

COMANDA FILTRELOR ACTIVE UTILIZÂND METODA MULTIPLICĂRII UNDEI ÎN MEDIUL DE PROGRAMARE LAB VIEW

Daniel Marin, *Hautes Etudes
d'Ingénieur (HEI), Lille, FRANCE*

COMMAND ACTIVE POWERS FILTERS USING WAVE MULTIPLICATION METHOD IN THE LABVIEW PROGRAMMING ENVIRONMENT

Daniel Marin, *Hautes Etudes
d'Ingénieur (HEI), Lille, FRANCE*

REZUMAT:

Rolul filtrului activ este să compenseze în timp real toate perturbațiile (sau o parte) prezente în rețelele electrice. Lucrarea prezintă metoda multiplicării unde utilizând mediul de programare Lab VIEW. Este prezentat principiul de funcționare al filtrelor active de putere și de asemenea configurațiile filtrelor în funcție de circuitul de putere. S-a realizat un sistem de comanda-control în Lab VIEW cu posibilitatea corecției fazei armonicilor de curent și controlul în timp real a parametrilor regulatorului de curent.

S-a verificat funcționarea metodei cu ajutorul unui sistem de achiziție și comandă NI PXI și a unui procesor DSP. De asemenea s-a realizat o interfață grafică în mediul Lab VIEW ce permite afișarea parametrilor principali și a formelor de undă a curenților din sistem.

CUVINTE CHEIE: filtre active de putere, metoda multiplicării unde, Lab VIEW, corecție fază, DSP, THD.

1. INTRODUCERE

Filtrele active de putere se amplasează în stațiile de distribuție de joasă tensiune, la care sunt conectați consumatorii importanți de putere reactivă, deformantă și realizează îmbunătățirea parametrilor energiei electrice [1], făcând să se absoarbă din rețea, practic, numai putere activă. Aceiași electronică de putere ce cauzează deformarea tensiunii și curentului preluat de la rețeaua de alimentare poate fi utilizată, evident cu alt tip de comandă, pentru îmbunătățirea formei aceluiași tensiuni și aceluiași curent. Filtrele active sunt convertoare statice de putere

ABSTRACT:

The role of active filter is to compensate in real time all the disturbances (or part) present in the power grid. This paper presents wave multiplication method using Lab VIEW programming environment. Operating principle is presented active power filters and also filters according to the circuit configurations of power. He developed a command-control system in Lab VIEW with phase correction can control harmonic currents and real-time current regulator parameters.

Was examined using a system operation method of acquisition and command NI PXI and a DSP processor. Also developed an interface in Lab VIEW environment, that allows display key parameters and waveforms of currents in the system.

KEY WORDS: power active filters, wave multiplication method, Lab VIEW, phase correction, DSP, THD.

1. INTRODUCTION

Active power filters are placed in low-voltage distribution stations, which are major consumers of reactive power plug, deformed and makes upgrading of electricity [1], making the network to absorb practically the only active power. The same power electronics causing distortion of the voltage and current over supply network can be used with other control course to improve the same voltage and same current form. Active filters are specialized power static converters connected in parallel or in series with a

specializate care, conectate în paralel sau în serie cu un consumator poluant, au rolul de a consuma total sau parțial curentii reactivi și armonicile pe care le generează sarcina poluantă, astfel încât rețeaua de alimentare să furnizeze numai curenti sinusoidal și în fază cu tensiunea de alimentare, figura 1.

consumer pollutant, are designed to consume all or part of reactive and harmonic currents that are generated pollutant load so that only the mains as to provide only current sinusoidal and in phase with supply voltage, Figure 1.

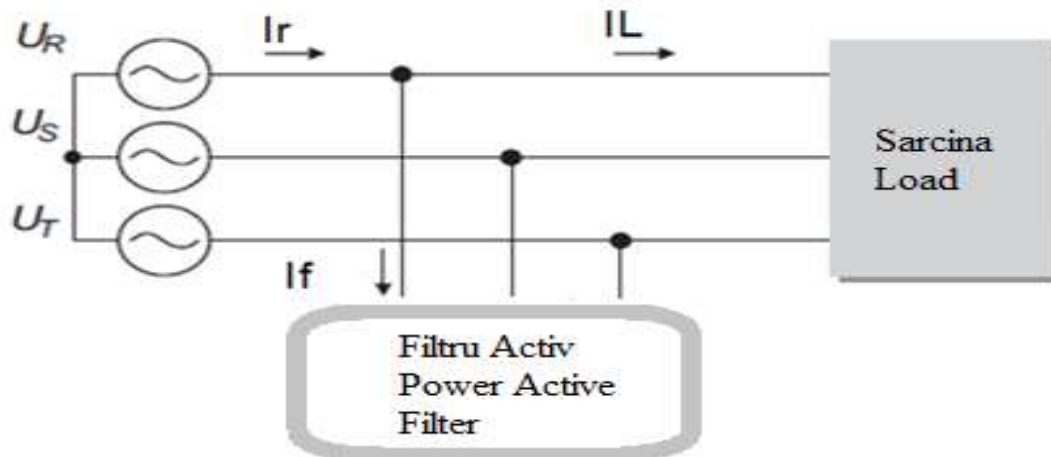


Figura 1. Principiul filtrării active prin conectarea filtrului în paralel cu receptorul poluant
Figure 1. The principle of active filtering by connecting in parallel with the load



Figura 2. Cei trei curenti existenți în sistem (rețea, sarcină, filtru)
Figure 2. The three currents in the system (grid, load, filter)

Curentul i_L , consumat de redresor din faza R de alimentare conține fundamentală i_{L1} și armonici [1]; fundamentală i_{L1} se descompune în componenta activă i_{L1a} și componenta reactivă i_{L1r} ; dacă armonicile de curent sunt notate i_{Lh} , expresia curentului absorbit din faza R poate fi scrisă:

Current i_L , R-phase rectifier consumed feed containing fundamental and harmonic i_{L1} [1], the fundamental active component i_{L1a} decomposes into reactive component i_{L1r} , if current harmonics are denoted i_{Lh} , absorbed in the phase R current expression can be written:

$$i_L = i_{L1} + \sum_{h=2}^n i_{Lh} \quad (1)$$

$$i_R = i_{R1} + \sum_{h=2}^n i_{Rh} \quad (2)$$

$$i_{L1} = i_{L1a} + i_{L1r} \quad (3)$$

$$i_R = I_{R1a} \sqrt{2} \sin \omega t + I_{R1r} \sqrt{2} \cos \omega t + \sum_{h=2}^n I_{Rh} \sqrt{2} \sin(h\omega t - \varphi_h) \quad (4)$$

Curentul I_h absorbit/injectat pe fază de filtrul activ este definit de relația:

I_h current absorbed / injected phase active filter query is defined by:

$$i_f = i_R - i_L \quad (5)$$

Filtrul paralel poate fi privit ca un generator de curent constant cu valoarea instantanee dată de relația de mai sus și figura 2. Filtrul activ de putere poate fi conectat în câteva configurații, în general ele sunt împărțite în trei mari categorii [1] și anume: filtru activ paralel, filtru activ serie și filtru activ hibrid.

Parallel filter can be regarded as a constant current generator with instant value given by the above and Figure 2. Active power filter can be connected in several configurations; they are generally divided into three categories [1]: parallel active filter, series active filters and hybrid active filter.

2. STRATEGIA DE COMANDĂ

2. CONTROL STRATEGY

Strategia de comandă se bazează pe detectarea curenților armonici în domeniul timpului. Metoda de detectare a armonicilor, trebuie să fie capabilă să determine unui semnal de intrare (curent/tensiune), pe baza unui algoritm matematic, atribute specifice cum ar fi: frecvența, amplitudine, faza, durată. Trei posibilități de identificare a curenților au fost propuse deja în literatură [1].

Control strategy is based on detection of harmonic currents in time. Harmonic detection method must be able to determine an input signal (current / voltage) based on a mathematical algorithm, attributes such as frequency, amplitude, phase, period. Three possibilities have been proposed to identify currents already in the literature [1].

- Identificarea pornind de la detectarea curentului de încărcare poluantă
- Identificare pornind de la detectarea curentului de sursă
- Identificare pornind de la detectarea tensiunii de la sursă

- Identification of current detection based on pollution loads
- Identification based on current detection source
- Identification based on detecting the source voltage

Prima metoda este cea mai apropiată filtrului activ paralel instalat în apropierea consumatorului pentru compensarea curenților armonici cauzăți prin încărcările poluante.

The first method is the closest parallel active filter installed near consumers to compensate for harmonic currents caused by pollutant loads.

2.1. Comanda filtrelor active

2.1. Command of active filters

Comanda inverterului permite crearea de curenți armonici de referință, comandă aplicată la diverse elemente semiconductoare

Command allows the creation of harmonic currents inverter reference command applied to various semiconductor elements of static

ale convertorului static de putere. Cele trei principale familii de comandă a filtrelor active sunt:

- Comanda prin hysterezis
- Comanda de modulare PWM
- Comanda prin hysterezis modulată

Comanda prin hysterezis numită de asemenea comandă cu adevărat sau nu, este o comandă nonlineară care utilizează eroarea existentă între curentul de referință și curentul produs de inverter. Eroarea este comparată cu un interval numit bandă de hysterezis, când eroarea atinge banda inferioară sau superioară, o comandă este dată de o așa manieră ca, eroarea să rămână în interiorul benzii. Simplitatea este principalul atu al acestei tehnicim figura 3. Partea negativă consta în faptul că, comutațiile evoluează liber, în interiorul benzii de hysterezis nu se pot controla corect, spectrul de înaltă frecvență necesar frecvențelor de comutare.

Această problemă determinată de frecvența de comutație și de repercusiune asupra elementelor semiconductoare, a introdus o alta strategie de comandă, comanda prin hysterezis modulată [1]. Cu atât mai mult funcționarea cu o frecvență de comutare quasi fixă ne împiedică să păstram avantajul unei rapiditati nelimitate obținută de comanda prin hysterezis.

power converter. The three main families of active filter control are:

- Order by hysteresis
- PWM modulation control
- Order by hysteresis modulated

Order by hysteresis command also called true or not, is a nonlinear control using the error between the reference current and current produced by the inverter. Error is compared with a band called hysteresis range, the error reaches the lower band or higher, an order is given in such a way that the error remains within the band. Simplicity is the main asset of the technicians Figure 3. The downside was that, switching freely evolve within the hysteresis band cannot be properly controlled; high frequency spectrum required switching frequency.

This problem caused by switching frequency and the repercussion of semiconductor devices, has introduced a new control strategy, the hysteresis control mode [1]. With so many civil servants with a fixed switching frequency quasi keep us from the advantage of unlimited speed obtained by hysteresis control.

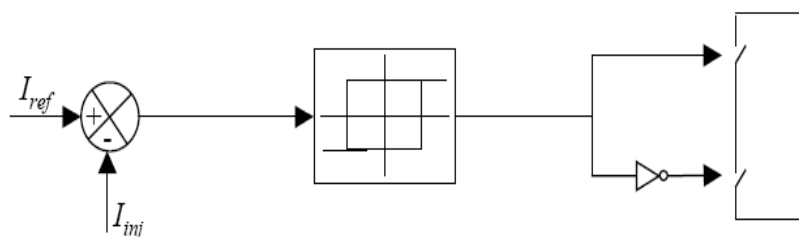


Figura 3. Comanda hysterezis
Figure 3.Hysteresis command

2.2. Metode de identificare a curenților armonici

Diferitele metode de identificare ale curentului armonic pot sa fie grupate în două familii apropiate [1]. Estimarea semnalului de referință presupune detectarea semnalelor de

2.2. Methods of identification a harmonic currents

Different methods of identification a harmonic current can be grouped into two families close [1]. Estimating reference signal detection means signal voltage / current

tensiune/curent necesare pentru a aduna corect informația variabilă a sistemului. Prin urmare, au apărut diferiți algoritmi de detectare a armonicilor, care au condus la multe dezbateri științifice, care se concentrează pe finețea detectării, viteza, stabilitatea filtrului și o implementare ieftină și ușoară, etc .

Prima metodă folosește transformarea Fourier rapidă în domeniul frecvenței, pentru a extrage armonicile curentului. Se oferă de asemenea avantajul de a selecționa armonicile unice și să găsească să compenseze pe cele mai preponderente. Să notăm că această metodă necesită o mare putere de calcul, într-un timp real toate transformările necesare pentru a extrage armonicile.

A doua familie este bazată pe un calcul puteri instantanee în domeniul timpului. Unele dintre aceste metode se bazează pe un calcul a unor puteri armonice ale sarcinilor nelinulare. Pe de altă parte pot să fie utilizate pentru a compensa o dată curenții armonici și puterea reactivă, bazându-se pe extragerea părții fundamentale active a curentului total. Recent, noile metode de identificare au fost prezentate pentru a oferi alegerea de a compensa pe unul, sau chiar toate tipurile de curenți perturbatori. În fine, bazându-se pe regulatoare de tensiune continuă și de curent, putem să compensăm o dată toți curenții perturbatori oferind posibilitatea de a regla tensiunea de pe sarcină. Această metodă, care nu poate să fie implantată numeric deoarece nu garantează o compensare perfectă a puterii reactive, chiar dacă regulatorul de tensiune ce asigură mereu o bună calitate a tensiunii de pe sarcină.

În fine, metoda de identificare cea mai utilizată este aceea numită – metoda puterii reale și puterii instantanee imaginare. Această metodă oferă avantajul de a găsi puterea perturbatoare care să compenseze cu precizie, cu rapiditate, cu ușurință de implementare. În sfârșit, ca să putem compensa curenții armonici, curenții dezechilibrați și puterea reactivă împreună sau individual, această

required to properly gather information system variable. Therefore, there are different harmonics detection algorithms, which led to many scientific debates that focus on detection finesse, speed, filter stability and cheap and easy implementation, etc..

The first method uses fast Fourier transform frequency domain to extract the harmonic current. It also offers the advantage to select unique harmonics and find to compensate the most dominant. Note that this method requires a large computing power in real time all changes necessary to extract the harmonics.

A second family is based on a calculation instantaneous power in time. Some of these methods is based on a calculation of harmonic power of nonlinear loads. On the other hand can be used to compensate harmonic currents and reactive power time, based on extraction of total current assets to fundamental part. Recently, new identification methods have been shown to provide choice to set off on one, or all kinds of disturbing currents. Finally, based on DC regulators and power, we can compensate for noise currents on all offering the possibility to adjust the load voltage. This method, which cannot be implanted because the number does not guarantee a perfect compensation of reactive power, even if the voltage regulator that ensures a constant quality of the load voltage.

Finally, the identification method used is called - the method the real and imaginary instantaneous power. This method offers the advantage of finding disturbing power to compensate accurately, quickly, easily implemented. In the end, so that we can compensate harmonic currents, unbalanced currents and reactive power together or individually, this method is the best [1]. The account is to achieve a control-control model of active filter using Lab VIEW programming environment [3]. Multiplication wave method is used because this method is simple in terms of the order and can be successfully implemented on a system acquisition and

metodă este cea mai bună [1].

În continuare se propune realizarea unui model de control-comandă a unui filtru activ utilizând mediul de programare Lab VIEW [3]. Se va utiliza metoda multiplicării undei deoarece această metoda este simplă din punct de vedere al comenzii și poate fi implementată cu succes pe un sistem de achiziție și comandă National Instrument PXI (PCI eXtensions for Instrumentation), figura 4.

control National Instruments PXI (PCI extensions for Instrumentation), Figure 4.



Figura 4. Sistem de achiziție și comandă NI PXI (PCI eXtensions for Instrumentation)
Figure 4. Acquisition and control system NI PXI (PCI extensions for Instrumentation)

Pentru început s-a realizat un program în Lab VIEW [5] pentru extragerea fundamentalei curentului unui redresor trifazat în punte ce alimentează un motor de cc. Extragerea este realizată cu un bloc Spectral Measurements care măsoară amplitudinea armonicilor și faza acestora, figura 5.

O parte extrem de importantă este corecția de

For a program started in Lab VIEW [5] to extract a fundamental current phase rectifier bridge which supplies a DC motor. The extraction is performed with a block that measures the amplitude of harmonics Spectral Measurements and their phase, Figure 5.

A crucial part is the phase correction is made

fază care se face cu ajutorul blocului Extract Portion. Cu acest bloc se determină ultimele valori masurate ale fazei după o perioadă de calcul (se ține cont de ultimele 4 valori), iar cu ajutorul unui bloc Statistics se determină valoarea medie a fazei măsurate după o perioadă. Această valoare este în mod normal defazată cu 90 de grade față de real datorită elementelor de măsură (traductoare, filtre sau elemente de măsură). Pentru obținerea corectă a fazei după acest proces de tratare a semnalului, prezentat anterior, valoarea măsurată a fazei este corectată cu 90 de grade.

with extract block Portion. With this block is determined last value measured after a calculation phase (taking into account the last 4 values), and a block by Statistics determine the mean phase measured after a period. This value is normally 90 degrees out of phase with reality because the elements of measurement (transducers, filters and elements of measure). To obtain the correct phase after the signal handling process, described above, the measured phase is corrected to 90 degrees.

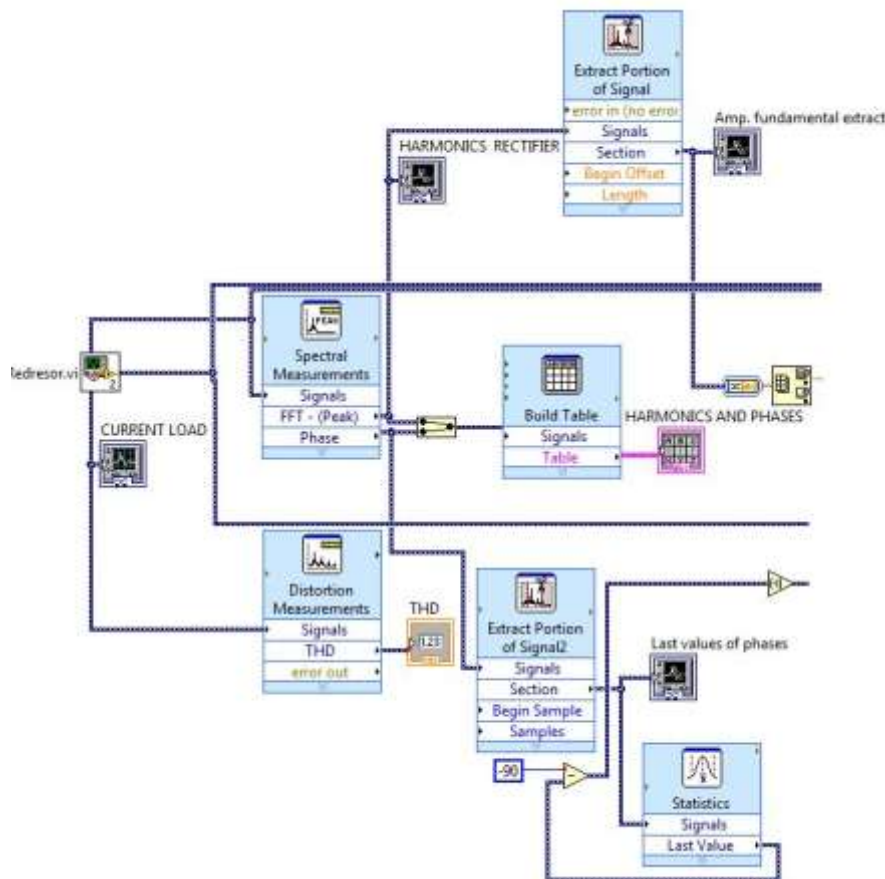


Figura 5. Schema LabVIEW pentru extragerea armonicilor și a fazelor acestora
 Figure 5. LabVIEW diagram for extraction of harmonics and their phase

În acest moment putem spune că s-au obținut valorile corecte ale armonicilor și ale fazelor. Corespunzător metodei multiplicării undei se poate recompune semnalul original, real, iar pentru verificarea corectitudinii procesului de

At this point we can say that they have obtained the correct values and phases of harmonics. Corresponding multiplication method where you can recompute the original signal, real, and for checking the

obținere a armonicilor și în special al fazei acestora se vor compara rezultatele obținute cu ajutorul unui procesor specializat TMS320C64x DSP [2] [4].

Rezultatele sunt foarte apropiate, figura 6, ceace duce la concluzia că metoda de calcul este bună și deci se rezultatele obținute se pot utiliza cu succes în continuare.

process of obtaining special harmonics and their phase will compare the results obtained with a TMS320C64x DSP specialized processor [2][4].

The results are very similar, Figure 6, ECAC lead to the conclusion that the method of calculation is good and so are the results obtained can be used successfully continue.

HARMONIC AND PHASES CURRENT GRID				HARMONICS AND PHASES			
0,844851	0,000000			5,373186E-15	180,000000		
0,014615	154,578049			7,642827E-15	-175,579681		
0,014509	-135,851091			8,912068E-15	-169,155450		
0,024423	-5,160321			1,253655E-14	-168,398004		
0,013541	76,485502			1,796226E-14	-172,834516		
20,627609	-95,687153			20,610000	-95,700000		
0,008561	-157,766560			1,718160E-14	34,808902		
0,010552	73,475507			7,693622E-15	24,819262		
0,010899	27,157373			3,862373E-15	22,652799		
0,009972	-91,896660			3,375803E-15	35,898572		
0,009592	-38,473956			2,347224E-15	44,498483		
0,013075	-18,680776			1,967269E-15	34,346016		
0,007371	-156,483307			1,124696E-15	36,006584		

Figura 6. Comparație între rezultate obținute prin metoda prezentată și cele obținute cu un DSP

Figure 6. Comparison of results obtained by the method and those obtained with a DSP

Corespunzător principiului filtrelor active de putere se poate obține cu succes curentul filtrului [2], deoarece modalitatea de calcul a armonicilor a fost validată.

Pentru a implementa comanda filtrului se utilizează un regulator de curent a cărui intrare este eroarea de curent dintre curentul real și cel calculat, iar la ieșirea sa se realizează soft un bloc de hysterezis. Cu ajutorul blocului de hysterezis se obține comanda filtrului activ, figura 7, iar prin intermediul porturilor I/O digitale ale PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) se face comanda în timp real a sistemului.

Accordingly the principle of active power filters can be achieved successfully filter current [2], because the calculation of harmonics has been validated. Order to implement the filter using a current regulator whose input is the current error between actual and calculated current, and to realize soft out a block of hysteresis. With hysteresis block active filter control is obtained, Figure 7, and through port I / O digital PXI (PCI extensions for Instrumentation) is real-time control system.

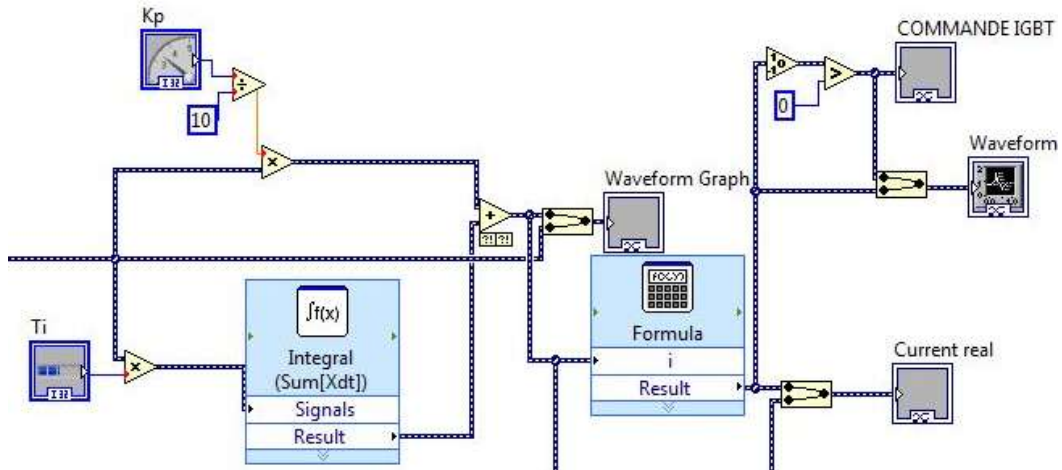


Figura 7. Schema LabVIEW pentru implementarea regulatorului PI și a comenzii prin Hysteresis

Figure 7. LabVIEW diagram for the implementation of PI controller and the hysteresis control

Pentru o mai bună valorificare a datelor obținute în mediul de programare Lab VIEW s-a implementat un sistem de generare a unui raport, figura 8. Tot cu ajutorul mediului Lab VIEW s-a realizat și o interfață de lucru care permite ca de exemplu modificarea parametrilor regulatorului de curent figura 9.

For a better use of data obtained in Lab VIEW programming environment to implement a system to generate a report, Figure 8. Still using the Lab VIEW environment was achieved and a working interface, which allows modification of parameters such as current regulator Figure 9.

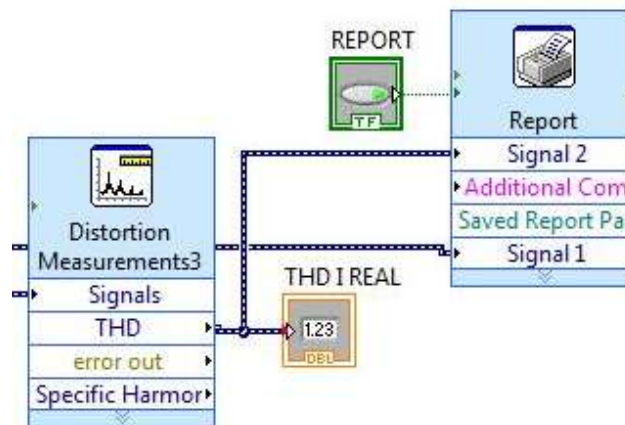
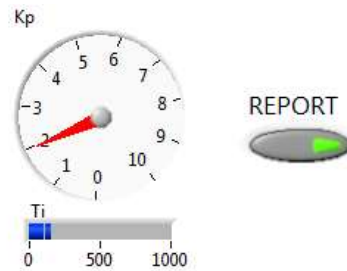


Figura 8. Schema LabVIEW pentru generarea de rapoarte complete
Figure 8. LabVIEW diagram for generating comprehensive reports



PI REGULATOR CURRENT

Figura 9. Intrefață de lucru ce permite modificarea parametrilor reg.PI
Figure 9. Interface that allows modification of parameters of PI regulator

În continuare se prezintă formele de undă ale curentului sarcinii, al filtrului și curentul fundamental extras, figura 10, care a permis obținerea unor rezultate bune prin diminuarea conținutului de armonici al sarcinii poluante, figura 11.

Still be present to load current waveforms, the filter and extract fundamental current, figure 10, which allowed obtaining good results by reducing the harmonic content of the pollutant load, Figure 11.

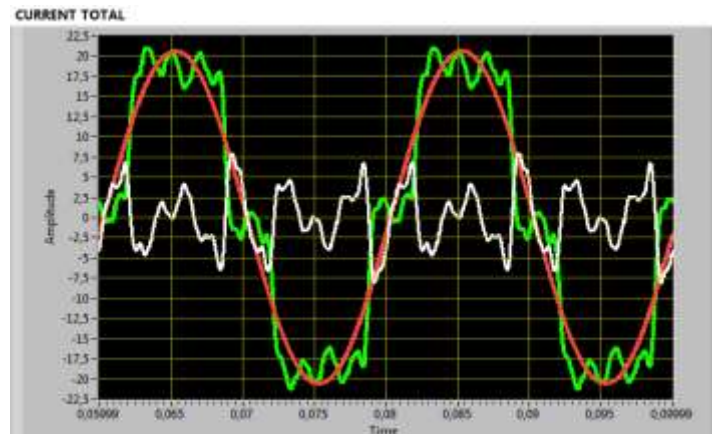


Figura 10. Curent sarcină, curent filtru și curent fundamental extras
Figure 10. Load current, filter current and fundamental power extracted

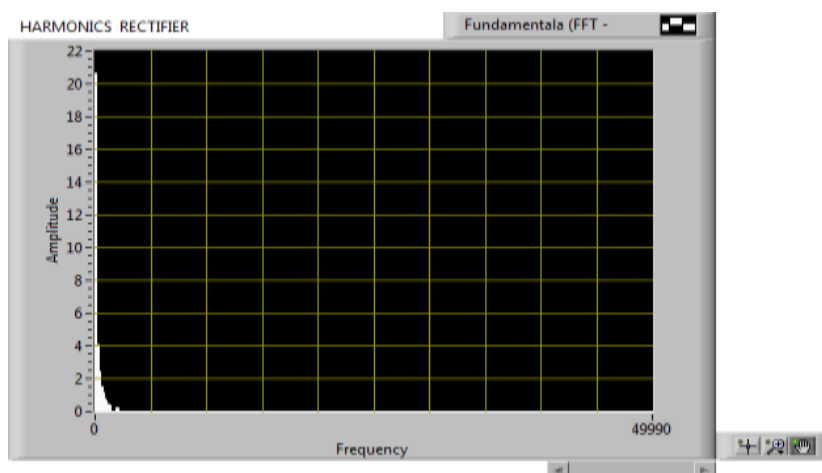


Figura 11. Conținut armonici și THD pentru sarcina poluantă
Figure 11. Harmonic content and THD pollutant load

Curentul rezultat în rețea este prezentat în figura 12, împreună cu analiza spectrală a acestuia și cu determinarea factorului total de distorsiune (THD).

Current resulting network is shown in Figure 12, together with its spectral analysis and determine the total harmonic distortion (THD).

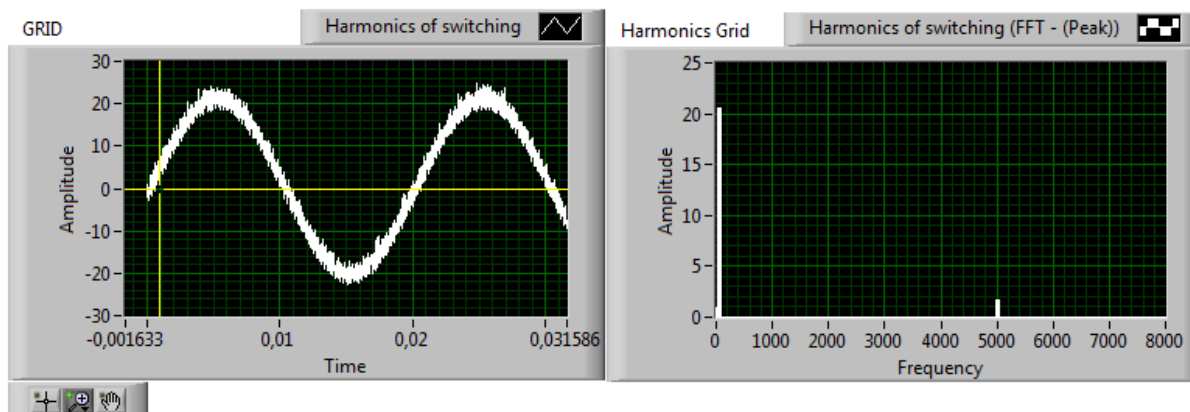


Figura 12. Curent rețea filtrate și analiza spectrală a acestuia
Figure 12. Filtered current network and its spectral analysis

3. CONCLUZII

Lucrarea prezintă o nouă abordare a comenzii filtrelor active utilizând mediul de programare LabVIEW. Se constată o abatere foarte mică sub 0,1% între rezultatele obținute cu această metoda și cele furnizate de un procesor specializat DSP [4] în cazul măsurării valorilor armonicilor. Cu acest sistem de control-comandă se poate obține o filtrare a armonicilor din rețea de la 25,5% la 8%.

Sunt evidențiate de asemenea avantajele mediului de programare vizual, în ce privește calitatea reprezentărilor grafice dar și posibilitatea realizării de rapoarte detaliate, acest ultim lucru permite conectarea sistemului propus la alte sisteme de comandă și control în timp real cum ar fi dSPACE, RTLab etc.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Marin D. Cercetări privind filtrele active de putere, teză de doctorat, Universitatea din Craiova, 2010
- [2] Chris Chung, Oliver Sohm, Signal Processing Examples Using TMS320C64x

3. CONCLUSIONS

This paper presents a new approach to active filter control using Lab VIEW programming environment. There is a very small deviation less than 0.1% between the results obtained with this method and those provided by a dedicated DSP processor [4] for measurement of harmonics. With this control system command can get a network filtering harmonics from 25.5% to 8%. I also highlighted the advantages of visual programming environment, the quality graphics and the possibility of making detailed reports, the latter proposed system allows connection to other command and control systems in real time such as dSPACE, etc. RTLab.

REFERENCES

- [1] Marin D. *Cercetări privind filtrele active de putere*, teză de doctorat, Universitatea din Craiova, 2010
- [2] Chris Chung, Oliver Sohm, *Signal Processing Examples Using TMS320C64x*

Digital Signal Processing Library (DSPLIB)
SPRA884, September 2003

[3] Yuke Wang; Yiyan Tang; Yingtao Jiang;
Jin-Gyun Chung; Sang-Seob Song; Myoung-
Seob Lim. Novel Memory Reference
Reduction Methods for FFT Implementations
on DSP Processors, *Signal Processing, IEEE
Transactions on*, may 2007

[4] *** TMS320C64x DSP Library
Programmer's, Reference PRU565A, April
2002

[5] *** www.ni.com

Digital Signal Processing Library (DSPLIB)
SPRA884, September 2003

[3] Yuke Wang; Yiyan Tang; Yingtao Jiang;
Jin-Gyun Chung; Sang-Seob Song; Myoung-
Seob Lim. *Novel Memory Reference
Reduction Methods for FFT Implementations
on DSP Processors, Signal Processing, IEEE
Transactions on*, may 2007

[4] *** TMS320C64x DSP Library
Programmer's, Reference PRU565A, April
2002

[5] *** www.ni.com