**Laboratorijas darbs Nr.3.**

Darba uzdevums:

Izpētīt taisnstūra loga platuma iespaidu uz spektra analīzes precizitāti

Blokshēma

Zināma signāla nolases

X

Taisnstūra logs ar noteiktu platumu

FFT

FFT

Grafisks attēlojums

Grafisks attēlojums

Blokshēmas realizācija

Blokshēma tika realizēta izmantojot “Python” programmu, kas papildināta ar grafisko interfeisu, lai varētu ērti mainīt loga platumu un novērot izmaiņu sekas.

Tā kā izpildot DFT (Disktrēto Furjē Transformāciju) signāls vienmēr tiek ierobežots, veicot darbu, iedomājāmies, ka būtībā tā ir automātiska signāla logošana ar taisnstūra logu, kura platums sakrīt ar ierobežotā signāla garumu. Lai papētītu, kā signālu ietekmē arī šāda veida ierobežošana, programmā iekļāvām aprēķinus ar divu veidu taisnstūra logiem:

1. Logs, kuram platums tiek mainīts manot signāla novērošanas laiku,
2. Logs, kurš nemaina signāla novērošanas laiku, taču samazinoties platumam, tas signāla vērtības pakāpeniski aizstāj ar nullēm.

Novērotais signāls

Par signālu izvēlējāmies trīs pēc kārtas sekojošu harmonisku svārstību summu ar atšķirīgām amplitūdām (1. att.), kas ļautu novērtēt, kā loga platums ietekmē signāla spektra izšķirtspēju. Vispārīgi Izmantoto signālu apraksta sekojoša formula:

,



1. att. Analizējamā signāla viens periods

Kontinuāliem signāliem

Ir zināms, ka divu signālu reizinājuma spektrālais blīvums ir vienāds ar šo signālu spektru kompozīciju, tātad logota signāla spektrālais blīvums būs vienāds ar analizējamā signāla un loga funkcijas spektru kompozīciju.

Izvēlētā analizējamā signāla spektrālais blīvums:

,

Taisnstūra loga spektrālais blīvums:

,

kur:  
Sm – taisnstūra loga augstums,  
 - taisnstūra loga platums.

No formulām 1.2 un 1.3 izriet, ka logotā signāla spektrālajam blīvumam jābūt pa frekvenču asi nobīdītām “sinc” funkcijām:



Tā, kā programma aprēķiniem izmantos diskrētas nolases, tad tā attēlos tikai spektra nolases ar soli: . Tas nozīmē, ka aprēķinos, kad loga platumu maina nolases aizstājot ar 0, aprēķināto spektra nolašu frekvences nemainīsies, bet, kad loga platumu mainīs, mainot analīzes laiku, mainīsies arī frekvences pie kurām tiek aprēķinātas spektra nolases.

Iegūtie rezultāti diskretizētam signālam

Simulācijas laika parametri:

* 128 nolases;
* Analīzes laiks: .

|  |  |
| --- | --- |
| Loga platums = Analīzes laiks | Ar abām metodēm iegūtie rezultāti ir vienādi. Iegūto signāla spektru veido signāla spektra komponenšu kompozīcija ar taisnstūra loga spektru, un, tā kā analīzes laikā neietilpst vesels signāla periodu skaits, aprēķinātais spektrs precīzi neatbilst signāla spektram, taču ar to ir pietiekami, lai varētu izšķirt atsevišķas harmonikas. |
| Loga platums = 4,3 \* Analīzes laiks | Abi gadījumi uz loga platuma izmaiņām reaģē atšķirīgi. Tā kā pirmajā gadījumā (kad, lai samazinātu loga platumu, nolases aizstāj ar nullēm) analīzes laiks nemainās, iegūtajam spektram mainās tikai aprēķināto nolašu vērtības, taču otrajā gadījumā analīzes laiks mainās, līdz ar to mainās arī spektra nolašu aprēķināšanas solis.  Abos gadījumos aprēķinātais spektrs mainās, taču redzams, ka pie analizējamā signāla komponenšu frekvencēm aprēķināto spektra komponenšu vērtības ir lielākas, un ir iespējams aptuveni novērtēt no kādu frekvenču harmonikām analizējamais signāls sastāv. |
| Loga platums = 3\* Analīzes laiks | Pirmajā gadījumā rezultāti ir līdzīgi kā pie iepriekš ņemtā loga platuma, tikai šoreiz sakrīt tā, ka “sinc” funkcijas pie signāla harmoniku frekvencēm viena otrai netraucē un ticami var novērtēt ne tikai harmoniku frekvences, bet arī amplitūdu attiecību.  Otrajā gadījumā spektra nolašu solis sakrīt tā, ka aprēķinātās spektra nolases precīzi atēlo analizējamā signāla spektru. Šādi rezultāti tiek iegūti neatkarīgi no tā, cik veselu signāla periodu precīzi atbilst loga platumam. |
| Loga platums = 1,4\* Analīzes laiks | Iegūtie rezultāti šādam loga platumam jau stipri atšķiras no analizējamā signāla spektra. Tomēr pirmajā gadījumā vēl varētu nojaust kādas ir signāla harmonikas, taču otrajā gadījumā tas nav tik acīmredzami. Lai gan, ja loga platums būtu vēl mazāks un sakristu ar vienu veselu periodu, otrajā gadījumā aprēķinātais spektrs precīzi atainotu analizētā signāla spektru. |
| Loga platums = 0,6\* Analīzes laiks | Loga platumam esot ievērojami mazākam par signāla periodu, pirmajā gadījumā spektra nolases izplūst tik ļoti, ka praktiski nevar izdalīt nevienu no analizējamā signāla harmonikām, bet otrajā gadījumā analīzes laiks ir tik īss, ka spektra nolašu aprēķināšanas solis ir stipri par lielu, lai sniegtu informāciju par katru signāla harmoniku frekvenci. |

Secinājumi

1. Samazinot taisnstūra loga platumu, iegūtā signāla spektrs izplūst, taču, ja loga platums nav ievērojami mazāks par signāla vienu periodu, tad no tā var izsecināt signāla harmoniku frekvences.
2. Ja loga platums iekļauj veselu skaitu signāla periodu, precīzi var noteikt arī signāla harmoniku samēru. Otrā metode, kurā loga platumu mainīja mainot analīzes laiku ignorējot noteiktas signāla nolases, šajā gadījumā sniegtu precīzas signāla spektra nolases.
3. Ja ieskatās, tad var redzēt, ka otrā metode būtībā aprēķina to pašu signāla spektru, ko pirmā metode, tikai ar retāku soli.