

SISTEME NOI DE ANALIZĂ EXPERIMENTALĂ A DINAMICII MAȘINILOR ȘI UTILAJELOR - INSTRUMENTAȚIA VIRTUALĂ

Panfiloiu Gheorghe, Lector drd. inf., Universitatea "Danubius" Galați

Drăgan Nicușor, Conf. dr. ing., Facultatea de Inginerie din Brăila, Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați

The new slogan "The software is the tool" takes into consideration a new construction principle for the measuring tools and systems, with a brand new architecture. These systems and tools are assembled into a "virtual space" computer programming environment which provides such basic elements of construction. There is a big advantage of this type of measuring system: each human user can build himself an unlimited number of instruments intended to process and to analyze experimental data; these virtual instruments on the basis of dedicated computer applications can meet individual requirements designated to cover an extended domain of analysis. The function of data acquiring of the equivalent real instrument is now taking by a new PC peripheral (DAQ - data acquisition interface). The functions of data conditioning, data analysis and control are completely taken by the existing hardware in the computer and the software package in question. The current instrument system, as a whole, is designed and developed as a part of the computer, making possible the direct use of the computing power and the facilities of the PC. The article presents the virtual instrument developed on ICECON S.A. Bucharest on the basis of LabView® ver. 8.5 from National Instruments. The virtual instrument was used to acquire and to process some experimental data from the dynamic tests of the Bechtel viaduct at Km 29+602,75↔Km 29+801,25 on Romanian Highway A3 ("Transilvania" highway).

1.INTRODUCERE. FUNCȚIILE INSTRUMENTULUI VIRTUAL

Instrumentul virtual se poate defini ca fiind o interfață complexă software și hardware ce se implementează în PC, pentru ca utilizatorul să poată interacționa cu instrumentele analizoare tradiționale. Acest instrument virtual realizează următoarele funcții:

1)funcția de culegere date, executată prin placa de achiziție conectată direct la bus-ul procesorului; registrele de memorie de pe această placă sunt accesibile direct la adrese din spațiul I/O al memoriei calculatorului;

2)funcția de control și analiză a datelor, care este complet preluată de hardware-ul deja existent în PC și de software-ul care, în bună parte, este deja familiar utilizatorilor. Instrumentul virtual folosește, la fel ca instrumentele digitale tradiționale, module software dintr-un pachet mare, deosebirea fiind aceea că în timp ce instrumentul tradițional include acest software în propria memorie ROM, cel virtual își păstrează funcțiile pe suportii magnetici ai calculatorului. Avantajul mare constă în faptul că în același PC pot coexista mai multe instrumente virtuale, utilizând același monitor, independent sau în relație unele cu altele;

3)funcția de prezentare a rezultatelor; existența unui driver cu interfață grafică ușurează mult manevrarea și controlul oricărei aplicații. Instrumentul este reprezentat pe panoul virtual afișat pe monitorul calculatorului, care poate arăta exact ca și panoul instrumentului tradițional. Panoul virtual are în spate programul respectiv ce simulează comenzile instrumentului real, permițând punerea în lucru a rutinelor de achiziție, analiză a datelor, de prezentare grafică și de memorare a datelor sau rezultatelor în fișiere. Construcția instrumentului virtual este realizată exact după

“specificațiile” definite de utilizator. Se utilizează pentru aceasta arhitecturi standard hardware, drivere corespunzătoare, pachete de programe specifice precum și biblioteci specializate.

2.STRUCTURA INSTRUMENTULUI VIRTUAL DE ANALIZĂ A DATELOR PROVENITE DIN EXPERIMENTAREA ÎN REGIM DINAMIC A MAȘINILOR

Preluarea semnalelor analogice ale vibrațiilor (achiziția de date) se face cu ajutorul accelerometrelor, în general. Aceste semnale analogice sunt transmise plăcii de achiziție de date, care poate fi internă sau externă calculatorului. Această placă realizează condiționarea semnalului și conversia în formatul digital. Valorile digitale sunt transmise direct sau prin intermediul unui cablu într-un port USB al calculatorului în care se execută programul de achiziție semnale.

Pentru analiza parametrilor dinamici ai vibrațiilor au fost proiectate și realizate două aparate virtuale: primul pentru achiziția și salvarea valorilor accelerațiilor preluate în timpul experimentelor și al doilea pentru analiza acestor parametri. În fișierele cu date s-a prevăzut posibilitatea memorării unor informații suplimentare.

Figura 1 ilustrează panoul frontal al aparatului virtual care realizează achiziția valorilor preluate de către accelerometre. Aceste valori sunt afișate ca evoluție în timp pe graficele numerotate cu 1, iar în graficele numerotate cu 2 sunt afișate frecvențele corespunzătoare. Zona 3 permite introducerea informațiilor suplimentare.

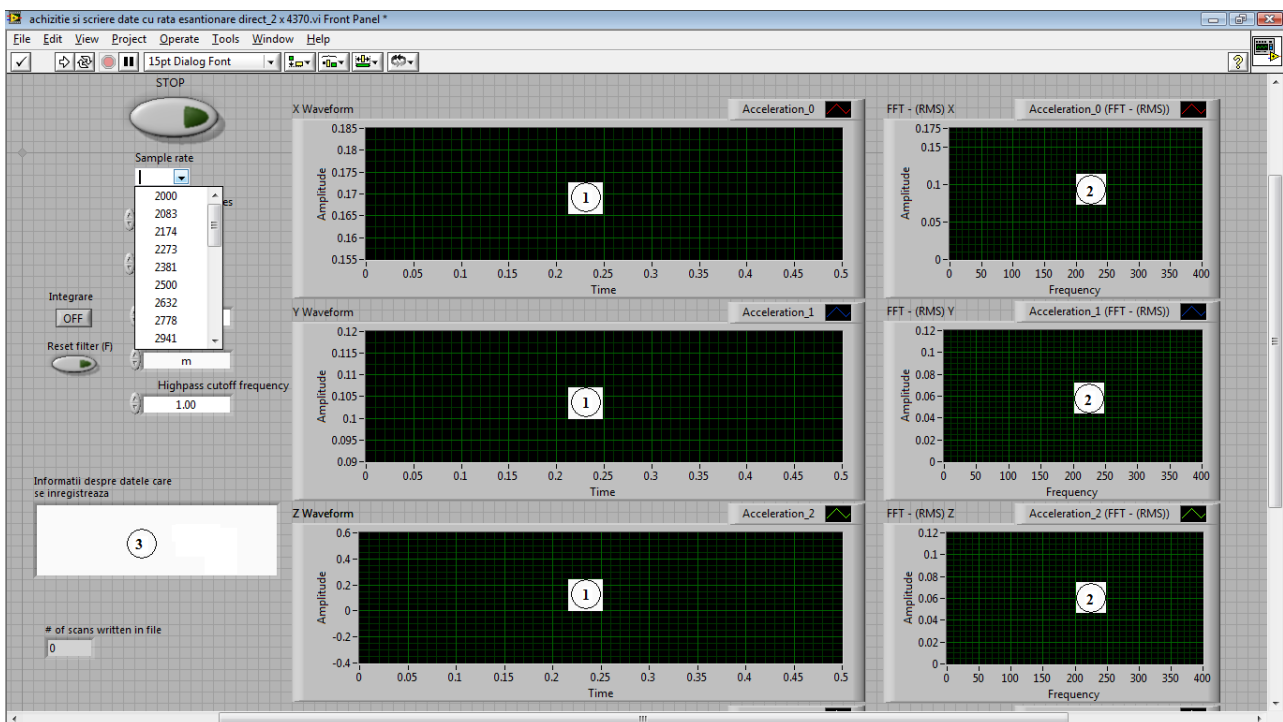


Fig. 1 Panou frontal instrument de citire valori accelerație pe 4 canale

Instrumentul virtual pentru prelucrarea semnalelor este prezentat în figura 2. Zona 1 permite citirea tuturor datelor, sau numai a unei porțiuni din semnal, prin precizarea unui offset, în secunde. Zona 2 conține butoane ce permit filtrarea semnalului de intrare, precizând filtrul și tipul de filtrare. Zona 4 afișează valorile în timp ale semnalului. În zona 5 se afișează spectrograma semnalului corespunzător din zona 4. Panoul conține astfel de perechi de grafice pentru cele 4 canale ale plăcii de achiziție. Butonul 6 permite memorarea valorilor corespunzătoare cursorului 2 din graficul respectiv într-un alt fișier, pentru alte tipuri de prelucrări. Panoul frontal nu poate fi afișat în

întregime pe ecran, deoarece sunt multe date de afișat. Fereastra panoului frontal dispune de bare de defilare verticală și orizontală ce permite afișarea zonei dorite.

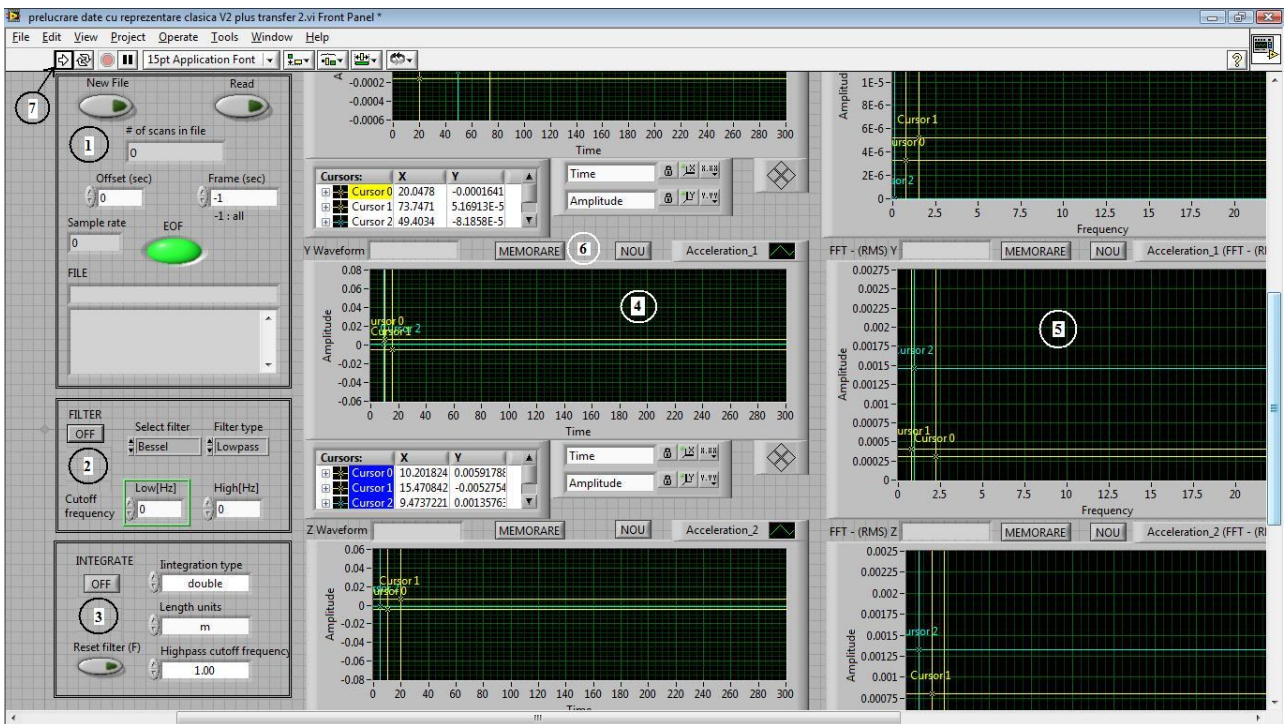


Fig. 2 Vedere parțială a panoului frontal al instrumentului de analiză

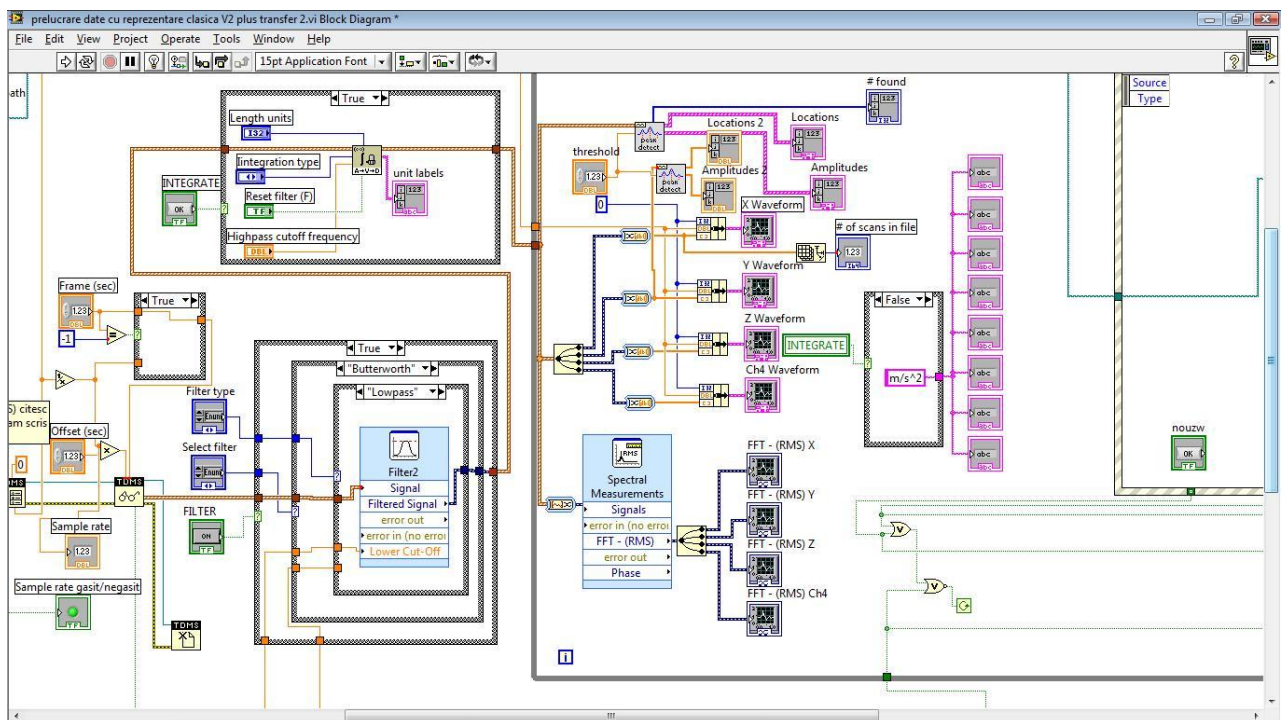


Fig. 3 Vedere parțială a schemei bloc pentru instrumentul virtual de analiză

În figura 3 se prezintă o parte a diagramei bloc pentru instrumentul virtual de analiză. Se pot observa blocurile ce permit filtrarea și integrarea semnalului precum și afișarea rezultatelor prelucrărilor. Diagrama bloc este un un bloc while-do cu condiție de oprire prin apăsare pe

butonul Stop. În acest bloc sunt introduse toate celelalte blocuri funcționale. Liniile colorate reprezintă diferitele date ce circulă între blocurile funcționale.

3.FUNȚIONAREA INSTRUMENTULUI VIRTUAL DE ANALIZĂ

Pornirea execuției programului se face prin acționarea pe buton 7, din figura 2. Se deschide o fereastră de dialog prin care utilizatorul selectează fișierul ce conține semnalul digital pe care dorește să-l analizeze. Figura 4 prezintă o parte a panoului frontal după citirea unui fișier cu date.

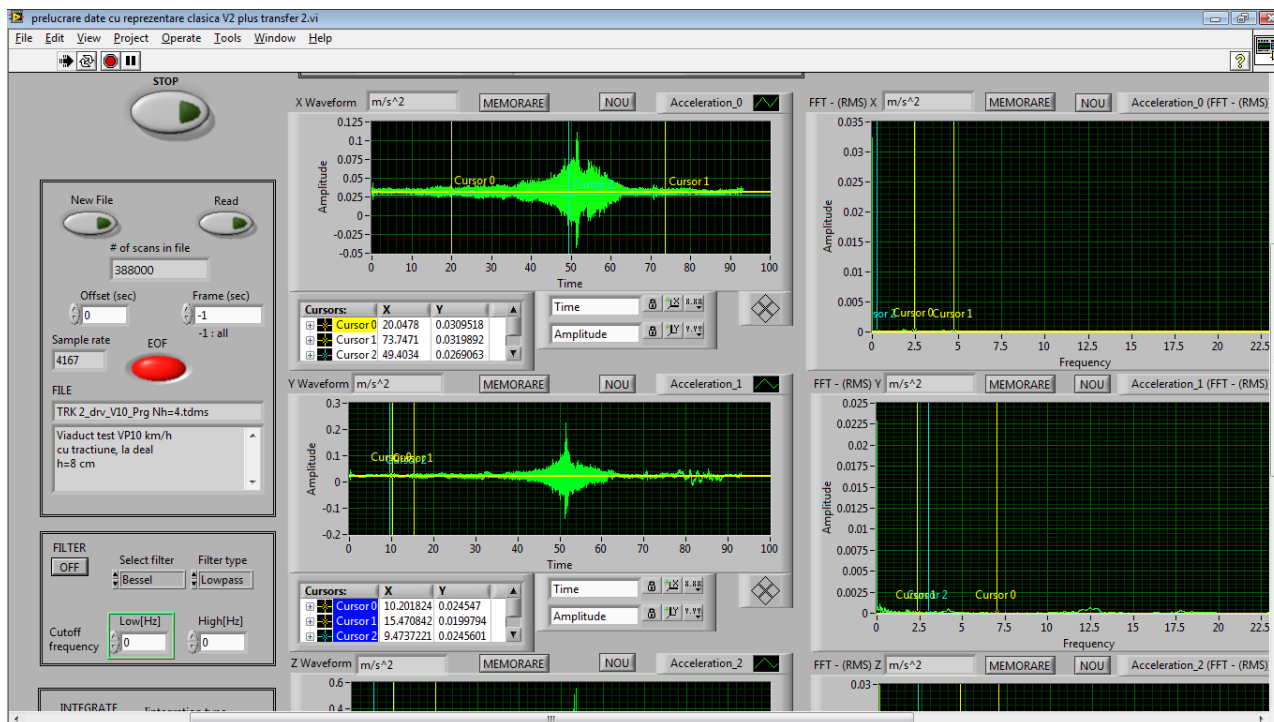
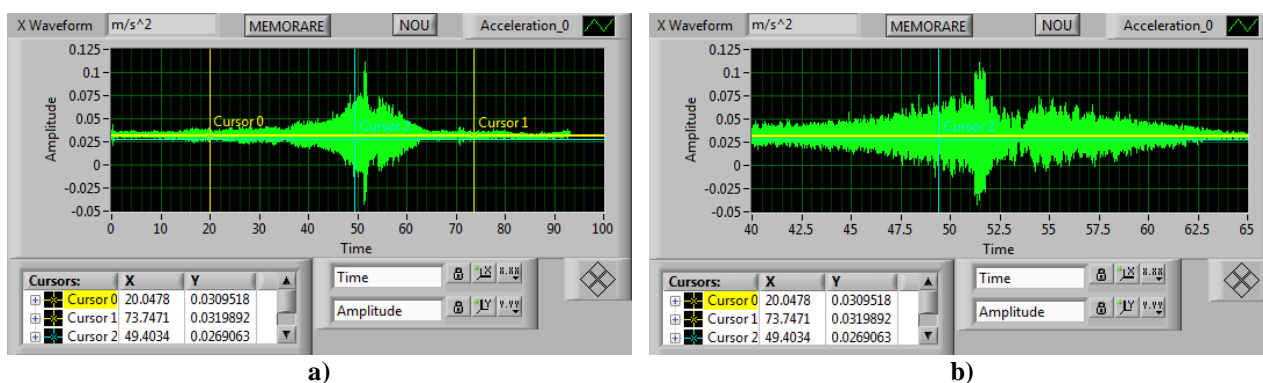


Fig. 4 Panoul frontal cu afișare date pentru un fișier



a)

b)

Fig. 5 Zoom într-un grafic de afișare asemnalului de accelerație

Este posibilă modificarea valorilor extreme de pe axa x pentru orice grafic. Imaginea rezultată este în mod automat extinsă la întreaga arie a graficului. În acest mod se execută de fapt un zoom a imaginii. În figura 5a se poate observa semnalul între momentul 0 și 100 secunde, și prin modificarea capetelor, 40(secunde) în stânga și respectiv 65(secunde) în dreapta, în figura 5b, imaginea corespunzătoare dintre aceste două momente de timp. Cursoroarele pot fi mutate în orice punct al graficelor, în zona de sub grafic fiind afișate valorile corespunzătoare celor două axe. Aparatul virtual a fost proiectat să poată memora coordonatele oricărui puncte din graficele de

vizualizare într-un alt fișier compatibil Excel. Prin zoom-uri corespunzătoare se vizualizează zona dorită. Prin mutarea cursorului în punctul dorit se pot citi coordonatele acestuia. Apăsarea pe butonul MEMOREAZA de deasupra graficului salvează coordonatele așa cum s-a precizat. Alegerea acestor puncte este efectuată de către utilizator pentru a efectua calculul valorilor diferiților parametri dinamici ai mașinii.

4. STUDIU DE CAZ – UTILIZAREA INSTRUMENTULUI VIRTUAL PENTRU ANALIZA SPECTRALĂ A UNUI POD SPRIJINIT PE APARATE DE REAZEM DIN NEOPREN

Instrumentul virtual de analiză a semnalelor dinamice, dezvoltat în mediul de programare specializat LabView® ver. 8.5 de la firma National Instruments și prezentat pe scurt în §2 și §3, a fost utilizat pentru efectuarea testelor dinamice la podul din beton armat situat pe autostrada A3 Transilvania la km 29+602,75↔29+801,25. Solicitățile dinamice ale podului au fost generate prin trecerea unui camion cu masa de 41 tone peste două tipuri de praguri fixate pe suprafața podului.

Datele experimentale au fost achiziționate prin intermediul unei plăci de achiziție date cu patru canale de la National Instruments (NI 9233), prin intermediul portului USB al unui calculator portabil HP workstation. Traductorul utilizat a fost un accelerometru triaxial Bruel&Kjaer type 003 4506 B seria 10145, fixat pe partea laterală a podului (în planul vertical longitudinal de simetrie al acestuia), cu axele paralele cu axele de simetrie ale acestuia.

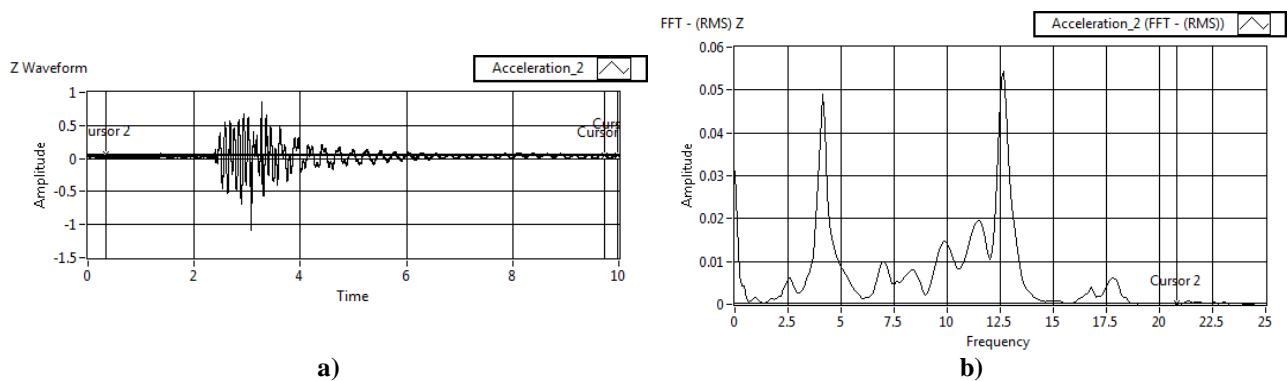


Fig. 6 Accelația verticală – reprezentările în timp și frecvență (viteza de impact $v_0 = 30\text{km/h}$, cu tracțiune)

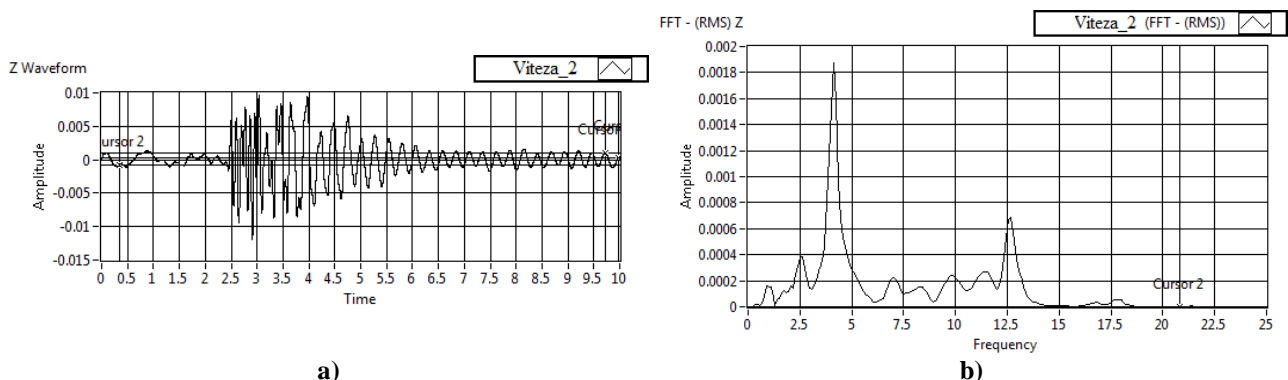


Fig. 7 Viteza verticală – reprezentările în timp și frecvență (viteza de impact $v_0 = 30\text{km/h}$, cu tracțiune)

În figura 6 sunt prezentate semnalul de accelerație verticală (după axa z a accelerometrului) în $[\text{m/s}^2]$, în reprezentarea în timp (figura 6a) și în frecvență (figura 6b) pentru o durată a timpului de analiză de 10 secunde. În reprezentarea în timp a semnalului de accelerație, se observă că impactul

dintre roată și prag are loc la momentul $t = 3 \text{ sec.}$, amortizarea vibrațiilor produse făcându-se în aproximativ 7 secunde. În reprezentarea semnalului în frecvență a vibrațiilor podului, se observă frecvențele semnificative ce rezultă după efectuarea analizei FFT, dintre acestea cele mai importante fiind $f = 4,1 \text{ Hz}$ și $f = 12,6 \text{ Hz}$.

Figurile 7 prezintă viteza verticală a podului în locul în care a fost montat accelerometrul triaxial (figura 7a – reprezentarea în timp, figura 7b – reprezentarea în frecvență), pentru aceleași durată de analiză a semnalului de 10 secunde. Semnalul de viteză a fost „calculat” de instrumentul virtual prin integrarea numerică a semnalului de accelerație. Ca și la analiza accelerației verticale, în figurile 7 se pot observa momentul impactului și durata în care acesta este amortizat, precum și frecvențele semnificative ale vibrației.

După o a doua operație de integrare numerică, instrumentul virtual obține semnalul de deplasare verticală a podului, reprezentările în timp și frecvență fiind date în figura 8 (figura 8a – reprezentarea în timp a deplasării verticale, figura 8b – reprezentarea în frecvență a deplasării verticale).

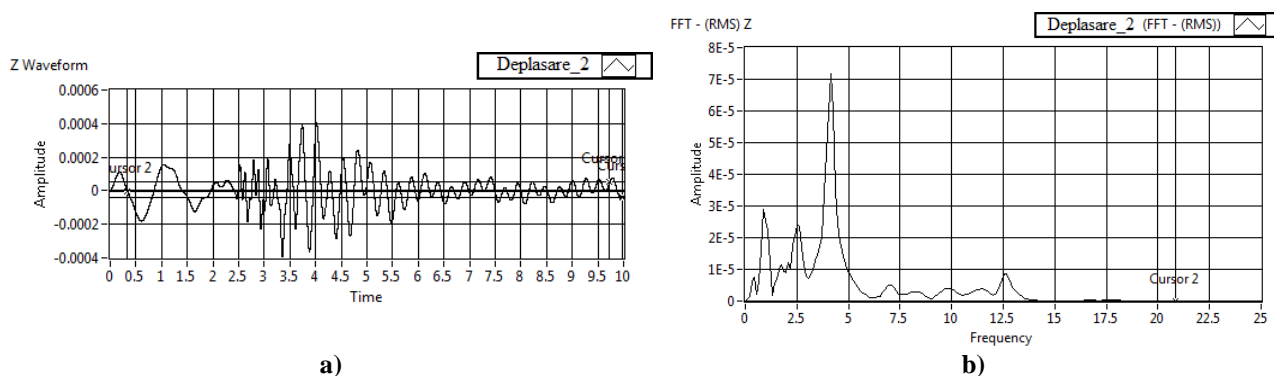


Fig. 8 Deplasarea verticală – reprezentările în timp și frecvență (viteza de impact $v_0 = 30 \text{ km/h}$, cu tracțiune)

5. CONCLUZII

În acest moment, se poate vorbi de a patra generație de aparatură pentru instrumentația virtuală produsă de National Instruments, care are următoarele avantaje:

- reducerea substanțială a numărului de aparate fizice necesare pentru achiziția și prelucrarea datelor;
- îmbunătățirea fiabilității lanțului de achiziție date, prelucrare date, stocare date, analiză și vizualizare rezultate;
- existența unor capacități rapide de decizie și de corectare a erorilor;
- posibilitatea conexiunii directe cu programe performante de analiză numerică;
- prețuri de cost reduse ale cercetărilor experimentale.

Indiferent de tipul și producătorul soft-ului în care se face programarea aplicației de instrumentație virtuală (LabView® de la National Instruments U.S. nu este singurul de pe piață, [4], [5], [6]), în comparație cu instrumentele clasice de măsură, fie acestea analogice, digitale sau analog-digitale, instrumentele virtuale au următoarele avantaje:

- se pot construi instrumente de măsură complexe cu funcții care nu pot fi realizate de instrumentele reale indiferent de cât de complexe ar fi acestea;
- sistemele de instrumentație virtuală sunt “ sisteme deschise”, adică pot utiliza subprograme realizate de programatorul uman atât în mediul propriu-zis dar și în alte medii (de ex. în C++, MATLAB, etc.);

-datele achiziționate, procesate, analizate pot fi stocate în diverse tipuri de fișiere, permițând astfel exportul acestora și către alte aplicații (cum ar fi MS Excel);
-cel mai mare avantaj constă în faptul că, la un moment dat de timp, în PC pot coexista mai multe instrumente virtuale care utilizează aceeași interfață cu operatorul uman.

6.BIBLIOGRAFIE

- [1] Al. Darabont, I. Iorga, M. Ciodaru, “*Măsurarea zgomotului și vibrațiilor în tehnică*”, Editura Tehnică, București, 1983
- [2] Snowdon, J.C., “*Handbook of vibration and noise control*”, US Department of the Navy, Report TM 79-75, 1979
- [3] <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/207574>
- [4] <http://www.mathworks.com/dsp/>
- [5] <http://www.ptc.com/products/mathcad/signal-processing-extension-pack>
- [6] <http://www.datatranslation.com/products/dataacquisition/software/default.asp>