

## FILTRIRANJE SIGNALA ELEKTRONSKOG SPEKTROMETRA PROŠIRENOM PREKLOPLJENOM TRANSFORMACIJOM

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

**Sadržaj** - U ovom radu je opisano filtriranje signala elektronskog spektrometra ESMA korišćenjem proširene preklopljene transformacije. Na ovaj način je omogućeno odvajanje korisnog signala i od jačih elektromagnetskih smetnji.

### 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].

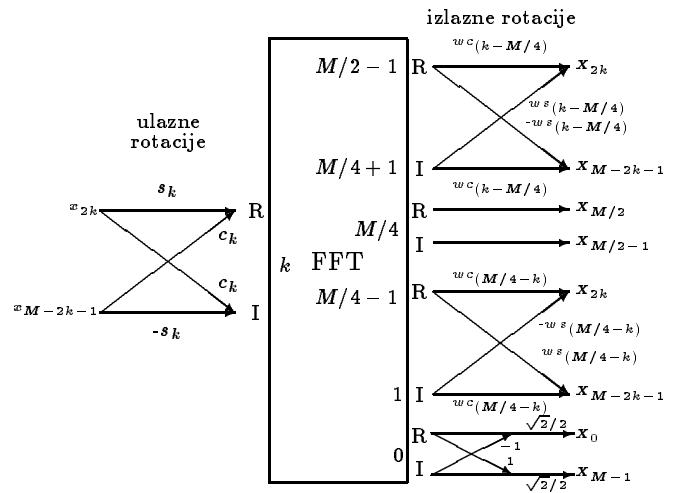
Ovaj rad inspirisan je idejom da se pokuša uklanjanje smetnji na određenim frekvencijskim opsezima. Stoga je filtriranje signala vršeno razlaganjem na podopsege proširenom preklopljenom transformacijom (ELT) [2]. Centralni deo ELT je realizovan na isti način kao i banka filtera opisana u [3]. Time je postignuto dobro razdvajanje podopsega (kao kod QM filtera većih dužina) kao i dobra računarska efikasnost.

### 2. PROŠIRENA PREKLOPLJENA TRANSFORMACIJA

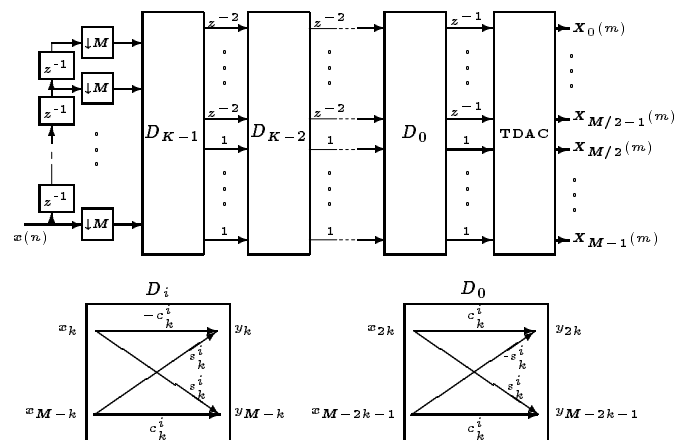
Preklopljene transformacije kao LOT ili MLT ne moraju da budu adekvatna zamena za QM banke filtera ako je potrebno ostvariti bolje razdvajanje kanala. Dužina impulsnog odziva kod pomenutih transformacija iznosi  $2M$  ( $M$  je dužina transformacije, što odgovara broju podopsega), dok je kod QM filtera dužina impulsnog odziva od  $4M$  do  $16M$ . Iz ovih razloga Malvar [2] je uveo familiju preklopljenih transformacija čije bazne funkcije imaju dužine veće od  $2M$ , pod nazivom proširene preklopljene transformacije - ELT (Extended Lapped Transforms). Njegovo rešenje brzog algoritma zasniva se na upotrebi ortogonalne DCT-IV transformacije, dok je alternativno rešenje zasnovano na upotrebi kompleksne FFT opisano u [4]. Ovde će biti dati samo blok dijagrami pojedinih delova algoritma.

Na slici 1. prikazana je transformacija koja čini centralni deo algoritma, koja je u [4] nazvana TDAC.

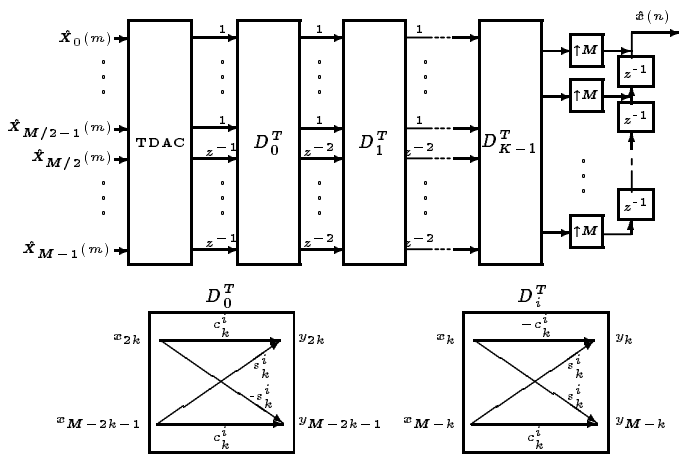
Na slici 2. prikazana je ELT banka filtera za analizu signala. ELT banka filtera za sintezu signala realizovana je transponovanjem banke filtera za analizu i prikazana je na slici 3.



Slika 1. TDAC transformacija:  $s_k = \sin \theta_k$ ,  $c_k = \cos \theta_k$ ,  $\theta_k = (4k + 1)\pi/(4M)$ ,  $ws_k = \sin(k\pi/M)$ ,  $wc_k = \cos(k\pi/M)$ .



Slika 2. ELT - analiza. Uočiti da raspored ulaznih elemenata nije isti za  $D_i$  i  $D_0$ .



Slika 3. *ELT* - sinteza.  $D_i^T = D_i$  sa slike 2.

Proširena preklapljen transformacija ima manje pre-slušavanje medju kanalima od modulisane preklopljene transformacije (MLT) i preklopljenih ortogonalnih transformacija (LOT), računarski je jednostavnija od LOT, ali zato ekvivalentna banka filtera za analizu, odnosno sintezu, nema linearnu fazu. To je slučaj i kod MLT. Medju-tim, u svim ovim slučajevima ukupan frekvencijski odziv (analiza i sinteza) ima linearnu fazu (svi kanali imaju isto grupno kašnjenje), što je prihvatljivo.

### 3. PRIMER FILTRIRANJA SPEKTRA BIOMOLEKULA GLICINA

Istraživanja biomolekula predstavljaju jedan od trendova u savremenoj fizici. U našoj laboratoriji započete su aktivnosti na elektronskoj spektroskopiji biomolekula. Preliminarni rezultati odlikuju se malim nivoima signala u prisustvu velikih intenziteta šumova. Na slici 4 prikazan je filtrirani spektar gubitaka energije glicina (Energy loss spectar).

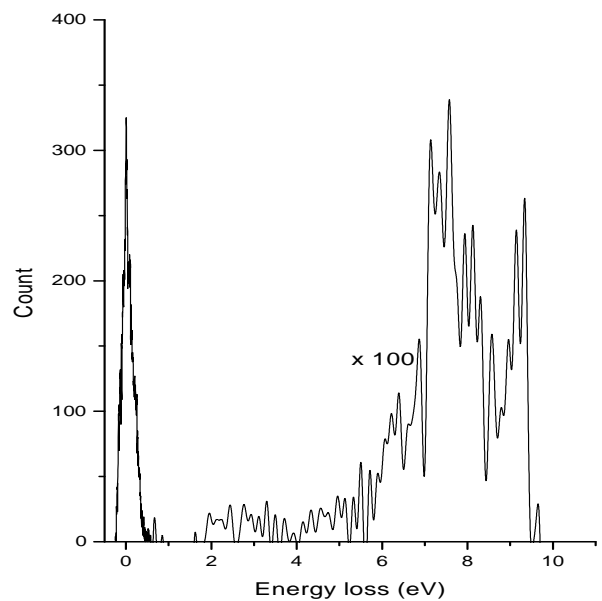
Originalno snimljeni spektar (značajan po tome što je to prvi snimak spektra glicina načinjen u našoj laboratoriji) je razložen na 16 podopsega. Kako je u snimku bio prisutan veliki intenzitet šuma, za dalju analizu pozicija pikova najupotrebljivi rezultat dobijen je zadržavanjem samo najnižeg podopsega.

### 4. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisano je filtriranje signala elektronskog spektrometra, ostvareno korišćenjem proširene preklopljene transformacije. Zahvaljujući velikom faktoru preklapanja, ostvareno je malo pre-slušavanje medju kanalima, što doprinosi kvalitetu filtriranja.

U daljem radu predviđena je objektno orijentisana programska realizacija grafičkog korisničkog interfejsa zbog

povećanja interaktivne upotrebljivosti programa pri akviziciji podataka sa aparature ESMA.



Slika 4. Filtrirani spektar glicina.

### 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 ( $n = 4$ )" *J.Phys.B: At.Mol.Opt.Phys.* **36** (2003) 2371-83
- [2] H.S. Malvar, "Extended lapped transforms: Properties, applications, and fast algorithms," *IEEE Trans. Signal Processing*, vol. 40, pp. 2703-2714, Nov. 1992.
- [3] D. Šević and M. Popović, "A new efficient implementation of the oddly stacked Princen-Bradley filter bank," *IEEE Signal Processing Letters*, vol. 1, pp. 166-168, Nov. 1994.
- [4] P. Duhamel, Y. Mahieux, and J.P. Petit, "A fast algorithm for the implementation of filter banks based on "Time domain aliasing cancellation", in *Proc. ICASSP*, 1991, pp. 2209-2212.

Abstract - In this paper filtering of electron spectrometer signals using extended lapped transform (ELT) is described. In this way, separation of useful signal from strong electromagnetic interferences is obtained.

### FILTERING OF ELECTRON SPECTROMETER SIGNALS USING EXTENDED LAPPED TRANSFORM

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