

1-BOB. SIGNALLAR VA TIZIMLAR HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHA

1.1. Umumiy tushunchalar

Axborot uzatish uchun mo'ljallangan har qanday fizik jarayonning vaqt bo'yicha o'zgarishi signal deb ataladi. Signallarga misol sifatida inson nutqi (tovushi), Morze kodi, telefon simlaridagi kuchlanish, radio yoki televideniye uzatkichlarida hosil bo'ladigan elektromagnit maydon, optik toladagi yorug'likning o'zgarishi kabilarni keltirish mumkin.

Shovqin ham xuddi signalga o'xshab vaqt bo'yicha o'zgaruvchi jarayondir. Ammo u hech qanday axborotni o'z ichiga olmaydi. Shuning uchun u signalga zararli ta'sir qiluvchi jarayondir.

Turli tizimlar signallar yordamida boshqariladi. Agar tizimning kirishiga bitta yoki bir nechta signal berilsa, ushbu tizim chiqishida bitta yoki bir nechta signallar hosil bo'lishi mumkin.

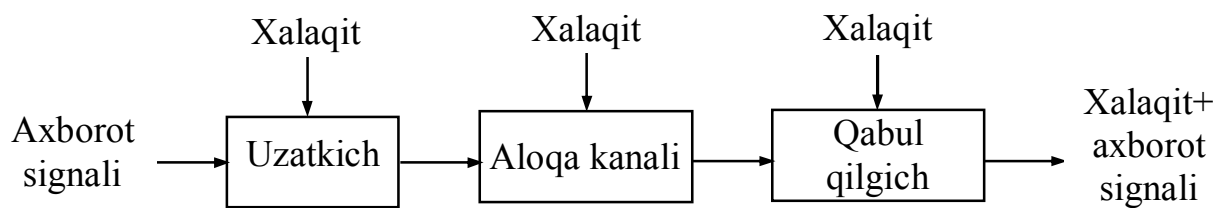
1.1-rasmida bitta kirish va bitta chiqishga ega tizimning blok sxemasi keltirilgan.



1.1-rasm. *Bitta kirish va bitta chiqishli tizimning blok sxemasi*

Aloqa tizimida uzatkich signalni shakllantiradi va uzatadi, qabul qilgich esa ushbu signalni qabul qilib oladi. Uzatuvchi va qabul qiluvchi qurilmalar oralig'i aloqa kanali deb yuritiladi. Uzatkich, qabul qilgich va aloqa kanali har doim shovqin ta'sir etadi (1.2-rasm). Uzatkich, aloqa kanali va qabul qilgich qurilmalari tizimning tashkil etuvchilari yoki tizim osti qismlari deb yuritiladi. Tizimni tadqiq qiluvchi, ya'ni fizik hodisalar (harorat, bosim, tezlik va b.) ni o'lchash qurilmalari ham tizimlar qatoriga kiradi va ushbu qiymatlarni kuchlanish yoki tok, signalga aylantiradi. Tijorat binolarining nazorat tizimlari (1.3-rasm), sanoat korxonalarining nazorat tizimlari (1.4-rasm), zamonaviy qishloq xo'jaligi mashinalari (1.5-rasm), samolyotlardagi aviasion radioelektronika qurilmalari, avtomobillardagi o't oldirish va yoqilg'i

nasos vositalari va boshqalar signallar asosida ishlovchi tizimlarga misol bo‘la oladi.



1.2-rasm. *Aloqa tizimi*



1.3-rasm. *Ofis binolari*



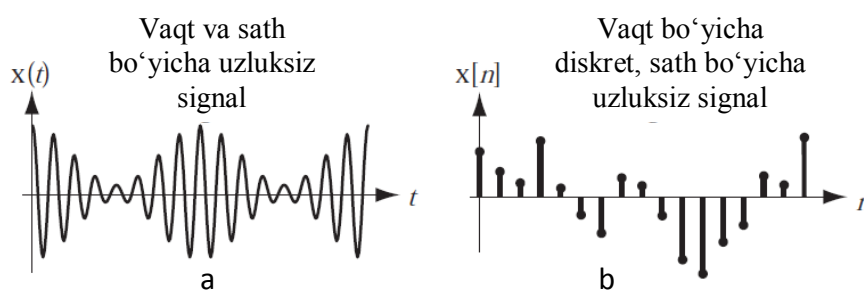
1.4-rasm. *Sanoat korxonasining dispetcherlik punkti*



1.5-rasm. *Qishloq xo'jaligi mashinasi*

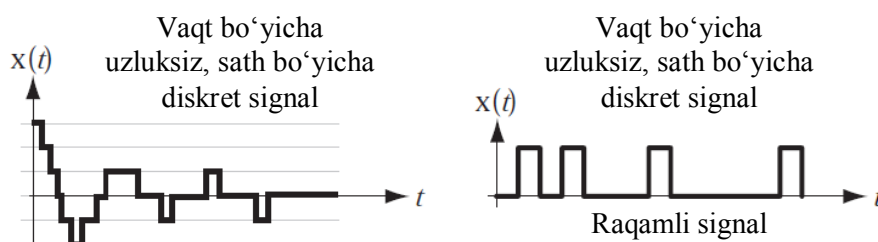
1.2. Signallarning turlari

Signallar bir necha ko'rsatkichlari asosida bir necha turlarga bo'linadi: uzluksiz (analog); vaqt bo'yicha diskret; sath bo'yicha diskret; ham vaqt ham sath bo'yicha diskret; tasodifiy va determinant. Vaqt va sath bo'yicha uzluksiz signallar vaqt bo'yicha chegaralangan yoki chegaralanmagan bo'lib, sathi ma'lum bir oraliqdagi qiymatlarni qabul qiladi (1.6a-rasm). Vaqt bo'yicha diskret signal uzluksiz signaldan diskret vaqt momentlarida oniy qiymatlar olish orqali shakllantiriladi. Uzluksiz signaldan olingan oniy qiymatlar to'plami diskret signal deb ataladi. 1.6b-rasmda keltirilgan signal vaqt bo'yicha diskret va sath bo'yicha ma'lum bir oraliqdagi har qanday qiymatlarga teng bo'lishi mumkin.



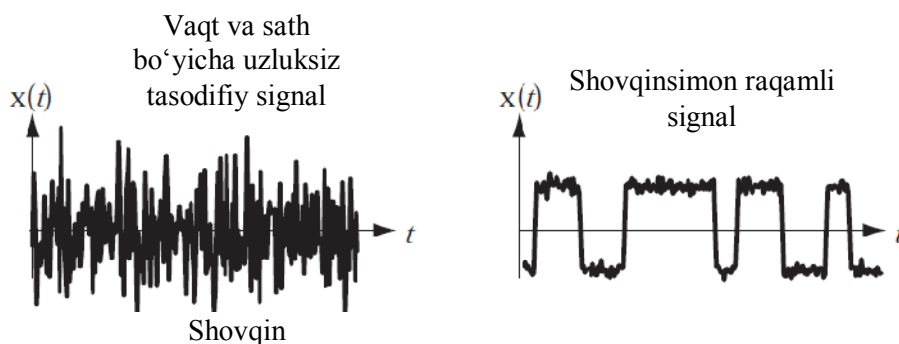
1.6-rasm. *Uzluksiz va vaqt bo'yicha diskret signal*

1.7-rasmda keltirilgan uchinchi tur signallar sath bo'yicha diskretlangan – kvantlangan bo'lib, u ma'lum bir uzluksiz vaqt t da ma'lum bir diskret qiymatga ega bo'ladi. Kvantlash natijasida signal sathining oniy qiymati unga eng yaqin bo'lgan, ruxsat etilgan sath qiymati bilan almashtiriladi. Natijada, zinasimon signal hosil bo'ladi. Kvantlash oralig'i (odimi) bir xil yoki turlicha bo'lishi mumkin. Ikki eng yaqin ruxsat etilgan oraliq kvantlash oralig'i (odimi) deb ataladi. Kvantlash oralig'i bir xil yoki turlicha qilib tanlanishi mumkin.



1.7-rasm. *Vaqt bo'yicha uzluksiz sath bo'yicha diskret signal*

Signallar determinant (o'zgarish qonuniyati avvaldan ma'lum) va tasodifiy (o'zgarish qonuniyati avvaldan ma'lum emas) bo'lgan turlarga bo'linadi. Har qanday vaqtda qiymatlari avvaldan birga teng ehtimollik bilan ma'lum bo'lgan signallar determinant signallar deb ataladi. Har qanday vaqtda qiymatlarini avvaldan birga teng ehtimollik bilan aniqlab bo'lmaydigan signallar – tasodifiy signallar deb ataladi. Tasodifiy signalni aniq bashorat qilish (oldindan aytish) hamda biror bir matematik funksiya orqali aniq ifodalash mumkin emas. Determinant signalni esa matematik funksiya bilan aniq ifodalash mumkin. Tasodifiy signallarni umumiy holda shovqin deb qarash mumkin (1.8-rasm).

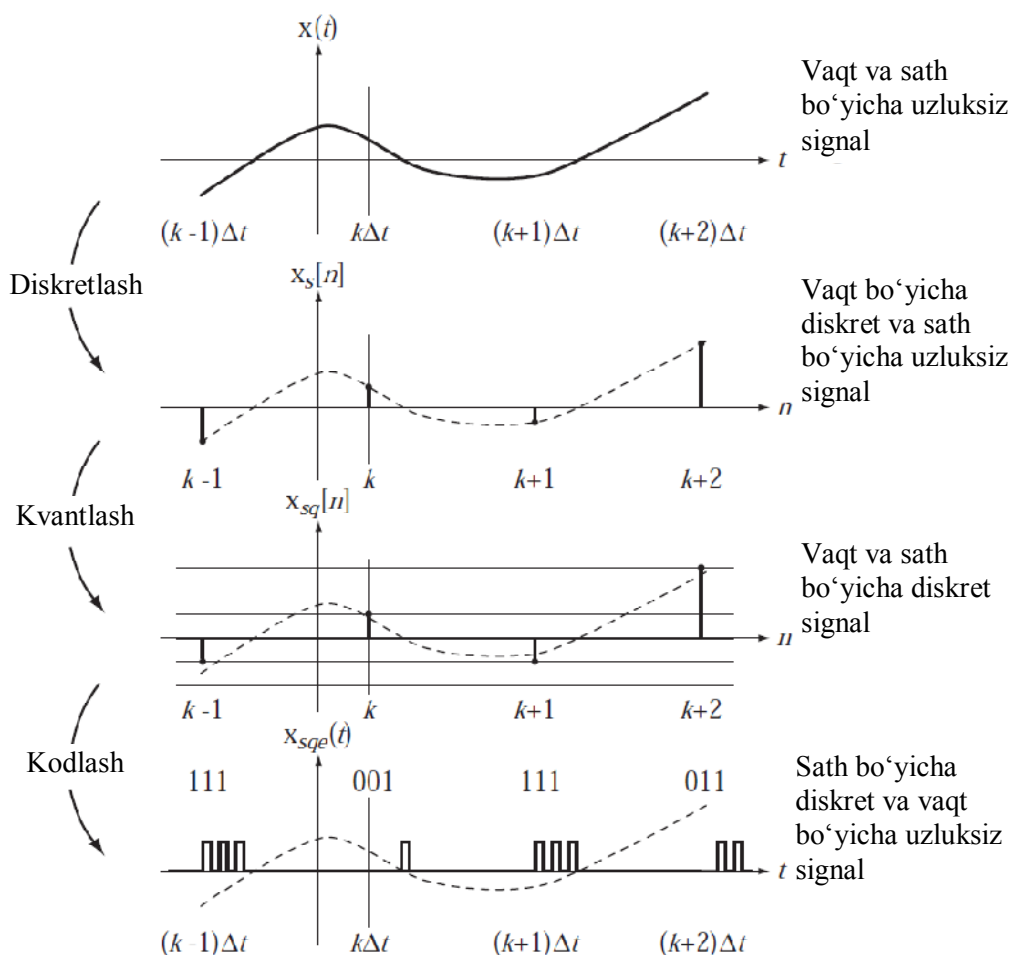


1.8-rasm. *Shovqin va shovqin ta'siridagi raqamli signal*

Axborot tashuvchi hamma signallar tasodifiy signallar hisoblanadi. O'zgarish qonuni avvaldan ma'lum bo'lgan signallar hech

qanday axborot tashish (eltish) imkoniyatiga ega emas. U go‘yoki hech bir yozuvi yoki belgisi bo‘lmagan oq qog‘oz kabidir. Determinant signallarni aloqa kanali orqali uzatmasdan qabullash tomonida shakllantirish mumkin.

Analog signallarni raqamli signallarga almashtirish ko‘p hollarda bir qator afzalliklarga ega bo‘lib, bular qatoriga ularni uzatish, xotirada saqlash, ishlov berish kabi jarayonlar kiradi. Analog signallarni raqamli signallarga almashtirish uni vaqt bo‘yicha diskretlash va sath bo‘yicha kvantlash – kvantlangan sath qiymatlarini unga eng yaqin bo‘lgan sath qiymati bilan almashtirish va sath qiymatini belgilovchi raqamni elementar signallar orqali kodlash natijasida amalga oshiriladi. Analog signalni raqamli signalga almashtirish – analog raqam almashtirish (ARA) qurilmasida amalga oshiriladi (1.9-rasm).



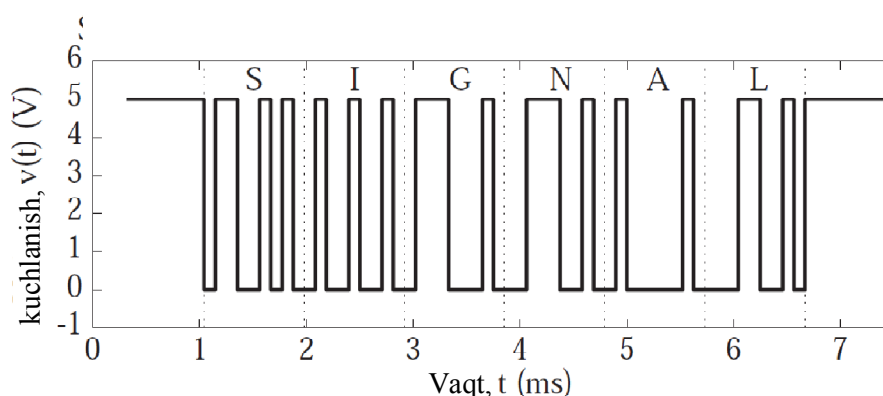
1.9-rasm. Analog signalni raqamli signalga almashtirish

Ikkilik raqamli signallardan foydalanib, xabarlarini uzatish imkoniyati mavjud, bunda xabarlarini kodlash jarayonida standart

axborot almashish amerika kodi (American Standard Code for Information Interchange, ASCII) dan foydalaniladi. Alifbo harflari, 0 dan 9 gacha bo'lgan raqamlar, tinish (punktuaasiya) belgilari va bir qancha simvollar umumiy holda 128 tani tashkil etadi. Ushbu simvollar kodlash uchun 7 ta bitdan iborat ikkilik koddan foydalaniladi. Bundan tashqari bitta boshlang'ich bit hamda yana bitta (yoki ikkita) oxirgi bit tizimlarni sinxronizasiyalash uchun ishlatiladi.

Ma'lumki, ikkita raqamli qurilmani bevosita sim orqali ulaganda, "1" bitni uzatish nisbatan yuqori kuchlanish (2V dan 5 V gacha) va "0" bitni uzatish nisbatan past kuchlanish (0 V atrofida) dan foydalangan holda amalga oshiriladi. Bitta boshlang'ich va bitta oxirgi bitdan foydalanib "SIGNAL" xabarini kodlab asinxron uzatish jarayoni, ya'ni kuchlanishning vaqtga bog'liqligi 1.10-rasmda keltirilgan.

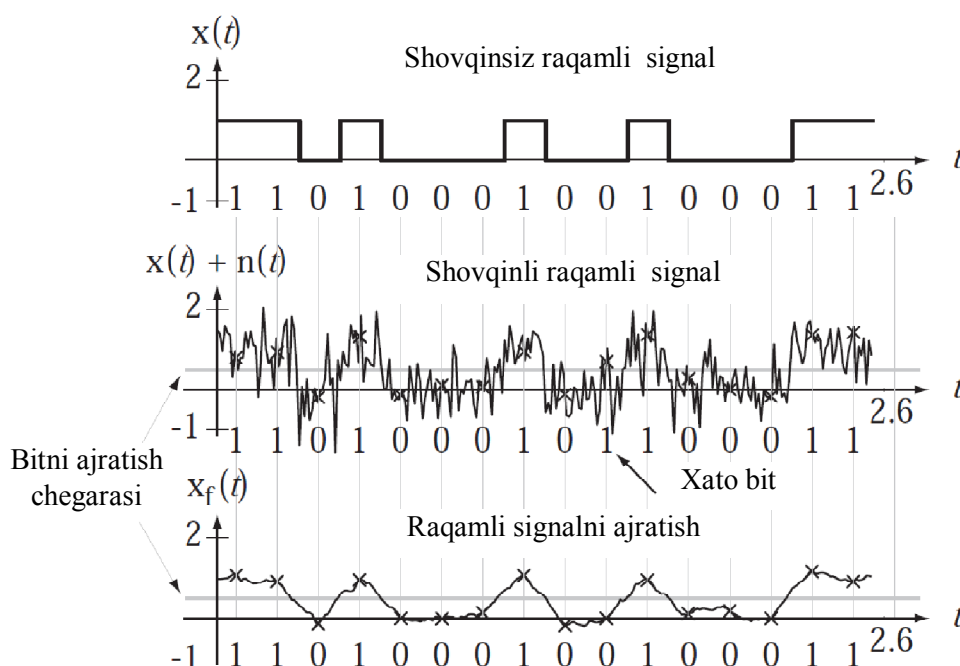
Signallarni tahlil qilishda raqamli tizimlarning keng tarqalganligi sababli raqamli signallar juda muhim ahamiyat kasb etadi. Uzlaksiz signallarga qaraganda raqamli signallarning afzalliklaridan biri bu uning shovqinga nisbatan barqarorligidir, ya'ni xalaqitbardoshligidir.



1.10-rasm. ASCII kodi yordamida kodlangan "SIGNAL" so'zining vaqt diagrammasi

Ikkilik signallarni qabul qilishda bitlarni qayta tiklash murakkab bo'lmaydi, qachonki shovqin sathi juda katta darajada bo'lmasa. Bitlar oqimidagi bitning qiymatini aniqlash ko'pincha quyidagicha amalga oshiriladi, qabul qilingan bitning sathi shovqin sathi bo'sag'asi (qiymati) bilan solishtiriladi. Agar ushbu qiymat shovqin bo'sag'asidan katta bo'lsa "1" bit qabul qilingan va agar ushbu qiymat shovqin bo'sag'asidan kichik bo'lsa "0" bit qabul qilingan deb xulosa chiqariladi. Shovqin ta'siridagi raqamli signalni qabul qilish jarayonida

x belgi bilan belgilangan bit xato qabul qilinganligi 1.11-rasmda keltirilgan.



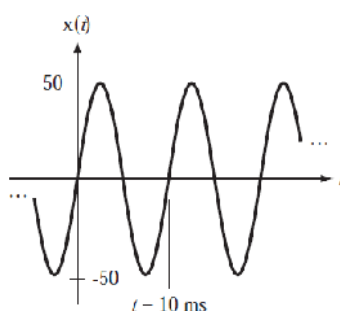
1.11-rasm. *Raqamli signallarni qabul qilishda xatolik koeffitsiyentini kamaytirish uchun filtrdan foydalanish*

Qabul qilingan signalga filtr yordamida ishlov berilganda, ushbu xato qabul qilingan bit asliga qaytariladi. Filtrlangan raqamli signal shovqinsiz raqamli signalga qaraganda shakli boshqacha bo‘lib, ushbu signallarni xato qabul qilish ehtimolligi juda kichik hisoblanadi. Bu esa raqamli signallarning analog signallarga nisbatan afzalliklaridan biri hisoblanadi.

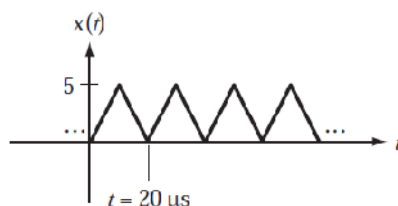
Dastlab uzluksiz signallarni ko‘rib chiqamiz. Bir qancha uzluksiz signallarni vaqtning uzluksiz funksiyasi sifatida ifodalash mumkin. Signal $x(t)$ uzluksiz vaqt t bo‘yicha quyidagi matematik ifoda bilan ifodalanishi mumkin: $x(t) = 50 \sin(200\pi t)$. Bu har qanday vaqt momentida signalning aniq ifodalanishi hisoblanadi. Bundan tashqari signalni grafik shaklda ham tasvirlash mumkin (1.12-rasm). Ko‘pgina uzluksiz signallarni ifodalash bir qancha murakkab funksiyalar, ifodalardan foydalanishni talab etadi, masalan 1.13-rasmdagi signal.

1.13-rasmda tasvirlangan signal turli qurilmalar, o‘lchov asboblari va aloqa tizimlarida keng ishlatiladi. Ushbu signalni matematik funksiya sifatida ancha sodda tasvirlash mumkin, bu esa ushbu signalni tahlil qilishda va uni boshqarishda ancha yengillik tug‘diradi. Matematik

funksiya orqali ifodalash mumkin bo'lgan signalni vaqtdan tashqari boshqa turdagi o'lchamlar orqali ham ifodalash mumkin, ya'ni uzluksiz Furiye almashtirishi yordamida. Ushbu holatda almashtirish deganda signalni vaqt bo'yicha emas balki chastota sohasidagi ko'rinishga almashtirish nazarda tutiladi. Bu signallarni tahlil qilishda muhim hisoblanadi, chunki signalning ma'lum bir parametrlarini yanada aniqroq kuzatish va vaqt intervalidagi signalga nisbatan sodda boshqarish imkoniyatini yaratadi. Chastota sohasidagi tahlilsiz turli tizimlarni tahlil qilish juda murakkab hisoblanadi.



1.12-rasm. *Sodda uzluksiz signal*

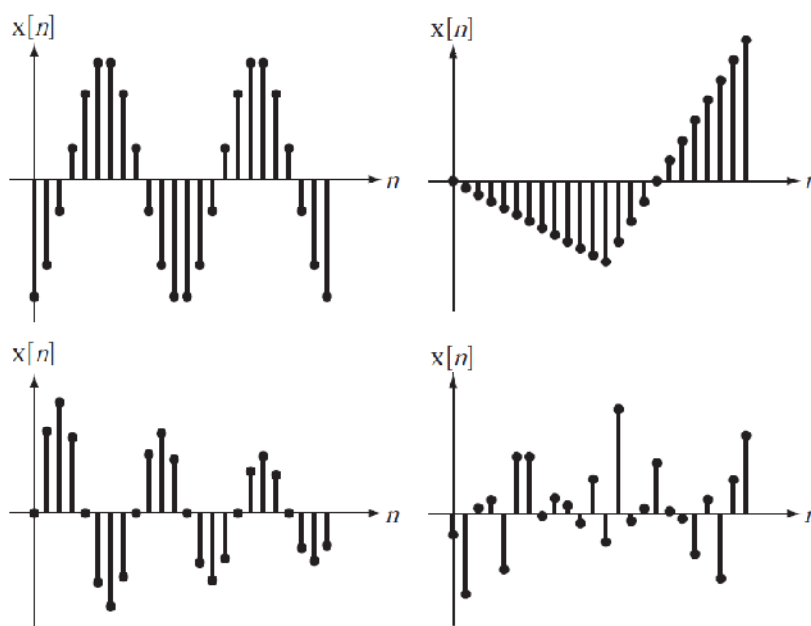


1.13-rasm. *Nisbatan murakkab uzluksiz signal*

Diskret signallari vaqtning faqatgina diskret qiymatlarida aniqlanadi. 1.14-rasmda bir necha diskret signallarga namunalar keltirilgan.

Biz yuqorida ko'rib chiqqan barcha signallar vaqt funksiyasi bo'lgan signallardir. Signallarning yana bir muhim sinfi signalni vaqt bo'yicha emas, balki uning o'rniga fazo bo'yicha funksiyasi, ya'ni tasvir hisoblanadi. Ko'pgina axborot va signallar nazariyasida axborot va signallar ularni uzatish va turli tizimlarda ishlov berish nuqtai nazaridan, fizik jarayonning vaqt bo'yicha o'zgarishi hisoblanuvchi signallarga asoslangan. Vaqt bo'yicha o'zgaruvchi signallar yagona mustaqil o'zgaruvchili vaqt funksiyasi hisoblanuvchi fizik jarayonning o'zgarishi orqali ifodalanadi. Fazoviy signallar yoki tasvir signali esa

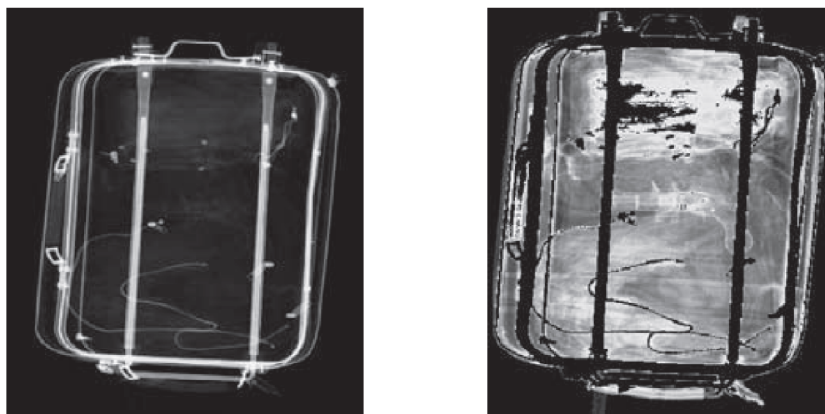
fizik jarayonning ikkita mustaqil, ortogonal fazoviy o'zgaruvchili funktsiya: an'anaviy x va y orqali ifodalanadi.



1.14-rasm. Diskret signallarga namunalar

Tarixdan ma'lumki, tasvirlarga ishlov berish usullarining amaliy qo'llanilishi signallarga ishlov berish usullarining qo'llanilishidan orqada qolib ketdi. Buning sababi shuki, tasvirdan axborotni yig'ish uchun ishlov berish talab etiladigan axborot miqdori vaqt bo'yicha signaldan axborotni olish uchun talab etiladigan axborot miqdoridan sezilarli ko'pligi hisoblanadi. Ammo hozirda tasvirlarga ishlov berish juda ko'p hollarda amaliy usul orqali amalga oshirilmoqda. Ko'pchilik hollarda tasvirlarga ishlov berish asosan kompyuterlarda amalga oshiriladi. Tasvirlarga ishlov berishning bir qancha sodda jarayonlari bevosita optik tizimlarda amalga oshirilishi mumkin, bunda albatta ishlov berish juda yuqori tezlikda (yorug'lik tezligi) amalga oshiriladi. Tasvirlarga optik ishlov berish kompyuterlarda ishlov berishga nisbatan egiluvchanligi bilan chegaralanadi.

1.15-rasmda ikkita tasvir keltirilgan. Chapdagi rasmda aeroportning nazorat punktidagi sumkaning ishlov berilmagan rentgen tasviri. O'ngdagi rasmda esa tasvirni filtrlash jarayoni orqali ishlov berilgan aynan o'sha tasvir, bunda aslaha mavjudligini ko'rish mumkin.



1.15-rasm. Tasvirlarga ishlov berishga oid

1.3. Tizimlarga misollar

Signallar va tizimlarning bir qancha turlari mavjud. Ba'zi tizimlarni ko'rib chiqamiz. Tizimlarni ma'lum bir sharoitdagi sifat nuqtai nazaridan ko'rib chiqamiz. Ushbu tizimlarga qo'llanmamizning keyingi boblarida yanada kengroq to'xtalamiz.

MEXANIK TIZIM

Tasavvur qilaylik, inson ko'prik ustidan elastik arqon (tros) ga bog'langan holatda sakradi. U suvga yetib boradimi? Javob bir nechta faktorlarga bog'liq:

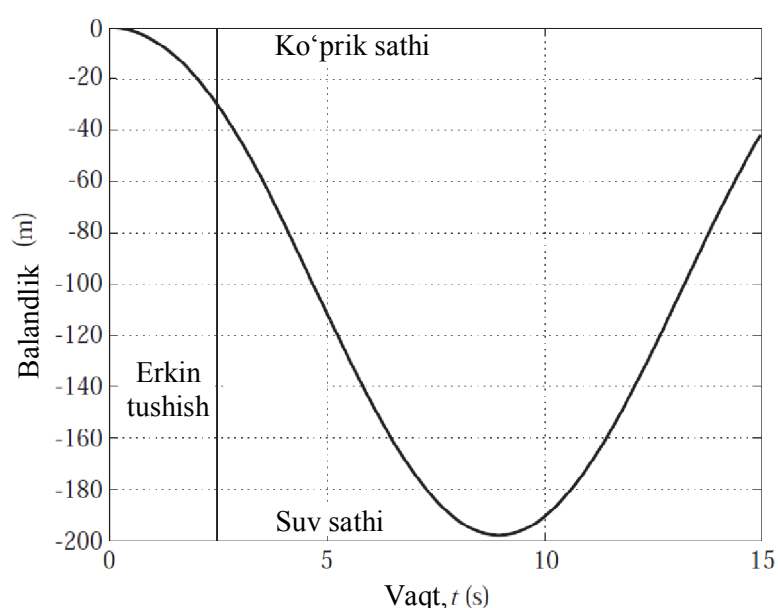
1. Insonning bo'yi va og'irligi.
2. Ko'prikning suv sathidan balandligi.
3. Prujina turidagi simning uzunligi va elastikligi (egiluvchanligi).

Inson ko'prikdan sakragan, ammo hali prujina shaklidagi arqonning cho'zilmagan holati (tinch holati)gacha yetib bormagan paytda u erkin tushish holatida hisoblanadi. Keyin tizimning harakatlanish kuchi o'zgaradi, chunki endi prujina turidagi arqonning qarshiligi yuzaga keladi va inson erkin tushish holatida bo'lmaydi. Ushbu harakatni differensial tenglama sifatida yozishimiz va uni yechib, insonning qanchalik pastga tushishini aniqlashimiz mumkin bo'ladi. Harakatning differensial tenglamasi ushbu mexanik tizimning matematik modeli hisoblanadi. Agar insonning vazni 80 kg, bo'yi 1,8 m va ko'prikning suvdan balandligi 200 m, prujina turidagi arqonning uzunligi 30 m (erkin holatdagi) va cho'zilish konstantasi $11N/m$, ga

teng bo'lsa hamda prujina turidagi arqon $t = 2,47$ s da to'liq cho'zilishga erishsa, u holda harakat tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$x(t) = -16,85 \sin(0,3708t) - 95,25 \cos(0,3708t) + 101,3; \quad t > 2,47 \quad (1.1)$$

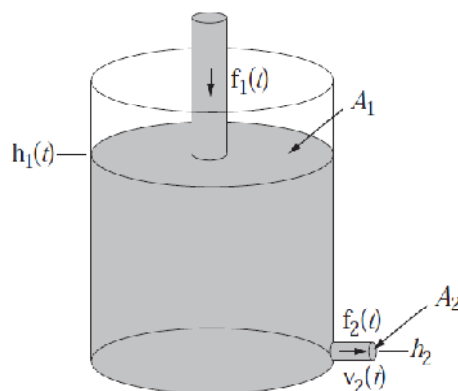
1.16-rasmda ushbu harakatning birinchi 15 sekundidagi holati aks etgan bo'lib, undan ko'rinadiki insonning grafiki suvga yetishiga biroz qolganligini kuzatish mumkin.



1.16-rasm. *Insonning vaqtga bog'liq vertikal holati (ko'prik sathi nolga teng deb olingan)*

GIDRAVLIK TIZIM

Gidravlik tizimlar ham xuddi mexanik tizimlar kabi differensial tenglama orqali modellashtirilishi mumkin. Suv solingan silindr shaklidagi idishga idishning usti qismidan suv berilishi uchun teshik hamda patski qismidan suv chiqib ketishi uchun teshik ochilgan (1.17-rasm).

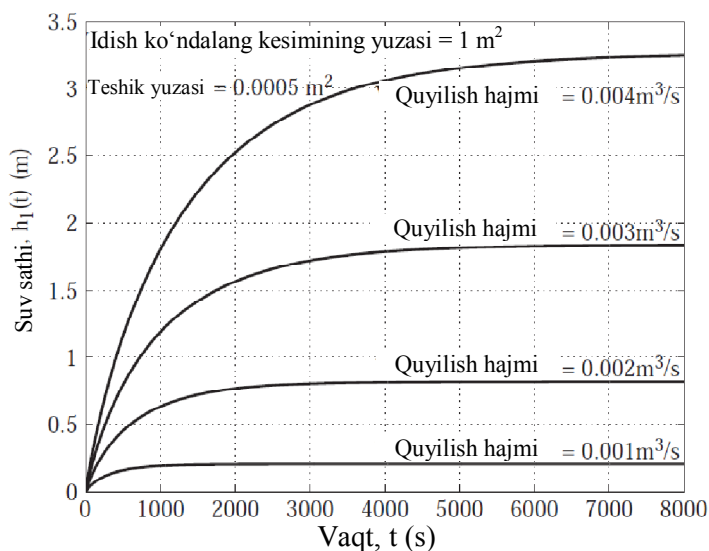


1.17-rasm. Usti va ostki qismidan teshik ochilgan idish

Pastki teshikdan chiquvchi suv oqimi idishdagi suvning balandligiga bogʻliq. Idishdagi suv sathining oʻzgarishi esa kirish va chiqish oqimiga bogʻliq. Suv hajmining oʻzgarish darajasi kirish va chiqish oqimlarining hajmiga bogʻliq. Ushbu faktorlarni bitta differensial tenglama orqali ifodalash mumkin.

$$A_1 \frac{d}{dt}(h_1(t)) + A_2 \sqrt{2g[h_1(t) - h_2]} = f_1(t) \quad (1.2)$$

1.18-rasmda dastlab idish boʻsh boʻlgan holatda idishga toʻrtta turli darajadagi suv quyilishi natijasida idishdagi suv sathining vaqtga bogʻliqlik grafigi keltirilgan.



1.18-rasm. Idish dastlab boʻsh boʻlgan, unga toʻrtta turli darajadagi oqimlar taʼsiri natijasida suv sathining vaqtga bogʻliqligi

Suvning quyilishi va suv sathining ko'tarilishi uning chiqib ketishini kuchaytiradi (ko'paytiradi). Suvning chiqib ketish darajasi uning quyilishiga tenglashadi. Shundan keyingina idishdagi suvning sathi doimiy bo'lib qoladi. E'tibor bersak, suvning quyilishi ikki barobar ko'paysa, suvning sathi to'rt barobar ko'payadi. Suvning sathi suv oqimi hajmining kvadratiga proporsional. Bundan esa differensial tenglamaning nochiziqli ekanini anglash qiyin emas.

DISKRET VAQT TIZIMI

Diskret vaqt tizimlarini ko'plab usullar yordamida yuzaga keltirish mumkin. Nisbatan keng tarqalgan amaliy diskret vaqt tizimlariga misol sifatida kompyuterni keltirish mumkin. Barcha jarayonlar (operasiyalar)ning sinxronizatsiyasini ta'minlovchi mexanizmlar kompyuterni boshqaradi. Kompyuterda juda ko'plab jarayonlar integral mikrosxemalar yordamida bajariladi. Foydalanuvchi nuqtai nazaridan kompyuter – diskret vaqt tizimi hisoblanadi. Biz kompyuter dasturi yordamida diskret vaqt tizimini modellashtirishimiz mumkin. Masalan

```

yn = 1; yn1 = 0;
while 1,
yn2 = yn1; yn1 = yn; yn = 1.97*yn1 – yn2;
end.

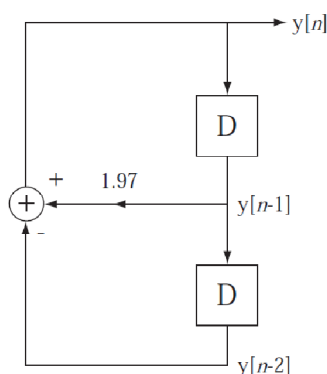
```

Ushbu kompyuter dasturi (MATLAB da yozilgan) boshlang'ich sharti $y[0]=1$ va $y[-1]=0$ uchun y chiqish signalini hisoblash diskret vaqt tizimining modeli quyidagicha yoziladi

$$y[n] = 1.97y[n - 1] - y[n - 2]. \quad (1.3)$$

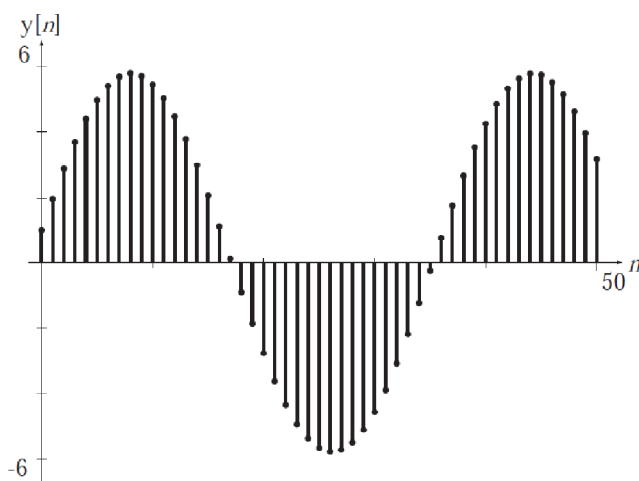
Har qanday n indeksli y ning qiymati $n - 1$ indeksli y ning qiymatini 1,97 ga ko'paytmasidan $n - 2$ indeksli y ning qiymatini ayirish orqali hisoblanadi. Ushbu tizimning ishlash jarayonini sxematik tarzda tasvirlanishi 1.19-rasmda keltirilgan.

1.19-rasmdagi ichida D harfi yozilgan ikkita kvadrat bitta diskret vaqtga kechiktiruvchi element hisoblanadi, 1,97 raqami yozilgan strelka esa ushbu tomonga birinchi kechiktiruvchi elementdan kelayotgan qiymatni 1,97 ga ko'paytirish amalini bajaruvchi ko'paytirgich hisoblanadi.



1.19-rasm. *Diskret vaqt tizimiga misol*

“Plyus” belgisili doira birinchi va ikkinchi signallar qiymatlarini qo‘shish amalini bajaradi. Bunda ikkinchi signalning qiymati qarama-qarshisiga almashtiriladi va birinchi signalning 1,97 ga ko‘paytmasi bilan qo‘shiladi. Ushbu tizim yordamida signalning birinchi 50 ta qiymati hisoblangan natija 1.20-rasmda o‘z aksini topgan.



1.20-rasm. *1.19-rasmdagi diskret vaqt tizimining signali*

TESKARI BOG‘LANISHLI TIZIMLAR

Tizimning boshqa bir muhim jihati bu, teskari bog‘lanish bo‘lib, tizimning unumdorligini yaxshilashga zamin yaratadi. Teskari bog‘lanish tizimlarida chiqish signalini yaxshilash uchun u kirish signaliga o‘zgartirish kiritishi mumkin. Misol sifatida bizga juda yaxshi tanish bo‘lgan sovutkich (kondisioner) yoqilgan va o‘chirilgan paytda uni boshqaruvchi termostatni keltirish mumkin. Termostatda harorat datchiki mavjud bo‘lib, undagi harorat uy egasi tomonidan o‘rnatilgan meyordan oshib ketsa, sovutkich ishlashdan to‘xtaydi va aksincha,

termostat harorati uy egasi tomonidan o'rnatilgan meyardan pasayib ketsa, sovutkich ishga tushadi. Harorat datchiki (tizimning bir qismi) havoning haroratini aniqlab, qurilmaga signal berilishini ta'minlaydi, ya'ni sovutkichni boshqarishni amalga oshiradi. Ushbu misolda teskari bog'lanish signali uzib-ulagich yopilishi yoki ochilishi hisoblanadi.

Taskari bog'lanish (aloqa) foydali va muhim tushuncha hisoblanadi, teskari bog'lanishli tizimlar esa keng qo'llaniladi. Yana bir bizga tanish holat, xojatxonadagi suvni tushirib (oqizib) yuboruvchi idish ichidagi suzib yuruvchi klapani olaylik. Ushbu klapan suvning idish (bak)dagi sathi kerakli darajaga yetganda idishga suv oqib kelishini to'xtatadi. Idish ichidagi suzib yuruvchi shar va klapan teskari bog'lanish mexanizmi bo'lib, u idishdagi suv sathini boshqaradi.

Agar xojatxonadagi suv oqizib yuboriladigan idishning hamma suvi oqizib yuborilgan bo'lsa va uni suvga to'ldirish uchun ketadigan vaqt ma'lum bo'lsa, hamda bu ma'lum vaqt oralig'ida takrorlansa, oqim tezligi ma'lum va o'zgarmas bo'lsa, va kalapan har doim bir hil suv idishida qo'llanilsa, u holda klapani taymer bilan almashtirish mumkin bo'ladi. Ammo har doim ham idishdagi suvning hammasini oqizib yuborilmaydi, suvning bosimi ham har doim o'zgarmas bo'lmaydi, va turli xojatxonalardagi idishlarning shakli va hajmi bir hil bo'lmaydi. Shuning uchun, turli o'zgaruvchan sharoitlarda tizim unga moslashuvchan bo'lishi lozim, ya'ni suvning sathi kerakli darajaga yetganda klapan ajratilishi shart. O'zgaruvchan sharoitlarga moslashish imkoniyati teskari bog'lanish usulining muhim afzalliklaridan biri hisoblanadi.

Teskari bog'lanishning qo'llanilishiga ko'plab misollar mavjud.

1. Stakanga limonadning quyilishi. Stakanga lominadni quyayotgan inson uning sathini kuzatib boradi va kerakli darajaga yetganda quyishni to'xtatadi.

2. Professorning talabalarga o'zlari bajargan test topshirig'ini berishi. Bu talabalar uchun teskari aloqa, ya'ni ular qanday bilimga ega bo'lganliklarini va baholarini yetkazish nuqtai nazaridan. Bundan tashqari yana professor uchun ham teskari aloqa hisoblanadi, ya'ni uning talabalari qanday o'qiyotganliklari nuqtai nazaridan.

3. Avtomobilni boshqarish. Avtomobilni boshqarish jarayonida haydovchi avtomobilning yo'nalishi va tezligini, boshqa avtomobillarning unga yaqin yoki uzoqligini hamda boshqa bir qator

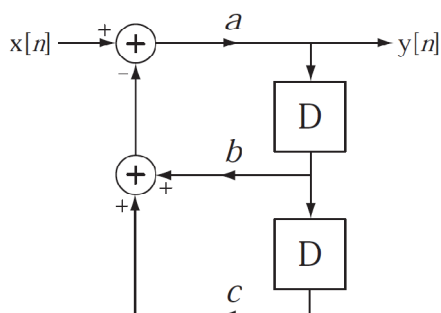
omillarni hisobga olgan holda havfsizligini ta'minlash uchun o'zining harakatiga doimo tuzatish kiritib boradi.

4. Teskari aloqasiz F-117 qiruvchi samolyoti o'z ishini amalga oshira olmagan bo'lar edi, chunki bu aerodinamik noturg'un hisoblanadi. Yordamchi kompyuterlar tezlik, balandlik va boshqa zarur ma'lumotlarni aniqlab, samolyotni boshqarish uchun kerakli ma'lumotlarni yetkazib turadi (1.21-rasm).



1.21-rasm. *F-117 qiruvchi samolyoti*

Teskari aloqa uzluksiz tizimlarda ham va diskret vaqt tizimlarida ham qo'llaniladi. 1.22-rasmda keltirilgan tizim teskari bog'lanishli diskret vaqt tizimi hisoblanadi.

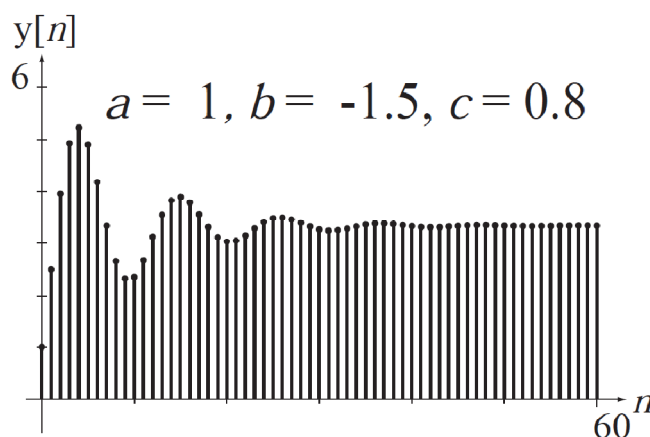


1.22-rasm. *Teskari bog'lanishli diskret vaqt tizimi*

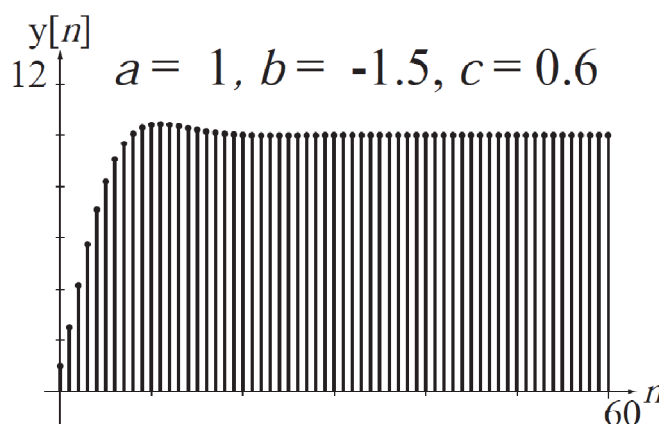
Tizimning chiqishidagi $y[n]$ ikki marta kechiktirilib va qandaydir konstanta (o'zgarmas qiymat) ga ko'paytirilib hamda yig'indisi aniqlanib, yana yuqoridagi summatorga "qaytadi". Tasavvur qilamiz, ushbu tizim avvaliga tinch holatda bo'lsin, ya'ni indeks $n = 0$ bo'lganda, tizimning barcha joylaridagi signallar nolga teng bo'lsin. Teskari bog'lanish xususiyatini $b = -1,5$ va $c = 0,8$ bo'lgan holat uchun, hamda kirish signali $x[n]$ ning qiymati 0 va 1 qiymatlarini oladi, bunda $n = 0$ bo'lganda kirish signalining qiymati nolga teng, $n \geq 0$ bo'lganda esa kirish signalining qiymati har doim 1 ga teng bo'ladi deb

hisoblaymiz. Ushbu holatda $y[n]$ ning qiymatini 1.23-rasmda keltirilgan grafikdan ko‘rishimiz mumkin.

Endi, b ning qiymatini o‘zgartirmasdan saqlagan holda, $c = 0,6$ bo‘lgan holat uchun tizimning chiqish qiymatlarini 1.24-rasmda keltirilgan grafikdan kuzatishimiz mumkin.



1.23-rasm. $b = -1,5$ va $c = 0,8$ bo‘lgan holat uchun diskret vaqt tizimining chiqish qiymatlari

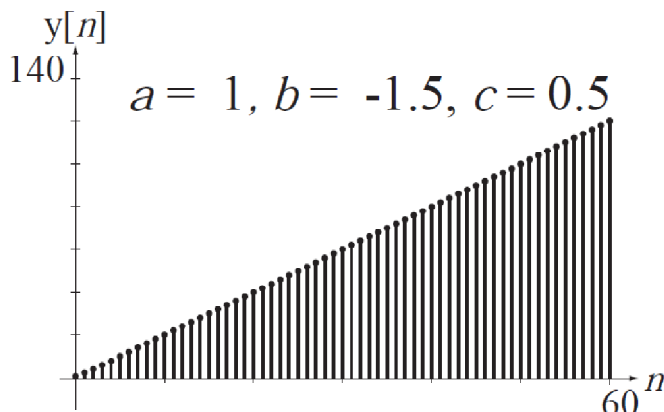


1.24-rasm. $b = -1,5$ va $c = 0,6$ bo‘lgan holat uchun diskret vaqt tizimining chiqish qiymatlari

Xuddi shuningdek, b ning qiymatini o‘zgartirmasdan saqlab, $c = 0,5$ bo‘lgan holat uchun tizimning chiqish qiymatlarini 1.25-rasmda keltirilgan grafikdan kuzatishimiz mumkin.

1.25-rasmdagi grafikdan ko‘rinadiki, chiqish signali qiymatlari har doim kattalashib boradi. Ushbu ohirgi tizim noturg‘un tizim hisoblanadi, chunki cheklangan kirish signali cheklanmagan chiqish qiymatlarini shakllantiradi. Shunday qilib, teskari bog‘lanish har doim

ham foydali bo'lmisligi mumkin ekan, ya'ni u tizimni noturg'un holatga olib kelishi ham mumkin ekan.

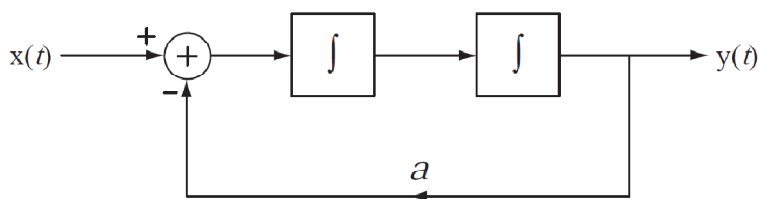


1.25-rasm. $b = -1,5$ va $c = 0,5$ bo'lgan holat uchun diskret vaqt tizimining chiqish qiymatlari

1.26-rasmda keltirilgan tizim teskari bog'lanishli uzluksiz tizimga misol bo'ladi. Buni quyidagi differensial tenglama shaklida yozishimiz mumkin: $y''(t) + ay(t) = x(t)$. Gomogen (bir jinsli) yechimi quyidagicha yozilishi mumkin:

$$y_h(t) = K_{h1} \sin(\sqrt{a}t) + K_{h2} \cos(\sqrt{a}t). \quad (1.4)$$

Agar $x(t)$ qo'zg'atkich nolga teng bo'lib, $y(t_0)$ ning boshlang'ich qiymati nolga teng bo'lmasa, yoki $y(t)$ ning boshlang'ich hosilasi nolga teng bo'lmasa, u holda tizim $t = t_0$ vaqtdan boshlab $y(t)$ har doim sinusoida shaklidagi tebranishga ega bo'ladi. Ushbu tizim turg'un amplitudaga ega tebranish tizimi hisoblanadi. Shunday qilib, teskari aloqa tizimni tebranishga kelishiga majbur qilishi mumkin.



1.26-rasm. Teskari bog'lanishli uzluksiz tizim

Nazorat savollari

1. *Signal deb nimaga aytiladi?*
2. *Tizimga ta'rif bering.*
3. *Aloqa kanali deganda nimani tushunasiz?*
4. *Signallar qanday turlarga bo'linadi?*
5. *Analog signalni raqamli signalga almashtirish qanday amalga oshiriladi?*
6. *Raqamli signallar qanday afzalliklarga ega?*
7. *Tizimlarning bir necha turlariga namunalar keltiring?*