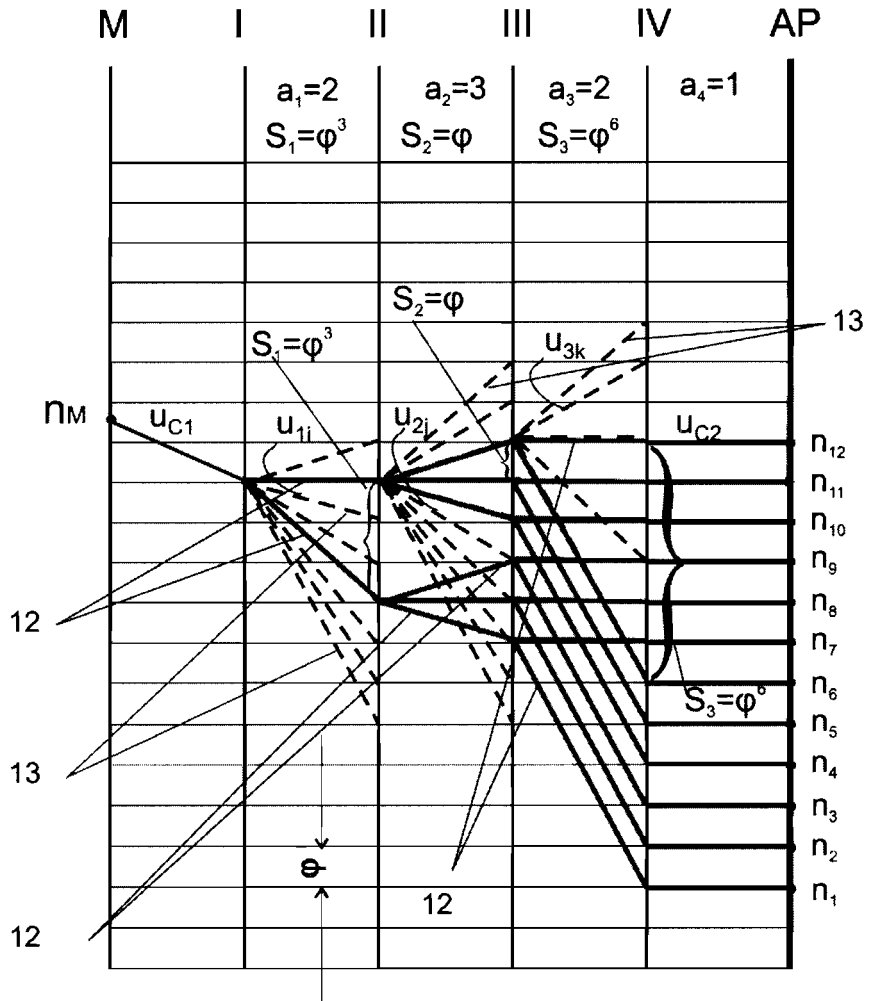


Figura 3

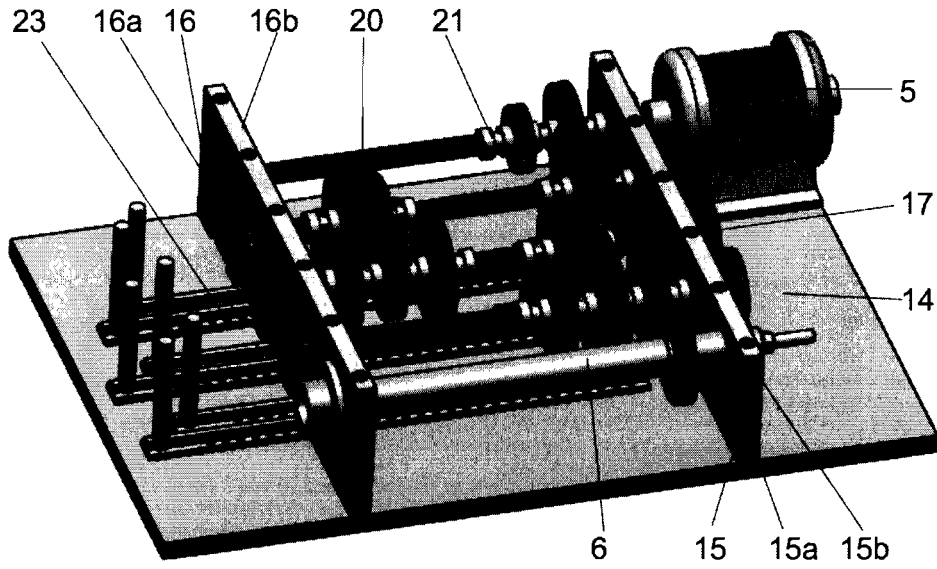


Figura 4

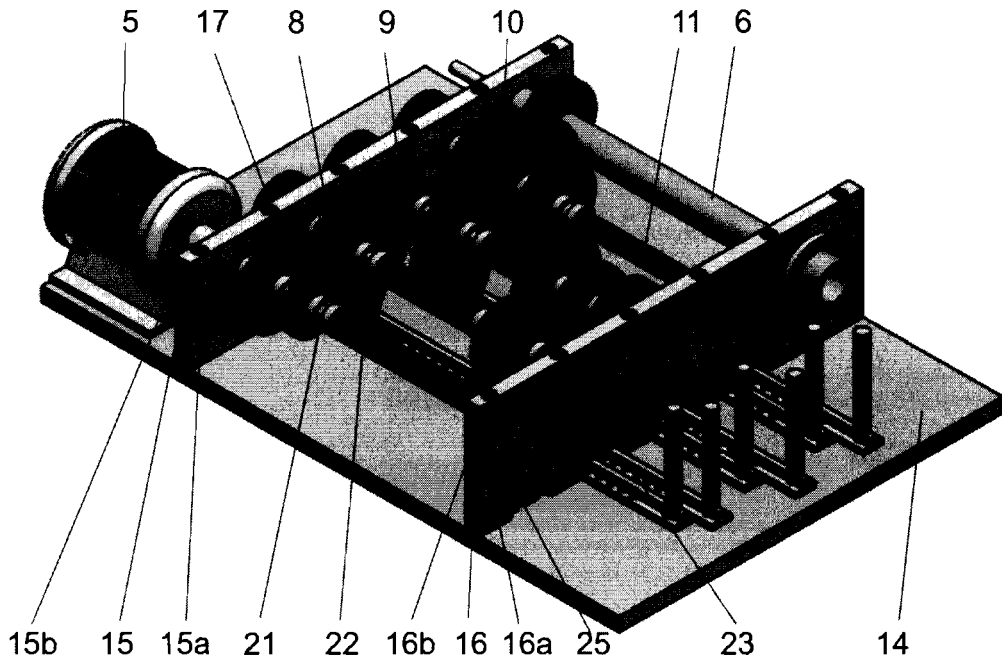


Figura 5

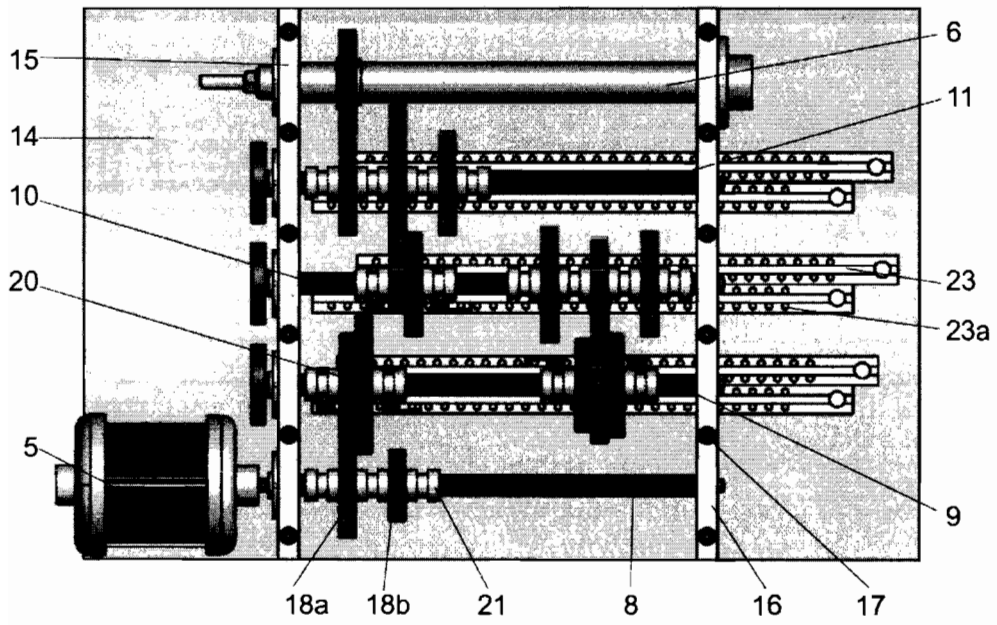


Figura 6

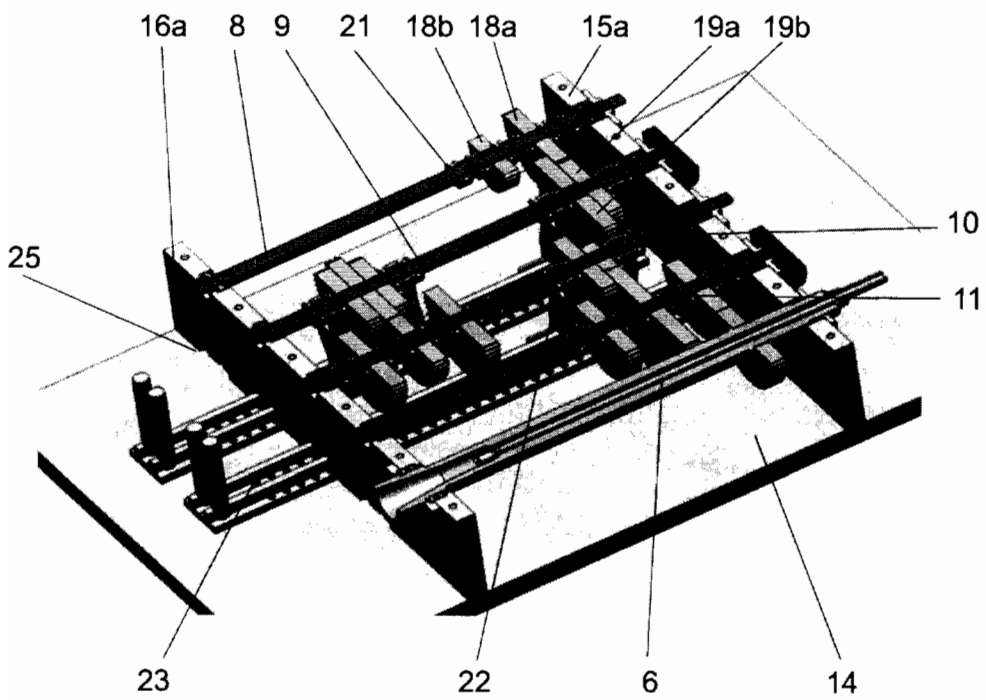


Figura 7

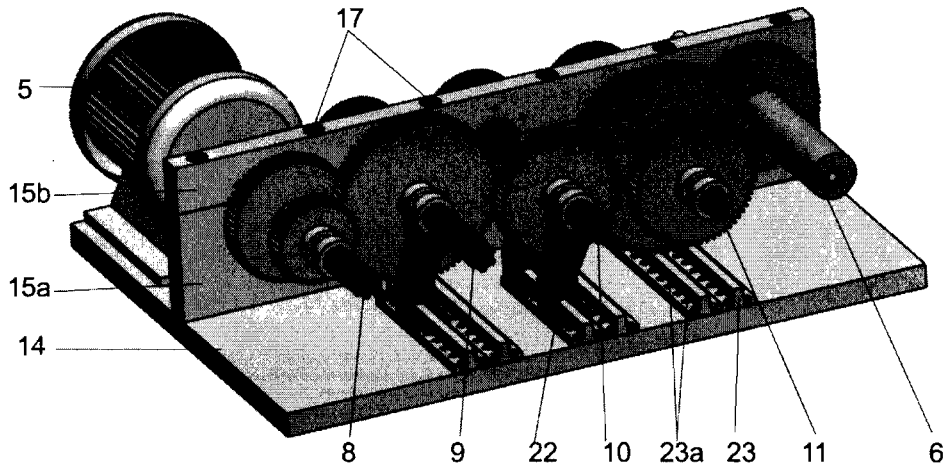


Figura 8

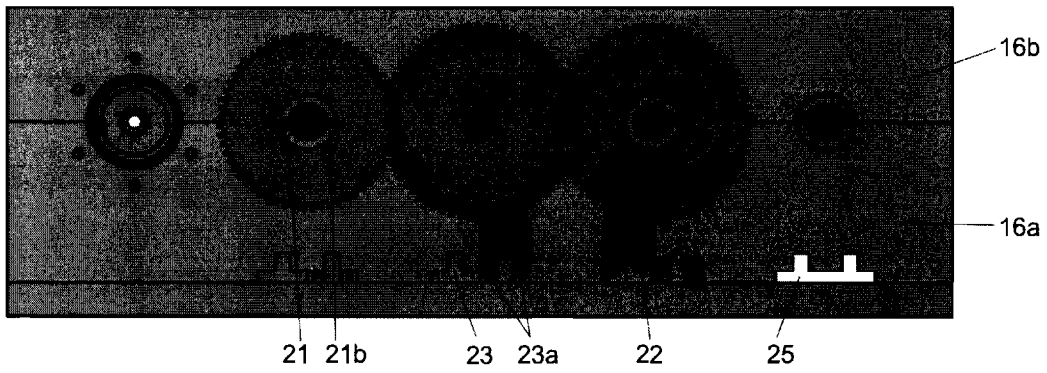


Figura 9

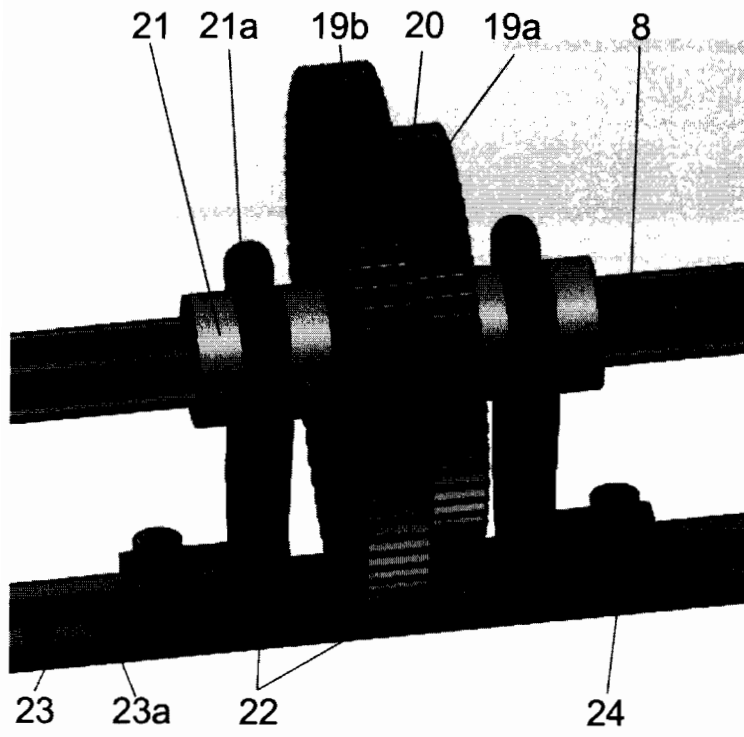


Figura 10

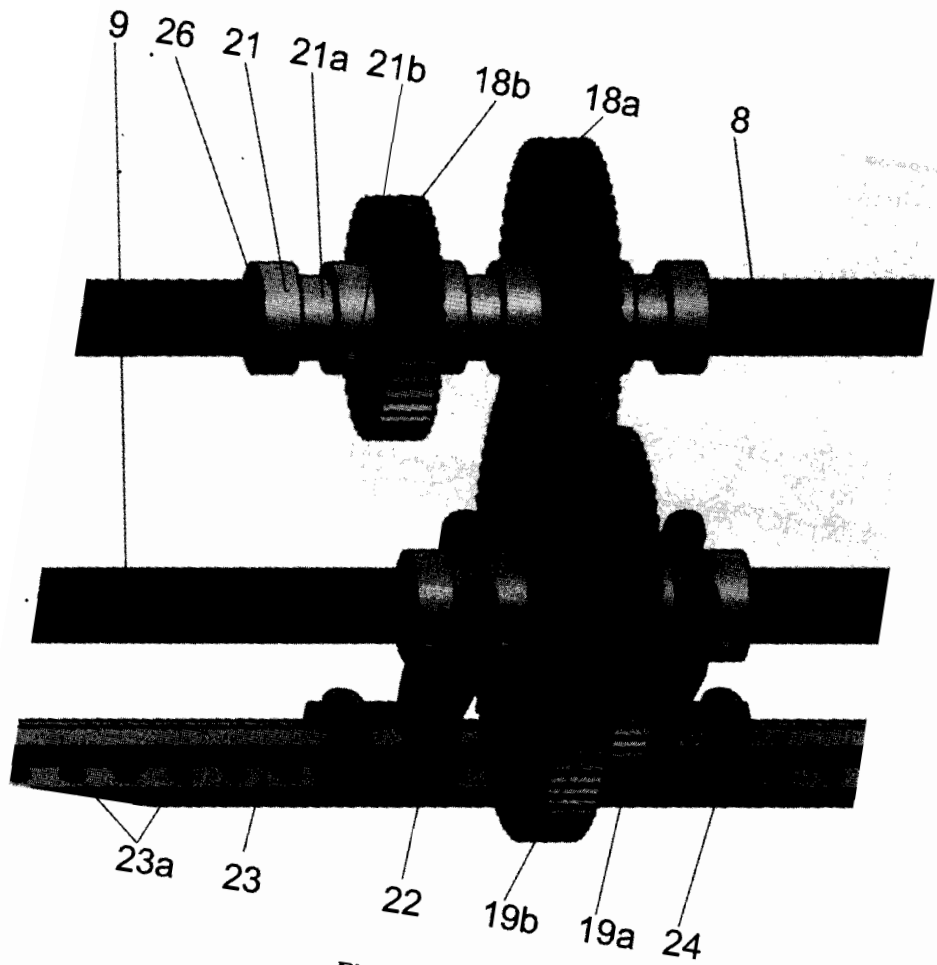


Figura 11

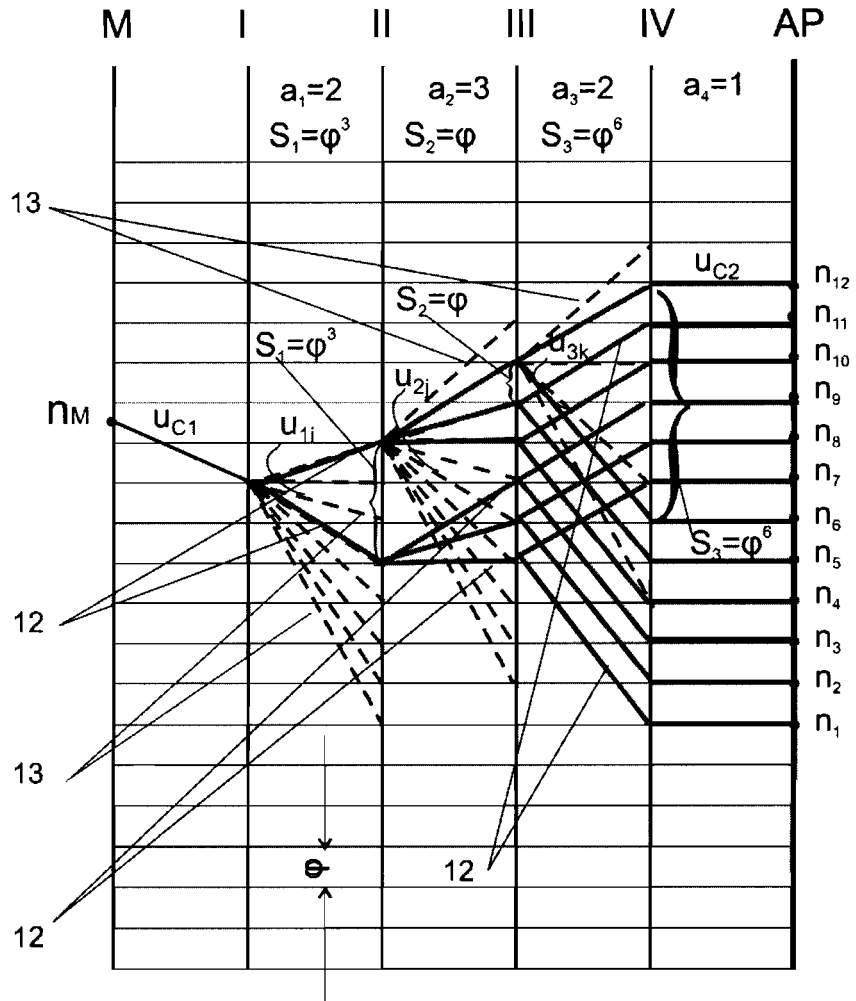


Figura 12

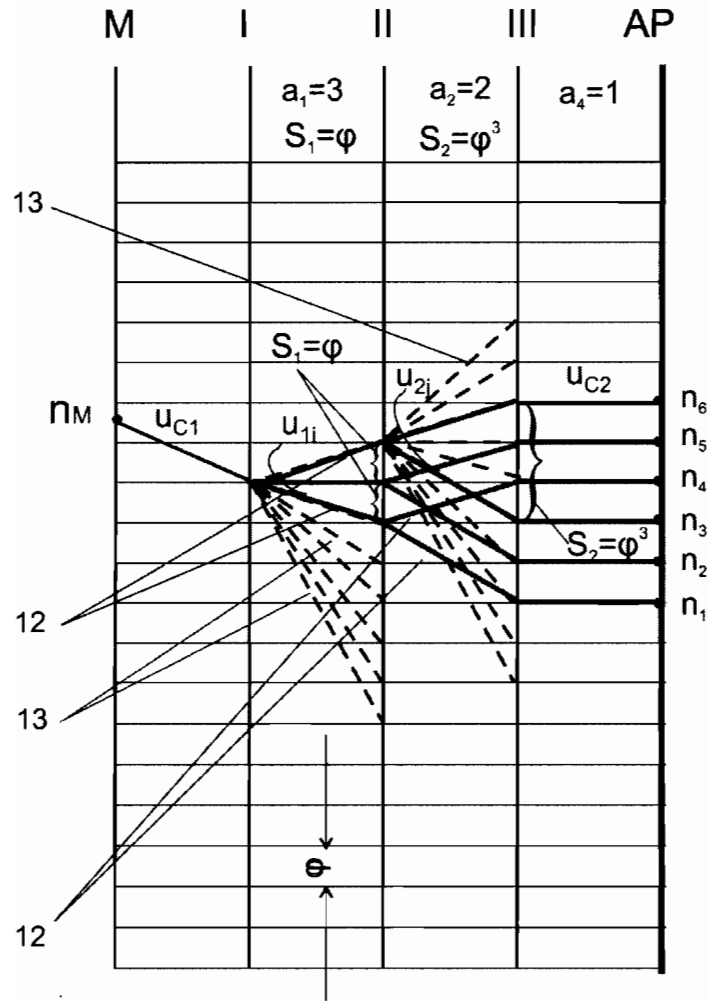


Figura 13