

RĂSPUNSUL DINAMIC AL ARTICULAȚIEI COTULUI SUB ACȚIUNEA VIBRAȚIILOR – METODE DE STUDIU

ANALYSIS OF THE DYNAMIC RESPONSE OF THE ELBOW JOINT UNDER THE ACTION OF VIBRATIONS – STUDY METHODS

Marina DOGARU¹, Cristian PAVEL²
Radu PANAITESCU-LIESS³

¹ Ing. drd., Universitatea Tehnică de Construcții București, Facultatea de Utilaj Tehnologic, România
e-mail: marina.dogaru78@gmail.com

² Prof. univ. dr. ing., Universitatea Tehnică de Construcții București, Facultatea de Utilaj Tehnologic, România
e-mail: cpcristianpavel@gmail.com

³ S. I. univ. dr. ing., Universitatea Tehnică de Construcții București, Facultatea de Utilaj Tehnologic, România
e-mail: pan.radu@gmail.com

Rezumat: Preocupările noastre cu privire la influența vibrațiilor asupra corpului uman au fost continuate prin realizarea unor cercetări experimentale efectuate de către colega noastră Marina Dogaru în cadrul ICECON și în cadrul Facultății de Utilaj Tehnologic, cu scopul de a determina răspunsul articulațiilor corpului omenesc sub acțiunea vibrațiilor. În acest scop s-au utilizat senzori profesionali și accelerometre compatibile cu plăcuțele de dezvoltare Arduino.

Cuvinte cheie: accelerometru, vibrații, articulație

Abstract: Our concerns about the influence of vibrations on the human body were continued by our colleague Marina Dogaru at ICECON and the Faculty of Technological Equipment, in order to determine the response of human body joints under the action of vibrations. For this purpose, professional sensors and accelerometers compatible with Arduino development boards were used.

Keywords: accelerometer, vibrations, joint

1. INTRODUCERE

În cadrul Facultății de Utilaj Tehnologic, au existat preocupări în ceea ce privește influența vibrațiilor asupra corpului uman și modelarea biomecanică a acestuia. Dintre acestea, amintim, studiile asupra unui model dinamic cu șapte grade de libertate - o simplificare a modelului propus de Brüel & Kjaer. [1, 2, 3, 4] - cu scopul de a modela interacțiunea dintre un dispozitiv fitness tip Galileo 2000 cu structura osoasă (figura 1) sau cercetările privitoare la răspunsul dinamic al articulației cotului sub influența vibrațiilor (figura 2). [1, 5]

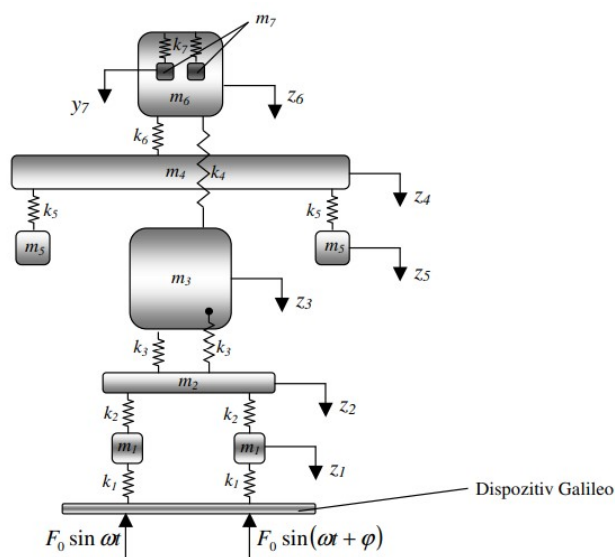


Figura 1 - Modelul dinamic cu șapte grade de libertate [1, 2, 3, 4]



Figura 2 – Subiect în timpul testelor în vederea determinării răspunsului dinamic al articulației cotului sub influența vibrațiilor [1, 5]

2. CERCETĂRILE EXPERIMENTALE

Primele seturi de măsurători s-au efectuat prin utilizarea unor senzori profesionali de vibrații (accelerometre de vibrații cu conectare prin cablu de la firma Brüel&Kjaer, HVA 4447 și 4506-B 003 – figura 3 – montate, pe rând, pe cotul subiectului și pe bormașină) datele fiind colectate în cadrul Institutului de Cercetări pentru Echipamente și Tehnologii în Construcții – ICECON. În partea a doua a testelor, s-au utilizat dispozitive tip Arduino.

Dintre situațiile solicitante create în laborator, în prezentul articol, vom pune în evidență cazurile în care accelerometrele au fost atașate la o bormașină și la cotul unui subiect uman. Datele antropometrice ale subiectului, supus testelor în laborator, sunt următoarele:

Masa totală [kg]: 104
Lungime braț [m]: 0,31
Lungime antebrăț [m]: 0,23
Lungime coapsă [m]: 0,43
Înălțime gamba [m]: 0,45
Înălțime picior [m]: 0,09
Înălțime totală [m]: 1,71

Dispozitivele folosite pentru realizarea experimentelor au fost: accelerometre de vibrații cu conectare prin cablu de la firma Brüel&Kjaer, HVA 4447 și 4506-B 003 – pentru cot și pentru bormașină, pe rând.



Figura 3 - Accelerometrul tip 4506-B și trusa pentru măsurarea vibrațiilor

După ce s-a realizat fixarea accelerometrului pe bormașină, s-au efectuat primele măsurători de verificare și calibrare (figura 4).



Figura 4 – Fixare accelerometru și calibrare

De asemenea, accelerometrul a fost lipit cu bandă adezivă pe cotul subiectului și s-au făcut primele seturi de măsurători cu bormașina funcționând în gol, subiectul având brațul poziționat față de antebraț în unghiuri de 90° și 180° (figura 5).



Figura 5 – Fixare accelerometru și calibrare

Rezultatele obținute (timpul de captură 10 s, frecvența $>10\text{Hz}$) au fost prelucrate cu ajutorul programului LABVIEW:

Senzor montat pe cot, unghi braț-antebraț 90° , mers în gol

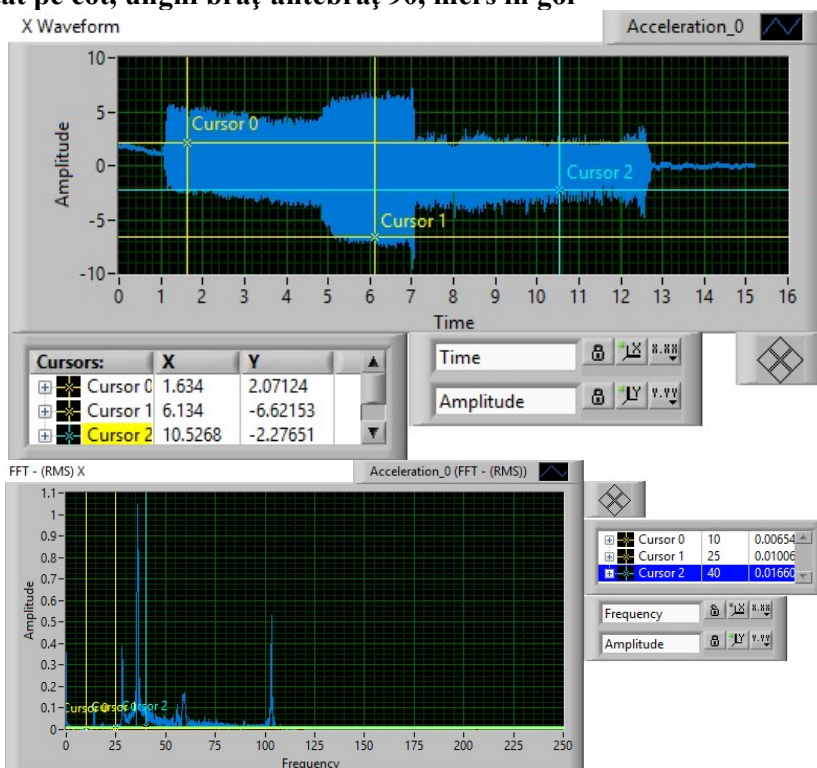


Figura 6 – Răspunsul FFT în frecvență pe direcția x la semnalul primit de la senzorul aflat pe cot (90°)

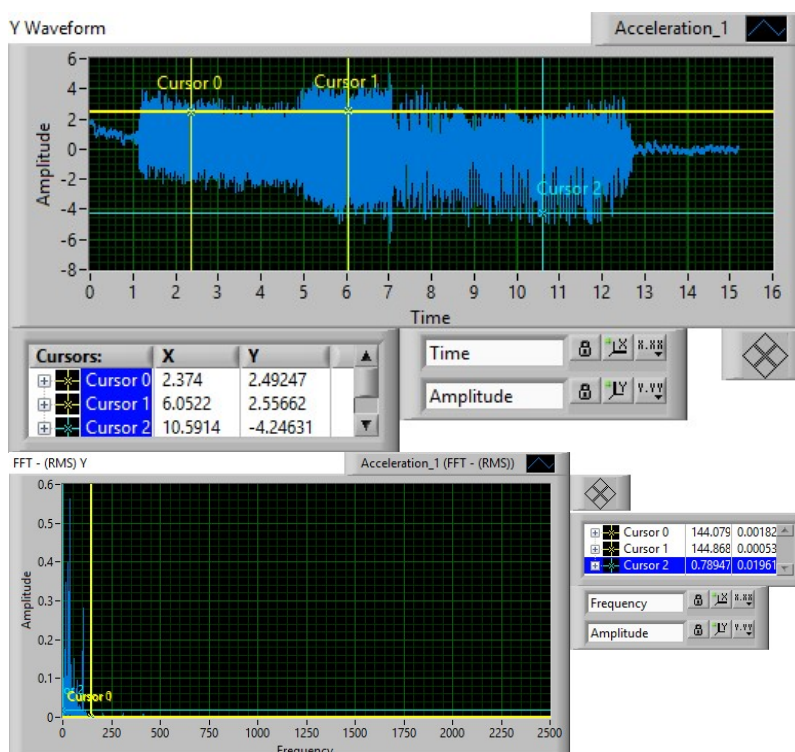


Figura 7 – Răspunsul FFT în frecvență pe direcția y la semnalul primit de la senzorul aflat pe cot (90°)

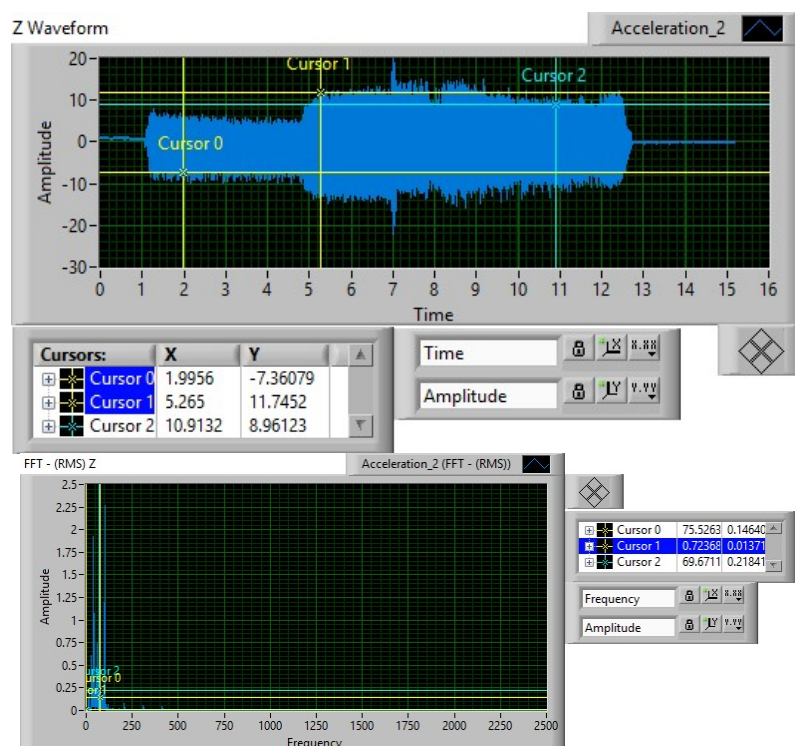


Figura 8 – Răspunsul FFT în frecvență pe direcția z la semnalul primit de la senzorul aflat pe cot (90°)

Senzor montat cot, unghi brat-antebrat 180, mers în gol

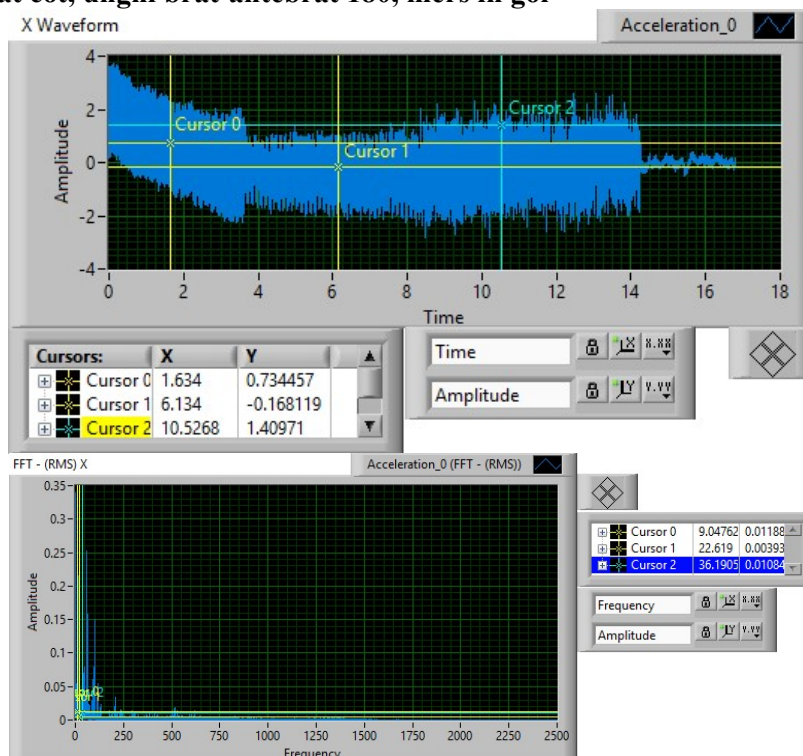


Figura 9 – Răspunsul FFt în frecvență pe direcția x la semnalul primit de la senzorul aflat pe cot (180°)

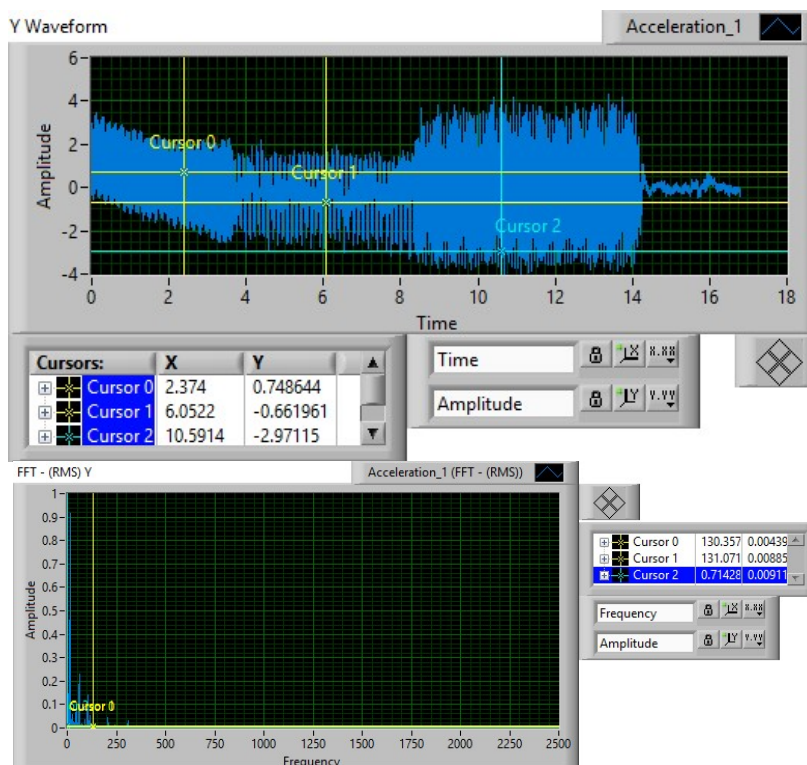


Figura 10 – Răspunsul FFt în frecvență pe direcția y la semnalul primit de la senzorul aflat pe cot (180°)

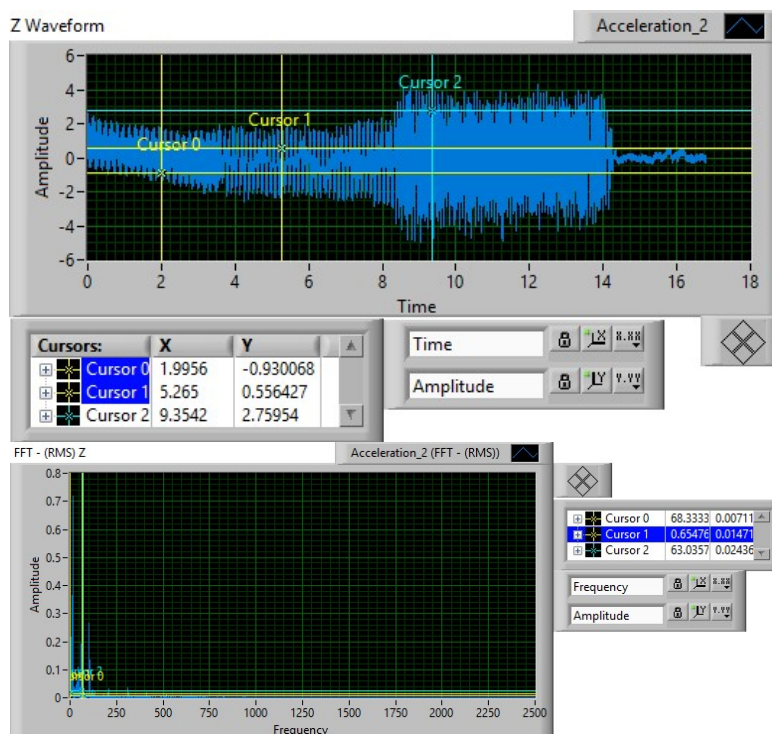


Figura 11 – Răspunsul Fft în frecvență pe direcția z la semnalul primit de la senzorul aflat pe cot (180°)

În partea a doua a experimentelor s-au utilizat componente ARDUINO și anume, accelerometrul ADXL 345, respectiv placa dezvoltare ARDUINO UNO (figura 12).

Subiectul A, a utilizat același tip de bormașină ca la primele teste și a repetat mișcările din laboratorul ICECON.



Figura 12 - Accelerometrul ADXL 345 și placa de dezvoltare ARDUINO UNO R3

Senzor Arduino montat pe cot, unghi brat-antebrat 90°, mers în gol
COM12-senzor aflat pe cot, COM13-senzor aflat pe bormașină

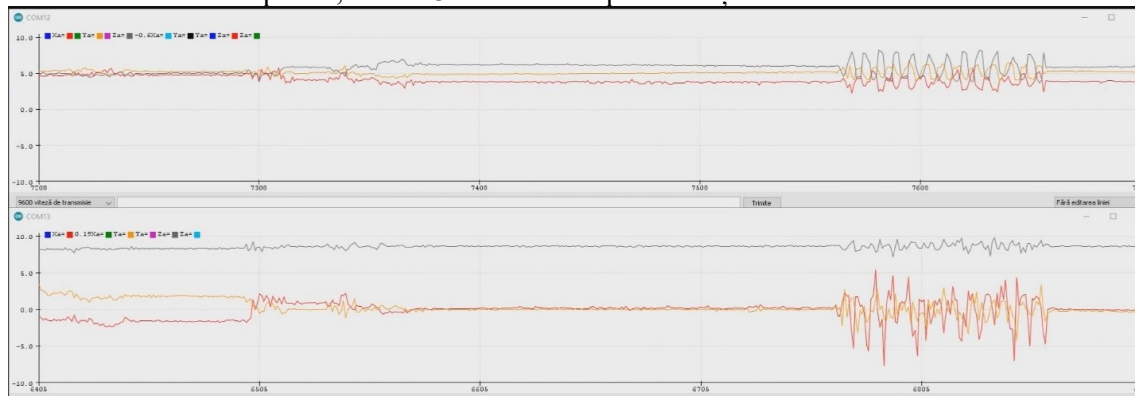


Figura 13 – Răspunsul articulației cotului la un unghi de 90°

Senzor Arduino montat pe cot, unghi brat-antebrat 180°, mers în gol
COM12-senzor aflat pe cot, COM13-senzor aflat pe bormașină

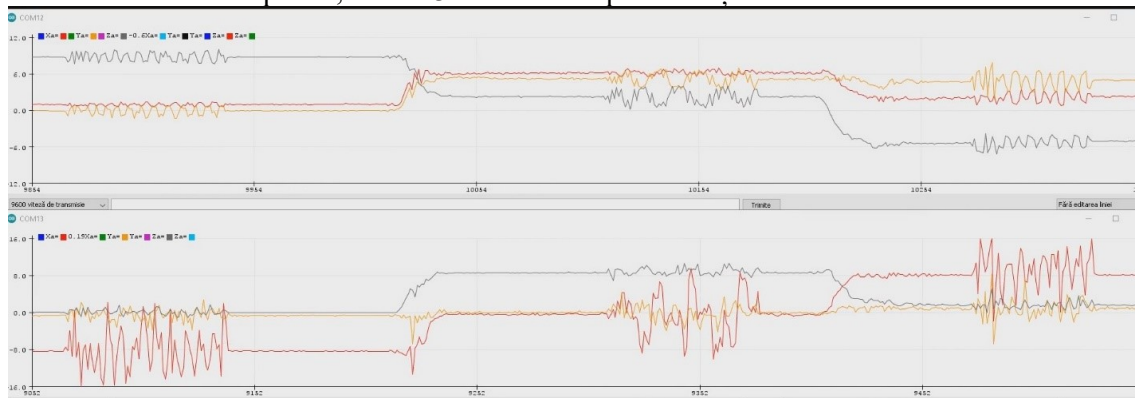


Figura 14 - Răspunsul articulației cotului la un unghi de 180°

6. CONCLUZII

Rezultatele obținute în timpul măsurătorilor sunt încurajatoare, observându-se un bun răspuns al accelerometrului ADXL 345, comparativ cu cele profesionale. În articolele viitoare, vom detalia aceste cercetări și vom reveni cu concluzii focusate pe măsurătorile efectuate.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Panaitescu-Liess R. - *Modelarea biomecanică a organismului uman sub acțiunea vibrațiilor*, Teză de doctorat, decembrie 2013;
- [2] Brüel & Kjaer - *Human vibrations*, Brüel & Kjaer Sound and Vibrations Measurement, 2003;
- [3] Legendi A., Pavel C., Baușic F. - *Utilizarea analizei FFT a spectrului de vibrații ca metodă de predicție in vivo și in vitro a defectelor structurii osoase*, SIMEC, martie 2007, Editura Conspress București, ISBN 973-7797-83-3, pag. 129-132;
- [4] Legendi A., Pavel C., Baușic F. - *Analiza transmisibilității vibrațiilor utilizate în scop terapeutic-metoda de investigație a structurii osoase*, SIMEC, martie 2007, Editura Conspress București, ISBN 973-7797-83-3, pag. 133-136;
- [5] Panaitescu-Liess R. - *A Comparative study about the Influence of Vibration on Elbow Joint Mobility*, Analele Universității “Eftimie Murgu” Reșița, Anul XXI, nr. 1, 2014, ISSN 1453 – 7397, p. 307-310.
- [6] Dogaru M., Legendi A., Pavel C., Panaitescu-Liess R. - *Vibrațiile sistemului antebrăț-braț modelat sub forma unui model biomecanic cu două grade de libertate*, SMTA, vol IX, nr. 2, 2018, ISSN 2068-6331, p. 141-146.