

# **ACTIONAREA MOTOARELOR DE CURENT CONTINUU ÎN SCOPUL DE A OBTINE TURATII VARIABLE LA PUTERE CONSTANTA**

**prof. univ. dr. ing. Pop Mircea Teodor\***  
**student Hirte Dorin\***  
**student Meszaros Csaba\***  
Universitatea din Oradea\*  
Facultatea de Inginerie Manageriala si  
Tehnologica\*

In the M.U. evolution, new solutions have been searched in order to replace the M.U.'s gear boxes by a driving device for continuous current engines.

This driving device is more efficient economically as well as from the point of view of the performances reached with its help, as the range rotations is larger than with that of the gear box, the power remaining constant for the whole range of rotations.

The paper presents an applied solution, in order to use a continuous - current engine at the main shaft of a lathe used in fine mechanics.

## **1. INTRODUCERE**

Utilizarea masinilor unelte cu comanda numerica a permis reducerea substantiala a timpilor de prelucrare datorita marimii vitezei de pozitionare, automatizarii lanturilor cinematice auxiliare, programarii ciclului de lucru, în timpul functionarii acestora.

Masiniile – unelte posedă mai multe organe mobile care, deplasându-se după diferite direcții, permit realizarea pieselor cu diferite configurații. Între aceste deplasări poate să existe sau nu legătura funcțională, depinzând de tipul mașinii-unelte. Astfel, la mașina de găurit această legătură nu este necesară, important fiind ca poziția finală a mesei să fie realizată cu precizie, deoarece de aceasta depinde precizia prelucrării. La mașinile de frezat sau la strunguri atunci când se prelucrează suprafețe profilate este absolut necesar ca între cele două deplasări ale organelor mobile să existe dependențele cerute, deoarece numai în acest caz va rezulta profilul dorit.

Astfel la unele mașini-unelte nu este necesară nici o reglare între diferitele deplasări, pe când la altele corelarea mișcărilor este absolut necesară. La prima categorie deplasările pot fi executate succesiv, cu sau fără prelucrare în timpul deplasării, pe când la a doua categorie, deplasările se execută simultan, existând o anumită combinație între acestea pentru a rezulta profilul dorit.

Prin comanda numerică (NC) se înțelege acel mod de comandă prin care diferitele informații necesare executării unei piese, cu o anumită configurație, se înregistrează codificat pe un purtător de informație și se prelucrează sub formă numerică de către un echipament electronic specializat, care emite comenzi organelor de execuție ale mașinii – unelte.

Această diferențiere a mașinilor-unelte după legătura funcțională a mișcărilor este importantă atât din punct de vedere tehnic cât și economic.

În evoluția mașinilor unelte se urmărește adoptarea unor soluții cu privire la înlocuirea cutiilor de viteze cu un dispozitiv electromecanic de acționare a motoarelor de curent continuu.

## 2. SOLUȚIE DE PRINCIPIU PENTRU ACȚIONAREA UNUI MOTOR DE CURENT CONTINUU

Soluția prezentată în figura 1 poate fi utilizată la acționarea principală a unui strung și este mai eficientă atât din punct de vedere economic cât și din punct de vedere al performanțelor, dovada fiind faptul că gama de turații disponibilă este mai mare decât cea de la cutiile clasice de viteze, iar puterea rămâne constantă.

Au fost luate în considerare următoarele variante de realizare posibile:

I – utilizarea unor echipamente achiziționate din comerț și adaptarea lor la soluția propusă (figura 1).

II – proiectarea unui dispozitiv de comandă specializat.

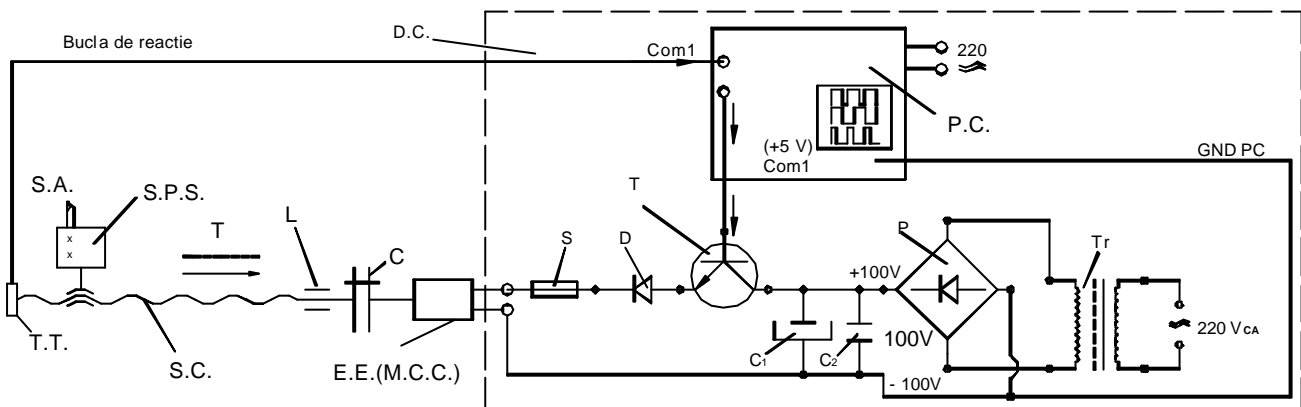


Figura 1. Schema acționării avansului longitudinal la un strung de mecanică fină

- E.E.** – element de execuție;  
**D.C.** – dispozitiv de comandă;  
**P.C.** – calculator personal;  
**L** – lagar;  
**S.C.** – surub conductor;  
**C** – cuplaj;  
**T.T.** – traductor de rotație;  
**S.P.S.** – sanie port scula;  
**S.A.** – scula aschietoare;  
**T** – Tranzistor BD345 (100[V] –14[A]);  
**S** – Siguranta fuzibila (3,15 [A]);  
**D** – Dioda ultrarapida de comutatie Mur144 (100[V]-14[A]);  
**C<sub>1</sub>** – Condensator electrolitic (10000 [mF] / 100[V]);  
**C<sub>2</sub>** – Condensator filtraj (10 [mF] / 200[V]);  
**P** – Punte redresoare (500[V] – 25[A]);  
**Tr** – Transformator cu miez feromagnetic si ecran între înfasurari (220 – 80 [V] / 15[A]).

S-au folosit pentru acționare:

- un motor de curent continuu (M.C.C.) cu parametri:  $P = 300$  [W],  $n = 180$  [rot/min] (turația nominală).
- un P.C. cu următoarele caracteristici: procesor Pentium II cu frecvență de 200[Hz].

La aceasta varianta functionarea dispozitivului de comanda implica urmatoarele aspecte importante:

- Transformatorul aduce tensiunea de la 220 [V] la 100 [V], dupa care puntea redresoare transforma curentul alternativ obtinut de la acesta în curent continuu;
- Condensatorul  $C_2$  are rol de filtru, iar condensatorul  $C_1$  are rolul de a compensa variatiile de tensiune;
- Curentul care intra în colectorul tranzistorului va ajunge la motor în momentul în care semnalul PWM produs de P.C. activeaza baza acestuia.
- Dioda D are rolul de a proteja a tranzistorul, iar siguranta S de protectie la scurt circuit.

Actionarea M.C.C. se realizeaza prin intermediul D.C., initializând la intrarea în tranzistor a unui impuls modulat de durata.

Termenul PWM este prescurtarea din limba engleza a termenului "pulse with modulation" a carui semnificatie în limba româna este de "modulatie de durata a impulsurilor" (MID).

Modularea PWM este obtinuta prin întreruperea semnalului de tensiune generat pâna la atingerea valorii de 0 [V] la diferite intervale de timp. Cu cât intervalul de timp  $t_{ns}$  creste, de la valoarea 0, turatia motorului va scadea.

În figura 2 sunt prezentate trei situatii comparative ale semnalului generat.

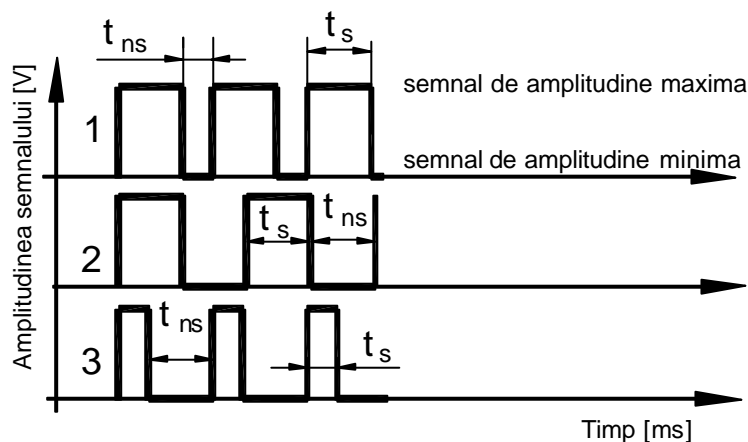


Figura 2. Modularea impulsurilor de durata (PWM)

- Caz: 1** – turatie mare;  
**Caz: 2** – turatie medie;  
**Caz: 3** – turatie mica.  
 $t_{ns}$  – timp nesemnal;  
 $t_n$  – timp semnal.

### 3. PROBLEME CARE AU INTERVENIT LA PUNEREA ÎN PRACTICA A SOLUTIEI ALESE SI MODALITATI DE REZOLVARE ALE ACESTORA

- Controlul motorului de curent continuu prin impulsuri de tensiune;
- Fenomenul PWM si încălzirea motorului;
- Inductanta circuitului.

### 3.1 CONTROLUL MOTORULUI DE CURENT CONTINUU PRIN IMPULSURI DE TENSIUNE

În cazul în care un motor de curent continuu este pornit prin cuplarea sa la o sursă de curent continuu, turatia acestuia va creste treptat, în acest fel realizându-se și o creștere a intensității curentului absorbit de acesta. Motoarele de curent continuu nu răspund instantaneu cuplării lor la tensiune, ajungând la viteza maximă după un anumit timp. Dacă alimentarea este întreruptă, înainte ca motorul să ajungă la viteza maximă, atunci acesta va începe să frâneze.

În cazul în care conectarea și deconectarea sursei de tensiune la bornele motorului se realizează destul de repede, motorul va funcționa cu o anumită turatie între zero și maxim. Aceasta conectare și deconectare este realizată de către regulatorul PWM.

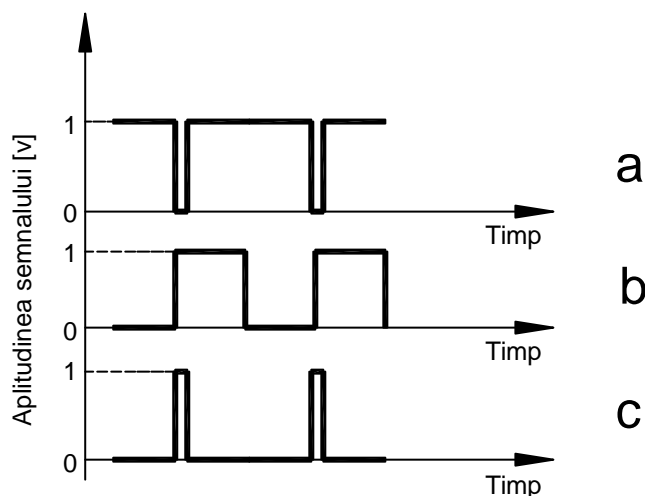


Figura 3. Formele de variație ale impulsurilor

*0 – amplitudine semnal mica;  
1 – amplitudine semnal mare;*

Considerând formele de variație din figura 3, dacă motorul este conectat la o sursă de curent continuu printr-un tranzistor de putere sau similar cu acesta, atunci în momentul în care tranzistorul este în conducție pentru o scurtă perioadă de timp și nu este în conducție pentru o mai lungă perioadă de timp, figura 3 a, rotorul motorului va avea o mișcare de rotație cu o turatie mai mică. În cazul b, tranzistorul este 50% din timpul de funcționare pe ciclu în stare de conducție și 50% din timpul de funcționare pe ciclu nu este în stare de conducție, atunci motorul va funcționa la jumătate din turatia nominală. În cazul în care tranzistorul este în stare de conducție pentru cea mai mare parte a timpului pe ciclu și nu este în stare de conducție decât pentru un timp foarte scurt motorul va funcționa la turatia maximă.

Punerea în practică a celor enunțate mai sus se realizează cu ajutorul unui generator de semnale PWM.

Generatorul de semnale este conectat la un motor de curent continuu prin intermediul unui tranzistor, care se va deschide și închide cu o frecvență de 20 [kHz]. Ținând cont de faptul că motoarele electrice, în general, nu ating viteza maximă instantaneu, motorul va funcționa la diferite turatii doar prin simpla schimbare a ratei de amplitudine a semnalului.

Este de asemenea știut faptul că majoritatea tranzistorilor și a componentelor similare acestora pot să funcționeze la această frecvență.

### 3.2 FENOMENUL PWM SI ÎNCALZIREA MOTORULUI

Fenomenul de încălzire are efect mai pronunțat atunci când frecvența este prea scăzută și curentul este discontinuu (sau cel puțin variabil peste undulațiile PWM) pentru că nu se menține curentul pe perioada în care amplitudinea semnalului are valoarea minimă a undulațiilor. Astfel că motorul va recepta curentul în impulsuri și nu în mod continuu.

Dacă motorul este alimentat doar 1/3 din intervalul de timp alocat unui ciclu cu amplitudinea semnalului PWM maximă (figura 3), cantitate de căldură preluată de motor va fi de trei ori mai mare. Totuși frecvența de repetiție a pulsului este destul de înaltă, inductanța motorului va cauza un efect de cerc închis și curentul va deveni stabil. De exemplu, motorul "Lynch" are o inductanță de numai 39  $[\mu\text{H}]$  (fiind una din cele mai scăzute inductanțe de motoare) și o rezistență de 0,016  $[\Omega]$ . Timpul constant pentru un circuit L-R este  $L/R$  care (pentru motorul "Lynch") de 2,4  $[\text{ms}]$ . Pentru un motor de tip "DPM40P4 (cu o putere nominală de 1  $[\text{kW}]$ ) inductanța este de 200  $[\mu\text{H}]$  și rezistența de 40  $[\text{m}\Omega]$  dând un timp constant de 5  $[\text{ms}]$ . Perioada de repetiție a pulsului trebuie scurtată semnificativ decât timpul constant al motorului.

Alt fenomen care poate influența funcționarea este cauzat de un fenomen cunoscut sub numele de "magneto - rigiditate", prin care apar sunete parazite de o frecvență înaltă care se încadrează în cea percepută de urechea umană.

### 3.3 INDUCTANȚA CIRCUITULUI

Prin utilizarea unor fire lungi pentru punerea în funcțiune a întregului montaj, se vor introduce inductanțe mari.

Doar prin simpla răsucire a firelor dintre sursa tranzistor și motor, se va reduce substanțial inductanța, cu condiția ca aceste fire să fie groase.

Timpul de închidere și deschidere al tranzistorului, depinde și de curentul și inductanța sursei, putând fi o importantă măsură al ciclului de funcționare. Atunci când tranzistorul se închide în mod abrupt, întrerupând curentul, curentul motorului nu este o problemă. Dar în momentul în care descărcarea curentului din condensator se produce instantaneu, acesta va reacționa printr-o creștere mare de tensiune. Această creștere se realizează până în momentul în care o componentă a montajului va ceda, în acest caz se atinge și tensiunea de destrămare în avalanșa a tranzistorului și ca urmare tranzistorul va menține această creștere. Menținerea tensiunii la cel mai înalt nivel se poate vizualiza cu ușurință cu ajutorul unui osciloscop. Tranzistorii sunt impuși pentru o avalanșă repetată de energie iar utilizatorul trebuie să se asigure circa  $1/2[L^2]$  stocat în inductanța ciclului de lucru a condensatorului fiind cu mult sub nivelul de siguranță a avalanșei repetabile de energie.

## 4. CONCLUZII

Prin implementarea unor astfel de dispozitive de comandă pentru elementele de execuție a utilajelor se va ridica substanțial randamentul acestuia.

În funcționarea utilajului, timpii de reglare ai turărilor se vor efectua instantaneu, de asemenea și trecerile la diferitele trepte de turăție, ceea ce va reduce substanțial timpul de obținere a unui reper dorit.

Din punct de vedere economic realizarea acestor dispozitive este foarte ieftin comparativ cu execuția, iar apoi utilizarea și întreținerea cutiilor de viteze tradiționale.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Lucrare de diploma “Conducerea unui strung de mecanica cu ajutorul calculatorului”  
**Elaborat de studentii : Hirte Dorin , Meszaros Csaba;   Coordontor: prof. univ. dr. ing. Pop Mircea Teodor**
- [2] Proiectarea optima, Octavian Radulescu, Mircea, Mihail Popovici, Ed. Tehnica, Bucuresti 2002.
- [3] Calculatoare automate si programabile, A. Petrescu, Ed. Didactica si Pedagogica, Bucuresti 1970.
- [4] Circuite digitale – Principii si practici folosite în proiectare, Jhon F. Wakerly. Ed. Teora, Bucuresti 2002.
- [5] Aparate electrice de comutatie. Gheorghe Hoftopar, Ed. Teora, Bucuresti 2002.
- [6] Comanda si controlul functionarii electrice. Vasile Dusa, Victor Vaida, Ed. Teora, Bucuresti 2002.
- [7] Masini – unelte si prelucrari mecanice, lucrari practice. Cioata Vasile G., Vasiu Teodor, Ed. Bibliofor Deva 2002.