**Laboratorijas darbs Nr.2.**

**Darba uzdevums:**

Sintezēt pasniedzēja norādīto signālu, izmantojot Volša(Walsh) funkcijas



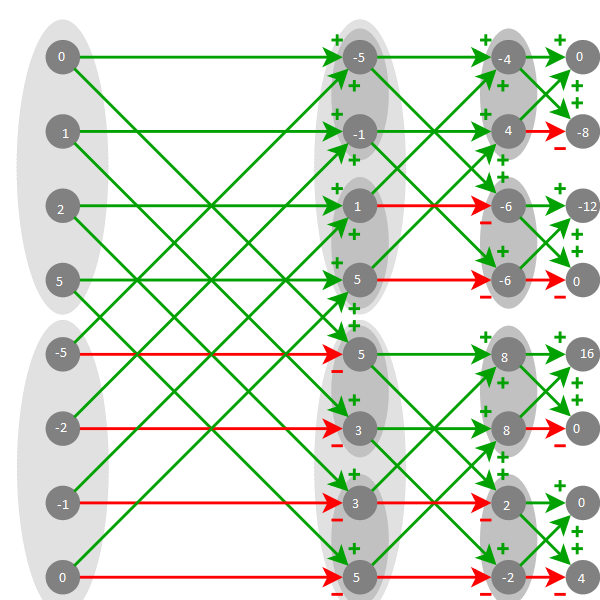
Att.2.1. Iegūstamais signāls.

**Teorētiskais pamatojums:**

Katru signālu vispārīgi var aprakstīt kā Volša funkciju svērtu summu.



Koeficientu ak skaitliskai atrašanai ērti izmantot ātrās Volša-Adamāra(Hadamard) transformācijas (FWHT) algoritmu. FWHT principa grafisks attēlojums 8 dotajām nolasēm parādīts zemāk redzamajā attēla:



“[The fast Walsh–Hadamard transform applied to a vector of length 8](http://en.wikipedia.org/wiki/Fast_Walsh–Hadamard_transform" \l "mediaviewer/File:Fast_walsh_hadamard_transform_8.svg)”,

autors: [Timato](http://en.wikipedia.org/wiki/User:Timato), licenzēts ar [CC BY 2.0](http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/).

Att.2.2. FWHT piemērots dotajam signālam.

Veicot koeficientu normēšanu iegūst, ka dotā signāla spektrs Adamāra sakārtojumā ir **akH = [ 0; -1; 1,5; 0; 2; 0; 0; 0,5].**

Lai iegūtu koeficientus Volša sakārtojumam, Adamāra sakārtojuma koeficienti ir jāpārkārto. Pārkārtošana notiek pēc zināma algoritma, kas Adamāra matricu pārkārto tā, lai zīmes maiņu skaits kolonnās un rindās būtu augošā secībā.

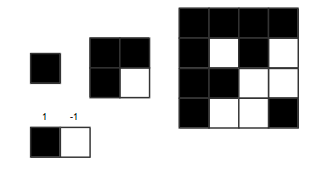
Veicot koeficientu pārkārtošanu atbilstoši Volša sakārtojumam, iegūst sekojošu koeficientu matricu: **akW = [0; 2; 0; -1,5; 0; 0,5; 0; -1].**

**Volša spektra analizatora izveide:**

Ņemot vērā pasniedzēja ierosinājumu, tika izstrādāts signāla spektra analizators uz Volša funkciju bāzes.

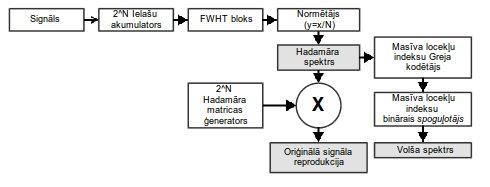
Iesākumā tika izveidots universāls dzinis, ar ko veikt FWHT veselu skaitļu masīvam, kura garums ir 2n. Dzinis sastāv no sekojošām funkcijām:

* Hadamāra matricas ģenerators
* Ātrā Valša-Adamāra pārveidojuma veicējs
* Bināra skaitļa pārveidotājs uz attiecīgo Greja(Gray) kodu
* Bināra skaitļa bitu *spoguļošanas* operācijas veicējs (piem. 8 bitu skaitļa 1. un 8.; 2. un 7. utml. bitus samaina vietām)

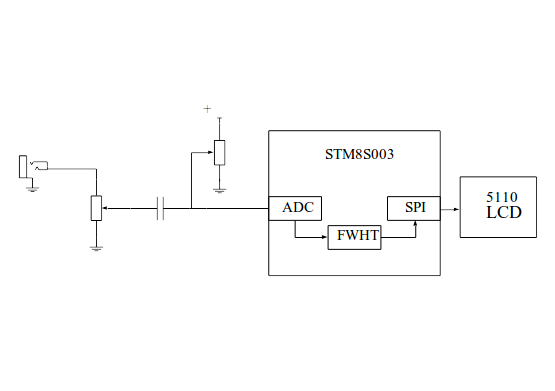
Bināro skaitļu pārveides funkcijas nepieciešamas, lai FWHT doto Adamāra koeficientu kopu pārkārtotu Volša secībā. Volša secība ir intuitīvi labāk saprotama, jo komponenšu *frekvences* aug secīgi ejot cauri indeksiem, taču Adamāra sakārtojumā komponentes nezinātājam var šķist samētātas haotiski.

Att.2.4. Adamāra matricas rekursīvas izveides process.

Adamāra matricas ģenerators izpaudās kā rekursīvs algoritms, kas no 1x1 Adamāra matricas izveido 2^N \* 2^N lielu matricu.

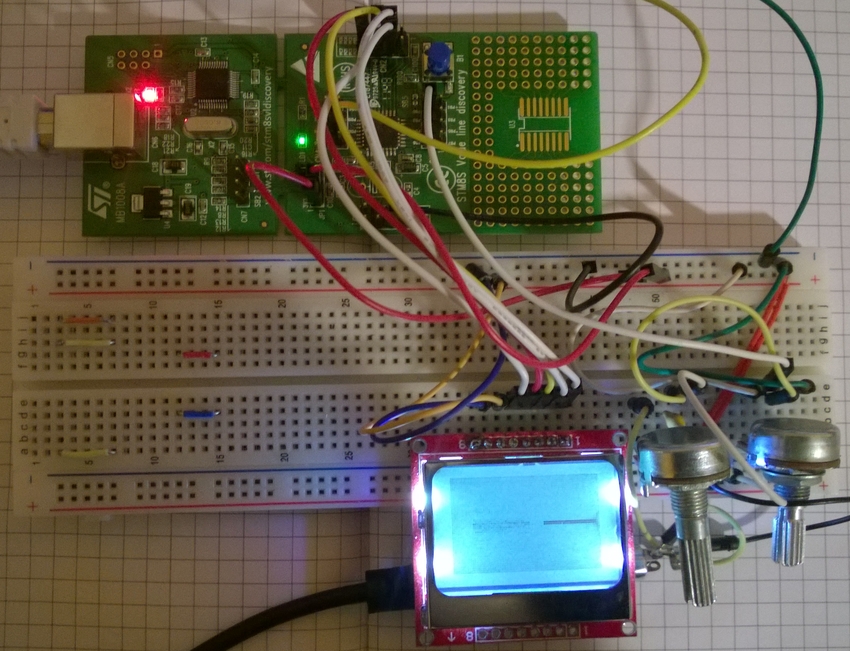


Att.2.3. Pilnais dziņa algoritma īstenojums.

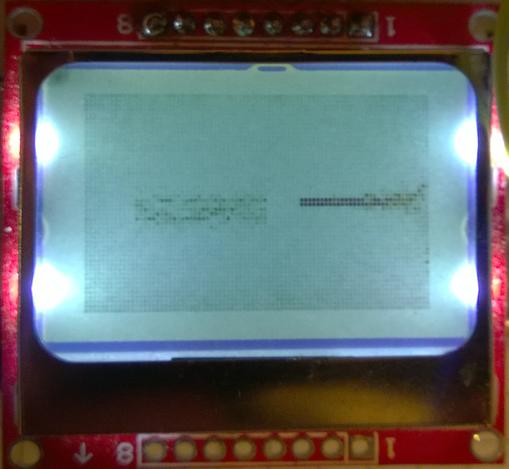
Att. 2.4. Iekārtas vienkāršota shēma. 

Spektra analizatora versija tika izstrādāta uz mikrokontroliera STM8S003 izstrādes plates bāzes.

Kā ieeja tika izmantots 3.5mm audio spraudnis. Ieejošā signāla līmenis tiek iestatīts ar pirmo potenciometru pēc kura seko kondensators, ar kuru tiek atdalīta līdzkomponente, kas tiek pievienota ar otru potenciometru un visbeidzot signāls ir pieslēgts ADC pievadam (līdzkomponente nepieciešama, jo ADC diapazons ir no 0V līdz barošanas spriegumam un ar līdzkomponenti iespējams signālu pilnībā ievietot ADC mērīšanas diapazonā). ADC tiek taktēts ar nemainīgu frekvenci un, pēc 32 ielašu iegūšanas, tām tiek veikta FWHT un rezultāti(pārkārtoti Volša secībā), kā arī oriģinālais signāls, attēloti uz LCD.



Att. 2.5. STM8S003 izstrādes plate un signāla priekšapstrādi vadošie potenciometri.



Att. 2.6. Ekrāns, spektra analizatora darbības laikā.

Ekrāna kreisajā pusē tiek attēlotas 32 signāla nolases un labajā pusē tiek uzrādīts spektrs. Tā kā LCD izslēgtu pikseļu izdzišanas ātrums ir samērā zems, vienlaicīgi ekrānā iespējams redzēt vairāk kā vienu nolasi, kas autoram šķita kā noderīgs efekts.

Demonstrācijas nolūkos gala versijai tika pievienota iespēja pa UART sūtīt uz datoru nolasītos datus un datorā, ar *python* skripta palīdzību tika veikta signāla reproducēšana ar iespēju mainīt pielietoto spektra koeficientu daudzumu.

**Secinājumi:**

Volša funkcijas ir izmantojamas ātrai diskrētu signālu aprakstīšanai un nodrošina signāla lecienu īsāku aprakstu, nekā Furjē transformācijas rezultātā iegūtas rindas.

Autors spriež, ka būtu interesanti Volša funkciju bāzē realizēt kādus ierastus signālu sistēmu elementus, piemēram filtrs Volša funkciju bāzē varētu likt mūzikas instrumentiem skanēt diezgan eksotiski.

Spektra analizators būtu papildināms ar labāk optimizētu FWHT algoritmu un spektra apstrādi reālā laikā, nevis secīgu nolašu->apstrādes->indikācijas ciklu – tas arī pavērtu iespējas ieviest kādu signālu apstrādes elementu un attiecīgi apstrādāto signālu izvadīt.