

51. konferencija za
elektroniku, telekomunikacije,
računarstvo, automatiku i
nuklearnu tehniku

2007

ET RAN

Program i
zbornik apstrakta



Organizator
Društvo za ETRAN
Elektrotehnički fakultet Podgorica

Herceg Novi
4-8. juna 2007.



U saradnji sa
IEEE sekcijom SCG

ETRAN

Elektronika
Telekomunikacije
Računarstvo
Automatika
Nuklearna tehnika

**ZBORNIK
APSTRAKTA
I PROGRAM
51. KONFERENCIJE ETRAN-a**

Herceg Novi
4 – 8. juna 2007. godine

Beograd, jun 2007.

EK2.7

ANALIZA SIGNALA ELEKTRONSKOG SPEKTROMETRA DISKRETNOM HARMONIJSKOM WAVELET TRANSFORMACIJOM

Dragutin Šević, Bratislav Marinković, Institut za fiziku, Viša elektrotehnička škola, Beograd

Aleksandar Milosavljević, Institut za fiziku, Beograd, Srbija

Dušan Filipović, Fizički fakultet, Beograd, Srbija

Vladimir Pejčev, PMF, Kragujevac, Srbija

U ovom radu je opisana analiza signala elektronskog spektrometra ESMA korišćenjem Diskretne harmonijske Wavelet transformacije. Signal je razlagan na šest podopsega. Na ovaj način je omogućeno odvajanje korisnog signala od raznih vrsta elektromagnetskih smetnji, kao i načinjena osnova za automatsko pretraživanje snimljenih spektara pomoću računara

EK2.8

SIGNAL PROCESSING OF ST. JONES RIVER, DELAWARE WATER LEVEL DATA

Dragoljub Pokrajac, Natasa Reljin, Michael Reiter,

Stephanie Stotts, Delaware State University, Dover, DE, USA

Robert Scarborough, Delaware National Estuarine Research Reserve, Dover, DE, USA

In this study, data processing of St. Jones River water level data is described. The original dataset is time series of 57,127 measurement sand consists of water levels measured at two locations along the St. Jones River (a tidal river in central Delaware). The data set suffers from several problems, including missing data, presence of periodic components, etc. The paper describes interpolation techniques to compensate for missing values, filter design to eliminate sinusoidal tidal components and finally illustrates the application of adaptive filters to remove the influence of upstream water level on the levels measured downstream.

EK2.9

INTERAKTIVNA SINTEZA LC FILTARA U MATLABU

Miroslav Lutovac, Viša elektrotehnička škola, Beograd, Srbija, lutovac@etf.bg.ac.yu

Dejan Tošić, Elektrotehnički fakultet, Bulevar Kralja

Aleksandra 73, Beograd, Srbija

U radu je opisan softverski alat za projektovanje i sintezu LC filtara koji omogućava da se menjaju parametri filtra i istovremeno dobija teorijska i realizovana funkcija prenoša. Promenom parametara realizovanog filtra kao što su red filtra, granica propusnog ili nepropusnog opsega, maksimalno slabljenje u propusnom opsegu ili minimalno slabljenje u nepropusnom opsegu, karakteristika slabljenja može da se realizuje sa većim marginama slabljenja u jednom delu frekvencijskog opsega.

ANALIZA SIGNALA ELEKTRONSKOG SPEKTROMETRA DISKRETNOM HARMONIJSKOM WAVELET TRANSFORMACIJOM

Dragutin Šević, Bratislav Marinković, *Institut za fiziku, Viša elektrotehnička škola, Beograd*
 Aleksandar Milosavljević, *Institut za fiziku, Beograd*
 Dušan Filipović, *Fizički fakultet, Beograd*
 Vladimir Pejčev, *PMF, Kragujevac*

Sadržaj – U ovom radu je opisana analiza signala elektronskog spektrometra ESMA korišćenjem Diskretne harmonijske Wavelet transformacije. Signal je razlagan na šest podopsega. Na ovaj način je omogućeno odvajanje korisnog signala od raznih vrsta elektromagnetskih smetnji, kao i načinjena osnova za automatsko pretraživanje snimljenih spektara pomoću računara.

1. UVOD

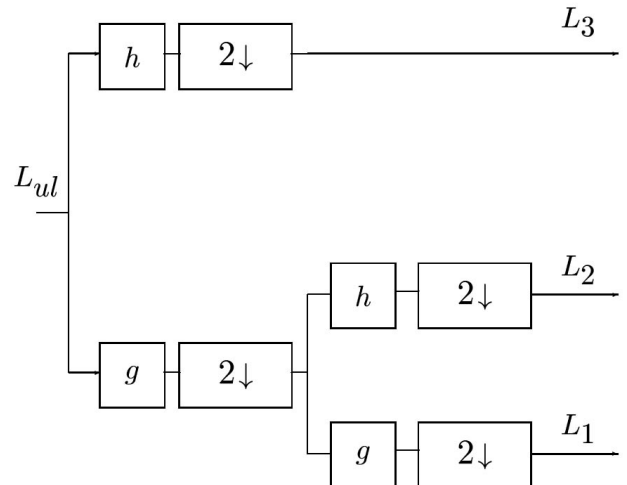
Značajan problem pri akviziciji podataka sa elektronskog spektrometra ESMA u našoj laboratoriji predstavljaju razne elektromagnetske smetnje, prisutne zbog rada drugih uređaja u institutu. Aparatura ESMA detaljno je opisana u [1]. U našem radu [2] opisano je filtriranje signala spektrometra pomoću proširene preklapljene transformacije (Extended Lapped Transform - ELT) [3], sa idejom da se pokuša uklanjanje smetnji na određenim frekvencijskim opsezima. Ovom metodom mogu se dobiti dobri rezultati, uz poznato ograničenje koje proističe iz toga što je rezolucija analize (i frekvencijska kao i vremenska) jednaka u svim podopsezima. Prednost korišćenja metode opisane u [2] je u velikoj računarskoj efikasnosti izračunavanja ELT.

Kao što je poznato, u analizi nestacionarnih signala bolji rezultati se mogu ostvariti primenom multirezolucionih tehnika. Kod Wavelet transformacije rezolucija analize zavisi od frekvencije. Na niskim frekvencijama, wavelet analiza odlikuje se visokom frekvencijskom rezolucijom i niskom vremenskom rezolucijom. Sa druge strane, na visokim frekvencijama, vremenska rezolucija je visoka, a frekvencijska niska. Ova adaptivnost Wavelet transformacije omogućava dobro sagledavanje prirode nestacionarnih signala.

U opštem slučaju, wavelet transformacija razlaže signal na podopsege nejednakih širina. Ovakvo razlaganje moguće je ostvariti bankom filtera, slika 1.

Harmonijsku wavelet transformaciju (Harmonic Wavelet Transform – HWT) razvio je Newland 1993 [4]. Slično običnoj wavelet transformaciji, HWT se takođe odlikuje multirezolucionom analizom signala. Medjutim, HWT moguće je realizovati brzim algoritmom, zasnovanim na korišćenju brze Furijeove transformacije (Fast Fourier Transform - FFT).

HWT je u novije vreme izazvala dosta pažnje u mnogim naučnim disciplinama, uključujući biomedicinske nauke, prepoznavanje oblika, analizu zvuka i različitih vibracija kod mašina, čak i analizu seizmičkih podataka zemljotresa. Između mnogobrojnih referenci, videti na primer [5,6,7]. To su reference čije elektronske verzije su dostupne sa akademske mreže.



Slika 1. Jedan stepen razlaganja signala diskretnom Wavelet transformacijom realizovanom bankom filtera.

2. HARMONIJSKI WAVELETI

Osnovna ideja HWT je analiza signala pomoću waveleta čiji spektar je ograničen tačno u određeni frekvencijski opseg:

$$W_{m,n}(\omega) = \begin{cases} \frac{1}{(n-m)2\pi}, & m2\pi \leq \omega < n2\pi \\ 0, & \text{drugde.} \end{cases} \quad (1)$$

Furijeovom transformacijom relacije (1) Newland je dobio sledeći harmonijski wavelet:

$$w_{m,n}(t) = \frac{\exp(in2\pi t) - \exp(im2\pi t)}{i2\pi(n-m)t} \quad (2)$$

m i n nazivaju se parametrima nivoa, $1/(n-m)$ određuje skalu waveleta. m i n su realni i pozitivni brojevi, nije neophodno da budu celobrojni. Lako je videti da je $w_{m,n}(t)$ kompleksan broj.

Ako transliramo $w_{m,n}(t)$ za korak $k/(n-m)$, gde je k

celobrojno, dobićemo sledeći translirani harmonijski wavelet:

$$w_{m,n,k}(t) = \frac{\exp[in2\pi(t - k/(n - m))] - \exp[im2\pi(t - k/(n - m))]}{i2\pi(n - m)(t - k/(n - m))}, \quad (3)$$

Furijeova transformacija $w_{m,n,k}(t)$ daje:

$$W_{m,n,k}(\omega) = \begin{cases} \frac{1}{(n - m)2\pi} \exp(-i\omega \frac{k}{n - m}), & m2\pi \leq \omega < n2\pi \\ 0, & \text{drugde.} \end{cases} \quad (4)$$

što ima isti moduo kao i $W_{m,n}(\omega)$ u relaciji (1).

Relacija (4) pokazuje da je $W_{m,n,k}(\omega)$ identično jednako nuli osim u frekvencijskom opsegu od $m2\pi$ do $n2\pi$, gde mu je moduo konstantan. Takođe, Furijeove transformacije waveleta u susednim frekvencijskim opsezima se ne preklapaju.

Relacije (1) do (4) definišu generalizovane harmonijske wavelete. Ako se parametri nivoa odrede kao $m=2^j$ i $n=2^{j+1}$, onda to postaje klasičan oblika harmonijskih waveleta. Frekvencijski spektri klasičnih harmonijskih waveleta odgovaraju oktavnim podopsezima, znači pogodni su za analizu signala koji se sastoji od visokofrekventnih komponenti kratkog trajanja i niskofrekventnih komponenti dužeg trajanja.

3. DISKRETNNA HARMONIJSKA WAVELET TRANSFORMACIJA

U diskretnoj implemetaciji HWT, koriste se cirkularni waveleti, definisani sa:

$$w_{m,n,k}^c(t) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} w_{m,n,k}(t - j) \quad (5)$$

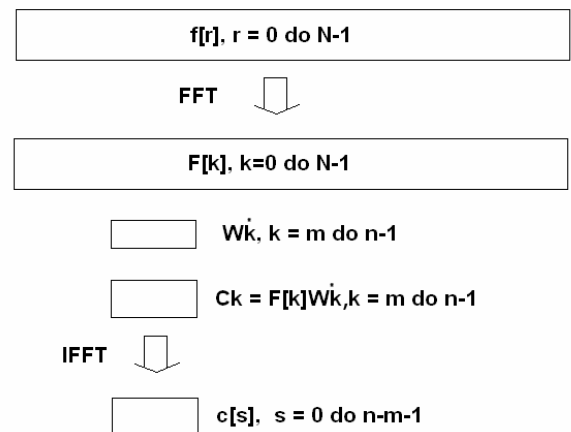
Newland je pokazao da je:

$$w_{m,n,k}^c(t) = \frac{1}{n - m} \sum_{q=m}^{n-1} \exp\left\{i2\pi q\left(t - \frac{k}{n - m}\right)\right\} \quad (6)$$

Ovde su m i n celobrojni. Relacija (6) deli neke osobine diskretne Furijeove transformacije. Ovo omogućava da se brza diskretna harmonijska wavelet transformacija (DHWT) implementira korišćenjem FFT. Slika 2. prikazuje Newlandov algoritam. Najpre, na ulazni signal, za koji se smatra da je periodičan u vremenu sa periodom 1 se primenjuje FFT. Koeficijenti DHWT u frekvencijskom podopsegu od $m2\pi$ do $n2\pi$ dobijaju se primenom inverzne FFT na koeficijente FFT ograničene u tom podopsegu. Ako se parametri nivoa specificiraju kao $m=2^j$ i $n=2^{j+1}$, onda se signal razlaže po oktavama.

Velika prednost DHWT u odnosu na DWT realizovanu bankom filtera je značajno povećana računarska efikasnost realizacije. DHWT ostvaruje razlaganje po podopsezima u frekvencijskom domenu, grupisanjem Furijeovih koeficijenata, koji se izračunavaju brzim algoritmom.

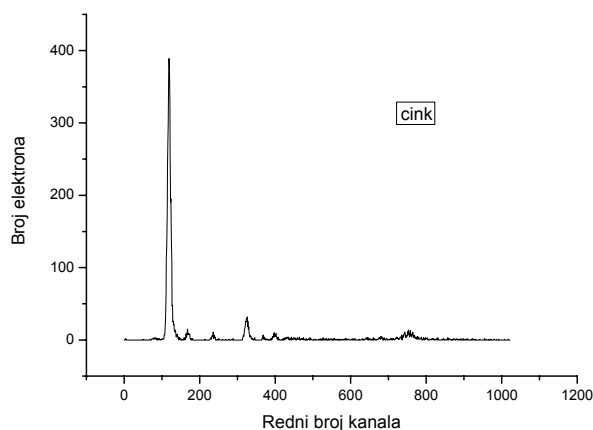
Takođe, ne postoje operacije decimacije i interpolacije, one su implicitno sadržane u algoritmu.



Slika 2. Implementacija koeficijenata DHWT u odredjenom frekvencijskom podopsegu ($m2\pi < \omega < n2\pi$).

4. PRIMENA DISKRETNE HARMONIJSKE WAVELET TRANSFORMACIJE NA ANALIZU SIGNALA ELEKTRONSKOG SPEKTROMETRA

Na slici 3. je prikazan tipičan spektar atoma cinka snimljen pomoću elektronskog spektrometra ESMA. Na y osi nalaze se brojevi odbijenih elektrona, kao funkcija rednog broja kanala višekanalnog analizatora elektrona, datog na x osi. Kako se spektri snimaju tako što višekanalni analizator skanira odbroje u pojedinim kanalima, pomerajući se u vremenu sa kanala na kanal, onda je vremenski razvoj signala superponiranih korisnom signalu takođe implicitno zadat x osom. Drugim rečima, na osnovu podatka koliko se višekanalni analizator zadržava na svakom kanalu, moguće je uspostaviti korelaciju između vremenskog razvoja signala smetnje i rednog broja kanala. Napomenimo da je energija odbijenih elektrona, koja se obično prikazuje u radovima iz atomske fizike na x osi, određena na osnovu rednog broja kanala višekanalnog analizatora u kojemu je odbroj elektrona smešten. Najčešće, broj kanala je u akviziciji spektra je 1024.

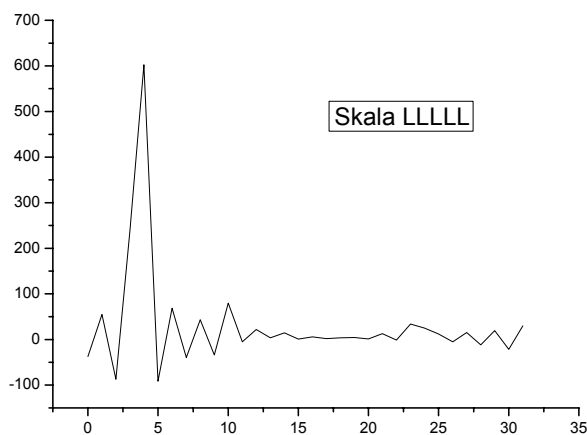


Slika 3. Tipičan spektar elektronskog spektrometra ESMA.

Na ovakvim spektrima lako je i golim okom uočiti većinu pikova. Problem su, međutim mali pikovi, čiji intenzitet postaje samerljiv sa šumom. Naša prvobitna ideja bila je da, pomoću wavelet analize, izolujemo nekorisne delove signala na određene podopsege, a onda bi uklanjanjem tih podopsega pre rekonstrukcije signala bilo moguće dobiti bolju uočljivost malih pikova na rekonstruisanim signalima. Takođe, filtriranjem signala na ovaj način je moguće olakšati i pojednostaviti automatsko (računarsko) prepoznavanje karakteristika spektra, za slučaj kada bi dugotrajna i neprekidna akvizicija podataka elektronskog spektrometra bila u potpunosti prepuštena kontroli računara. Tada je od interesa i brzina obrade signala.

U ovom radu smo, pomoću DHWT, signale elektronskog spektrometra razlagali na šest podopsega.

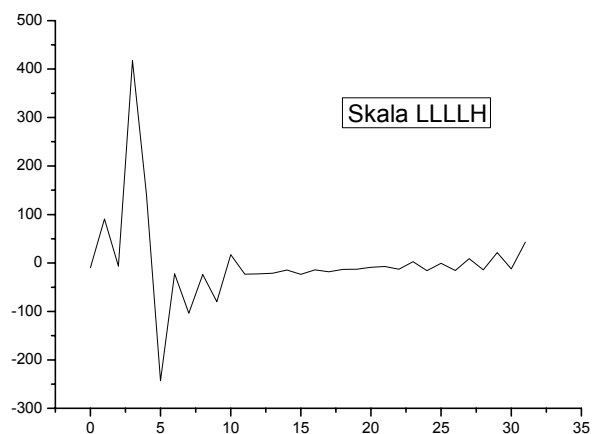
Na slikama 4 i 5 prikazana su dva najniža podopsega razlaganja spektra sa slike 3, nazovimo ih, prema mestu podopsega u frekvencijskom domenu (H – high, L - low), skala LLLLL i LLLLH. Kako su za ovu analizu od interesa samo oblici signala, skaliranje amplituda po podopsezima nije vršeno.



Slika 4. Skala LLLLL – najniži podopsegrazlaganja signala sa slike 3.

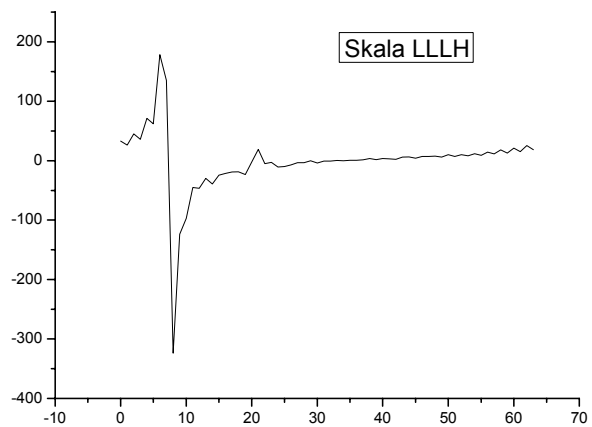
Uočavamo, da iako ima samo 32 tacke, najniži podopseg, skala LLLLL, spektra snimljenog sa 1024 tacke, sa stanovišta broja i pozicija pikova na spektru, nosi praktično istu količinu informacija kao i snimak spektra na slici 3. Ovo značajno može da ubrza računarsko prepoznavanje pikova u slučaju kada se radi automatizovana akvizicija podataka u eksperimentu.

Na slici 5 prikazana je i sledeća oktava razlaganja spektra sa slike 3 – skala LLLLH. Uočavamo da se informacije o pikovima polako gube, to jest jasno se vidi samo još najveći pik. Da je spektar sa slike 3 bio razlagan na samo 5 podopsega, onda bi najniže skale imale po 64 tacke, pa bi pikovi bili nesto uočljiviji.

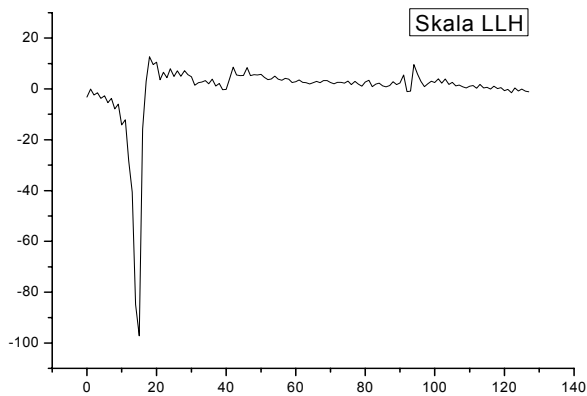


Slika 5. Skala LLLLH – sledeća oktava razlaganja signala sa slike 3.

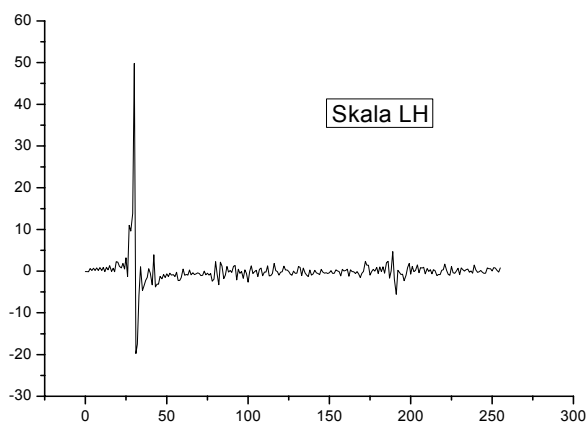
Na višim oktavama, to jest sledećim skalama, prikazanim na slikama 6, 7, 8 i 9, se informacije o pikovima gube i dalje, a šumovi ostaju prisutni. Ovom analizom razotkriva se da su šumovi, zbog kumulativnog režima punjenja kanala višekanalnog analizatora, "razmazani" po svim kanalima. Drugim rečima, analiza signala pomoću DHWT, umesto uklanjanja šumova, mnogo bolje rezultate daje isticanjem korisnog dela signala.



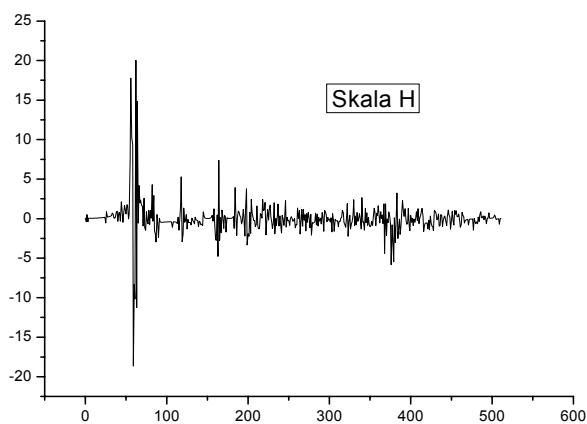
Slika 6. Skala LLLH signala sa slike 3.



Slika 7. Skala LLH signala sa slike3.



Slika 8. Skala LH signala sa slike3.



Slika 9. Skala H signala sa slike3.

Napomenimo i da smo vršili poređenje dijagrama sa slika 4 do 9 sa odgovarajućim dijagramima dobijenim primenom banke filtera za Wavelet analizu istog signala. Dijagrami dobijeni korišćenjem obe vrste diskretne wavelet transformacije su vrlo slični.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisano je korišćenje diskretne harmonijske wavelet transformacije za analizu signala elektronskog spektrometra ESMA. Simulacijom je prikazana mogućnost

isticanja korisnog dela signala, što može značajno da poveća efikasnost automatskog prepoznavanja pikova na spektru u slučaju računarskog upravljanja eksperimentom. Analiza pomoću DHWT daje iste rezultate kao i analiza ostvarena primenom banke filtera za diskretnu Wavelet analizu istog signala, ali je obrada pomoću DHWT neuporedivo brža.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je finansiran u okviru projekta 141011 MNZZŠ.

LITERATURA

- [1] B. Predojević, D Šević, V Pejčev, B P Marinković and D M Filipović "Electron-impact excitation of the $(n-1)d^9ns^2np$ autoionizing states of cadmium ($n = 5$) and zinc ($n = 4$)", Phys.B: At.Mol.Opt.Phys. 36 (2003) 2371-83
- [2] Dragutin Šević, Bratislav Marinković, Aleksandar Milosavljević, Dušan Filipović, Vladimir Pejčev, "Filtriranje signala elektronskog spektrometra Proširenom preklapljenom transformacijom," Zbornik radova ETRAN 2005, Budva, EK3.4
- [3] H.S. Malvar, "Extended lapped transforms: Properties, applications, and fast algorithms," IEEE Trans. Signal Processing, vol. 40, pp. 2703-2714, Nov. 1992.
- [4] D.E. Newland, "Harmonic wavelet analysis," Proceedings of the Royal Society of London A 443 (1993) 203-225.
- [5] B. Liu, "Adaptive harmonic wavelet transform with application in vibration analysis," Journal of Sound and Vibration, 262 (2003) 45-64.
- [6] T Mushua, T Kumazawa, "Measuring method of instantaneous intensity by the harmonic wavelet transform", Acoust. Sci. & Tech. 1, (2003).
- [7] J. Tezscan, "Evolutionary Power Spectrum Estimation Using Harmonic Wavelets", Seismic Design and Analysis of Structures, MCEER, Student Research Accomplishments, 2002-2003, Nov 2003.

Abstract - In this paper analysis of electron spectrometer signals using Harmonic Wavelet Transform (HDWT) is described. Signal was decomposed into six subbands. Deconvolution of usefull signals from electromagnetic interferences and basis for computer aided search of recorded spectra is enabled.

ANALYSIS OF ELECTRON SPECTROMETER SIGNALS USING HARMONIC WAVELET TRANSFORM

Dragutin Šević, Bratislav Marinković, Aleksandar Milosavljević, Dušan Filipović, Vladimir Pejčev