



# REDUCTOR MECANIC CU RAPORT DE TRANSMITERE VARIABIL, AUTOADAPTIV

## DESCRIEREA INVENȚIEI

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2019 eo 889
Data depozit 12-12-2019

### Descrierea generală în contextul actual

Invenția se referă la un reductor mecanic integrat în transmisia unui automobil propulsat de un motor electric, cu scopul de a reduce consumul de energie electrică, necesară motorului, în timpul rulării în condiții reale de drum și de a îmbunătăți dinamica.

Spre deosebire de vehiculele propulsate convențional, cu ajutorul motoarelor cu ardere internă, la care transmisia include o cutie de viteze cu mai multe trepte, la majoritatea soluțiilor constructive actuale ale transmisiilor automobilelor propulsate exclusiv electric, transmiterea cuplului motor de la motorul electric la puntea motoare este asigurată prin intermediul unui reductor mecanic cu o singură treaptă și a unui diferențial, ceea ce face ca motorul electric să funcționeze într-o plajă largă de turații, cu consum mărit de energie. În acest caz, valoarea raportului de transmitere singular este ales în așa fel încât să asigure cel mai bun echilibru între performanțele de accelerare și viteza maximă atinsă de automobilul electric. Alegerea unui raport de transmitere prea mic favorizează accelerarea, dar viteza maximă atinsă are o valoare mai redusă. Pe de altă parte, un raport de transmitere prea mare conduce la o valoare maximă a vitezei atinse spre limita extremă, dar apar penalizări privind accelerarea.

Există și excepții. Spre exemplu, Formula E utilizează monoposturi având cutii de viteze cu trei trepte (<https://www.drivingelectric.com/your-questions-answered/95/do-electric-cars-have-gearboxes>).

Sunt cunoscute în literatura de specialitate diverse soluții constructive asemănătoare celei prezentate aici. Spre exemplu: "Reductor diferențial cu două trepte de reducere" (Brevet de invenție RO 122685 B1/Szabo Adam și alții), „Reductor magnetic cu raport de transmisie în trepte” (Brevet de invenție RO 130450 B1/ Fodorean Daniel) și „Reductor multiplicator de putere” (Brevet de invenție RO 126331 A0/Dănilă Iftimie). Dezavantajul acestor soluții constructive este acela că nu permit varierea continuă a raportului de transmitere funcție de momentul rezistent.

Invenția de față vine să înlăture dezavantajele prezentate mai sus prin varierea continuă a raportului de transmitere a reductorului între două limite extreme, în funcție de valoarea momentului rezistent ( $M_c$ ) al consumatorului.

Variația raportului de transmitere se realizează între două valori fixe, alese constructiv, astfel încât motorul electric să funcționeze pe o plajă restrânsă de turații, cu consum redus de energie.

Au fost făcute următoarele notații (vezi figura 1):

$i_T$  – raportul de transmitere total al reductorului,

$\omega_m$  – viteza unghiulară de rotație a motorului,

$\omega_c$  – viteza unghiulară de rotație a arborelui de ieșire,

$\omega_1$  – viteza unghiulară de rotație a roții dințate cilindrice cu dinți dreپți (1),

$\omega_2$  – viteza unghiulară de rotație a roții dințate cilindrice cu dinți dreپți (2),

$\omega_{1'}$  – viteza unghiulară de rotație a roții dințate cilindrice cu dinți dreپți (1'),

$\omega_{2'}$  – viteza unghiulară de rotație a roții dințate cilindrice cu dinți dreپți (2'),

$M_m$  – momentul motor al motorului,

$M_c$  – momentul rezistent al consumatorului.

### Descrierea constructivă

Reductorul este compus dintr-o carcasă turnată (C), cu plan de separație, formată din două corpuri, în care este montat un arbore de intrare ( $A_i$ ) (vezi figura 1). Pe acesta sunt montate liber roțile dințate cilindrice cu dinți dreپți (1) și (2), solidare cu roțile dințate conice cu dinți dreپți ( $1_a$ ) și ( $2_a$ ). Solidarizarea celor două perechi de roți dințate: (1) cu ( $1_a$ ) și respectiv (2) cu ( $2_a$ ) se face prin îmbinarea acestora cu ajutorul penelor. Roțile dințate conice cu dinți dreپți ( $1_a$ ) și ( $2_a$ ) sunt în angrenare permanentă cu două pinioane satelit (3), pinioane ce sunt montate liber pe un port satelit ( $3_a$ ), montat, la rândul său fix, prin intermediul unor caneluri, pe arborele de intrare ( $A_i$ ).

Tot în interiorul carcasei este montat și arborele de ieșire ( $A_e$ ), cuplat direct la consumator. Pe acesta sunt montate liber roțile dințate cilindrice cu dinți dreپți (1') și (2') solidare cu roțile dințate conice cu dinți dreپți ( $1'_a$ ) și ( $2'_a$ ). Solidarizarea celor două perechi de roți dințate: (1') cu ( $1'_a$ ) și respectiv (2') cu ( $2'_a$ ) se face prin îmbinarea acestora cu ajutorul penelor. Roțile dințate conice cu dinți dreپți ( $1'_a$ ) și ( $2'_a$ ) sunt în angrenare permanentă cu două pinioane satelit (3'), pinioane ce sunt montate liber pe un port satelit ( $3'_a$ ), montat, la rândul său fix, prin intermediul unor caneluri, pe arborele de ieșire ( $A_e$ ).

Roata dințată cilindrică cu dinți dreپți (1) se află în angrenare permanentă cu roata dințată cilindrică cu dinți dreپți (1') cu raportul de transmitere ( $i_1$ ).

Roata dințată cilindrică cu dinți dreți (2) se află în angrenare permanentă cu roata dințată cilindrică cu dinți dreți (2') cu raportul de transmitere ( $i_2$ ).

Constructiv se alege  $i_1 > i_2$ .

În afara elementelor și reperelor principale descrise și enumerate mai sus, reperi ce definesc constructiv reductor mecanic cu raport de transmitere variabil, autoadaptiv, în alcătuirea acestuia mai intră o serie de organe de asamblare, fixare și blocare.

### Descrierea funcțională

Arborele de intrare  $A_i$  este acționat de motorul electric cu viteza unghiulară  $\omega_m$  și un cuplu motor  $M_m$ , dezideratul principal fiind acela de a menține constante ambele mărimi în timpul funcționării. Arborele de ieșire  $A_e$  este cuplat direct la consumator, el rotindu-se în timpul funcționării cu viteza unghiulară  $\omega_c$  - variabilă.

Mișcarea de rotație cu viteza unghiulară  $\omega_m$  primită de arborele de intrare  $A_i$  de la motorul electric al vehiculului este transmisă, prin intermediul port satelitului (3<sub>a</sub>) și a celor două pinioane satelit (3), la roțile dințate conice (1<sub>a</sub>) și (2<sub>a</sub>) și implicit la roțile dințate cilindrice (1) și (2), care se vor roti cu vitezele unghiulare  $\omega_1$ , respectiv  $\omega_2$  respectând relația:  $2\omega_m = \omega_1 + \omega_2$ .

$\omega_1$ ,  $\omega_2$  și  $\omega_m$  au același sens de rotație.

În continuare, mișcarea de rotație de la roata (1) se transmite la roata (1'), care se va roti cu  $\omega'_1$ , raportul de transmitere fiind  $i_1$ , iar mișcarea de rotație de la roata (2) se transmite la roata (2'), care se va roti cu  $\omega'_2$ , raportul de transmitere fiind  $i_2$ . Constructiv, se alege  $i_1 > i_2$ . Prin intermediul roților cilindrice (1') și (2') și a celor conice (1'<sub>a</sub>) și (2'<sub>a</sub>) mișcarea de rotație se transmite celor două pinioane satelit (3') care, prin intermediul port satelitului (3'<sub>a</sub>) transmit mișcarea de rotație arborelui de ieșire  $A_e$ , arbore ce se va roti cu viteza unghiulară  $\omega_c$ , astfel încât se va respecta relația:  $2\omega_c = \omega_{1'} + \omega_{2'}$ .

### Calculul cinematic

$$i_T = \frac{\omega_m}{\omega_c} = \frac{M_c}{M_m} \quad (1)$$

$$2\omega_m = \omega_1 + \omega_2 \quad (2)$$

$$2\omega_c = \omega_{1'} + \omega_{2'} \quad (3)$$

$$i_1 = \frac{\omega_1}{\omega_{1'}} \quad (4)$$



$$i_2 = \frac{\omega_2}{\omega_{2'}} \quad (5)$$

$$i_1 > i_2 \quad (6)$$

$\omega_m$  și  $M_m$  sunt considerate constante în timpul funcționării.

Din relațiile (1), (2), (3), (4) și (5) rezultă formula raportului de transmitere total

$$i_T = \frac{2i_1 i_2 \omega_m}{i_2 \omega_1 + i_1 \omega_2} \quad (7)$$

Scopul urmărit este acela de a varia continuu crescător raportul de transmitere total  $i_T$ , astfel încât motorul electric să poată învinge creșterea continuă a momentului rezistent  $M_c$ , menținând viteza unghiulară  $\omega_m$  și momentul motor  $M_m$  constante.

Din relația (7) se observă că numărătorul este o constantă,  $i_1$  și  $i_2$  fiind constante constructiv, iar  $\omega_m$  este impusă deliberat ca fiind constantă. Deci, unica variabilă din formula (7) este numitorul. Rezultă că valoarea maximă a lui  $i_T$  este dată de valoarea minimă a numitorului fracției din (7). La limită, când numitorul devine zero,  $i_T$  tinde la infinit.

Deci, presupunând că:

$$i_2 \omega_1 + i_1 \omega_2 = 0 \quad (8)$$

rezultă:  $i_T \rightarrow \infty$ , adică raportul de transmitere total este nelimitat superior, ceea ce se traduce prin  $\omega_c = 0$ , conform relației (1).

Din (8) rezultă:

$$\omega_2 = -\frac{i_2}{i_1} \omega_1 \quad (9)$$

și

$$\omega_1 = -\frac{i_1}{i_2} \omega_2 \quad (10)$$

Din (2) și (9) rezultă:

$$\omega_1 = \frac{2i_1}{i_1 - i_2} \omega_m \quad (11)$$

Din (2) și (10) rezultă:

$$\omega_2 = -\frac{2i_2}{i_1 - i_2} \omega_m \quad (12)$$

Din (12) tragem concluzia că, în acest caz, roata dințată cilindrică cu dinți drepți (2) își schimbă sensul de rotație.

Pentru a limita superior raportul de transmitere total  $i_T$  se montează în interiorul carcasei o roată dințată cilindrică, cu dinți drepți (4), cu mișcare unisens, ce se află în angrenare permanentă cu roata dințată cilindrică cu dinți drepți (2'), ceea ce face ca aceasta să fie împiedicată să-și schimbe sensul de rotație, valoarea minimă a vitezei sale unghiulare fiind zero (vezi figura 2). Astfel, valoarea lui  $\omega_2$  devine zero, iar valoarea maximă a raportului de transmitere total  $i_T$  va fi  $i_1$ .

Cum:  $M_m$  și  $\omega_m$  sunt considerate constante, iar  $M_c$  și  $\omega_c$  sunt valori variabile, rezultă o variație continuă a raportului de transmitere  $i_T$  în intervalul  $(i_2, i_1]$  astfel încât:

$$M_c = i_T \cdot M_m \quad (13)$$

După cum se poate observa, limitele între care poate varia  $i_T$  pot fi modificate prin modificarea rapoartelor de transmitere  $i_1$  și  $i_2$ .

# REDUCTOR MECANIC CU RAPORT DE TRANSMITERE VARIABIL, AUTOADAPTIV

## REVEDICARE

Reductorul mecanic cu raport de transmitere variabil, autoadaptiv, **caracterizat prin aceea că** permite varierea continuă, autoadaptivă a raportului de transmitere total  $i_T$ , funcție de valoarea momentului rezistent  $M_c$ , între valorile  $i_1$  și  $i_2$ , asigură funcționarea motorului electric pe o plajă restrânsă de turații și cu consum minim de energie electrică.

Caracteristica principală constă în posibilitatea de variere continuă a vitezelor unghiulare de rotație ale roților dințate cilindrice cu dinți drepți (1) și (1') – treapta 1 a reductorului, respectiv (2) și (2') – treapta 2 a reductorului, în funcție de valoarea momentului rezistent  $M_c$ . Astfel, se permite funcționarea motorului electric cu un cuplu motor  $M_m$  cvasiconstant, în timp ce cuplul rezistent  $M_c$  se poate modifica pe o plajă de valori relativ largă.

Reductorul limitează superior raportul de transmitere total  $i_T$  la valoarea  $i_1$  prin montarea suplimentară a roții dințate cilindrice cu dinți drepți (4), cu mișcare unisens, ce se află în angrenare permanentă cu roata dințată cilindrică cu dinți drepți (2'), împiedicând inversarea sensului de rotație a acesteia.

# REDUCTOR MECANIC CU RAPORT DE TRANSMITERE VARIABIL, AUTOADAPTIV

## DESENE EXPLICATIVE

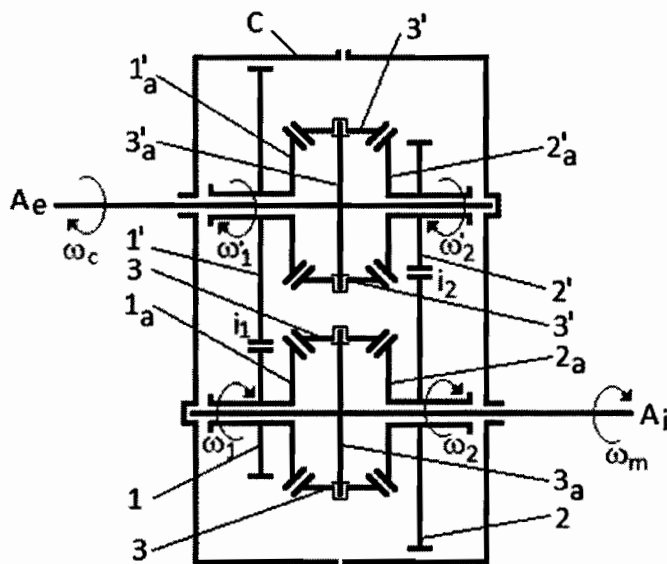


Figura 1

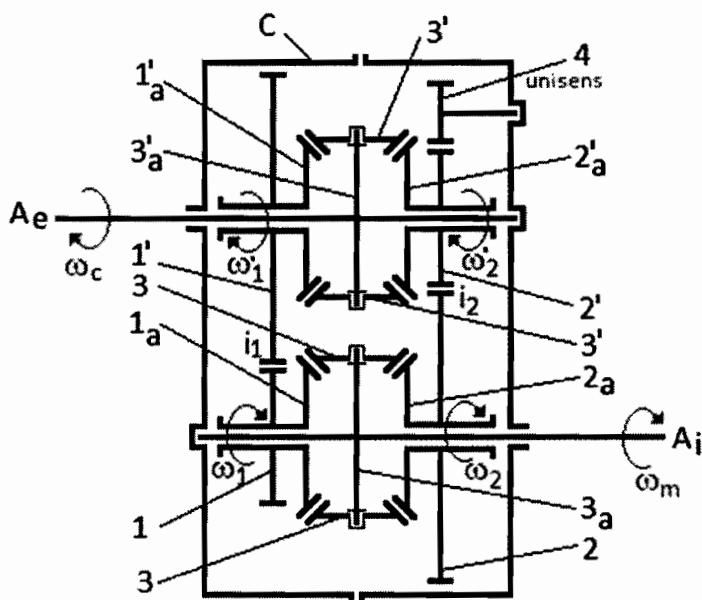


Figura 2



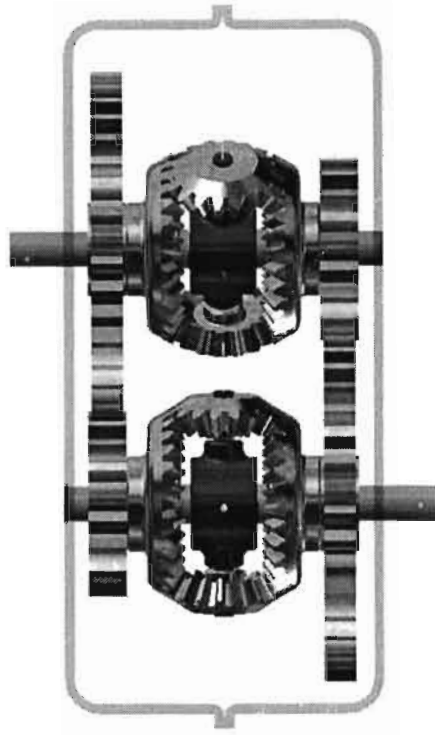


Figura 3

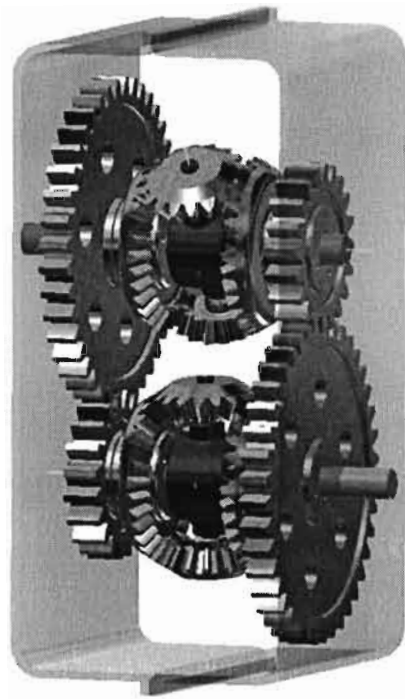


Figura 4

*Handwritten signature*