

# REFABRICAREA LANȚULUI CINEMATIC PRINCIPAL LA CENTRELE DE PRELUCRARE

NIȚĂ Viorel Constantin

Conducător științific: Prof.dr.ing Dan PRODAN

**REZUMAT:** În cadrul lucrării se prezintă câteva dintre cercetările experimentale și teoretice realizate în ultimul timp în domeniul acționării lanțurilor cinematice principale de la centrele de prelucrare. În lucrare sunt prezentate variante de cutii de viteze cu două trepte. Metodele de calcul prezentate țin cont de cerințele cinematice dar și de cele de forta (cuplu). Se vor prezenta metode și mecanisme de reglare ale raportului de transfer în lanțul cinematic principal. Vor fi prezentate și câteva cutii de viteze și lanțuri cinematice principale ale unor centre de prelucrare.

**CUVINTE CHEIE:** centre de prelucrare, lanț cinematic principal, mașini-unelte, cutie de viteze.

## 1 INTRODUCERE

Lanțul cinematic principal este un lanț cinematic generator, ce asigură pe traiectoria directoarei sau pe oricare din componentele acesteia, viteza principală de așchiere, aceasta fiind cea mai mare componentă a vitezei reale de așchiere.

Centrul de prelucrare este o mașină-unealtă ce derivă din: mașină de alezat și frezat, mașină de gaurit și strung, mașină de frezat, comandată numeric, căreia i se adaugă o magazie de scule și un mecanism de schimbare și transfer a sculei.

## 2 LANȚUL CINEMATIC PRINCIPAL

### 2.1 Generalități

Structura lanțului cinematic principal de la centrele de prelucrare este asemănătoare cu a celorlalte mașini-unelte. O caracteristică a centrelor de prelucrare o constituie gama mare de viteze de așchiere, datorită utilizării sculelor de diferite dimensiuni și tipuri, a materialelor folosite, precum și a diversității suprafețelor prelucrate.

Viteza principală de așchiere poate varia între 5m/min în cazul filetării și 200m/min în cazul frezării. Domeniul turațiilor arborelui principal este destul de vast.

### 2.2 Funcția de reglare a lanțului cinematic principal

La majoritatea mașinilor-unelte principala funcție pe care o are lanțul cinematic principal este de REGLARE, dorindu-se ca valoarea vitezei reale de așchiere să fie cât mai apropiată de viteza tehnologică de așchiere.

Există 2 tipuri de reglare:

- reglarea discontinuă care se poate realiza fie prin intermediul transmisiei prin curele sau prin intermediul roților dintate. Mecanisme de reglare discontinue sunt reprezentate de: cutii de viteze, roți de schimb, ori transmisii prin conuri în trepte. Un principalul avantaj al acestor mecanisme îl constituie faptul că au un domeniu larg de reglare.

- reglarea continuă se obține prin intermediul sistemelor speciale mecanice, hidraulice, electrice ori combinații ale acestor. Aceste mecanisme pot avea orice raport de transfer din domeniul de variație, principalul dezavantaj fiind că acest domeniu de variație este mai mic decât în cazul anterior.

## 3 CUTILE DE VITEZE

Se consideră raportul de transfer al cutiei de viteze CV, acționată de un motor electric (ME), pentru un anumit reglaj este  $i$  ( $i < 1$ ), se poate considera:

$$n_{CV} = n_{ME} \cdot i \quad (1)$$

$$M_{CV} = M_{ME} \cdot i^{-1} \quad (2)$$

---

Specializarea Mașini Unele și Sisteme de Producție, Facultatea IMST;

E-mail: [nita\\_costin17@yahoo.com](mailto:nita_costin17@yahoo.com);

## Refabricarea lanțului cinematic principal la centrele de prelucrare

În relațiile de mai sus s-au notat:  $n_{CV}$ -turația la iesirea din cutia de viteze,  $n_{ME}$ -turația motorului electric de antrenare,  $M_{CV}$ -cuplul la iesirea din cutia de viteze,  $M_{ME}$ - cuplul la nivelul motorului electric.

În general cutiile de viteze utilizate au două trepte. De cele mai multe ori se optează pentru varianta de a se achiziționa o cutie de la firme specializate.

Avantajele cutiilor de viteze sunt:

- circuit de ungere este separat de cel al restului mașinii, ceea ce reduce transmiterea de căldură către arborele principal;

- jocurile de întoarcere sunt reduse ceea ce permite utilizarea lor în cazul axelor controlate numeric;

- zgomot redus;

- randament ridicat, peste 95%;

- cuplarea la arborele principal deservit prin curele dinate, împiedică transmiterea vibrațiilor;

- schimbarea gamei se face cu un dispozitiv integrat în cutia de viteze, acționat electric, pneumatic sau hidraulic.

### 3.1 Cutie de viteze ZF

În refabricarea sau modernizarea lanțului cinematic principal se utilizează cutii de viteze ZF (figura 1).

Se prezintă schema cinematică a unei astfel de cutii de viteze care prezintă 2 trepte: 1:1 și 1:4 (figura 2).



Fig. 1. Cutie de viteze ZF cu două trepte

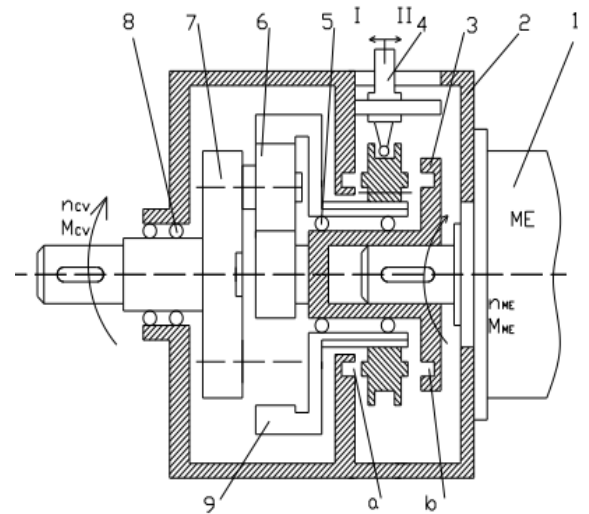


Fig. 2. Schema cinematică a cutiei de viteze ZF

Motorul electric 1- ME este prins direct pe cutia de viteze 2 - CV. Arborele motorului antrenează roata dințată 3. Dacă baladorul 4 este cuplat în treapta I, prin orificiile a, mișcarea ajunge la sateliții 6 și apoi la arborele de ieșire 7, iar roata cu dantură interioară 9 este blocată, realizându-se treapta care asigură raportul 1-4.

Dacă baladorul este pe poziția II, în orificiile b, sateliții 6 și roata 9 asigură raportul de 1-1. Cu 5 și 8 au fost notate sistemele ce asigură lăgruirea.

În general, mișcarea de la arborele de ieșire al cutiei de viteze ajunge la arborele principal prin transmisiile cu curele. Această soluție elimină transferul căldurii și vibrațiile spre arborele principal.

### 3.2 Integrarea cutiilor de viteze în lanțurile cinemate de la centrele de prelucrare

#### 3.2.1 Legare directă între ME și CV

În cazul în care cutia de viteze este legată direct la motorul electric, schema cinematică aferentă este reprezentată în figura 3.

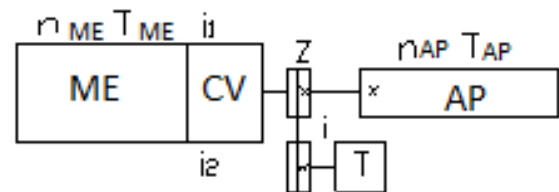


Fig. 3. Schema cinematică legare directă ME-CV

ME-motor electric, AP-arbore principal, T-traductor de pozitie rotativ,  $n_{ME}$ -turația motorului

electric,  $n_{AP}$ -turația arborelui principal,  $T_{ME}$ -momentul motorului electric,  $T_{AP}$ -momentul la arborele principal,  $i$ -raport de transfer.

La nivelul arborelui principal se obțin cuplurile și turațiile specifice motorului în cazul în care cutia de viteze asigură raportul  $i_1$ . La nivelul arborelui principal se obțin turațiile demultiplicate cu raportul  $i_2$  în cazul în care cutia de viteze este trecută în poziția secundă. Astfel mometul arborelui principal se multiplică  $i_2^{-1}$

$$n_{AP} = n_{ME} \cdot i_1 \quad (3)$$

$$T_{AP} = T_{ME} \cdot \frac{1}{i_1} \quad (4)$$

$$n_{AP} = n_{ME} \cdot i_2 \quad (5)$$

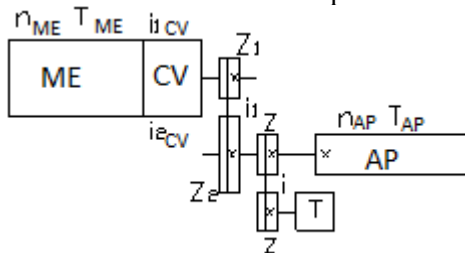
$$T_{AP} = T_{ME} \cdot \frac{1}{i_2} \quad (6)$$

În funcție de treapta cutiei de viteze, raportul total de transfer al lanțului cinematic este:

$$i_T = i_{1(2)} \quad (7)$$

### 3.2.2 Prezența unei transmisii cu curea dințată

Prezența unei transmisii cu curea dințată între iesirea din cutia de viteze și arborele principal asigură o amplificare a cupului, schema cinematică aferentă este reprezentată în figura



4.

Fig. 4. Schema cinematica ME-TCD-AP

ME-motor electric, AP-arbore principal, T-traductor de pozitie rotativ,  $n_{ME}$ -turația motorului electric,  $n_{AP}$ -turația arborelui principal,  $T_{ME}$ -momentul motorului electric,  $T_{AP}$ -momentul la arborele principal,  $i$ -raport de transfer.

$$n_{AP} = n_{ME} \cdot i_{1CV} \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \quad (8)$$

$$T_{AP} = T_{ME} \cdot \frac{1}{i_{1CV}} \cdot \frac{Z_2}{Z_1} \quad (9)$$

$$n_{AP} = n_{ME} \cdot i_{2CV} \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \quad (10)$$

$$T_{AP} = T_{ME} \cdot \frac{1}{i_{2CV}} \cdot \frac{Z_2}{Z_1} \quad (11)$$

În funcție de treapta cutiei de viteze, raportul total de transfer al lanțului cinematic este:

$$i_T = i_{1(2)CV} \cdot \frac{Z_1}{Z_2} \quad (12)$$

Față de varianta ulterioară se obțin turații mai joase dar cupluri mai mari. Prin utilizarea numai a transmisiilor cu curele dințate se obține o diminuare a jocurilor de întoarcere, un lucru foarte important când se dorește prelucrarea unor suprafețe complexe.

## 4 CUTII DE VITEZE ȘI LANȚURI CINEMATICE PRINCIPALE ALE UNOR CENTRE DE PRELUCRARE

### 4.1 Centrul de prelucrare prin strunjire EV630

Acest centru de prelucrare provine dintr-un strung paralel cu comandă numerică, al cărui cap revolver a fost înlocuit printr-un magazin de scule. Cutia de viteze (figura 5) este complet separată de păpușa fixă. În aceasta se găsesc cuplaje electromagnetice.

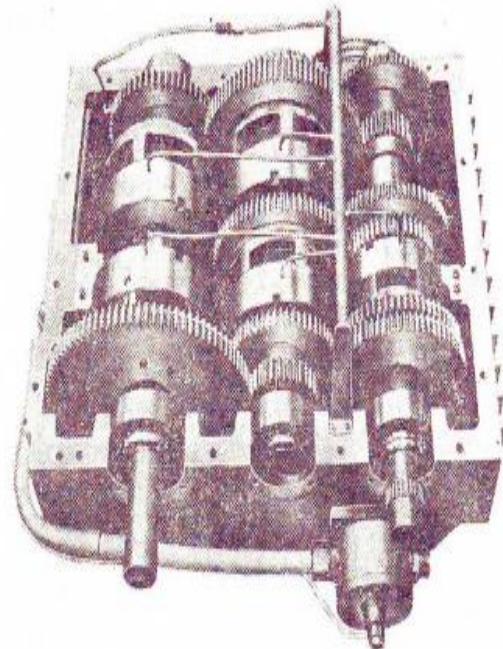


Fig. 5. Cutie de viteze CP EV630

Lanțul cinematic principal (figura 6) este acționat de un motor electric de 22 kW, cuplul maxim la arborele principal fiind de 560

daNm.

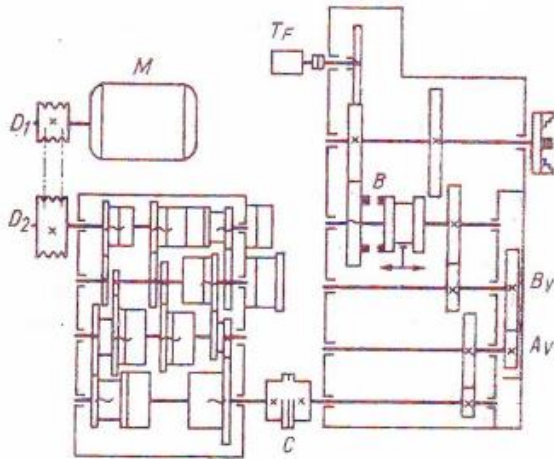


Fig. 6. Lanț cinematic principal CP EV630

În păpușa fixă se găsesc roțile de schimb Av și Bv, pentru reglarea turației arborelui principal, balador B, care este acționat manual, cu care se obțin două domenii de turații la arborele principal.

Roțile de schimb prezintă numerele de dinți: 33/66; 38/60; 44/55 și 49/49, ele putându-se monta și într-o ordine inversă. Având în vedere cuplajele existente în cutia de viteze, la arborele principal se obține un număr de 25 de turații

#### 4.2 Centrul de prelucrare EGO MC

Acesta prezintă o construcție de lanț cinematic principal acționat cu motor și reglat printr-o cutie de viteze cu baladori hidraulici.

Cutia de viteze (figura 7) este acționată de motorul M, cu o putere de 13 kW, care are în construcție un balador cu două poziții acționat hidraulic. Turațiile arborelui principal sunt cuprinse în intervalul 10-2000rpm, cu variație continuă la cuplu și putere constantă.

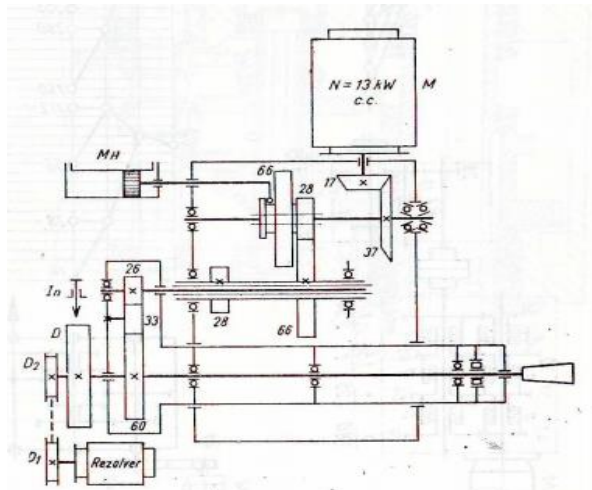


Fig. 7. Cutie de viteze CP EGO MC

#### 5 REALIZĂRI EXPERIMENTALE

Se realizează refabricarea unei mașini de alezat și frezat, aceasta devenind o mașină CNC.

În figura 8 se prezintă cutia de viteze în varianta originală.



Fig. 8. Cutie de viteze originală

Cutia de viteze din imagine asigură 16 trepte de turații. Arborele principal are gama de turații cuprinsă în intervalul 2-2100rpm.

Pentru refabricare s-a optat pentru o schemă cinematică ca în figura 9.

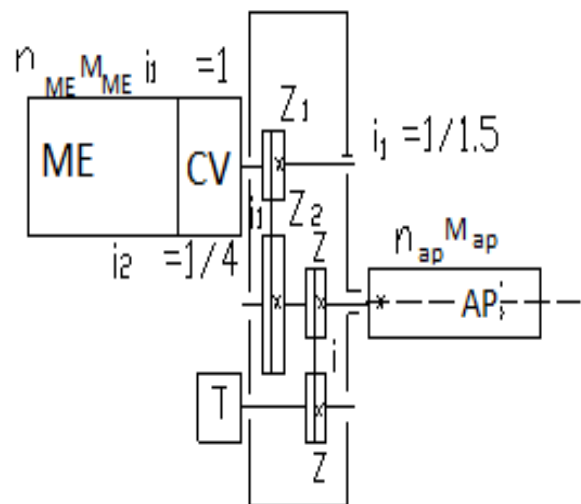


Fig. 9. Schema cinematică pentru refabricare

ME-motor electric, AP-arbore principal, T-traductor de pozitie rotativ,  $n_{ME}$ -turația motorului electric,  $n_{AP}$ -turația arborelui principal,  $M_{ME}$ -momentul motorului electric,  $M_{AP}$ -momentul la arborele principal,  $i$ -raport de transfer.

Caracteristicile motorului electric sunt:  
 $P_{ME}=18.5KW$ ,  $n_{APNom}=1500RPM$   $n_{APMax}=\dots$

8000RPM și  $M_{AP}=118\text{Nm}$ . Acesta antrenează o cutie de viteze cu două trepte ( $i_1=1, i_2=1/4$ ) care antrenează arborele principal prin intermediul unei transmisii cu curea dințată având raportul  $i_1=1/1.5$ .

Datorită faptului că există frecări în rulmenți, cutia de viteze și în transmisia cu curea există și pierderi, considerându-se astfel ca puterea maximă la arborele principal este de 17kw.

Caracteristicile cuplu-putere de la nivelul arborelui principal pentru treapta întâi sunt prezentate în figura 10, iar pentru treapta a doua sunt prezentate în figura 11.

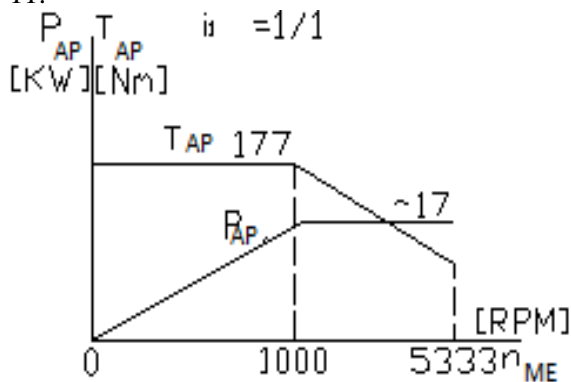


Fig. 10. Caracteristica cuplu-putere treapta întâi

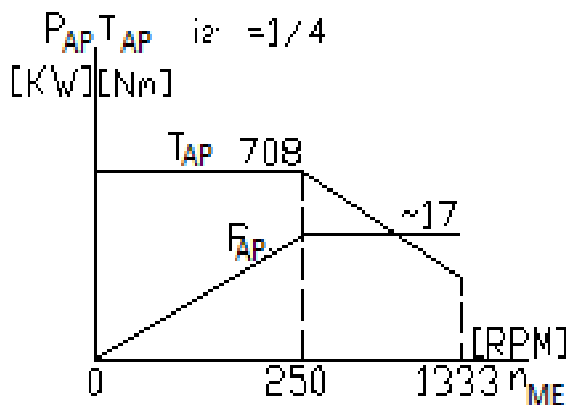


Fig. 11. Caracteristica cuplu-putere treapta a doua

După ce s-au verificat parametrii regimului de așchiere precum și a cerințelor lăgării, s-a optat pentru limitarea turației motorului la 2200rpm.

În carcasa prelucrată pentru noua acționare s-au montat: noua cutie de viteze, arborele principal și transmisia cu curea dințată. Montajul final al carcasei este prezentat în

figura 12.

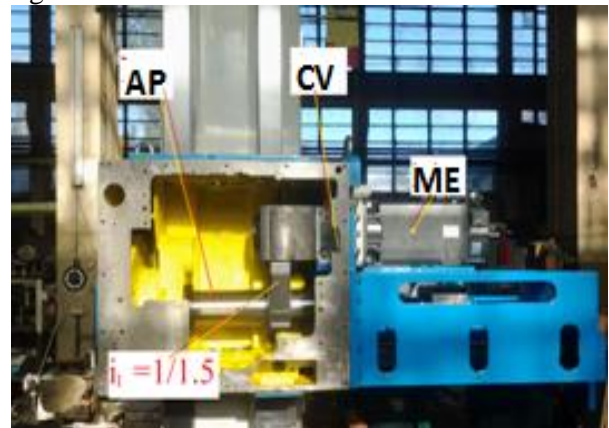


Fig. 12. Montaj final carcasă nouă

## 6 CONCLUZII

Transmisiiile cu curele dințate lucrează în condiții de precizie și siguranță la puteri mari, iar cutiile de viteze cu două trepte asigură posibilitatea transmiterii de puteri mari și foarte mari în condiții optime.

Lanțurile cinematice refabricate ce cuprind motoare cu turații reglabile, cutii de viteze și transmisii cu curele dințate, se întâlnesc din ce în ce mai des la mașinile-unelte modernizate.

Gama de turații este reglată în principal electric, de la motorul electric la cutia de viteze, transmisiiile cu curele dințate asigurând o amplificare a momentului.

Utilizarea unor astfel de lanțuri cinematice cu o structură mult mai simplă, reduce complexitatea prelucrării carcaselor și păpușilor fixe, totodată sporind și performanțele mașinilor-unelte.

## 7 BIBLIOGRAFIE

- [1]. Prodan, D. (2010), *MAȘINI-UNELTE GRELE Sisteme Mecanice și Hidraulice*, Editura Printech, București, ISBN 978-606-521-474-3.
- [2]. Botez, E. (1977), *MAȘINI-UNELTE Teoria*, Editura Tehnică, București
- [3]. Prodan, D. Marinescu, S. (2005), *REFABRICAREA ȘI MODERNIZAREA MAȘINILOR-UNELTE*, Editura Tehnică, București, ISBN 973-31-2255-6.
- [4]. Prodan, D. Construcția Mașinilor-Unelte, suport curs
- [5]. Catrina, D. Croitoru, S. Totu, A. (2003), *SISTEME FLEXIBILE DE PRELUCRARE PRIN AȘCHIERE*, Editura Bren, București