

# **DETERMINAREA PARAMETRILOR DINAMICI AI ARBORILOR PRINCIPALI PE BAZA FUNCȚIEI DE TRANSFER**

**PETRE Ramiro, TOFAN Octavian,**

Conducător științific: Conf.dr.ing **Claudiu BASU**

**CUVINTE CHEIE:** Parametrii Dinamici ai Arborilor Principali

## **1 INTRODUCERE**

*Arbori principali  
Electrici*

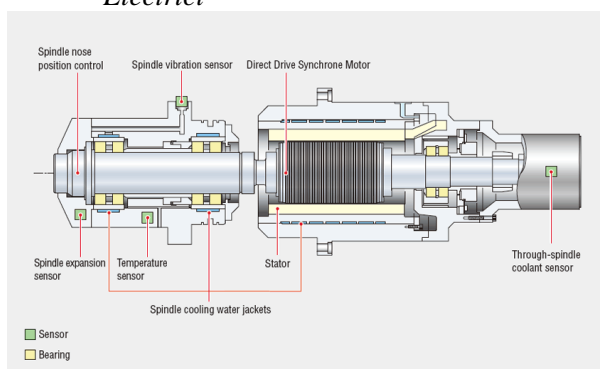


Fig 1 Electroarbore

*Antrenati mecanic*

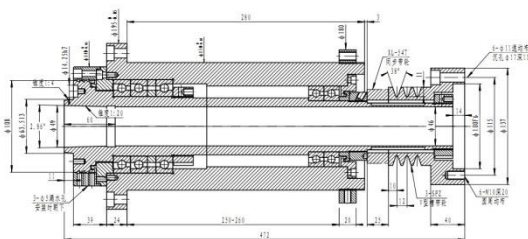


Fig 2 Arbore antrenat mecanic

**Importanta**

Arborii sunt organe de mașini care se rotesc în jurul axei lor geometrice și care transmit momente de răsucire prin intermediul altor organe pe care le susțin sau cu care sunt asamblate (role, roți dințate, biele, cuplaje) In functie de rolul pe care il indeplinesc arborii utilizati in constructia de MU, sunt arbori intermediari si arbori principali.

Arborii intermediare asigura functiile de sustinere a organelor aflate in miscare de rotatie si de transmitere si transformare a miscarii si momentului de torsiune. Fata de acestia, arborele principal asigura sustinerea piesei-semifabricat

sau a sculei aschietoare. Precizia sa de miscare determina, direct precizia si calitatea suprafetei prelucrate, precum si realizarea preciziei ridicate a traiectoriei miscarii pe care o realizeaza.

**Antrenare**

Arborii au ca funcție principală transmiterea mișcării de rotație și, prin urmare, transmit puteri și momente de torsiune.

Arborii masinilor-unelte lucreaza in conditii si sollicitari variabile indeosebi in ceea ce priveste schimbarea turatiei, momentul de torsiune si fortele care il sollicita, modificarea temperaturii etc.

Pentru buna functionare a masinii-unelte este necesar ca transmiterea miscarilor de rotatie si/sau de translatie, in principal a celor de generare, sa se efectueze cat mai uniform.

## **2 OBIECTIVUL LUCRARI**

In aceasta lucrare se are in vedere determinarea parametrilor dinamici si a frecventei critice pentru arborele principal de lamasina unealta FIRST MCV300 cu turatia maxima de 8000rpm.



Fig 3. Centru de frezare FIRST MCV300

## **3 PARAMETRII**

Parametri pe care ii vom avea in vedere sunt:

- $m$  (masa) [kg]
- $c$  (amortizarea) [N\*s/m]
- $k$  (rigiditatea) [N/m]

- $f_{cr}$  (frecvența critică) [Hz]  
 Determinarea masei, rigiditate și amortizare la o frecvență de răspuns în funcție de parte reală a FRF, putem determina rigiditatea și amortizare după cum urmează .

- Găsi punctul în care partea reală intersectează axa de frecvență, aceasta este frecvența naturală,  $\omega_n$ .
- Găsește cel mai înalt punct din partea reală, doar la stânga din intersecția, aceasta este  $\omega_1$ .
- Găsește cel mai jos punct din partea reală, doar la dreapta de intersecție, aceasta este  $\omega_2$ .
- Raportul de amortizare se găsește la:  $\zeta = (\omega_1 - \omega_2) / 2\omega_n$
- Găsește cel mai jos punct din partea imaginară a FRF,  $Im_{min}$  (-1.69E - 7 m/N)
- Rigiditatea se calculează cu ecuația:  

$$k = (-1) / 2\zeta Im_{min}$$
- Masa poate fi determinată din:  

$$m = k / [(2\pi \cdot \omega_n)]^2$$

#### 4 FUNCȚIA DE TRANSFER ; FUNCȚIA DE RĂSPUNS ÎN FRECVENȚA (FRF)

Analiza răspunsului armonic, sau analiza în frecvență este o tehnică utilizată pentru a determina răspunsul unei structuri liniare în regim stabil de solicitare, la forțe care variază armonic (sinusoidal) în timp.

Răspunsul armonic permite anticiparea comportării dinamice a structurilor și verificarea rezonanțelor, sau a altor efecte dăunătoare ale vibrațiilor forțate. Se determină răspunsul structurii la diferite frecvențe și se obține un grafic al amplitudinii vibrațiilor în funcție de frecvența forței perturbatoare. De asemenea, se pot procesa deplasările și tensiunile la diferite frecvențe. În acest tip de analiză se consideră că forțele variază sinusoidal și se aplică în regim stabil de solicitare.

#### Evaluare FRF

Pentru a minimiza erorile în timpul testelor, se recomandă să se efectueze mai multe măsurători. După fiecare lovitură, ar trebui să se examineze semnale pentru a identifica dacă acesta a

fost o lovitură bună. O lovitură este considerată greșită dacă aceasta apare ca fiind o lovitură multiplă (ricoșează ciocanul, pierde contactul și lovește din nou structura). O saritură poate fi ușor de detectat și acesta este respins automat de MALTF sau ShopPro.

#### 5 DESCRIEREA ECHIPAMENTULUI

##### Ciocan de impact

- KISTLER



Fig a Ciocan impact KISTLER

##### Vibroport 41

- SCHENCK



Fig b Vibroport41

#### 6 REZULTATE MASURATORI

S-au efectuat șase măsurători, pe axele X, Y, Z cu scula prinsă pe arbore și fara.

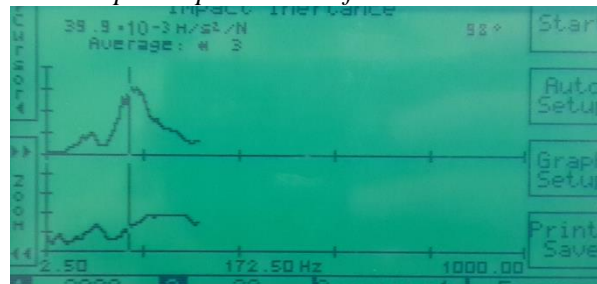


Fig 1 Diagrama axa X fara scula

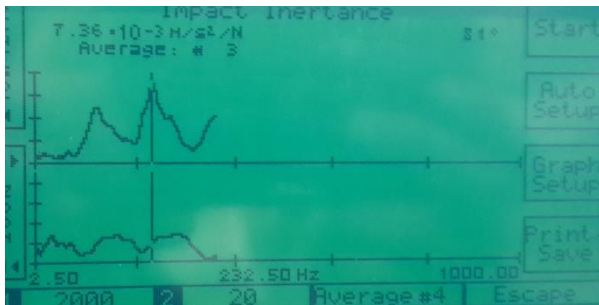


Fig 2 Diagrama axa Y fara scula

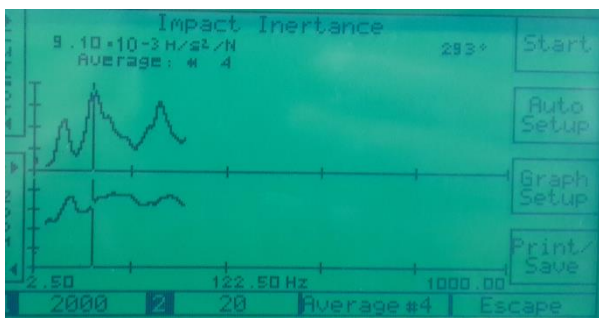


Fig 3 Diagrama axa Z fara scula

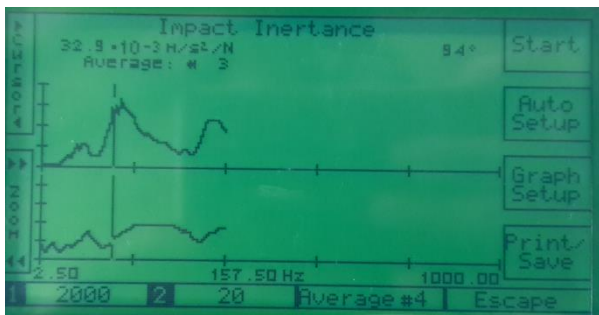


Fig4 Diagrama axa X cu scula

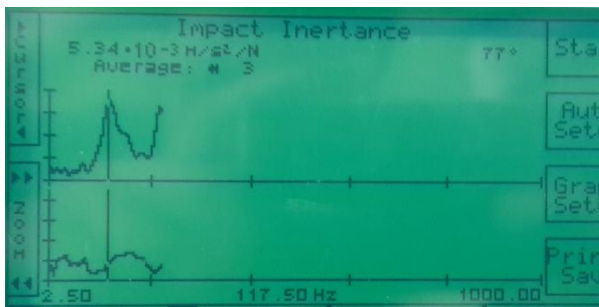


Fig 5 Diagrama axa Y cu scula

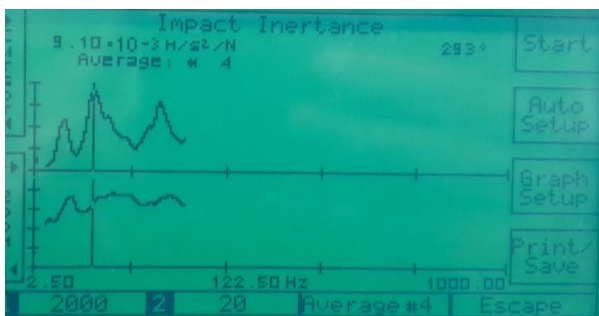


Fig 6 Diagrama pe axa z cu scula

## 7 DETERMINAREA ECUAȚIEI DE MISCARE

$$m\ddot{x} + kx + cx = F$$

### 7.1 Test fara scula

#### 4.1.1 Rigiditate AP/ FIRST MCV 300-directia X

$$\begin{aligned} \omega_{nx} &= 173 \text{ (Hz)} \\ \omega_{1x} &= 150 \text{ (Hz)}; & \zeta_x &= (\omega_{2x} - \omega_{1x}) / (2 \times \omega_{nx}) \\ \omega_{2x} &= 205 \text{ (Hz)}; & \zeta_x &= 0.159 \\ acc &= 39,9 \times [10]^{(-3)} \text{ m/s}; & f_{min} &= 173 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u_x &= acc_x / [(2\pi \times f_{minX})]^2; & u_x &= 3,337 \times [10]^{(-8)} \\ I_{mgXmin} &= -u_x \\ K_x &= (-1) / (2 \times \zeta I_{mgXmin}) \\ K_x &= 9.315 \times [10]^{(-7)} \text{ N/m} \end{aligned}$$

#### 4.1.2 Rigiditate AP/ FIRST MCV 300-directia Y

$$\begin{aligned} \omega_{ny} &= 233 \text{ (Hz)} \\ \omega_{1y} &= 200 \text{ (Hz)}; & \zeta_y &= (\omega_{2y} - \omega_{1y}) / (2 \times \omega_{ny}) \\ \omega_{2y} &= 260 \text{ (Hz)}; & \zeta_y &= 0.129 \\ acc &= 7.3 \times [10]^{(-3)} \text{ m/s}; & f_{min} &= 431 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u_y &= acc_y / [(2\pi \times f_{minY})]^2; & u_y &= 9.954 \times [10]^{(-10)} \\ I_{mgYmin} &= -u_y \\ K_y &= (-1) / (2 \times \zeta I_{mgYmin}) \\ K_y &= 3.901 \times [10]^{(-9)} \text{ N/m} \end{aligned}$$

#### 4.1.3 Rigiditate AP/ FIRST MCV 300-directia Z

$$\begin{aligned} \omega_{nz} &= 123 \text{ (Hz)} \\ \omega_{1z} &= 110 \text{ (Hz)}; & \zeta_z &= (\omega_{2z} - \omega_{1z}) / (2 \times \omega_{nz}) \\ \omega_{2z} &= 120 \text{ (Hz)}; & \zeta_z &= 0.081 \\ acc &= 7.3 \times [10]^{(-3)} \text{ m/s}; & f_{min} &= 437 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u_z &= acc_z / [(2\pi \times f_{minZ})]^2; & u_z &= 1,207 \times [10]^{(-9)} \\ I_{mgZmin} &= -u_z \\ K_z &= (-1) / (2 \times \zeta I_{mgZmin}) \\ K_z &= 5,095 \times [10]^{(-9)} \text{ N/m} \end{aligned}$$

### 4.2 Test cu scula

#### 4.2.1 Rigiditate AP/ FIRST MCV 300-directia X

$$\begin{aligned} \omega_{nx} &= 158 \text{ (Hz)} \\ \omega_{1x} &= 140 \text{ (Hz)}; & \zeta_x &= (\omega_{2x} - \omega_{1x}) / (2 \times \omega_{nx}) \\ \omega_{2x} &= 270 \text{ (Hz)}; & \zeta_x &= 0,095 \\ acc &= 32,9 \times [10]^{(-3)} \text{ m/s}; & f_{min} &= 173 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} u_x &= acc_x / [(2\pi \times f_{minX})]^2; & u_x &= 3,377 \times [10]^{(-8)} \\ I_{mgXmin} &= -u_x \\ K_x &= (-1) / (2 \times \zeta I_{mgXmin}) \\ K_x &= 1,891 \times [10]^{(-8)} \text{ N/m} \end{aligned}$$

#### 4.2.2 Rigiditate AP/ FIRST MCV 300-directia Y

## Titlu Lucrare

$$\begin{aligned}\omega_{ny} &= 118(\text{Hz}) \\ \omega_{ly} &= 100(\text{Hz}); \quad \zeta_y = (\omega_{2y} - \omega_{ly}) / (2 \times \omega_{ny}) \\ \omega_{2y} &= 130(\text{Hz}); \quad \zeta_y = 0.127 \\ acc &= 5,34 \times [10]^{(-3)} \text{ m/s} \quad f_{min} = 431\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}u_y &= acc_x / [(2\pi \times f_{minY})]^2; \quad u_y = 7,828 \times [10]^{(-10)} \\ \text{ImgYmin} &= -u_y \\ K_y &= (-1) / (2 \times \zeta \text{ImgXmin}) \\ K_y &= 5.402 \times [10]^{9} \text{ N/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\omega_{nz} &= 123(\text{Hz}) \\ \omega_{lz} &= 115(\text{Hz}); \quad \zeta_z = (\omega_{2z} - \omega_{lz}) / (2 \times \omega_{nz}) \\ \omega_{2z} &= 130(\text{Hz}); \quad \zeta_z = 0.061 \\ acc &= 9,96 \times [10]^{(-3)} \text{ m/s} \quad f_{min} = 437\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}u_z &= acc_x / [(2\pi \times f_{minY})]^2; \quad u_z = 1,321 \times [10]^{(-9)} \\ \text{ImgZmin} &= -u_z \\ K_z &= (-1) / (2 \times \zeta \text{ImgXmin}) \\ K_z &= 6,207 \times [10]^{9} \text{ N/m}\end{aligned}$$

### 4.2.3 Rigiditate AP/ FIRST MCV 300-directia Z

## 8 CALCULUL FRECVENTELOR CRITICE DE AP

Tipul	Axe	Frecventa [Hz]	Turatie [rot/min]
Cu scula	X	158	9480
	Y	123	7080
	Z	118	7380
Fara scula	X	173	10380
	Y	233	13980
	Z	123	7380

## 9 CONCLUZII SI PERSPECTIVE.

Realizarea testelor de impact pe fiecare axa a arborelui principal pentru obtinerea functiei de transfer FRF.

Cunoasterea rigiditatii este absolute necesara pentru determinarea stabilitatii/instabilitatii procesului de aschiere.

Rigiditatea pe axele Y si Z este mai mare decat X avand in vedere configuratia de fixare a arborelui principal.

In urma determinarilor au putut fii idnetificate frecventele critice respective turatiile critice ale arborelui principal. Domeniu critic fiind 7080-7380 rot/min. Domeniul de evitare pentru regimurile de aschiere va fi de +/-10% fata de domeniul stabilit: 6372-6642rpm/7788-8118rpm

## 10 BIBLIOGRAFIE

- [1]. CUTPRO®, 2001, Advanced Milling Process Simulation System, <http://www.malinc.com>
- [2]. MACHPRO® Advanced Process simulation and NC Program Optimization System, <http://www.malinc.com/>
- [3]. High Speed Machining of Aluminum – Boeing Technology, Phantom Works: <http://www.mfg->

[labs.com/FileDownload/Papers\\_Presentations/High\\_Speed\\_Aluminum\\_Machining\\_Presentation.pdf](http://labs.com/FileDownload/Papers_Presentations/High_Speed_Aluminum_Machining_Presentation.pdf)  
[4]. Altintas, Y., 2012, Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design. Cambridge University Press  
[5]. FREQUENCY RESPONSE FUNCTION (FRF) <https://www.scribd.com/doc/53677981/FRF>

## 11 NOTAȚII

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

- $acc$  = acceleratia [m/s];  
 $K_x$  = Rigiditatea pe axa X[N/m]  
 $K_y$  = Rigiditatea pe axa Y[N/m]  
 $K_z$  = Rigiditatea pe axa Z[N/m]