

Considerații privind Studiul Regimului Deformant

Cătălin VOINA, Simona MORARU, Andreea COSAC
Facultatea Electrotehnica, Universitatea Politehnica București
Splaiul Independenței, Nr.313, Tel. 0741.23.85.92
simona492273@yahoo.com, catalin_voina_g@yahoo.com

Keywords :
ACHIZITIE DATE ANALOGICE
REGIM DEFORMANT
REZIDUU

Abstract

Programul care este obiectul acestei lucrări realizează analiza regimului deformant, afișază frecvența fundamentală, faza și amplitudinea acesteia și reprezintă grafic semnalul achiziționat, semnalul fundamental, armonicile și semnalul rezidual; pentru toate aceste semnale reprezintă grafic spectrul de frecvență (dB) corespunzător. El calculează factorul de distorsiune THD în procente. Cu ajutorul plăcilor de achiziții de date numerice sau analogice provenite de la diverse traductoare se pot prelucra și/sau analiza diferite semnale și se permite crearea și simularea unor aparate de măsură și control (instrumente virtuale).

INTRODUCERE

În vederea creșterii productivității muncii în domeniul sistemelor de automatizare se folosesc tot mai mult sisteme integrate de achiziție și de prelucrare a datelor. Unul dintre sistemele actuale care face acest lucru este Sistemul LabVIEW [1-5].

În cele ce urmează se vor prezenta unele posibilități și performanțe ale acestui sistem.

1. Sistemul LabVIEW

LabVIEW reprezintă o alternativă grafică a programării uzuale proiectată și echipată cu uneltele necesare pentru instrumentarea și testarea sistemelor de măsurare.

Denumirea limbajului grafic LabVIEW provine din prescurtarea în limba engleză pentru: "Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench". Acest limbaj este un mijloc de programare destinat controlului, analizei și afișării datelor. Utilizarea lui se remarcă în special în cazul instrumentației de măsurare bazată pe tehnică de calcul. Rapiditatea programării este mărită datorită introducerii unei interfețe grafice intuitive. LabVIEW este unul dintre primele limbaje de programare utilizat în aplicații de achiziții de date cu tehnică de calcul. Conceput pentru a deservi cercetarea, automatizarea, monitorizarea și metrologia, mediul LabVIEW este el însuși o performanță a gândirii umane [2].

LabVIEW utilizează un limbaj grafic general de programare numit "G", care conține biblioteci bogate de funcții specializate pe domenii (algebră liniară, generare și procesare de semnale, analiza sistemelor, lucrul cu periferici).

Programele LabVIEW se numesc instrumente virtuale și sunt formate din două părți, distribuite în două ferestre:

1. Panoul Frontal (conține elementele necesare operării interactive și vizualizării rezultatelor obținute).
2. Diagrama Bloc (este de fapt codul sursă și conține icoanele corespunzătoare instrucțiunilor, constantelor, funcțiilor, procedurilor utilizate, elementelor de control și indicatoarelor din panoul frontal; fluxurile de date sunt determinate în diagrama bloc prin legături reprezentate prin linii între icoane) [3].

Sistemul hard - soft utilizat cuprinde următoarele componente și programe:

- Laptop Toshiba
- Windows XP
- LabVIEW 6i, Measurement & Automation

DAQ Card - 6024E (National Instruments), port PCMCIA adapters.

2. Considerații teoretice

2.1. Pentru realizarea achizițiilor am folosit următoarele considerente teoretice :

Divizorul de tensiune rezistiv este realizat din rezistențe bobinate, putând atinge exactități ridicate ($10^{-5} \dots 10^{-6}$) sau din rezistențe cu peliculă metalică, situație în care exactitatea este mai scăzută ($10^{-2} \dots 10^{-3}$), dar suficient de bună pentru instrumentația analogică și digitală. Se utilizează pentru măsurarea tensiunilor în curent continuu sau în joasă frecvență și pentru extinderea limitei superioare de măsurare a voltmetrelor, compensatoarelor de tensiune continuă, etc.

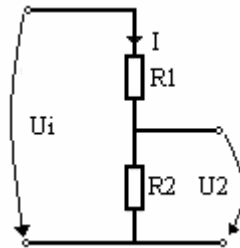


Fig.1 Divizorul de tensiune

Mărimea de măsurat este tensiunea continuă U_1 , iar mărimea de ieșire este tensiunea continuă U_2 . Considerând funcționarea divizorului în gol rezultă tensiunea de ieșire:

$$U_2 = R_2 I = U_1 \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

iar raportul de divizare este:

$$D = \frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1}{1 + \frac{R_1}{R_2}} \quad (2)$$

Șuntul este un convertor de intrare curent-tensiune. Pentru măsurarea curenților intensi în circuitele de curent continuu se utilizează șunturi, iar pentru măsurarea curenților cu variații rapide în timp se utilizează șunturi coaxiale.

Șuntul uzual de curent continuu este construit din manganină și este înglobat în interiorul aparatelor pentru curenți până la 20-30A sau este extern, sub forma unei piese separate, pentru curenți până la mii de amperi.

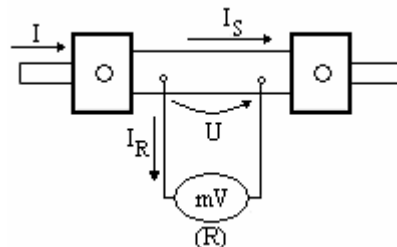


Fig. 2 Șuntul

Rezistența R_s a șuntului este definită între bornele de tensiune. Se observă că se pot scrie ecuațiile:

$$\begin{cases} I = I_S + I_T \\ RI_S = RI_R \end{cases} \quad (3)$$

Șuntul stabilește următorul raport între mărimea de ieșire I_R și cea de intrare I :

$$n = \frac{I}{I_R} = \frac{R_S + R}{R_S} = 1 + \frac{R}{R_S} \quad (4)$$

Se obține astfel relația de calcul a rezistenței șuntului și anume:

$$R_S = \frac{R}{n-1} \quad (5)$$

Redresorul îndeplinește funcția de convertire a energiei electrice din curent alternativ în curent continuu. Funcționarea montajului redresor este legată de natura sarcinii conectate la ieșire. Această dependență va fi studiată pe o schemă foarte simplă, vezi fig.3. Se presupune că dioda este ideală ($u_D = 0$ în stare de conducție; $i_D = 0$ în stare blocată).

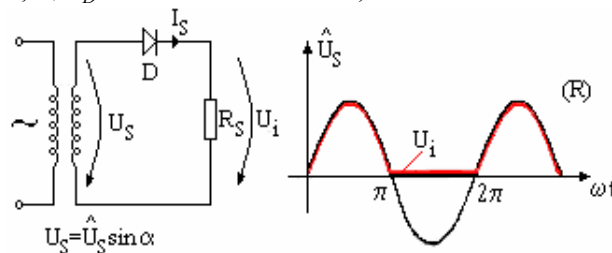


Fig.3 Schema electrică pentru redresorul monofazat monoalternanță și forma tensiunii redresate pentru sarcină rezistivă

2.2 Din punct de vedere al prelucrării datelor obținute în urma achiziționării am folosit următoarele considerente teoretice [6], [7]:

În curent alternativ, forma ideală pentru undele de tensiune sau curent este cea sinusoidală, iar în curent continuu ideal este ca tensiunea să fie perfect constantă. Cauzele distorsiunilor pot fi regăsite și la producătorul sau furnizorul de energie electrică, dar cel mai adesea se află la consumatori, cei care dețin receptoare și elemente nelineare. Principal, distorsiunile undelor de curent și tensiune se încadrează în categoria abaterilor de la forma ideală, împreună cu impulsurile de tensiune, dar în timp ce distorsiunile au caracter periodic, impulsurile sunt de obicei neperiodice. Abaterile de la forma ideală pot fi caracterizate în baza *analizei armonice*, prin punerea în evidență a oscilațiilor armonice cu perioade submultipli întregi ai perioadei fundamentale, evidențiată ca perioadă a undei reale. Analiza armonică a undelor reale de tensiune și curent obținute pe cale experimentală prin oscilografierie/înregistrare, presupune identificarea perioadei fundamentale T .

Dezvoltarea Fourier a unei unde oarecare $y(t)$ se poate prezenta sub forma

$$y(t) = Y_0 + \sum_{N=1}^p (A_N \sin N\omega t + B_N \cos N\omega t) \quad \text{sau printr-o expresie mai condensată și anume}$$

$$y(t) = Y_0 + \sum_{N=1}^p Y_N \sin(N\omega t - \varphi_N), \quad \text{în care amplitudinea și respectiv faza unei armonici se determină cu}$$

relațiile $Y_N = \sqrt{A_N^2 + B_N^2}$ și $\varphi_N = \arctg(-B_N / A_N)$, iar $\omega = \frac{2\pi}{T}$ este pulsația corespunzătoare fundamentalei.

Numărul de diviziuni al perioadei semnalului este important nu numai pentru ordinul maxim al armonicii care se poate determina, ci și pentru precizia de redare a fiecărei armonici și a undei rezultante y . Pentru o analiză armonică acceptabilă, se recomandă eșantionarea undelor de tensiune sau curent pe o durată de 80 ms, deci pe patru perioade, cu un număr minim de diviziuni de 64 pe o perioadă.

Stabilirea indicatorilor caracteristici pentru abaterile undelor de la forma ideală sinusoidală se bazează fie pe valorile admisibile ale armonicilor de curent sau tensiune, fie pe parametrii sintetici ai distorsiunii. Există și tendința de a include mărimi caracteristice pentru consecințele regimului deformant asupra instalațiilor de telecomunicații, deci de compatibilitate electromagnetică, în cadrul indicatorilor de regim deformant. Dacă unii indicatori pot fi determinați atât pentru tensiune cât și pentru curenți, există indicatori care au sens numai pentru unda de tensiune.

| Nr. crt. | Indicator | Relația de definire | Observații |
|----------|--|---|--|
| 1. | Nivelul armonicii de ordinul N | $\gamma_N = \frac{Y_{eN}}{Y_e} \cdot 100\%$ | $Y_{eN} = Y_N/2$ Y_e este valoarea eficace; $Y_e = \sqrt{\sum_{N=0}^p Y_N^2}$ |
| 2. | Rezidul deformant | $Y_{def} = \sqrt{\sum_{N=2}^p Y_{eN}^2}$ | Pentru calcul putem folosi relația $Y_{def} = \sqrt{Y_e^2 - (Y_0^2 + Y_{e1}^2)}$; este utilizat pentru determinarea distorsiunii unei unde periodice, nesinusoidale |
| 3. | Factorul de distorsiune – THD al unei unde nesinusoidale | $\delta_Y = \frac{Y_{def}}{Y_{e1}} \cdot 100\%$ | La valori mici ale valorilor de curent THD poate fi mare. |

Principalul obiectiv al studiilor asupra regimurilor deformante îl constituie identificarea armonicilor componente ale undei analizate de tensiune sau curent. Fiecare armonică de un ordin determinat se identifică prin perechea de valori amplitudine-fază. Este important ca metoda de calcul să poată fi verificată pe unde cu conținut armonic cunoscut și să se compare aspectul undei achiziționate cu cel al undei reconstituite, prin însumarea valorilor corespunzătoare ale tuturor armonicilor identificate. *Teorema eșantionării (Shannon, 1949)*: orice semnal în timp continuu, al cărui spectru este limitat în lățimea de bandă, poate fi reprezentat fără pierdere de informație printr-o serie de eșantioane ale semnalului original, sau altfel spus, printr-un semnal de tip discret.

Operarea cu semnale de amplitudine discretă necesită o atenție deosebită deoarece are adesea ca rezultat o însumare aparentă de perturbații de tipul zgomotului, numite zgomote de cuantificare, ale căror consecințe nu pot fi descrise decât în termeni statistici.

3. Aplicația

Panoul principal al programului propriu „Analiza.VI” are componentele (Fig. 4):

1. Dispozitiv de control pentru selecția semnalului afișat cu cinci poziții: nimic, semnalul de intrare, semnalul fundamental (fundamentală), toate armonicile și semnalul rezidual (semnalul inițial din care s-a extras fundamentală).
2. Dispozitiv de control cu ajutorul căruia se selectează adresa unui fișier.
3. Paleta de control a graficului.
4. Element indicator cu rol de afișare a amplitudini.
5. Element indicator cu rol de afișare a fazei.
6. Element indicator cu rol de afișare a factorului de distorsiune.
7. Element indicator cu rol de afișare a frecvenței.
8. Element de control cu ajutorul căruia se oprește rularea programului “Analiză.vi”.
9. Element indicator de tip grafic cu ajutorul căruia se afișează semnalul respectiv spectrul de frecvențe selectat cu elementul 1.

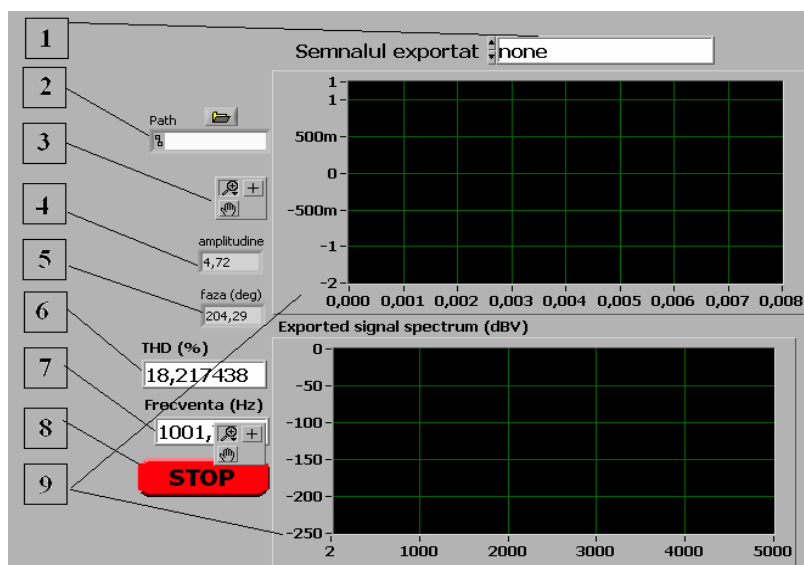
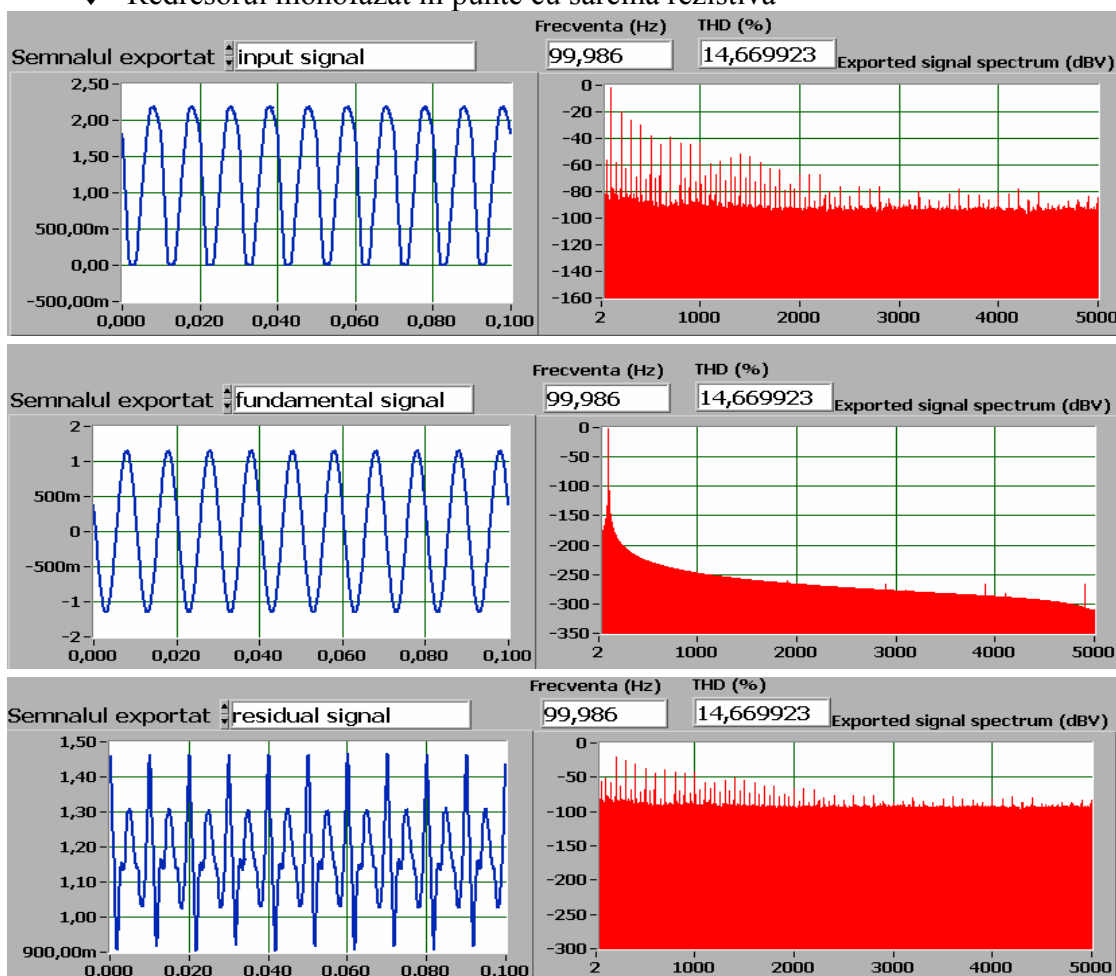
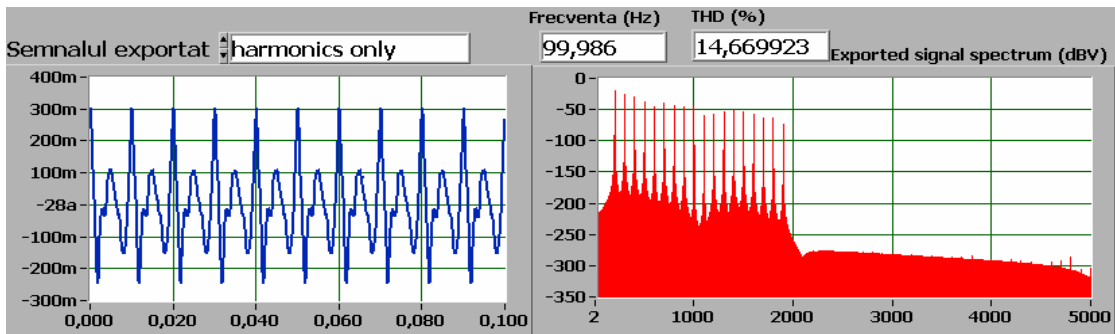


Fig.4 Fereastra panou a aplicației “Analiză.vi”

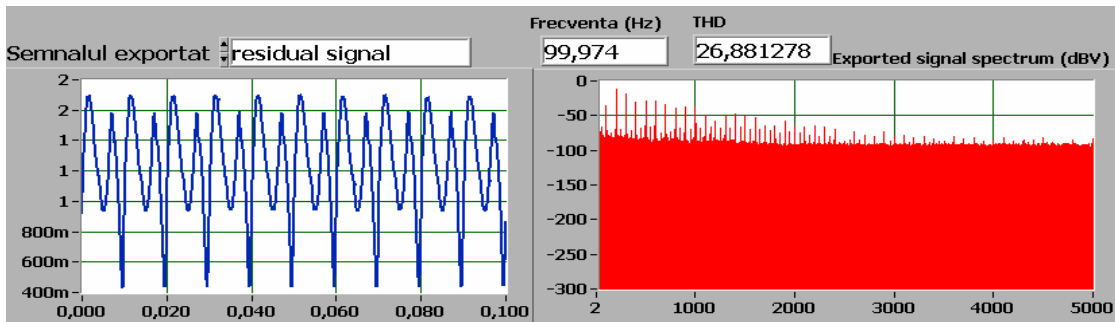
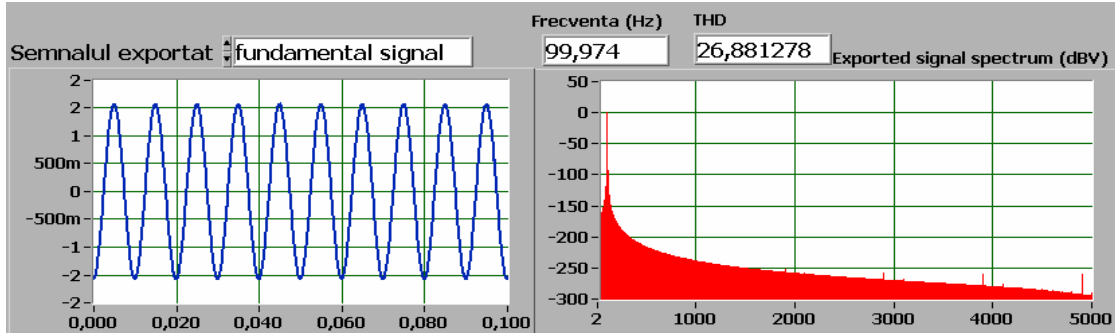
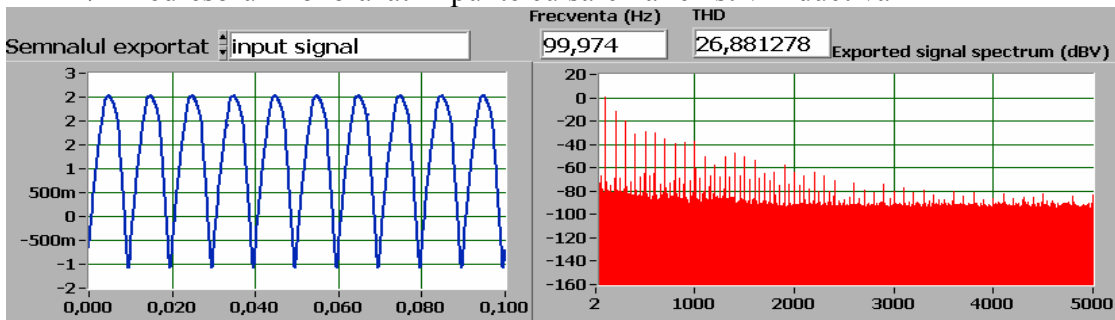
Graficele de prezentare a regimului deformant pentru redresoare în punte cu diferite tipuri de sarcină – exemple ilustrative:

◆ Redresorul monofazat în punte cu sarcină rezistivă





◆ Redresorul monofazat în punte cu sarcină rezistiv-inductivă



Concluzii

In multe aplicații datele pentru prelucrare numerică sunt valori, variabile în timp, ale mărimilor fizice care caracterizează procesele. Semnalul este o cantitate sau o calitate fizică ce poartă o anumită informație. In scopul prelucrării numerice, aceste date sunt transformate în semnale analogice utilizând traductoare și apoi în semnale numerice folosind sisteme de achiziții de date.

Utilizarea tehnicilor de prelucrare numerică este limitată din punctul de vedere al frecvenței maxime a semnalelor analogice de intrare și al vitezei de prelucrare numerică. Intr-o aplicație, aceste limitări sunt funcție de caracteristicile sistemului de achiziție de date, de viteza de lucru a sistemelor de prelucrare numerică și de complexitatea algoritmului de prelucrare numerică.

Semnalul util, care reprezintă fenomenul fizic sau comportamentul sistemului, este amestecat succesiv cu perturbații, atât la captare cât și prin canalul de transmisie. Discretizarea introduce și ea un zgomot. Perturbațiile și zgomotele sunt fenomene care se desfășoară în timp la fel ca și semnalele utile, între ele nefiind decât o deosebire de ordin subiectiv, privită din punctul de vedere al experimentatorului. A le deosebi și apoi analiza separat înseamnă o muncă extrem de dificilă și complexă, având în vedere nivelul conceptual și matematic ridicat.

În studiul regimului deformant realizat cu ajutorul aplicației “Analiză.vi” s-a remarcat faptul că redresorul utilizat este unul poluant (introducând armonici superioare în rețea) și că factorul de distorsiune TDH este influențat de sarcină astfel: pentru sarcină rezistivă s-a obținut un factor de distorsiune de 14,669% , fiind cel mai mic; pentru sarcină rezistiv-inductivă un factor de 26,881% și cel mai mare factor de distorsiune s-a obținut pentru sarcina rezistiv-inductivă și sursă de tensiune electromotoare 29,485%.

Avantajele utilizării instrumentației virtuale constau în reducerea cheltuielilor cu realizarea de noi instrumente (prețul de cumpărare al sistemului, costurile cu dezvoltarea și întreținerea) și mărirea performanțelor acestora (flexibilitate, reutilizare, reconfigurare).

Prețuri scăzute și performanțe ridicate sunt ceea ce așteaptă întotdeauna beneficiarii de la producători.

Bibliografie

- [1] *Maier V., Maier C.* - LabVIEW în Calitatea Energiei Electrice, Ed. Albastră, Cluj Napoca, 2002
- [2] *Cottet F., Ciobanu O.* - Bazele Programării în LabVIEW, Ed. MatrixRom, București, 1998
- [3] *LabVIEW User Manual* – National Instruments, January, 1998
- [4] *Stanomir D.* – Semnale și Sisteme Analogice, Ed. Politehnica, București, 2002
- [5] *Ghinea M.* - Procesarea Digitală a Semnalelor, Ed. Tritonic, București, 1997
- [6] *Kelemen A., Imecs M.* – Electronica de Putere, Ed. Didactica si Pedagogica, București, 1983
- [7] *Ionescu F., Florica D., Nitu S., etc.* – Electronica de Putere-Convertoare Statice, Ed. Tehnica, București, 1998

* Ing. Voina C., Ing. Moraru S., Ing. Cosac A – Universitatea Politehnica București, Facultatea Electrotehnică