



## 7-маъруза: Товуш технологиясини таъминловчи компьютер воситалари. Товуш тизимининг тузилиши ва функционал имкониятлари

### Режа:

1. [Товуш тизимлари](#)
2. [Овоз техникаси](#)
3. [Товуш сигналларини рақамлаштириш](#)
4. [Товушни ёзиш/эшиттириш функционал модули](#)
5. [Товуш карталарида рақамли технологиялар](#)

**Калит сўзлар:** рақамли аудиоканал, микшер, интерфейслар модули, рақамлаштирилган товуш, speakers, MIDI – файл, аналог – рақамли ўзгартиргич, квантлаш шовқини, дискретлаш частотаси, рақамли – аналогли ўзгартиргич, импульс – кодли модуляция, зич – импульсли модуляция, товуш платалари, синтезлаштириш, аналог – рақамли ўзгарткич, рақам – аналогли ўзгарткичлари, рақамлаштириш, дискретлаш оралиғи, FM- синтезатор, WT – синтезатор, микшер, аналог (analog) карталар

### Матнли объектларни яратиш технологияси

## Товуш тизимлари

Товуш тизимлари қуйидаги масалаларни ҳал қилишга мўлжалланган дастурий ва аппарат воситалардир:

1. Ташқи қурилмалардан олинган товуш сигналларини ёзиш. Ёзиш жараёнида кириш аналог товуш сигналлари рақамли сигналларга айлантирилади.
2. Ташқи акустик системалар ва наушниклар ёрдамида олдиндан киритилган товуш сигналларини эшиттиради.
3. Ёзиш ёки эшиттириш жараёнида бир неча манбадан олинган сигналларни микшерлайди, яъни аралаштиради.
4. Бир вақтнинг ўзида товуш сигналларини ҳам ёзади, ҳам эшиттиради.
5. Товуш сигналларини қайта ишлайди, яъни тахрирлайди сигнал фрагментларини қўшади ёки бўлади, филтрлайди, унинг сатҳини ўзгартиради.
6. Ёзиш ва эшиттириш жараёнида ҳар бир каналнинг стереофоник товуш сигналининг панорамасини ва сигнал сатҳини бошқаради.
7. Уч ўлчамли эшиттириш ҳажмини алгоритмга мос равишда товуш сигналининг қайта ишлайди.
8. Эшиттириш синтезатори ёрдамида ҳар хил мусиқа асбобларининг овозини, ҳамда инсон нутқини ва бошқа товушларни ўхшатишни бошқаради.
9. Ташқи мусиқа асбобларининг ишини бошқаради.
10. Микрофон ёрдамида матнларни киритиш операцияларини бошқариш.

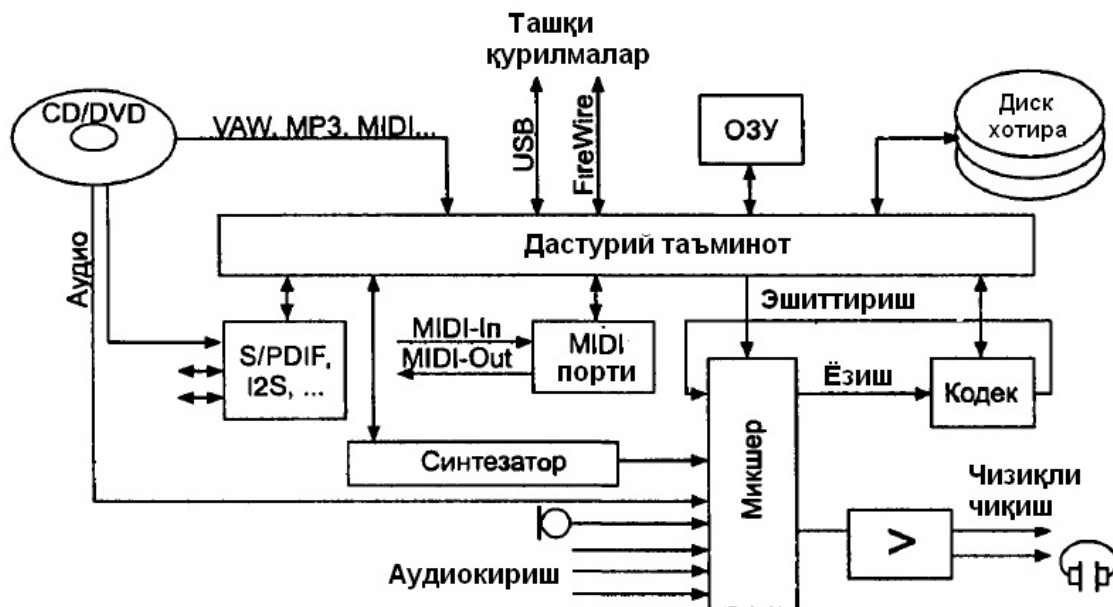
IBM PC компьютерлари дунёга келишида компьютерни оддий синтезаторга айлантирувчи PC Speaker товушига эга эди. Замонавий мультимедияли компьютернинг аудиовоситалар тўпламини қуйидаги 7.1-расмда кўриш мумкин.

Товуш картаси таркибига ёзиш/эшиттириш рақамли канали, микшер, синтезатор ва MIDI-порт киради.

Рақамли аудиоканал, яъни аудиокодек аудиофайлларнинг моно ёки стерео ёзиш ва эшиттириш имкониятини юқори сифатда таъминлаб беради.

Ёзиш (recording) келаётган сигнални рақамлаштириш (оцифровка), яъни аналог рақамли ўзгартириш билан амалга оширилади. Замонавий товуш карталари рақамли аудиомаълумотларни қабул қилиш имкониятига эга. Рақамлаштирилган товуш **WAV** (қисқартирилгани wave — тўлқин) кенгайтмасига эга бўлган файлларда сақланади. Файлнинг ўлчами ёзувнинг узунлигига, ўзгартиришнинг разрядлигига, квантлаш частотасига ва каналларнинг (моно ёки стерео ёзув) сонига боғлиқ. Бу тўлқинли файлларни дастурий воситалар ёрдамида тахрирлаш мумкин, одатда ёзилган сигналларни осциллограмма сифатида

экранга чиқарилади.



7.1- расм. Шахсий компьютер аудиотизимлари

Эшиттириш вақтида (playback) рақамли маълумотлар оқими аналогли (чизиқли чиқиш ёки колонка ва наушникларга) ёки рақамли ташқи интерфейсга чиқарилади. Дастурий бошқариладиган микшер бир неча манбадан келаётган кириш сигналларини (микрофон, CD, ташқи кириш ва синтезатор) аралаштириш билан бирга кириш ва чиқиш сигналларини бошқариб туради.

Микшер мусиқий асбобларнинг овозини ўхшатиш ва турли хил товушларни эшиттиришни таъминлаб беради.

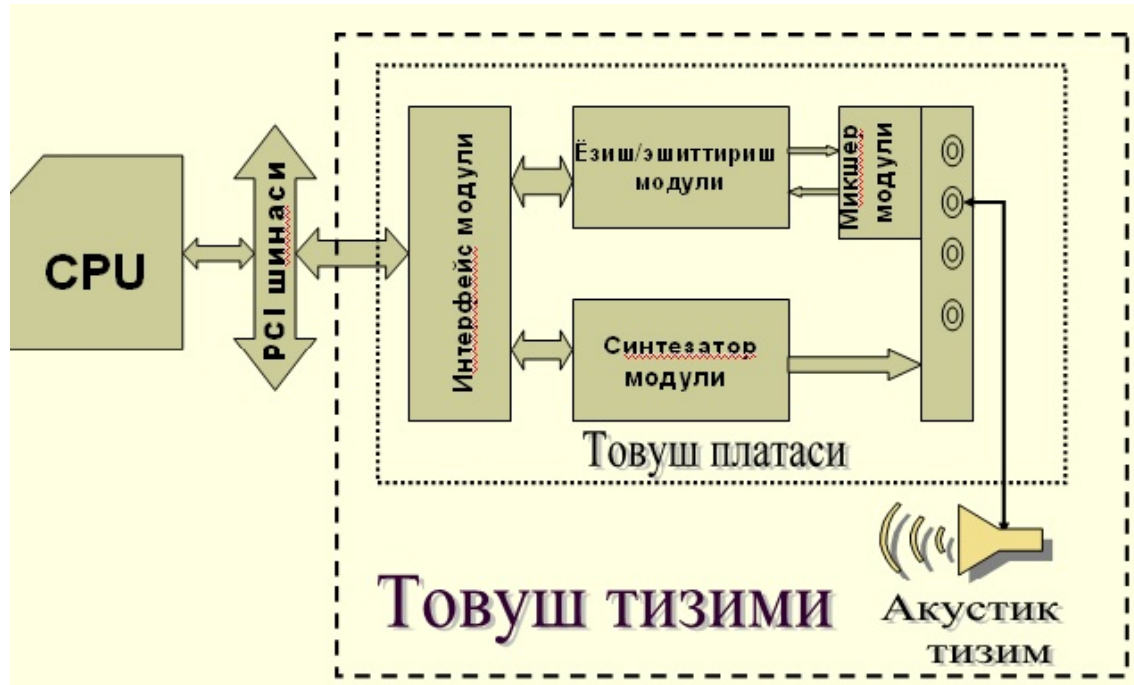
ШК колонкалари (speakers) оддий акустик тизимлардан фарқ қилади. Яхши колонкалар магнит майдонини ЭНТ — мониторга таъсирини қайтариш учун динамикларда махсус магнит экран ёки магнит тизимининг яхшилانган конструкциясига эга.

Товуш технологияларини таъминлайдиган компьютер воситаларига товуш тизимини ҳосил қилувчи товуш платалари ва акустик тизимлар киради (7.2- расм).

Интерфейслар модули ўз таркибига мусиқий инструментларни қамраб олади. Бу одатдаги MIDI (Musical Instrument Digital Interface), ва мос форматдаги товуш тиклаш воситалари. Ундан ташқари битта ёки бир неча CD-ROM дисководларининг интерфейслари ҳам тегишли. Мана шу модуль туфайли CD-ROM билан ишлаш, модем орқали гаплашиш ва компьютернинг товушини эшитиш мумкин.

Товушли платаларнинг таркибига юқорида айтилган 3 та модулдан ташқари, қуйидагилар киради:

- Микшер - бир неча манбалардан келадиган сигналларни аралаштирувчи қурилма; аралаштирилган сигналларнинг амплитудаси дастурий усул билан бажарилади;
- модем ва ўйинлар учун мўлжалланган портлар, ўйин учун мўлжалланган портлар сифатли товушни таъминлайди;
- сигналнинг қувватини кучайтирувчи усилителлар, улар овозни баланд-пастлгини бошқариб турадиган регулятор билан таъминланган бўлади (бундай платалар 2 та чиқишга эга: линейний яъни чизиқли –усилителгача ва охирги –усилительдан кейин).

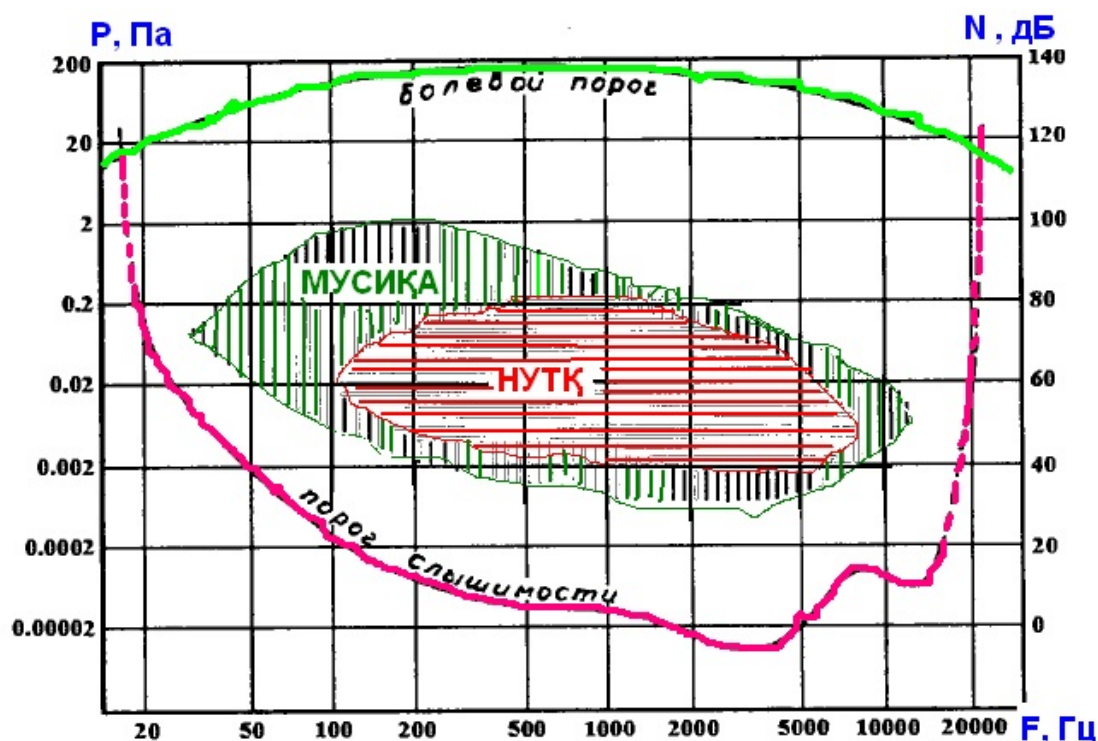


7.2 – расм.Товуш тизимлари

Хозирги пайтда товуш карталари ва MIDI – файлларнинг кенгайтмаларининг сони жуда кўп. Хозирги замонавий товуш платалари Basic General MIDI стандартига жавоб беради, 128 та инструментларни таъминлайди ва камида 16 каналларни бажарилишини таъминлайди.

## Овоз техникаси

Ҳамма биладики, инсон қулоғига эшитилаётган товушлар ҳавода механик тебранишга эга. Инсон қулоғи қабул қиладиган товушнинг частота диапазони 20 Гц дан 20 кГц гача, энг сезгирлиги 3000–3500 Гц частотага тўғри келади (7.3 – расм).



7.3 – расм. Эшитиш майдони

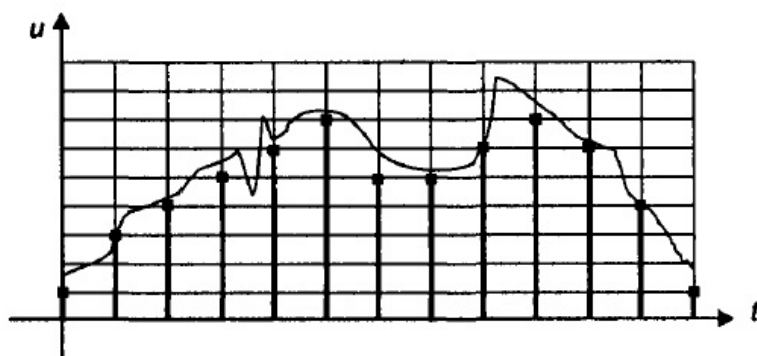
Бу областда қулоқ 140 дБ динамик диапазондаги сигнални қабул қилади (оғриқ чегарасидаги товуш босимининг эшитиш чегарасига нисбати 107). Частота диапазонининг чеккасида динамик диапазон 50 дБ гача тораяди (қулоқнинг эшитиши пасаяди, оғриқ чегарасининг босими камаяди). Гаплашиш спектри 40 дБ динамик диапазонда тахминан 200 Гц – 4000 Гц жойни эгаллайди. Муסיқа эса эшитиш диапазонини ҳамма частотасини эгаллайди ва 70 – 90 дБ динамик диапазонни талаб қилади. Эшитиш қобилятининг афзалликларидан бири товуш манбасига мослашувидир.

Анъанага кўра товушни узатиш, сақлаш, эшиттириш ва синтезлаш акустик тебранишдан электрик (микрофон) тебранишга ва (динамик) тескараси бажарилар эди. Олдин ҳамма сигналларни қайта ишлаш аналог кўринишда бажарилиб, аналог кўринишда грампластинкага, магнитофон тасмаларига сақланар эди. Ахборотни аналог кўринишда сақлаш уни катта миқдорда йўқолишига олиб келади, чунки грампластинкалар чизилиб кетади, магнит ленталар магнит майдонига таъсирчан бўлади. Электроника ривожланиши билан электрик сигналларни рақамли кўринишга ўтказиладиган бўлди. Энди микрофондан келаётган кириш сигнали олдиндан кучайтириш йўли билан рақамлаштирилади. Сигнал рақамли кўринишда узатилиши, сақланиши (узоқ вақт ва хатосиз), турли хил кўринишларга келтирилиши мумкин. Эшиттиришда эса яна аналог кўринишга келтирилади. Акустик ахборотни рақамли кўринишда сақлаш учун лазер компакт дисклар ишлатилипти.

## Товуш сигналларини рақамлаштириш

Аналог сигналларни рақамлаштириш учун вақт бўйича дискретлаш ва сатҳ бўйича квантлаш қўлланилади. Рақамлаштириш – бу ҳар доим бир хил вақт оралиғида аналог сигналнинг бир онли қиймати танланиши (7.4 – расм).

Бу танланган қийматлар аналог – рақамли ўзгартиргичнинг (Analog-to-Digital Converter, ADC, ёки АЦП) ёрдамида квантланади. АЦПнинг чиқишида ахборот иккилик санок системаси кўринишини қабул қилади. АЦПнинг разрядлиги қанча юқори бўлса, аналог сигналнинг оний қиймати шунча аниқ бўлади. Аниқлик учун ўзгартиргичнинг кўрсаткичиси монотон (чуқурчасиз) ва чизиқсимон (бир хил поғонада) бўлиши керак. Амалда ўзгартиргичнинг узатиш кўрсаткичи текис бир хил поғонали ва чуқурчасиз, монотонли кўринади. Сигналнинг оний қиймати бу зинанинг поғоналарига тушиши “шарт эмас”, шунинг учун ўзгартириш жараёнида квантлаш шовқини, яъни квантланган қийматнинг асл ҳолидан силжиши рўй беради. Юқори сифатли мусиқани узатиш учун ўзгартиргичнинг разрядлиги камида 16 битни ташкил қилиш керак (бу ҳозирги лазер компакт дискларда).



7.4 – расм. Аналог сигналнинг “классик”рақамлаштирилиши

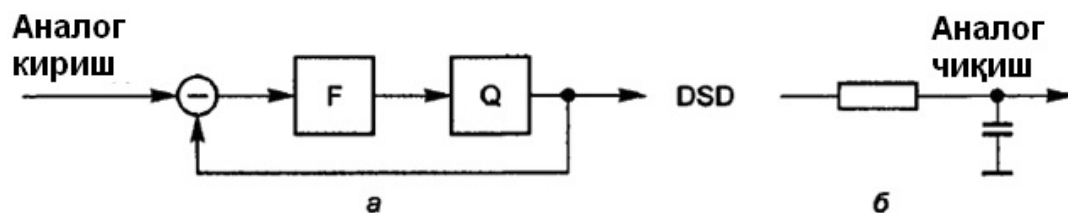
Дискретлаш частотаси Котельников теоремаси ёрдамида танланади: адекват тиклаш учун дискретлаш частотаси кириш сигналининг юқори спектрли ташкил қилувчиси частотасидан икки карра катта бўлиши керак. Бизни қизиқтирмаган нисбатан юқори частоталар рақамлаштиришни бузмасликлари учун улар яхшилаб филтрланишлари керак. Ҳозирги компакт дисклар бутун эшитиш спектрида, яъни 20 кГц гача йўлакда 44,1 кГц частотали сигнални эшиттиришни таъминлайди.

Қайтариб ўзгартириш худди шу частотали рақамли оқим келадиган рақамли – аналогли ўзгартиргич (Digital – to – Analog Converter, DAC ёки ЦАП) ёрдамида бажарилади. ЦАПдан кейин аналог сигнал яна филтрланиши керак, яъни квантлаш частотасининг ярмидан кўп бўлган частота босилади.

Дискретлаш частотаси ва квантлаш разрядлиги ўтказиш йўлаги ва трактнинг динамик диапозонига белгиланган сигнал/шовқин нисбатига бўлган талаб билан аниқланади. Сигналнинг энг оддий рақамли белгиланиши усули импульс – кодли модуляция (Pulse-Co–de Modulation, PCM) ёки ИКМ дейилади. ИКМ маълумотлар оқими оний қийматлар кетма – кетлиги кўринишида бўлади. Агар қўлланилаётган ўзгартиргичлар чизиқли характеристикага эга бўлса (сигнал кучланишининг оний қиймати кодга пропорционал), бундай модуляция чизиқли модуляция (Linear PCM, LPCM) дейилади. ИКМ ҳолатида кодер ва декодер ахборотни бир кўринишдан иккинчи кўринишга ўзгартирмайди, фақат битларни байтларга ва сўзларга упаковка/распаковка қилиш билан шуғулланади.

Оқимнинг интенсивлиги (bit rate) дискретлаш частотасининг(sample rate) разрядлилига ва каналлар сонига кўпайтмаси билан аниқланади. Аудио –  $CD\ 44100 \times 16 \times 2 = 1411200$  бит/с (сте–рео) оқимини беради. Бунда эшиттириш диапозонининг частотаси 5 – 20000 Гц ва 96 дБ динамик диапозонни таъминлаб беради. Тасмали рақамли жамлагичлар (DAT) 32, 44,1 ёки 48 кГц дискретлаш частотаси ва 16 бит разрядлик билан ишлаганда, унга мос равишда ахборот оқими – 1 024 000, 1 411 200 или 1 536 000 бит/с (стерео) бўлади.

Агар бундай оқим жуда интенсив ҳисобланса, квантлаш частотасини ва разрядлигини пасайтирса бўлади. Дискретлаш частотаси пасайиши билан унга пропорционал равишда частота йўлакчаси ҳам пасаяди. Разрядликни пасайиши шовқинни квантлаш сатҳининг хатолигини ошишига олиб келади. Хар бир камайтирилган иккилик разряди шовқин сатҳини 6 дБ га оширади. Агар бизни нутқни тушунарлик узатилиши қизиқтирса 5 кГц частотали 8 – битли ўзгартиргич ишлатса бўлади, бунда оқим 5 Кбайт/с моно бўлади. Телефон алоқасида 8 кГц частотали 7 – битли ўзгартиргич 56 Кбит/с оқим билан ишлатилади. ИКМ учун дискретлаш частотасининг ярмидан ошадиган частотани пасайитириш талаб этилади, акс ҳолда ёлғон частоталар вужудга келади. 44,1 кГц дискретлаш частотасида ўтказиш йўлагини (20 кГц гача) сақлаб қолиш учун АЦП олдида (ЦАП дан кейин ҳам) юқори кўрсаткичли аналог филтрлар талаб қилинади. Замонавий рақамли тизимларда дискретлаш частотаси (48, 96 ва 192 кГц ҳам бор) нинг ўсиши эшиттириш дапазони частотасини кенгайтишига ва филтрларни (АЦП ни эмас) соддалаштиришга рухсат берди. Sony ва Philips фирмалари томонидан тақдим қилинган SACD (Super-Audio CD) дискларда анъанавий аудио – CD дисклардан фарқли ўлароқ бир битли ўзгартиргичлар ишлатилди. Фирмалар DSD (Direct Stream Digital encoding) деб номланган ИКМ кодлашдаги бир қатор муаммоларни айланиб ўтиш имконини берган кодлаш усулини тақдим қилишди.

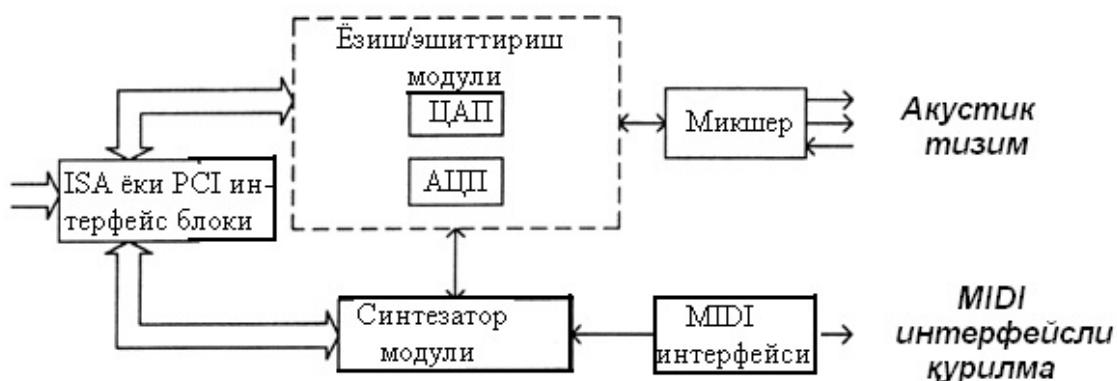


7.5– расм. DSD — кодлаш: а – кодер, б – декодер

Бу ерда дельта-сигма-АЦП (7.5 а – расм) деб номланган манфий қайтиш алоқасига эга бўлган Q квантизатор (компаратор) ва F филтр – интегратордан ташкил топган қурилма ишлатилади. Агар дискретлаш даврида сақланган кириш сигналининг сатҳи шу даврда йиғилган тескари алоқадаги занжирнинг қийматидан ошса, у ҳолда “бир” шаклланади. Агар кириш сигналининг қиймати паст бўлса, “нол” шаклланади. Максимал мусбат қийматлар яхлит “бирлар” оқими кўринишида бўлади, максимал манфий – “ноллар” оқими кўринишида, нол кириш сатҳи нол ва бирнинг алмашиш кетма – кетлиги кўринишида бўлади. Бу рақамли кўринишга зич – импульсли модуляция (плотностно-импульсной модуляцией Pulse Density Modulation, PDM) дейилади. Бундай сигнални декодирлаш оддий: “бирлик” импульсларни интеграллаш занжири орқали ўтказиш (7.5 б – расм) кифоядир ва натижада кириш сигналининг акси олинади. Албатта, қайта тикланган сигнал кириш сигналининг динамикасини аниқ такрорлаши учун дискретлаш частотаси юқори бўлиши керак. SACD дискларда 2,8224 МГц частота ишлатилади, яъни ҳар бир каналдаги битлар оқими тезлиги 2,8 Мбит/с дан сал кўпроқ. Бу CD/DA (44,1 кГц х 16 битда 705600 бит/с тезликка эга) дан 4 маротаба кўп. Бундай формат кенг ўтказиш йўлагини (0-100 кГц) ва кенг динамик диапазонни (120 дБ) таъминлайди.

## Товушни ёзиш/эшиттириш функционал модули

Товуш платалари (sound blaster) турли товушли сигналлар (музиқа, гап, шовқинли эффектлар)ни яратиш, ёзиш ва қайта тиклаш учун ишлатилади (7.6 – расм). Товушни яратиш режимида плата музиқа инструменти каби ишлайди. Товуш платаси ёрдамида яратилган товуш “синтезлаштирилган” деб аталади.



7.6 – расм. Товуш картасининг блок схемаси

Товушни ёзиш режимида плата товушли сигнални рақамга ўзгартиради. Кейинчалик рақамлаштирилган



сигнал компьютернинг хотирасига ёзилади. Товушни қайта тиклаш режимида плата рақамли аудио–плеер каби ишлайди. Бунда хотирадан олиб ўқилган рақамли сигналлар аналог сигналларига ўзгартирилади.

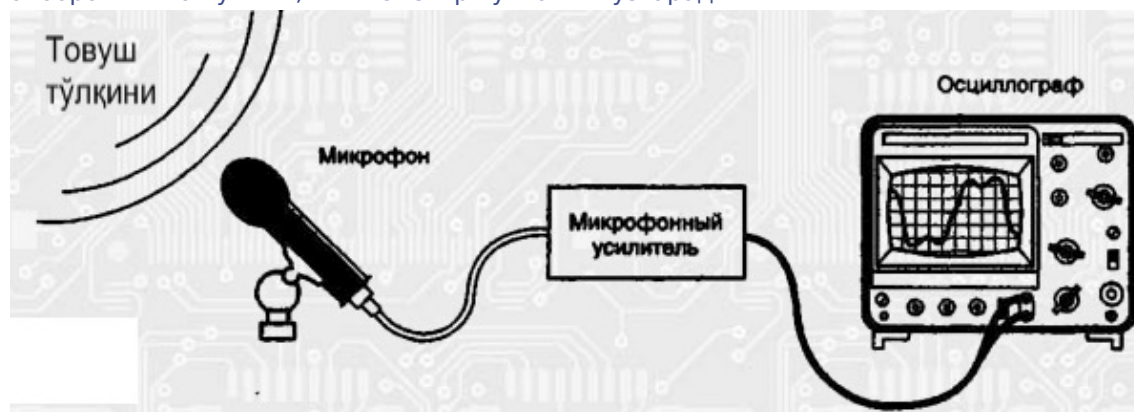
Функционал нуқтаи назаридан плата қуйидаги қурилмалардан иборат:

- товушни ёзиш ва қайта тиклаш қурилмаси;
- товушни синтезлаштириш қурилмаси;
- интерфейслар қурилмаси.

Акустика нуқтаи назаридан, товуш ҳавода эркин тарқаладиган тўлқин кўринишида бўлиб, вақт бўйича ҳам, фазода ҳам узлуксиз равишда ўзгаради.

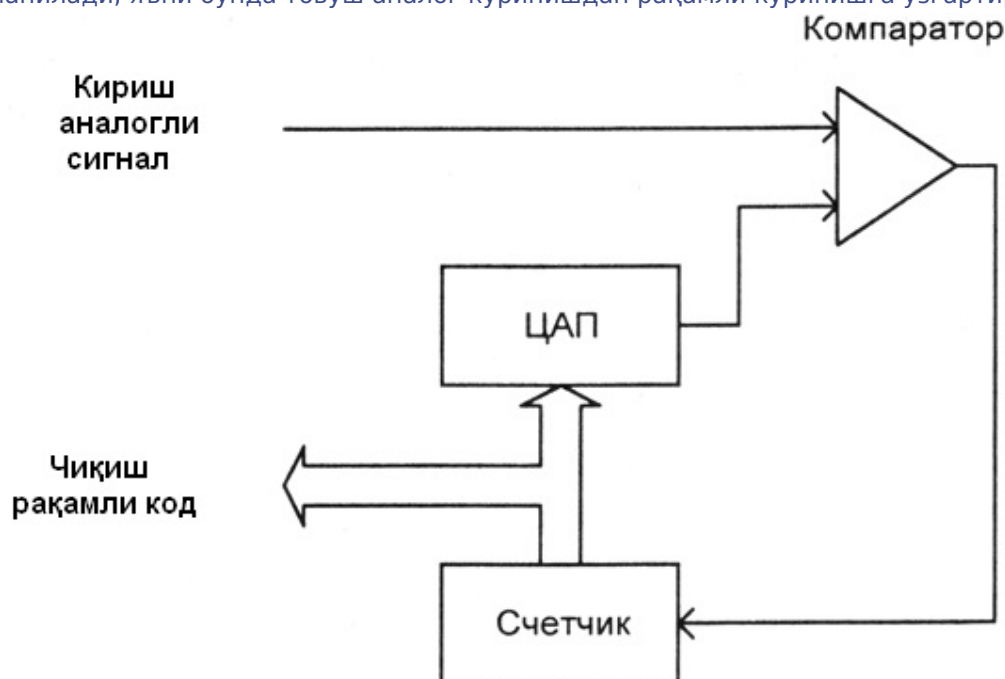
Товушни ёзиш - ёзиш вақтидаги товуш сигналининг тебраниши ҳақидаги ахборотни сақлашдир.

Товуш сигналини аналог кўринишда олиш учун микрофондан фойдаланиш кифоядир (7.7 – расм). Бу ҳолда муҳитнинг бирор бир нуқтасида товуш сигналининг ўзгаришига пропорционал равишда товуш ҳақидаги ахборотни “ташувчи” , яъни электр кучланиш ўзгаради.



7.7 – расм. Товуш босимини электр сигналига айлантириш

Товушни ёзиш ва қайта тиклаш қурилмасида аналог–рақамли ўзгарткич(АЦП) (7.8 – расм)лардан фойдаланилади, яъни бунда товуш аналог кўринишдан рақамли кўринишга ўзгартирилади.

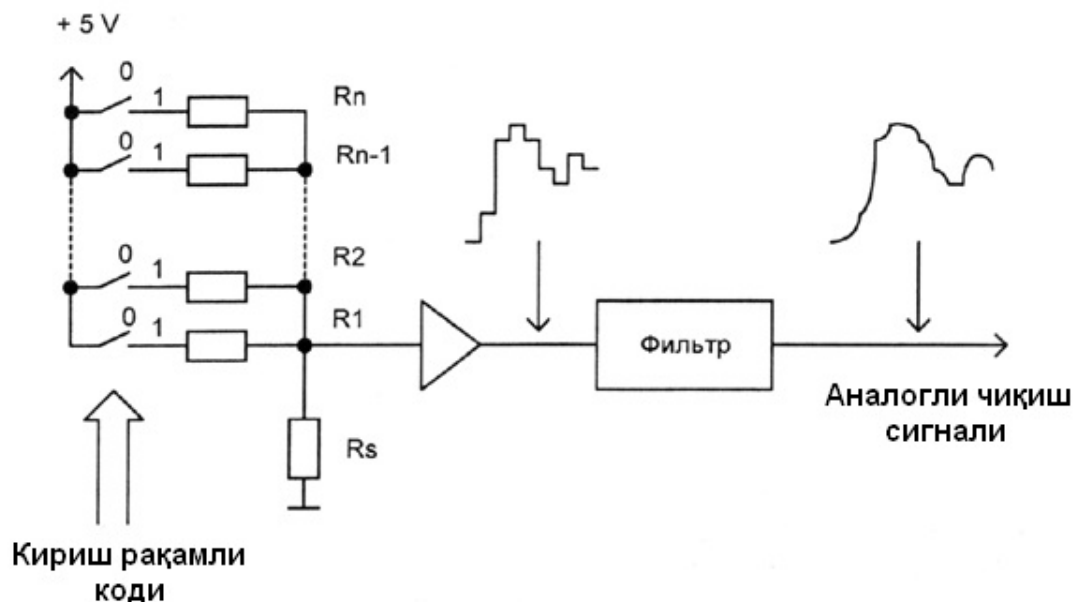


7.8 – расм. Аналог–рақамли ўзгарткич

Тескари жараён учун эса рақам – аналогли ўзгарткичлари (ЦАП) (7.9 – расм) қурилмалари ишлатилади. Товушнинг сифатига иккала жараёнда ўзгарткичларнинг разрядлиги таъсир кўрсатади.

Ахборот қандай қилиб аналог кўринишдан рақамли кўринишга ўзгартирилишини кўриб чиқамиз. Аналог товушли сигнал АЦП да аниқ вақт оралиғи давомида ўлчанади. Бу вақт оралиғи (интервалы дискретизации) дискретлаш оралиғи деб аталади. Сигнал амплитудасининг ўлчанган қийматлари сатх (уровень) бўйича квантланади (яъни сигналнинг энг яқин дискрет қийматлари билан алмаштирилади) ва мос равишда иккиланган кодлар ёрдамида ифодаланади. АЦП нинг рухсат бериш қобилияти ўзгарткичнинг разрядлигига боғлиқ. Чунки қанчалик коднинг разрядлиги катта бўлса, шунча сигналнинг дискрет қийматларининг сони кўпаяди, ва мос равишда, аналог сигналнинг кичикроқ оралиқларини мана

шу код билан ифодалаб бўлади.



7.9 – расм. Рақамли – аналогли ўзгарткич

Демак, рақамлаштириш сифати, ҳосил бўлган товуш сифатининг ўзгартиргич разрядлиги ва дискретлаш частотасига боғлиқ:

- разрядлик сигналнинг динамик диапазонини белгилайди;
- дискретлаш частотаси эса – товушли сигнал частота диапазонининг юқори чегарасини белгилайди.

Товушни ёзиш/ёшиттириш функционал модули асосий тавсифларига қуйидагилар киради:

- дискретлаш частотаси;
- АЦП ва ЦАПнинг тури ва разрядлиги;
- аудиоматълумотларни кодлаш усули;
- Full Duplex режимида ишлаш имкониятининг мавжудлиги.

Рақамлаштирилган сигнал (унинг иккиланган коди) компьютернинг хотирасига ёзилади. Рақамлаштирилган сигнал қайта ишланганда иккиланган кодлар уларга мос дискрет қийматлар билан алмаштирилади ва кейинчалик акустик системасига узатилади.

Ўзгартиргичларнинг разряди (демак товуш платаларнинг ҳам) турли бўлади, энг кўп ишлатиладигани 8 ва 16 разрядлик. 8 разрядлик платалар оддий кассетали магнитофонлардаги товуш сифатини таъминлайди, 16 хоналик платалар эса компакт диски аудиосистемалардаги товуш сифатини таъминлайди.

Замонавий товуш карталари (ёки тизим платаларига интегралланган аудиовоситалар), бир неча қурилмаларнинг бирлашган кўринишида бўлади. Товуш карталарининг олдинги моделлари соддароқ кўринишда бўлар эди: таркибида синтезатор бўлса, аудиокодек (Ad Lib) бўлмас эди ва тескариси, MIDI порти бўлмайди ёки фақат MIDI-интерфейс (MPU-401) ролини бажаради. Товуш карталарини оммавий ишлаб чиқариш бўйича Creative Labs фирмаси 1-ўринда туради. Унинг ISA шинаси учун чиқарган биринчи товуш картаси жуда содда эди. Унда аудиосигналар устидаги асосий амаллар аналог кўринишда бажарилиб, нисбатан мукамал бўлмаган FM – синтезаторлар ишлатилар эди, WT-синтезаторлар қимматбаҳо кенгайтма сифатида қаралар эди. WT-синтезатор фақат AWE карталарида оммавий чиқарила бошлади. AWE карталаридан олдин Gravis Ultrasound фирмаси ўзининг машҳур “ғоз”ини — WT – синтезаторлик GUS картасини (лекин FM- синтезаторсиз) ишлаб чиқарди. GUS картасининг биринчи моделлари фақат 8 – битлик АЦП (лекин ЦАП 16 – битлик)га эга эди, эффектлар процессори йўқ эди, товушлар ОЗУ га юкланар эди. Карта бошқа оила қурилмалари билан мос (не совместима) тушмагани учун номусиқавий қўлланишини мукаммаллаштирар эди. Сўнг P & P ни қўллайдиган эффектлар процессори 16 – разрядлик карталар ишлаб чиқарилди. Замонавий карталарнинг ҳаммаси PnP технологиясида ишлайди ва PCI, PC Card шиналари учун ёки тизимли платага ўрнатилган бўлади. Creative Labs фирмасининг Sound Blaster платасидаги аудиовоситалар тўплами стандарт бўлиб хизмат қилди. Товуш карталарида анъанага кўра биринчи ШКлардан қолган интерфейсни сақлаган ҳолда аналог джойстикнинг порти ўрнатилади.

Бу интерфейс аналог рақамли ўзгартirilган сигналларни процессорнинг ресурсидан фойдаланган ҳолда резистив датчиклардан дастурий кўринишда ишлатади. Бир хил товуш карталарида ўзгартiriш аппарат (джойстик билан интерфейс сақланади) даражасида бажарилади, аммо дастур кўрсаткичларни бошқа усул билан олиш керак.

Замонавий товуш карталари ўтказиш қобиляти юқори бўлган PCI шиналарини ишлатади. Унда шинани тўғридан—тўғри бошқариш қўлланилади, айниқса компьютер ўйинларида 3-ўлчамли товушни

эшиттиришда процессорни юкламасини камайтиради. Товуш карталарини PCI шиналарига ўтказиш бир қанча қийинчиликларни туғдирди, чунки бир қанча вақтгача рақамлар оқимини юбориш 8237A DMA (Direct Memory Access — хотирага тўғридан тўғри кириш) назоратчисининг канали орқали амалга ошириладиган SB16нинг мослашувини таъминлаш керак эди. PCI шинада ҳар қандай карталар хотира билан алмашув назоратчиси бўлиши мумкин. PCI карталари билан SB16ни мослашuvi учун иккита механизмдан биттаси қўлланиши мумкин: PC/PCI ёки DDMA. PC/PCI механизми Intel фирмаси томонидан ишлаб чиқилган бўлиб, PCI шинаси бўйлаб қўшимча уланадиган ISA слотларини ишлатадиган блокнот ШК ларни ишлатиш имкониятини яратиб беради. Альтернатив ечим эса — DDMA (Distributed Direct Memory Access — распределенный прямой доступ к памяти) механизмидир. Маълумки, DMA назоратчилари ISA шинаси учун тизимли платаларда жойлашади ва бир неча каналларни бошқариш бир хил регистрлар орқали амалга оширилади. DDMA стандарт назоратчиларни бўлиб ташлайди ва унинг алоҳида каналлари PCI картаси воситалари билан бошқаришни таъминлайди. Бу иккала механизм ҳам бирламчи PCI шинаси кўпригининг бир қисми сифатида қаралади, шунинг учун ҳам унинг қўлланилиши тизимли платада амалга оширилади ва CMOS Setup томонидан рухсат берилади. PCI товуш картаси SB16 билан мослашув режимдан ташқари шинанинг ҳамма имкониятларидан фойдаланган ҳолда шинага хос бўлган режимдан ҳам фойдаланилади. Microsoft компанияси PC'99 спецификациясида аудиовоситаларга қуйидаги талабларни қўйди:

- ЦАП/АЦП ўзгартиргичларнинг разрядлиги: 16 – бит;
- Импульс – кодли модуляция (PCM) учун ахборот разрядлиги: 8 ва 16 бит.
- Дискретлаш частотаси: 8, 11,025, 22,050 ва 44,1 кГц бўлиши шарт; 16, 32 и 48 кГц (Advanced audio) рекомeндoвать қилинади;
- MIDI ни эшиттириш: 16 – товушли полифония, 6 тембрили (24 – товушли 16 – тембрили синтезатор Advanced Audio учун);
- Частота йўлаги: 20 Гц – 20 кГц;
- Ночизик ўзгаришлар(нелинейные искажения): <0,02 %;
- Сигнал/шовқин нисбати: 75 дБ (Advanced Audio учун кириш каналида сигнал/шовқин нисбати 85 дБ, микшернинг аналог қисми учун — 90 дБ бўлиши керак).

Замонавий карталар рақамли қайта ишлашга қўйилган бундан ҳам юқори талабларни қониқтиради.

## Товуш карталарида рақамли технологиялар

Рақамли технологияларнинг аналог қайта ишлашни сиқиб чиқариш даражаси бўйича Intel фирмаси товуш карталарини уч турга бўлди:

- Аналог (analog) карталар – аналог киришга (микрофон, чизиқли кириш, CD) ва чиқиш (чизиқли ва кучайтиргичдан кириш) занжирига эга. Бу карталарда одатда аналог микшерлар ишлатилади. Карталарда аналог джойстикнинг ва MIDIнинг портлари жойлашади.
- Digital Ready карталари рақамли аудиоаппаратураларни улашда умумий ишлатиш шина(USB, FireWire)лари ва махсус рақамли аудиоинтерфейс(S/PDIF, I2S)лардан фойдаланиш учун кириш ва чиқиш аналог интерфейсларини рақамли билан алмаштириш имконига эга. Бу карталарда карта ичидаги ҳар қандай аудиооқим рақамли кўринишда бўлади ва аналог ташқи интерфейсларга жўнатилгандек, рақамли ташқи интерфейсларга ёки ахборот ташувчиларга йўналтирилиши мумкин. Бу картанинг аналог карталардан фарқи АЦП кўрсаткичлари (разрядлиги, максимал ўзгартириш частотаси) ЦАПникига қараганда юқорироқ. АЦП нинг разрядлиги 18 ва ундан юқори бит бўлса, ЦАПники 16 битлигича қолди. Аналог джойстикнинг интерфейси ўрнига рақамли USB шина интерфейси бўлди.
- Тўлиқ рақамли (digital only) карталарда умуман аналог интерфейслар йўқ, уларда S/PDIF(Sony/Philips Digital Interface Format – это цифровой последовательный интерфейс), PS, AC – Link интерфейслари, ҳамда киритиш – чиқариш USB ва FireWire шиналари орқали амалга оширилади. Бу карталарда анъанавий 16 – битли стереостандартлардан квантлаш частотаси 48 кГц дан юқори бўлган ва катта разрядлик кўп каналли системаларга ўтилган.

Аудиосигналларни рақамли қайта ишлашга ўтиш, бунга микшерлаш, филтрлаш, эффектларни қўллаш киради, замонавий процессорларда (технология MMX) ҳатто дастурий ишлатиш имкониятини яратиб берди. Аммо, агар бир оқимликда ишлатиш мумкин бўлса, кўп оқимли ва кўп масалали системаларда юқори сифатли қайта ишлашни олиб бўлмади (начнутся «заикания»), процессорнинг юкланиши кўп вақтни олади. График тизимларда бундай муаммолар видеоакселераторлар ёрдамида ҳал қилинади. Аудиооқимларни қайта ишлаш функциясини бажарувчи аппарат воситалари аудиоакселераторлар дейилади. Амалда булар стандартлашган дастурий интерфейсли (драйверлар тўплами) сигнал процессорлар (DSP)дир. Windows муҳитида компьютернинг аппарат воситалари билан ўзаро алоқадорликни DirectX технологияси таъминлаб беради. Товуш масалаларини ечиш учун унинг таркибида DirectSound ва DirectSound 3Dинтерфейси мавжуддир. Иловалар аудиосервисларни стандарт дастурий интерфейслар



орқали чақирадилар, агар тизимда DirectSound ва DirectSound 3D қувватлайдиган аудиоакселераторлар ўрнатилган бўлса, бу сервисларнинг имконияти кенгаяди, процессорнинг юкламаси пасаяди. ШКларда товуш картасиз юқори сифатли мусиқа эшитиш имконияти вужудга келди, фақат USB интерфейсли колонкаларни улаш kifоядир. Windows 9x/NT бошқаруви остида аудио – CD, MP3 – ва WAV-файлларни эшитиш мумкин, дастурий WT – синтезатор бор бўлса, MIDI файлларни ҳам эшитиш ва кўриш мумкин.

## 7-маърузага доир саволлар:

1. Товуш тизимлари қандай масалаларни ҳал қилади?
2. Товуш платасининг таркибига қандай қурилмалар киради?
3. Аудиокодек қандай вазифани бажаради?
4. Рақамлаштирилган товуш қандай файлларда сақланади?
5. Микшернинг вазифасини тушунтиринг?
6. Дискретлаш ва квантлаш деганда нимани тушунасиш?
7. Импульс – кодли модуляция усулини тушунтиринг?
8. Зич – импульсли модуляция усулини тушунтиринг?
9. Товуш платаларининг вазифасини тушунтиринг?
10. Функционал нуқтаи назаридан товуш платаси қандай қурилмалардан иборат?
11. “Синтезлаштирилган” товуш деганда нимани тушунасиш?
12. Рақамлаштириш сифати қандай кўрсаткичларга боғлиқ?