

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI AXBOROT
TEXNOLOGIYALARI VA KOMMUNIKATSIYALARNI
RIVOJLANTIRISH VAZIRLIGI**

**TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI
UNIVERSITETI**

*Elektronika va Radiotexnika kafedrası
Signallar va tizimlar fanidan*

MUSTAQIL ISH

Mavzu: Rekursiv va norekursiv raqamli filtrlarni sintezlash

Bajardi: 411-14 guruh talabasi

A'zamov I.I

Tekshirdi: Shoyusupova H.H

Toshkent-2016

Rekursiv va norekursiv raqamli filtrlarni sintezlash

Reja:

1. Raqamli filtrlar
2. Norekursiv raqamli filtrlarni sintezlash
3. Rekursiv raqamli filtrlarni sintezlash

MUNDARIJA

1. Raqamli filtrlar	4
2. Norekursiv raqamli filtrlarni sintezlash	6
3. Rekursiv raqamli filtrlarni sintezlash.....	9
5. Foydalanilgan adabiyotlar.....	13

Raqamli filtrlar

Raqamli filtr deb cheklangan farqlar tenglamasi algoritmini amalga oshiruvchi hisoblash qurilmasiga aytiladi.

Raqamli filtrlar ikki katta turga bo'linadi:

- cheksiz impuls xarakteristikali filtrlar;
- chekli impuls xarakteristikali filtrlar.

Impuls xarakteristikasi cheksiz va chekli filtrlardan birini tanlash ularning

o'ziga xos afzalliklariga bog'liq.

1. Impuls xarakteristikasi chekli raqamli filtrlar yuqori darajada chiziqli fazaviy xarakteristikaga ega. Shuning uchun u signal spektral tashkil etuvchilari fazalari orasidagi munosabatlarning buzilishiga yo'l qo'ymaydi, natijada signal shakli buzilmaydi. Bu ko'p hollarda muhim hisoblanadi, misol uchun, ma'lumotlarni uzatishda, biomedisinada, audio va video signallarga ishlov berishda va h.k. Impuls xarakteristikasi cheksiz filtrlarning fazaviy xarakteristikalari nochiziqli, ayniqsa signal o'tkazish polosasi chekkalarida.

2. Impuls xarakteristikasi chekli filtrlar norekursiv amalga oshirilgan, ya'ni

ular hamma vaqt barqaror. Impuls xarakteristikasi cheksiz filtrlarning barqarorligiga hamma vaqt harn kafolat berib bo'lmaydi.

3. Filtrlarni amalda qo'llash uchun cheklangan bitlar sonidan foydalaniladi. Buning amaliy ta'siri impuls xarakteristikasi chekli filtrlarga qaraganda impuls xarakteristikasi cheksiz filtrlarga nisbatan kam (misol uchun, butunlash shovqini va kvantlash xatoligi).

4. Cheklangan davomiyli impuls xarakteristikani olishda chastota xarakteristikasining qiyaligi katta bo'lishi uchun impuls xarakteristikasi cheklanmagan filtmikiga qaraganda ko'p koeffisientlar kerak bo'ladi. Natijada impuls xarakteristikasi cheklangan AC'hX berilgan filtni amalga oshirish uchun impuls xarakteristikasi cheksizga nisbatan katta hisoblash quvvati va xotira kerak bo'ladi.

5. Analog filtrlarni ularga ekvivalent boigan impuls xarakteristikasi cheksiz filtrga almashtirish nisbatan oson. Impuls xarakteristikasi chekli filtrlar uchun bunday almashtirish mumkin emas, chunki unga o'xshash analog filtrlar turlari yo'q. Ammo impuls xarakteristikasi chekli filtrlar yordamida istalgan AChXli filtni yaratish oson.

6. Impuls xarakteristikasi chekli filtrlarni sintezlash agar kompyuterdan

foydalanilmasa algebraik jihatdan murakkabroq.

7. Impuls xarakteristikasi chekli filtrlar rekurent. Bu u orqali "vaqt bo'yicha teskarisiga o'zgaruvchi yagona signalni berganda, umuman olganda, biz boshqa natijalarni olamiz. Agar bu vaqt bo'yicha anizotropiya nutq signali uchun tabiiy bo'lgani bilan, tasvir signallari uchun qo'llash mumkin emas. Shuning uchun impuls xarakteristikasi cheksiz filtrlardan foydalanish uchun bir qator cheklanishlar mavjud.

$$y_p(kT) = \sum_{m=0}^{M-1} a_m x_p((k-m)T) - \sum_{i=1}^{l-1} b_i y_p((k-i)T) \quad (1)$$

bunda, $x_p(kT)$ - kirish signali oniy qiymatlari, $y_p(kT)$ - chiqish signali oniy qiymatlari, a_m va b_i - koeffitsientlar, $T=\Delta t$ - diskretizatsiyalash oralig'i.

Chiziqli raqamli filtrlar quyidagi turlarga bo'linadi:

a_i va b_i koeffitsientlari o'zgarmas bo'lgan va parametrlari o'zgaruvchan bo'lgan qurilmalar;

- raqamli norekursiv (transversal) filtrlar deb hamma koeffitsientlari $b_i = 0$ bo'lgan va chiqish signali faqat kirish signaliga bog'liq filtrlarga aytiladi;
- raqamli rekursiv filtrlar deb b_i koeffitsientlari nolga teng bo'lmagan, ya'ni chiqish va kirish orasida bog'lanishi bo'lgan filtrlarga aytiladi.

Norekursiv filtrlar

Dastlab o'zgarmas koeffitsientli raqamli norekursiv filtrlar tuzilishi va tavsiflarini ko'rib chiqamiz. Bu turli filtrlar uchun (1) ifoda asosida quyidagi cheklangan farq tenglamasini olamiz:

$$y_p(kT) = \sum_{m=0}^{M-1} a_m x_p((k-m)T). \quad (2)$$

(2)tenglamaga Z o'zgartirishni qo'llab norekursiv filtrning uzatish funksiyasi ifodasini olamiz:

$$K_H(Z) = \sum_{m=0}^{M-1} a_m z^{-m}. \quad (3)$$

(3)ifodada $z = e^{j\omega T}$ belgilanishini kiritib norekursiv raqamli filtr kompleks chastota harakteristikasini ifodalovchi formulani quyidagi ko'rinishda ifodalaymiz:

$$K_H(j\omega) = \sum_{m=0}^{M-1} a_m e^{-jm\omega T} \cdot \quad (4)$$

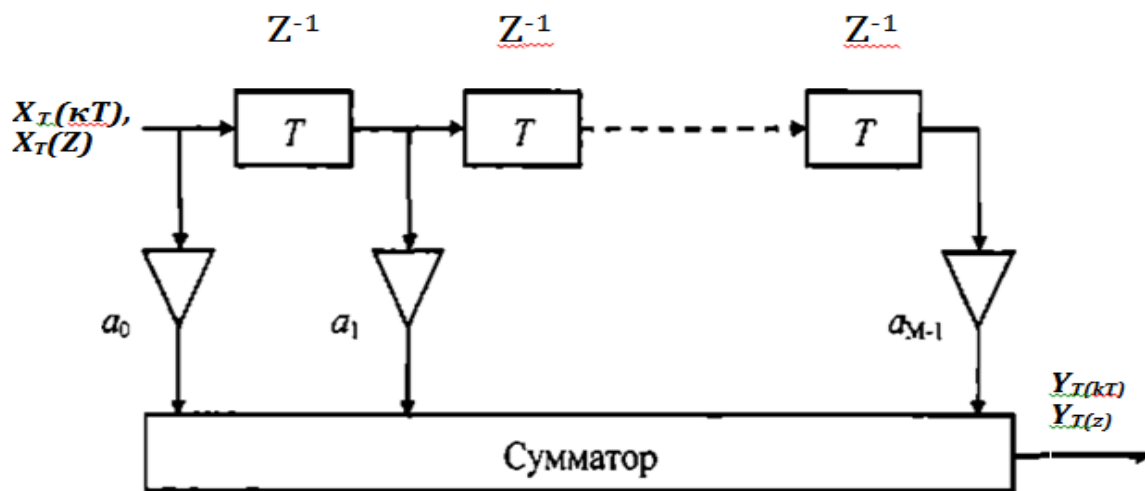
Norekursiv filtr amplituda-chastota harakteristikasi (4) asosida quyidagicha aniqlanadi:

$$A_H(\omega) = |K_H(j\omega)| = \left| \sum_{m=0}^{M-1} a_m e^{-jm\omega T} \right|, \quad (5)$$

va uning faza-chastota harakteristikasini ham (4) ifoda orqali aniqlaymiz:

$$\theta_H(\omega) = \arg|K_H(j\omega)| = \arg \left| \sum_{m=0}^{M-1} a_m e^{-jm\omega T} \right|. \quad (6)$$

(2) vaqt harakteristikasida algoritmlarni bajarish norekursiv raqamli filtrning quyidagi strukturasi aks ettiradi(1-rasm).



1- rasm. Raqamli norekursiv filtr strukturaviy sxemasi.

1-rasmdagi sxemada T-zvenosi kirish signalini birlamchi analog (uzluksiz) signalni diskretlash oralig'i T vaqtga kechiktiradi. Ushbu T-zvenoning Z almashtirish natijasidagi ko'rinishi Z^{-1} shaklida bo'ladi.

Raqamli filtrning impuls harakteristikasi uning birlik impulsiga aks ta'siriga teng bo'lib, natijada, (2) tenglamaga o'xshash ko'rinishda bo'ladi:

$$K_H(kT) = \sum_{m=0}^{M-1} a_m \delta((k-m)T),$$

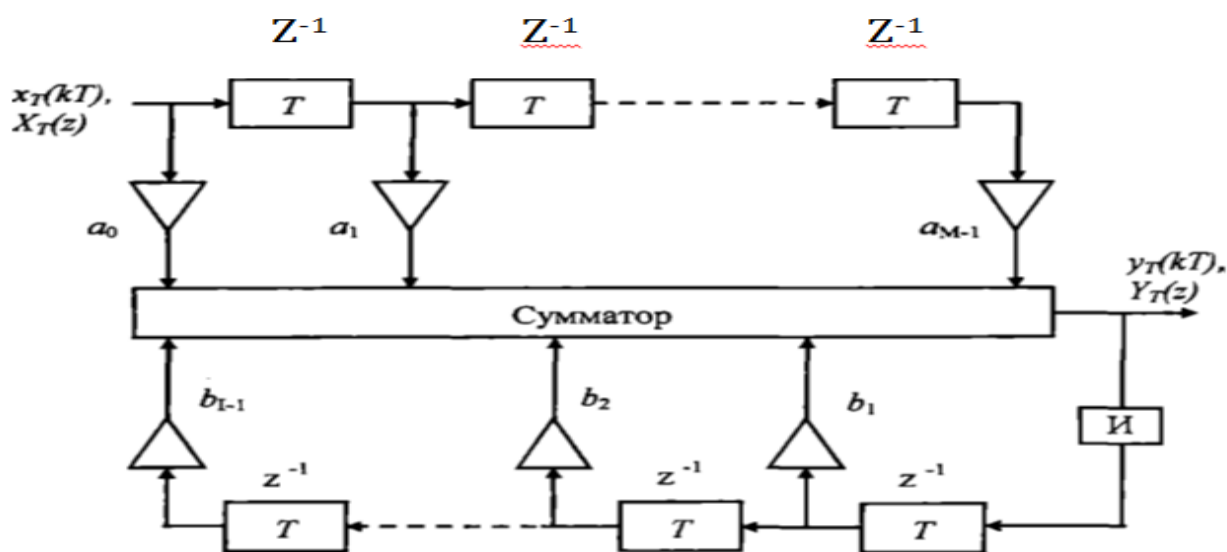
(7)

bunda, $\delta(k-m)$ – birlik delta impuls.

Rekursiv filtr

Rekursiv filtr (1) cheklangan farqli tenglama bilan ifodalanadi. (1) tenglamani to'g'ridan-to'g'ri amalga oshirish 2-rasmda keltirilgan raqamli rekursiv filtr strukturaviy sxemasini keltirib chiqaradi.

Rekursiv filtrning norekursiv filtrdan farqi, unda filqtrning chiqishi va kirishining teskari bog'lanishga egaligidir. Bu bog'lanish zanjiri raqamli filtr uning harakteristikasining sifat bo'yicha yaqshilanishiga olib keladi. Teskari bog'lanish zanjirida kirish signali fazasini 180° ga o'zgartiruvchi «И» elementa bulib, y +1 impulsni -1 impulsga aylantiradi va aksincha.



2- rasm. Raqamli rekursiv filtr strukturaviy sxemasi.

(1) tenglamaga Z-almashtirishni qo'llab rekursiv filtr uzatish koeffitsienta ifodasini olamiz:

$$K_p(Z) = \frac{\sum_{m=0}^{M-1} a_m z^{-m}}{\left(1 + \sum_{i=0}^{i-1} b_i z^{-i}\right)}. \quad (8)$$

(8) ifodaga $z = e^{j\omega T}$ ni kiritib rekursiv filtr kompleks chastota harakteristikasini aniklaymiz:

$$K_p(j\omega) = \frac{\sum_{m=0}^{M-1} a_m z^{-jm\omega T}}{\left(1 + \sum_{i=0}^{i-1} b_i e^{-ji\omega T}\right)}. \quad (9)$$

(9) dan rekursiv filtr amplituda-chastota harakteristikasini quyidagicha aniqlaymiz:

$$A_H(\omega) = |K_p(j\omega)| = \frac{\left| \sum_{m=0}^{M-1} a_m e^{-jm\omega T} \right|}{\left| 1 + \sum_{i=0}^{i-1} b_i e^{-ji\omega T} \right|}. \quad (10)$$

Shuningdek,(9)dan norekursiv filtr faza-chastota harakteristikasi uchun quyidagi ifodani olamiz:

$$\theta_p(j\omega) = \arg|K_p(j\omega)| = \arg \frac{\left| \sum_{m=0}^{M-1} a_m e^{-jm\omega T} \right|}{\left| 1 - \sum_{i=0}^{i-1} b_i e^{-ji\omega T} \right|}. \quad (11)$$

Teskari bog'lanish zanjirini uzib, raqamli rekursiv filtrning to'ri va teskari zanjirlarining impuls harakteristikasini aniqlash mumkin. Bunda (7) ifodaga o'xshash bo'lgan ifodani olamiz:

$$K_A(kT) = \sum_{m=0}^{M-1} a_m \delta((k-m)T), \quad K_B(kT) = \sum_{i=0}^{i-1} b_i \delta((k-m)T).$$

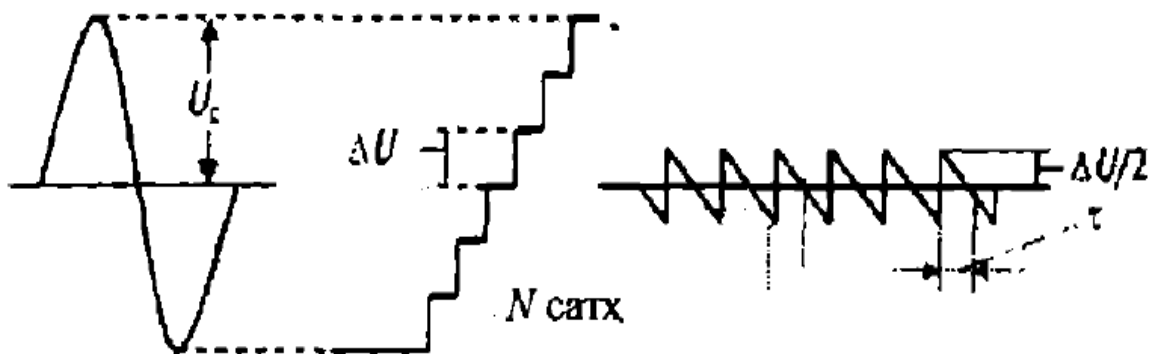
Rekursiv rakamli filtrning chastota harakteristikasi diskret signal spektridek davriy bo'ladi, ammo takrorlanish chastotasi $F = 1/T$ ga teng bulmaydi. Amplituda-chastota harakteristikasi a_i va b_i koeffitsientlarga bog'lik ravishda o'zgaradi.

Norekursiv va rekursiv rakamli filtrlarning amplituda-chastota harakteristikalarining farqlanishi (1 va 2-rasmlar) rekursiv filtrda teskari bog'lanish zanjirining mavjudligi bilan asoslanadi. Natijada, rekursiv filtr yordamida tor polosali amplituda-chastota harakteristika olish mumkin, ammo uning faza-chastota harakteristikasi tebranuvchan shaklga ega b'ladi, natijada, rekursiv raqamli filtrning generatsiya holatiga o'tish ehtimolligi oshadi.

Raqamli filtrlashda analog signallarni raqamliga o'zgartirishdagi kvantlar shovqinini ham e'tiborga olish kerak. Ushbu masalani kurib chiqamiz. Kvantlash natijasida analog signalning oniy qiymatlari ruxsat etilgan satxlar bilan almashtiriladi va raqamlar bilan belgilanadi. Satxlar soni esa o'z navbatida ikkilik kod bilan kodlanadi. Bunda signalning umumiy satxi va uning qarshiligi 1 Om bo'lgan yuklamada hosil qiladigan quvvati (3-rasm) quyidagiga teng bo'ladi:

$$U_c = \frac{N\Delta U}{2}, \quad P_c = \frac{U_c^2}{2} = \frac{N^2\Delta U^2}{8}, \quad (12)$$

bunda, N - kvantlangan sathlar soni va ΔU - ikki qo'shni kvantlash satxi orasidagi farq.



3-rasm. Kvantlar shovqinini aniqlashga doir.

Oddiy qaraganda kvantlash hatoligi ikki qo'shni kvantlash satxi orasidagi farq ΔU ning yarmidan oshmaydi va takrorlanuvchi arrasimon bo'ladi, ya'ni $u_u(t) = U_w(t/\tau)$ (3-rasm). bu xatolikni kvantlash shovqini yoki halaqit deb hisoblash mumkin. ushbu kvantlash halaqitining karshiligi 1 Om bo'lgan yuklamadagi quvvati

$$P_w = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} u_u^2(t) dt = \frac{U_w^2}{\tau^3} \int_0^{\tau} t^2 dt = \frac{U_w^2}{3} = \frac{\Delta U^2}{12}. \quad (13)$$

(13) va (14) ifodalardan foydalanib ra1amli filtr chiqishidagi foydali signalni halaqitga nisbatini aniqlash mumkin,

$$q^2 = \frac{P_c}{P_w} = \frac{N^2\Delta U^2/8}{\Delta U^2/12} = \frac{3}{2}N^2 \approx 2^{2n} \text{ ёки } (q^2) = 10\lg(2^{2n}) = 6n \text{ (dB)}. \quad (14)$$

Shunday qilib signal-halaqit nisbati bir kvantlash razryadi kvantlash shovqini ta'sirida 6 dB buladi.

Raqamli filtr sifatida (1) va (2) cheklangan farqli tenglamadagi algoritmlarni amalga oshiruvchi maxsus signal protsessorlaridan foydalanish mumkin. Signal protsessorlari bir vaqtning o'zida ARO' va RAO' vazifalarini ham bajaradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. A.Abduazizov . Elektr aloqa nazariyasi
2. Abduazizov, I.R. Faziljanov, Ya.T. Yusupov . Signallarga raqamli ishlov berish
3. A.Xoliqov , F.Umarov. Radiotexnik tizimlar asoslari