

TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRIGI
TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

**AWTOMATLAŞDYRLAN
MAGLUMAT ULGAMLARYNYŇ
HASAPLAÝYŞ TOPLUMLARY**

Gurbangylyjow Aman

Aşgabat 2010 ý.

Giriş. PEHM-iň iýmitledirş çeşmesi. PEHM-i derňemegiň, testirlemegiň serişdeleri.

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň ylym bilim taglymaty orän giň we çuňňur many-mazmuna eýe. Ol türkmen jemgyýetini barha ýokary derejelere göterýär. Biz bu galkynyşy ylym-bilim ulgamynda gazanylýan üstünliklerimizde hem görýärys.

Täze galkynyşlar zamanasynda mähriban Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň tagallalary bilen ýurdumyzda ylym-bilime, dünýä ylmynyň iň soňky gazananlaryny özleşdirmäge aýratyn ähmiýet berilýär. Hormatly Prezidentimiz öz çykyşlarynda ýaşlaryň ylmy işler bilen meşgullanyp, ylym bilen çynlakaý aragatnaşykda bolmaklygyny, şol bir wagtyň özünde öwrenen ylmlaryny iş tejribesi bilen utgaşdyrmagyny sargaýar.

Täze galkynyş zamanasynyň ilkinji günlerinden başlap mähriban Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedow ýaşlara bilim terbiýe bermekligi hünär öwretmek işleri bilen utgaşykly alyp barmaklyga aýratyn uly üns berdi. Munda Beýik Serdarymyz esasan özbaşdak, Garaşsyz ýurdymyzy dolandyrmak üçin häzirki zaman ösen tilsamatlaryndan oňat baş çykaryp, ösen tehniki enjamlara erkedip, dünýä derejesindäki bäsdeşlige ukyply, ýokary hilli önümleri öndürmegi başaryan her bir ýaş ýigidiň we gyzyň öz kärini ýürekden söýýän, ruhybelent, watansöýüji, hemme taraplaýyn kämil ýaşlar bolup ýetişmekleriniň zerurlygyny göz önünde tutýar. Munuň şeýledigini Hormatly Prezidentimiz özüniň çykyşlarynda hem yzygiderli nygtap gelýär.

Häzirki zaman dünýäniň iň wajyp meseleleriniň biri – ol hem durmuşy-ykdysady, tehnologiýa we senagat taýdan ösüşi birmeňzeş derejede döwletleriň arasynda deňhukukly, hyzmatdaşlykly we adalatly gatnaşyklaryň ýola goýulmagydyr.

Önümçilige elektron hasaplaýyş maşynlary (EHM) we awtomatlary ornaşdyrmak, tehniki manyda adamy dolandyryş wezipesinden boşatmaklygy aňladýar. Awtomatlaşdyrylan dolandyryş enjamlary ulanmaklygyň tehniki wezipesini maşyna geçirmekligi aňladýar. Tehnologiýa diýen düşünje bilen birmeňzeş bolup, häzirki döwürde adamyň önünde duran giň göwrümlü meseleleri çözmekde ösen tehnikany yzygiderli ulanmaklygy aňladýar. Biz mugallymlar, nesip bolsa ýurdumyzda bina edilen we edilýän argatnaşyk kärhanalarynyň dünýä ülnülerine laýyk gelýän, awtomatiki usulda işleýän, ýokary tehniki–tilsimatly enjamlarynyň kompýuterleşdirilmegine öz mynasyp gosandymyzy goşup, täze galkynyşlar zamanasynda gerekli enjamlary döretjekdigimize ynandyrýarys.

Hormatly Prezidentimiz ýokary okuw mekdeplerinde ýaşlaryň öwrenýän hünärlerini durmuş bilen gabat getirmegiň örän möhümdigini belläp, ony durmuşa geçirmegiň dogry ýollaryny hem salgy berdi. Şunlukda ýokary okuw mekdeplerinde okaýan talyplaryň nazary bilimler bilen tejribäni utgaşdyryp öwrenmekleri doly ýola goýuldy. Ýokary okuw mekdeplerimizde ýaşlara ylym-bilim bermek işleri dünýä tejribesine laýyk gelýän şertlerde alnyp barylýar.

Talyplaryň okuwda öwrenenlerini tejribede berkitmeklerine mümkinçilik döredilýär. Okuw döwürlerinde geçilýän üznüksiz tejribeler önümçilik hünärlerini iş ýüzünde has gowy özleşdirmekligine mümkinçilik berýär.

Garaşsyz, baky bitarap Türkmenistan döwletiniň ykdysadyýeti garaşsyzlyk ýyllarynda has-da ösdü. Ykdysadyýetiň ösmeginde aragatnaşyk pudaklaryň uly orny bar. Dürli aragatnaşyk pudagy ösüslere we öňe gidişlere barýar. Aragatnaşyk pudagyny muňa mysal getirmek bolar.

Napryáženiýany, togy, elektrik täsir ediji güýjini, garşylyklary we ýokary klasly görkeziji enjamlary barlamak üçin ýöriteleşdirilen enjamlar, ýagny potensiometrler, öwezi dolduryjy ölçeg usulynda işleýärler. Bu usulyň esasy ýoly:

täsir ediji güýjini 5-nji bellige çenli daş töwerekdäki ýylylygyny üýtgemegi bilen üýtgäp biler. Iş togumyň normal ululygyny sazlamak üçin deňleşiş garşylygy bolan R_N yzygiderli ýagdyda çatylan r_t garşylygynyň kömegi sazlanýlar. Şol garşylygyny, ýagny r_t -niň daş töwerek ýylylygyna baglylykda onuň ululygyny üýtgetmek bilen, iş toguny gerekli derejede sazlap bolýar. Iş toguny belli derejede sazlamak bilen, elektrik täsir ediji güýjini (naprýaženiýany) ölçemek mümkindir. Şony ýerine ýetirmek üçin gaýta ulaşdyryjy P-saga, ýagny X-ýagdaýda goýup, öwezidolduryjy R_k garşylygyny sazlamak bilen, galwanometri 0-derejeli görkezmä getirilýär. Bu ýagdaý, haçanda öwezidolduryjy R_k garşylygy ölçenjek elektrik täsir ediji güýjini (naprýaženiýany U_x) ($R_k=U_x$) deň bolan ýagdaýda bolup biler, egerb formula (1) I_p bahasyny goýsak, onda

$$E_x = E_N \frac{r_k}{r_n};$$

Potensiometriň esasy tapawudy belli däl elektrik täsir ediji güýjini (naprýaženiýany) nusga ölçegli normal elemntiň kömegi bilen ölçäp, ondan başga-da belli garşylyklaryň ýokary dogruly görnüşi bilen kesgitlemek mümkindir. Mundan başgada ölçeg, tok (kuwwat) ölçeg obýektlerinden sarp edilmezden ötri geçirilýär, sebäbi galwonometriň togy, ölçeg wagtynda 0-a deňdir.

Hemişelik toguň potensiometrleriň hemmesi: pes omly we ýokary omly bolup biler. Pes omly, haçanda, iş zynjrlarynyň garşylygy 10-ça ýa-da 100-çe derejede bolup biler. Ýokary omly, haçanda, potensiometriň nominal iş togy 1-2 mA, ýokary omly potensiometrlerden bolsa 0.1 mA deň bolup biler.

E_N , R_k , we R_N –iň dogrulygy olaryň hiline we ýokary tehniki taýdan taýýarlanýşlaryna baglydyr. Olaryň ýylylyga bagly derejeli ölçegden ön geçirilýän işleriň üsti bilen düzedilýär. Esasy köp ýaýran öwezidolduryjy garşylyklar

R_k , aşakdaky çyzgylaryň ýagny şuntirlenen dekodlar, ikillik dekodlary we ş.m.-dir. 1-lik 1 san bilen bellenen esasy dekada, on sygyndan, garşylykdan, meselem hersi 1000Om-a deň; şu dekada bilen potensiometriň iş togy üstünden geçip, ol takmynan $I_p=0.0001A$ deňdir. İkillik 2 san bilen bellenen şuntirleýän dekada, 9 sygyndan, garşylykdan ybarat bolup, hersiniň garşylygy 1000Opm deň bolup, ikileşdirilen şýotka (Ş) çatylyp, esasy 1-nji dekadany kontaktlary boýunça süýşirilýär. İkileşdirilen şýotkanyň gurluşy: onuň iki sany süýşýän kontakty biri-birinden elektrik usullary görünüşinde izolirlenen bolup, elmydam şol dekadanyň bir seksiyasyny süýşmeýän kontaktlaryň kömegi bilen çatýar. Naprýaženiýa ýitgisi şuntirlenen dekadalaryň seksiyalaryndaky naprýaženiýa ýitgileri ýönekeý Şo-şýotkanyň, dekadanyň kontaktlarynyň üsti bilen süýşýän kontaktlar arkaly alynýar. Potensiometriň işçi zynjyryna çatylan garpylyk, esasy we şuntirlenen dekadalaryndaky şýotkalaryň duran ýerlerine bagly bolman, onuň ululygy üýtgemeyär. Biziň suratlarymyzdaky A we B nokatlaryň arasyndaky garşylyk:

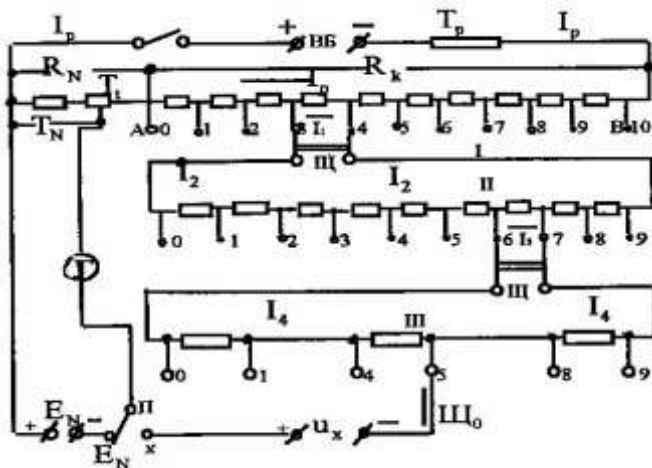
$$R_{AB} = 9 \cdot 1000 + \frac{1000 \cdot 9000}{1000 + 9000} = 9900 \text{ Om};$$

İş zynjyrynyň garşylygy we iş togy üýtgemän, tok $I_2=0.1$ iş toguna deň bolup:

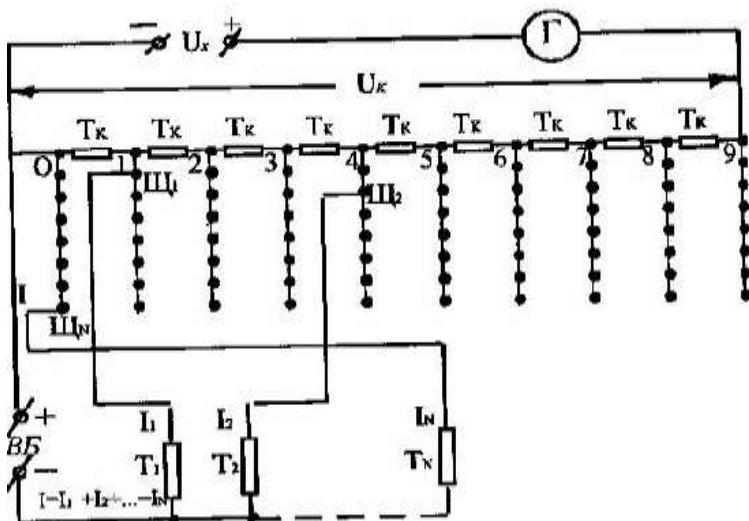
$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{I_2}{I_0 - I_2} = \frac{R_1}{R_n} = \frac{1000}{9000} = 0.1; \quad I_2 = 0.1 I_p$$

r_1 -bir şuntirlene n seksiyanyň garşylygy:

r_n -hemme şuntirlenen dekadalaryň garşylygy.



Surat 2. İki dekadaly orny ýerine ýetirýän potensiometriň çatgysy.



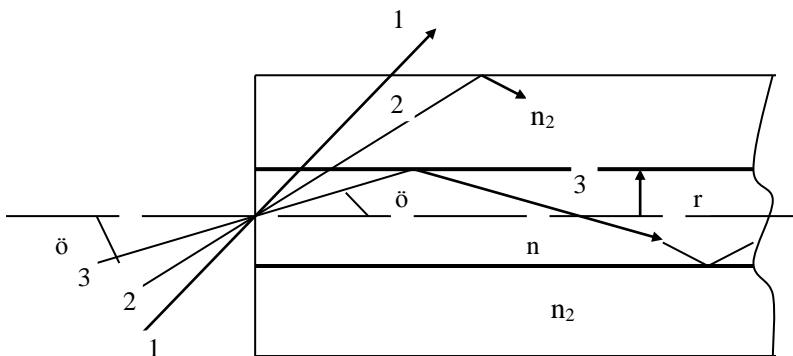
Surat3. Ummansewiň çatgydy boýunça öwezindoldurys garşylygynyň çatgysy.

Ýagtylyk ugrukdyryjylaryň görnüşleri.

$n_1 = \sqrt{\varepsilon_1}$ Ýagtylyk ugrukdyryjynyň ýönekeý görnüşleriniň biri togalak ýa-da gönüburçly dielektrik özen diýip atlandyrylýan, daşy dielektrik bilen gabalan gurluş hasaplanýar.

Özen materialyň döwürlemek koeffisiýenti, daşky gabowyňky bolsa $n_2 = \sqrt{\varepsilon_2}$, bu ýerde ε_1 we ε_2 - odnositel dielektrik syzyjylygy. Materialyň odnositel magnit syzyjylygy, adatça, mydamalyk san bolýar we birlige deň hasaplanýar. Daşky gabawyň döwürlemek koeffisiýenti üýtgemeyär, özeniňki bolsa, umumy alanyňda, kese kesiginiň koordinatlarynyň funksiýasy bolýar (mysal üçin, togalak ýagtylyk ugrukdyryjy üçin, radiusyň). Bu funksiýa döwürleme görkezijisiniň profili hem diýilýär.

Ýagtylykugrukdyryjy boýunça elektromagnit energiýany ibermek üçin iki dielektrik sredanyň araçäginde doly yzyna gaýtmak hadysasy peýdalanylýar, şoňa görä $n_1 > n_2$ zerur bolýar.



Sur. AMU-da ýagtylyk ugrukdyryjyda meridian şöhleler.

Nokatlaýyn çeşmeden çykýan şöhleleriň döredýän θ burçuň ululygyna baglylykda (sur. 2.1) şöhleleriň 1,2 we 3 tolkunlary döredýärler. Özende we gabowda iki görnüşli: ýagtylyk ugrukdyryjynyň oky bilen käbir nokatlarda kesişýän

meridional we merkezi ok bilen kesişyän gytak görnüşli şöhleler bolýarlar. Surat 2.1-de meridional şöhleler getirilen. Eger-de elektromagnit tolkunynyň “özen-gabow” araçäğine düşmek burçy käbir kritiki burç diýilýän θ_{kr} -dan uly bolsa, onda Snelliussyň kanuny esasynda şöhle doly yzyna serpikdirilýär hem-de özeniň içinde galýar (şöhle 3), ýagny şu aşakdaky gatnaşyk bilen kesgitlenilýär.

$$n_1 \cdot \sin \theta_{kr} = n_2$$

Adatça “özen-gabow” araçäkde döwürlemek koeffisiýentleriniň tapawutlary 1 % hasaplanýar. Gabow gatlagy özen boýunça ýaýraýan ýagtylygy islendik daşky täsirden we päsgellerden goraýar.

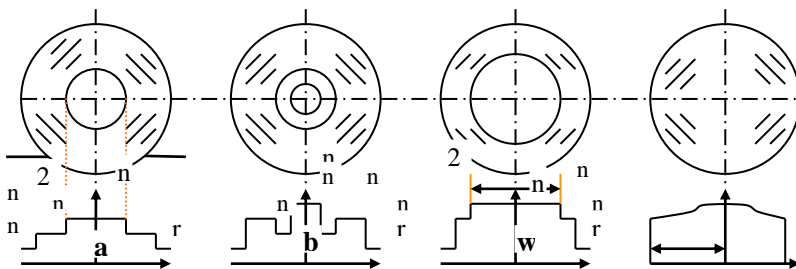
Bular ýaly düşündirmek geometriki optikanyň kanunlary esasynda düşündirilýär we ýagtylygyň elektromagnit görnüşindäki häsiýetlerini göz önünde tutmaýar. Ýagtylygyň tolkun häsiýetini hasaba almak diňe birnäçe şöhlesini tolkuna ugrukdyrylan görnüşini döretmegi mümkin, olara tolkun ugrukdyjy modalar hem diýilýär. Bu şöhleler “özen-gabow” çäklerinden (ýa-da “gabow-daşky sreda”) iki gezek yzygiderli serpikmek bilen häsiýetlendirilýär, özi hem tolkun bir fazada bolmaly. Eger-de bu şert kanagatlandyrylmasa, onda tolkun interirferlenýärler we biri-birini ýatyrýar (ýok edýär). Her bir tolkun äkidiji moda özüne mahsus bolan elektromagnit meýdany, faza we toparlaýyn tizlik bilen häsiýetlendirilýär.

Şöhle tolkunyny özüne mahsus bolan serpikmek burçy aralygynda üznüksiz ýaýraýar we **üznüksiz spektr** döredýär. Gabow tolkunyny we şöhle tolkunlary – **zyýanly** tolkunlar, sebäbi olar dörediji çeşmelerden energiýa alýarlar we özüne berilýän peýdaly energiýany **peseldýärler**. Bu tolkunlary doly ýok etmek kyn bolýar, bulardan başga-da olar ýagtylyk ugrukdyryjynyň geometriki birsyhly bolmaýandygy we materialyň düzüminiň dürlüligi esasynda ýüze çykyarlar.

Şöhleugrukdyryjylar iş tolkun uzynlyklarynda ýaýraýan sanlaryna (moda) görä bir we köp modaly görnüşlerine bölünýarler. Sur.2.2-de OK üçin ýasalan birnäçe süýümlü şöhleugrukdyryjylaryň kese kesigi we döwürlemek görkezijileriniň ýaýraýyş profili (kese-kесigi boýunça) görkezilen.

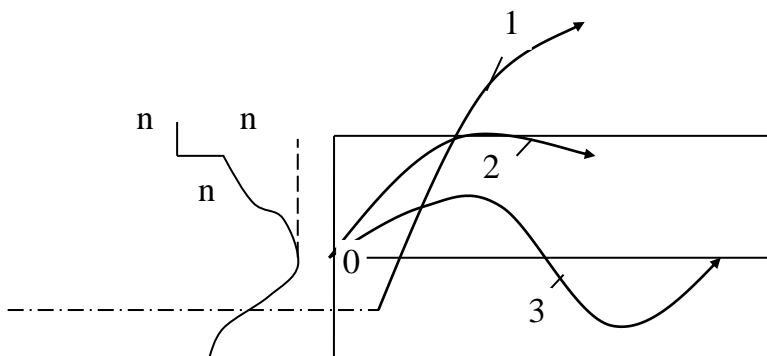
Süýümlü ýagtylyk geçirijini häsiýetlendirmek üçin kese-kесigi boýunça döwürlemek görkezijisiniň profili uly **ähmiýete** bolýar. Durmuşda peýdalanmak üçin kese-kесigi boýunça birmeňzeş bolmadyk ýagtylyk geçirijiler uly ähmiýete eýe bolýarlar, sebäbi olaryň häsiýetnamalary birmeňzeşli görnüşden üýtgeşik bolýar.

Süýümlü ýagtylyk geçirijini häsiýetlendirmek üçin kese-kесigi boýunça döwürlemek görkezijisiniň profili uly ähmiýete eýe bolýar. Durmuşda peýdalanmak üçin kese-kесigi boýunça birmeňzeş bolmadyk ýagtylyk geçirijiler uly ähmiýete eýe bolýarlar, sebäbi olaryň häsiýetnamalary birmeňzeşli görnüşden üýtgeşik bolýar.



- a) –bimodaly ikigatlakly AMU,
- b) –bimodaly W-görnüşli
ýagtylykugrukdyryjy,
- w) –döwürlemek görkezijisi profilde
basgançakly, köpmodaly, optiki
süýümlü ýagtylyk geçiriji.
- g) –gradiýentli köpmodaly ýagtylyk
geçiriji.

Eger-de özeniň radiusy boýunça döwürmek görkezijisi üýtgemeyän ýagdaýda bolsa, onda oňa döwürmek görkezijisi profiline görä basgançakly ýagtylykugrukdyryjy diýilýär. Eger-de döwürmek görkezijisi özenden (merkezden) gyraky aralyga çenli ýuwaş-ýuwaşdan üýtgeýän bolsa, onda oňa gradiýentli döwürmek görkezijili şöhleugrukdyryjy diýilýär ýa-da ýöne gradiýentli ýagtylykākidiji diýilýär. Şöhleleriň ýaýraýyş ugry sur.2.3-de getirilen. Çyzgydan görnüşi ýaly, şöhleler döwürmek görkezijisiniň ugruna gyşarýarlar.



Sur.2.3. Gradiýentli ýagtylyk ākidijide şöhläniň ýaýraýyş ugry.

1 – şöhlenmegiň tolkuny.

2 – gabowyň tolkuny.

3 – söýegiň tolkuny.

Şöhle ākidijiniň häsiýetnamalarynyň iň oňat öwrenileniniň döwürme görkezijisi şu aşakdaky funksiýa bilen aňladylýar.

$$n(r) = n_1[1-2\Delta(r/a)^g]^{1/2} \quad 0 \leq r \leq a;$$

bu ýerde r -radius, $\Delta=(n_1-n_2)/n_1$ – döwürmek görkezijisiniň otnositel tapawudy, n_1 -özeniň döwürmek görkezijisiniň iň uly bahasy; g - $n(r)$ ululygyň üýtgemegini

kesgitleýän dereje görkezijisi; a-özeniň (serdeçnigiň) radiusy (sur.2.2 seret).

Eger-de $g=2$ bolan ýagtylyk äkidjilere parabola görnüşli diýilýär, sebäbi döwürleme görkezijisi parabola meňzeş görnüşli çyzýar. Gradiýentli ýagtylyk äkidiji gurulanynda tehniki sebäplere görä köplenç merkezinde döwürlemek görkezijisiniň kiçeldilen ululygy alynýar (sur.2.2. d seret).

Ýagtylyk ugrukdyryjynyň ähmiýetli häsiýetnamalarynyň biri **san aperturasy** hasaplanýar, onyň formulasy şeýle aňladylýar;

$$NA = n_0 \cdot \sin \alpha_m$$

$n_0 \sin \alpha_m = n_1 \sin \varphi = n_1 \cdot \cos \theta_{kr.}$ bolany sebäpli hem-de

$n_1 \cdot \sin \theta_{kr.} = n_2$ deňligi göz önünde tutup,

$$NA = n_0 \cdot \sin \alpha_m = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

NA-nyň ululygyna, lazer şöhläniň ýagtylyk äkidijä girizmeklik effektiwligi, mikroegrelmelerdäki ýitgiler, impulsaryň dispersiýasy, ýaýraýan modalaryň sany bagly bolýarlar.

Şöhleugrukdyryjynyň häsiýetnamalaryna analiz berilen wagtynda normirlenen parametrlr bilen işlenileninde oňaýly bolýar:

$$V = \frac{2\pi\alpha}{\lambda} (n_1^2 - n_2^2)^{1/2} = \frac{2\pi\alpha}{\lambda} - \text{normirlenen ýygýlyk};$$

$f(\rho) = [\varepsilon(\rho) - \varepsilon_2] / (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) = [\varepsilon(\rho) - \varepsilon_2] / (NA)^2$ - döwürleme görkezijisiniň gradiýentli şöhleäkidijiň normirlenen profili;

$b = [(\beta \cdot \lambda / 2\pi)^2 - n_2^2] / (n_1^2 - n_2^2)$ - ýaýramagyň normirlenen mydamalygy.

Formulada λ -tolkun uzynlygy; β -moda boýunça ýaýramak mydamalygy; $K = \frac{2\pi}{\lambda}$ -tolkun sany. $\rho = \frac{r}{a}$; Bu

ýagdaýda häsiýetnamalar umulaşdyrylan görnüşde aňlatmak mümkin, ony gerek ýagdaýda şöhle äkidijiniň ölçegine täzedan hasaplap bolýar.

Ikigatlakly ýagtylyk äkidiji üçin iberilýän modalaryň

$$N = \frac{V^2}{2}$$

sany; döwürlemek görkezijisiniň hrofeli g derejeli ýagtylyk äkidiji üçin $N = \frac{8}{2(g+2)} \cdot V^2$; gradiýentli ýagtylyk äkidiji üçin modo sany

$$N = V^2 \int_0^1 \rho \cdot f(\rho) \cdot d\rho$$

Gradiýenti şöhle äkidijide modalaryň sany, şol bir döwürlemek görkezijileri n_1 we n_2 bolan iki gatlakly beýleki ölçeglere garanyňda az bolar. Özeni we gabaw gatlaklarynyň geometriki ölçegleri hem şöhlä äkidijiniň ähmiýeti parametrleri hasaplanýarlar. Köpmodaly ýagtylyk äkidiji üçin özeniň (serdeçnigiň) diametri, adaty, 50 mkm deň bolýar., gabaw gatlagyň diametri – 125 mkm. Bir modoly şöhle äkidijiniň diametrini şeýle saýlanýar, ýagny ol diňe esasy modonyň ýaýramagyny üpjün eder ýaly bolmaly. Bu şert bolsa, esasy modonyň yzyndan barýan, iş ýygylgynyň modonyň kesilen (aýrylan) ýygylgyndan kiçi bolan ýagdaýynda ýerine ýetirilýär.

Ikigatly birmeňzeş şöhleäkidiji birmodaly režiminde iş ýygylgy şu deňsizligi kanagatlandyrýar, ýagny $V < 2,405$; parabola görnüşli üçin $V < 3,53$. Birmodaly şöhleäkidiji saýlanynda we kabele ýygnananda mikroaýlawlarda bolýan

ýitgileri göz önünde tutmaly bolýarlar. Barlaglar esasynda, $V=2,2$ we $\Delta n=0,002$ bolan ýagdaýlarda ýitgiler minimum bolýanlygy görkezilen.

Optiki süýümlü aragatnaşyk liniýasynyň (OSAL) kämilleşdirilmekligi (maglumat ibermek tizligi ýokarlandyrmak we regerasiýa bölegiň uzynlygyny ulaltmak), onyň kogorent görnüşini optiki signaly geterodinli kabul etmek usulyny işläp düzmegiň meselesini döretdi. Bular ýaly OSAL üçin birmodaly şöhleäkidiji zerur bolýar, onyň polýarlygynyň bolsa uzak aralyga saklanmaklygy gerek bolýar.

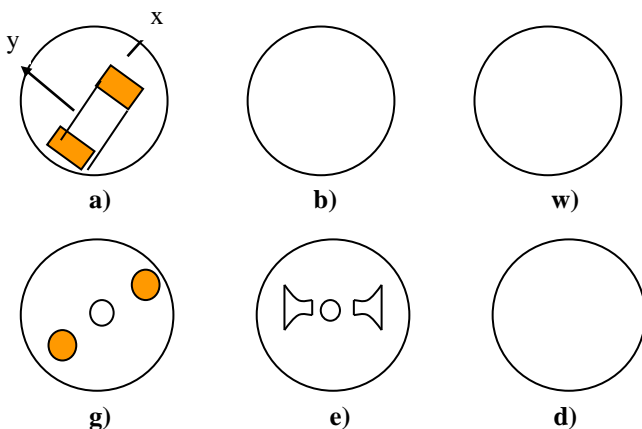
Birpolýarly şöhleäkidijiniň liniýaly we tegelek polýarizýaly görnüşleri işlenilip düzülen. Şöhleäkidijileriň liniýa polýarly görnüş-iaksial-simmetrik bolmadyk görnüş-i göz önüne getirýär. Bu ýagdaýda diňe bir polýarly modo ýaýramagy mümkin ýa-da dürli polýarly iki modo, ýöne olaryň ýaýramak mydamalygynyň uly tapawudy bolmaly. Birinji görnüşe absolýut polýarlanan şöhleäkidiji, ikinjisine bolsa – ikişöhledöwülmekli liniýaly şöhleäkidiji diýilýär.

Absolýut birpolýarly şöhleäkidijiniň mysaly deregine özende döwülme görkezijisi aksial-simmetriki bolmadyk ýaýran şöhleäkidijini görkezmek bolar. Bu äkidijileriň kesekesigi sur.2.4-de görkezilen. Çyzgyda pes bahaly döwülme görkezijisi (n_p) bolan bölek garaldylan, ýagny $n_p < n_2 < n_1$. Sur.2.4, a we b-de görkezilen şöhleäkidileriň ortogonal polýarly modulary dürli bölünmek ýygýlyklary, V_{cx} we V_{cy} -e gabat gelýärler. Birmodaly režimiň ýygýlyk aralygy parametr

$$\text{häsiýetlendirilýär. Bu ýerde } V_c = \frac{(V_{cx} + V_{cy})}{2};$$

Gapdallary peslikli şöhleäkidijiler üçin döwülme görkezijisi $\Delta = \Delta_p = 0.01$ bolanynda $S \approx 0,024$, gapdally tunnel şöhleäkidijiler üçin, $\Delta \approx 0,01$ bolanynda, $S=0,07$; $\Delta=0,05$ bolanynda bolsa $S=0,17$ deňdir.

S parametriň (ýygýlyk aralygynyň) bahasynyň kiçi bolany sebäpli bular ýaly şöhleäkidijiler ulanyşy çaklenen bolýarlar.



Sur.2.4. Birpolýarly şöhleäkidijileriň kese-kesigi.

- a)-gapdal peslikli, b)-gapdal tunelli,
w)-elliptik gabowly, g)-PANDA görnüşli,
e), d)-“kebelek-galstuk” görnüşli.

Birpolýarly şöhleäkidijileriň liniýaly ikişöhle-
döwürmek görnüşiniň ýaýramak mydamalygynyň iki
polýarlygynyň tapawudyny özeniň kese-kesiginiň görnüşini
üýtgetmek bilen ýa-da onyň kese-kesigi boýunça indussirlenen
mekaniki napryženiýanyň anizotropiýasyny döretmek
esasynda ulaltmak mümkin. Bu ýagdaýda birinji görnüşe
geometriki, ikinjisine – bolsa indussirlenen ikişöhledöwürmegi
diýilýär.

Ikişöhledöwürmeli şöhleäkidijileriň polýarlanan
häsiýetleri modalaýyn ikişöhledöwürmek koeffisiýenti

$$G = 2 \left[\frac{(\beta_x - \beta_y)}{(\beta_x + \beta_y)} \right]$$

we urylmagyň (biýeniý) uzynlygy

$$\Lambda = \frac{2\pi}{(\beta_x - \beta_y)} = \frac{\lambda_u}{G}$$

bilen häsiýetlendirilýär. Bu ýerde β_x we β_y dürli polýarlykly iki modanyň ýaýramak mydamalyklary, λ_u -şöhleäkidijiniň tolkun uzynlygy. Polýarlygy saklamak üçin $\Lambda \ll \Lambda_c$, bu ýerde Λ_c -şöhleäkidijiniň dowamynda tötänleýin yrgyldynyň (wozmuşeniý) peridy, adaty bu ululyk birnäçe santimetrden ybarat bolýar.

Uly ikişöhledöwürmekli şöhleäkidijiniň mysaly deregine “PAN/DA görnüşli” galstuk-kebelek (sur.2.4.g-d) görnüşli şöhleäkidijileri getirmek bolar.

Geometriki ikişöhledöwürliji elliptik görnüşli şöhleäkidijide kiçi eksentrisitetde (e-de) şeýle kesgitlenilýär.

$$G = c \cdot \frac{\lambda}{dx} e^2 \Delta^{3/2};$$

bu ýerde $e = \left[1 - (dg/dx)^2\right]^{1/2}$; d_x, d_y - özeniň kömekçi we esasy diametrleri, c-normirlenen ýyglyga V bagly bolan, mydamalyk, onuň iň uly bahasy, $V=2,5$ deň bolanynda, $C=0,06$ deňdir. Uly eksentrisitet üçin

$$G = c'(\Delta n)^2;$$

bu ýerde

$$c' = \left[(4\pi/2n_2)\right] \cdot \left[(V_y + 2)^3 - (V_x + 2)^3\right]$$

$$V_i = d_i \cdot k(2n_2 \Delta n)^{1/2}; \quad i=x,y, \quad k=2\pi/\lambda$$

Birmodaly režim $V_x < V_0$ bolanynda görünýär, bu ýerde $V_0 \approx 4$;

Eger-de $\lambda=1$ mkm, $e=0,66$, $dx=5$ mkm bolanynda birmodaly režimi saklamak üçin, $\Delta n < 5 \cdot 10^{-3}$ bolmaklygy zerur. Onda $Q \leq 3 \cdot 10^{-5}$; $dx=1$ mkm bolmagy üçin $\Delta n < 0,14$. Bu ýagdaýda $G \leq 2 \cdot 10^{-2}$ deňsizligi alýarys. G-niň uly bahasyny özeniň kiçi ölçeginde almak mümkin.

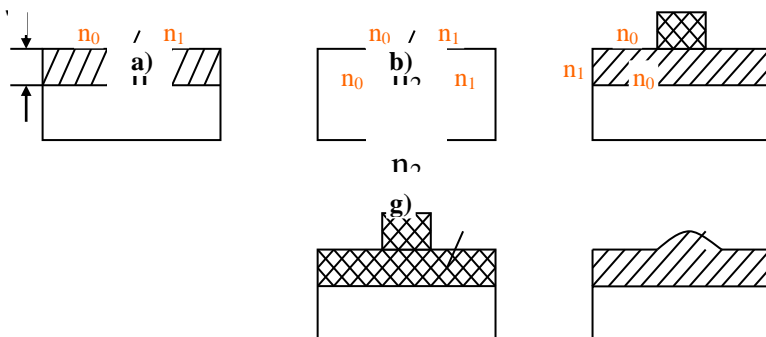
PANDA we “galstuk-kebelejik” tipli şöhleäkidijilerde üýtgeýän döwürlemek koeffisiýentini almak we ýygylýk boýunça giňelmek koeffisiýentine täsir etmek maksady bilen gabow materialy goşant bilen legirlenýär (goşulýar). Bu ýagdaý galyndy içki naprýaženiýany ulaldýar. Mundan başga-da az bahaly döwürlemek görkezijili bölek gös-göni tegelek ýa-da elliptik özene birikmeýär, ondan belli bir aralykda ýerleşýär. “Galstuk-kebelejik” görnüşli şöhleäkidijide içki mehaniki naprýaženiýe döredýän bölekler özeniň iki tarapynda simmetriki sektor görnüşinde ýerleşen.

Birmodaly töwerekleýin polýarlygy bolan şöhleäkidiji aksial-simmetriki şöhleäkidijileri işlemekligi (skruçiwaniýem) esasynda alynýar, bu ýagdaýda modanyň ýaýramak mydamalygynyň tapawudy ýüze çykýar.

Integral optikada peýdalanylýan şöhleäkidijiler, adatça, planar (tekizlikde) ýuka gatlak (plyonka) ýa-da döwürlemek görkezijisi, podložka (esasynda) garanyňka, ýokary bolan tekiz zolak görnüşde taýýarlanylýar (sur.2.5). Döwürleme görkezijisiniň tapawudy (şöhleäkidiji materialyň we podložkanyň arasyndaky) $10^{-3} \dots 10^{-2}$ aralyga barabar bolýar, ýagtylygyň ýitgisi şöhleäkidijide 1dB/sm-den az bolmagyna ymtylýnýar.

Planar şöhleäkidiji (sur.2.5 a) integral optika enjamlarynyň hemmesiniň diýen ýaly esasy bölegi bolup durýarlar: modulýatorlaryň, açarlaryň, ýagtylyk deffektorlaryň, mikrolazerleriň, birleşdirijileriň, süzüjileriň, gönükdirilen aýryşdyryjylar (otwetwiteley) we şuna meňzeşler. Ol esasan döwürleme görkezijisi n_1 bolan ýuka gatlakdan we onyň ýokarsyndan we aşagyndan galtaşýan kiçi döwürleme görkezijileri n_0 we n_2 gabat gelyän sredalardan, özi hem $n_1 > n_2 \geq n_0$ şerti ýerine ýetirilýän gurluşdan ybarat bolýar. Eger-de $n_2 \neq n_0$ bolan ýagdaýda şöhleäkidijä simmetriki däl, eger-de $n_2 = n_0$ bolsa, onda oňa simmetrik diýilýärler. Olarda ugrukdyryjy modolar we şöhlelenýän modolar bolýarlar. Ýaýraýan modolaryň sany N , şöhleäkidijiniň galyňlygy-d we

tolkun uzynlygynyň – λ gatnaşygyna hem-de şöhleäkidijiniň we podložkanyň döwürlemek görkezijisiniň tapawudyna bagly bolýalar, ýagny $N = \left(\frac{2d}{\lambda}\right) \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$;



Sur.2.5. Integral AMU-da şöhleäkidijiler.

- a) – planar (tekizlikde) şöhleäkidiji; b) – gönüburçly çümdirilen.
- w) – zolaklaýyn şöhleäkidiji, g) – çykytly şöhleäkidiji.
- d) – profilli şöhleäkidiji

Döwürleme görkezijileriniň tapawudy näçe kiçi bolsa, şonça-da ýaýraýan modularyň sany N (şol bir deň galyňlykda) az bolýar.

Dielektrik planar şöhleäkidiji plýonkanyň tekizliginde şöhläni saklamagy üpjün etmeýär, käbir integral optikanyň enjamlary üçin zerurlygy bolmaýar. Muňa mysal edip, ýagtylygyň akustooptiki modulýatory we ýukagatlakly planar linzalar we prizmalary getirmek mümkin.

Sur.2.5.b-d görnüşlerinde plýonkanyň tekizliginde dört ýagdaýda saklamaga mümkinçiligi bolýan gurluşlar getirilen. Käbir aktiw enjamlarda (lazerlerde, modulýatorlarda) ýagtylygyň ýaýramaklygyny çäklendirmek gerek bolýar. Integral optikanyň beýleki enjamlary planar we plýonka

geometriki görnüşde ýasalmagy mümkin. Ýöne planara görnüşde ýasamak ýeňil hasaplanýar, zolakly elementleri bolsa kompaktlylygy (tygşytlylygy) üpjün edýär.

Şöhleäkidijiniň tolkun nazaryýetinden bölekler.

Şöhleäkidijileriň analizi edileninde optikanyň geometrik usullary birnäçe peýdaly netijeleri almaklyga kömek edýär, ýöne şöhleäkidijileriň häsiýetlerini çuňňur barlanylmagy, aýratyn hem özeniň ölçegi ýagtylygyň tolkun uzynlygyna ýakynlananda, tolkun nazaryýetiniň çäginde, Maksweliň deňlemesini çözmek esasynda amal aşyrylýar. Köplenç ýagdaýda şöhleäkidijiler ýasalyşy, düzümi boýunça birmeneňzeş, tolkun ýaýraýyşy boýunça bir gyra deň, onuň magnit syzyjylygy boşlygyňka (μ_0) deň, dielektrik syzyjylygy ϵ_0 izotrop (dürli ugurlar üçin üýtgeşik) görnüşde we perpendikulýar oklar boýunça üznüksiz funksiýa bolýar. Beýle ýagdaýda elektrik (E_m) we magnit (H_m) meýdanlaryň naprýaženiýesiniň kompleks amplitudasynyň wektorlary Maksweliň deňlemeler ulgamyndan alynan ýaýraýan tolkunlar şu aşakdaky deňlemeleri kanagatlandyryrlar:

$$\left. \begin{aligned} \nabla^2 E_m + \nabla \left(\frac{\nabla \epsilon}{\epsilon} E_m \right) + K^2 \cdot \epsilon E_m &= 0 \\ \nabla^2 H_m + \frac{\nabla \epsilon}{\epsilon} \cdot \nabla H_m + K^2 \epsilon H_m &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2.1)$$

$\epsilon = \frac{\epsilon_a}{\epsilon_0} \nabla$ bu ýerde –Gamiltonyň operatory; -

otnositel we ϵ_a -sredanyň obsolýut syzyjylygynyň bahasy,
 $K^2 = \omega^2 \epsilon_0 \mu_0$; ϵ_a we μ_0 – giňişlik üçin
dielektrik we *magnit syzyjylygy*; ω –aýlaw ýygylygy.

Elektromagnit meýdanynyň tangensial (indekst) we normal (indeks n) wektorlaryň iki dürli *dielektrik syzyjylykly* sredanyň *çäklendiriji* şerti (graniçnyýe uslowiýa) şeýle görnüşde bolýarlar:

$$\left. \begin{aligned} H_{1t} &= H_{2t}; E_{1t} = E_{2t} \\ H_{2n} &= H_{1n}; \varepsilon_1 E_{1n} = \varepsilon_2 E_{2n} \end{aligned} \right\} \quad (2.2)$$

Şöhleäkidijide ýaýraýyşy birmeňzeş bolan tolkunlaryň meýdanlaryny kesgitlemek üçin, ýaýraýyşyň boýuna E_z, H_z ýa-da keseligine bolan elektrik we magnit naprýaženiýe wektorlarynyň düzüjilerini kesgitlemek ýeterlik hasaplanýar. E_{\perp}, H_{\perp}

Goýulýan meselede takyklygyna seredip, (2.1) deňlemeler ulgamyň we (2.2) çäklendiriji şertleriň, dielektrik şöhleäkidijileriň tolkun ýaýramagynyň kese-kesigi boýunça üýtgeýän dielektrik syzyjylygy (birmeňzeş däl sreda) üçin modeli ýönekeýleşdirmekligi mümkin.

Sur.2.2.g-de töwerek görnüşde şöhleäkidijiniň dielektrik syzyjylygyň radius boýunça üýtgeýän, onyň gabowlanan gurşawy bolsa dielektrik syzyjylygy üýtgemeýän we kiçi bahaly ýagdaýy getirilen. Töwerek şöhleäkidijiniň meselesi silindrik ulgamyň koordinatalary (oklary) görnüşde, ýagny (r, φ, z) görnüşde seredilýär.

Töwerek görnüşdäki birmeňzeş bolmadyk dielektrik şöhleäkidiji oka garanyňda simmetriki ýaýran dielektrik syzyjylygy (ε) bolan özendä $(d\varepsilon/d\varphi=0)$ yrgyldynyň diskret sanly gurluşly meýdanyň (ýa-da modanyň) ýaýramagy mümkin. Olar meýdanyň azimuty boýunça süýşmeginden (wariasyýasyndan) n san bilen we özeniň radiusy boýunça bolsa – m bilen hem-de düzüjileriň E_z we H_z özara gatnaşygy bilen tapawutlanýarlar. Eger-de $n=0$ bolaýsa, onda meýdanyň töwerek boýunça simmetriýasy bolýar we TE_{om} we TM_{om}

modulary bolýarlar. Eger-de $n \geq 1$ bolaýsa, onda her bir modanyň bilelikde elektrik (E_z) we magnit (H_z) meýdanlaryň boýlygyna düzüjileri bolýarlar. Bular ýaly görnüşe gibril (bileleşen) modular diýilýär we HE_{nm} hem-de EH_{nm} bilen bellenýärler. Elektromagnit meýdanyň şöhleäkidijidäki hemme düzüjileri, adaty, E_z we H_z düzüjileriň üsti bilen kesgitlenilýärler.

Olar üçin (2.1) deňlemeler şeýle ýazylýarlar.

$$(2.3) \quad \left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 E}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial^2 E_z}{\partial r} + \left[K^2 \cdot \varepsilon(r) - \beta^2 - \frac{n^2}{r^2} \right] \cdot E_z = \\ = \frac{1}{\varepsilon} \cdot \frac{d\varepsilon}{dr} \cdot \frac{\beta^2}{\chi^2} \cdot \left[\beta \cdot \frac{\partial E_z}{\partial r} + \frac{\omega \mu_0}{r} \cdot \frac{\partial H_z}{\partial \varphi} \right], \\ \frac{\partial^2 H}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial^2 H_z}{\partial r} + \left[K^2 \cdot \varepsilon(r) - \beta^2 - \frac{n^2}{r^2} \right] \cdot H_z = \\ = \frac{d\varepsilon}{dr} \cdot \frac{K^2}{\chi^2} \cdot \left[\frac{\partial H_z}{\partial r} - \frac{\beta}{\omega \mu_0 R} \cdot \frac{\partial E_z}{\partial \varphi} \right]; \chi^2 = K^2 \varepsilon(R) - \beta^2 \end{aligned} \right\}$$

Dielektrik syzyjylygyň (ε) az üýtgeýän ýagdaýynda tolkun uzynlygynda $d\varepsilon/dr=0$ hasaplamak mümkin. Bu ýagdaýda (2.3) deňleme iki sany özbaşdak differensial deňlemäniň ikinji derejeli görnüşine öwrülýär.

$$\frac{d^2 \Phi}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d\Phi}{dr} + \left[K^2 \varepsilon(r) - \beta^2 - \frac{n^2}{r^2} \right] \cdot \Phi = 0;$$

bu ýerde Φ -funksiýa, E_z ýa-da H_z proporsional bolýar; β -ýaýramagyň boýlygyna mydamalygy;

Her bir ω ýygylýk üçin (2.4) deňlemäniň çözülişi (2.2) çäklendiriji şerti peýdalanyp, β ululygyň diňe diskret hataryny

almak mümkin. Bu ýagdaýa meseläniň hususy bahasy diýilýär. Eger-de (2.4) deňlemäniň analitik çözülişi belli bolsa, onda (2.2) çäk şerti kanagatlandyryp, β -ni kesgitlemek üçin gatnaşygyň aýyk görnüşini, ýagny dispersiýa deňlemesi diýilýänini almak mümkin. Umumy alanymyzda deňlemäniň q köki bolýar, olaryň her birine (2.4) deňlemäniň belli bir çözüdi gabat gelýär, oňa hususy çözügüt diýip atlandyrylýar, elektrodinamikada bolsa tolkunýň hususy görnüşü ýa-da modo hem diýilýär. Her bir ýygylýk üçin dispersiýa deňlemesini çözüp, modonyň $\beta_q(\omega)$ – dispersiýa häsiýetnamasyny kesgitlemek mümkin.

Ýaýraýan modalaryň sany köp bolmadyk ýagdaýda dispersiýa çyzyklary we meýdanlaryň ýaýraýyş liniýasy esasy elektrodinamiki häsiýetnamalar kesgitlemek mümkin.

Ýaýraýan modalaryň sany köp bolmadyk ýagdaýda dispersiýa çyzyklary we meýdanlaryň ýaýraýyş liniýasy esasy elektrodinamiki häsiýetnamalar hasaplanýarlar, sebäbi bulary bilmek bilen modonyň toparlaýyn tizligini, tolkunäkidiji we modoaralyk dispersiýalary, her modonyň kuwwatynyň kesekesigi boýunça ýaýraýşyny we başgalary kesgitlemek mümkin.

Elektromagnit meýdanyň liniýaly-polýarlanan modalaryň hemme bölekleri kese düzüjileri bilen kesgitlenilýärler, özi hem şu aşakdaky görnüşdäki deňlemeleri häsiýetlendirýär.

$$\frac{d^2\Phi}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{d\Phi}{d\rho} + \left[V^2(f(\rho) - b) - \frac{l^2}{\rho^2} \right] \Phi = 0$$

$$f(\rho) = [\varepsilon(\rho) - \varepsilon_z] / (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \quad b = [(\beta/k)^2 - \varepsilon_2] / (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)$$

-modalaryň normirlenen ýaýramak mydamalygy.

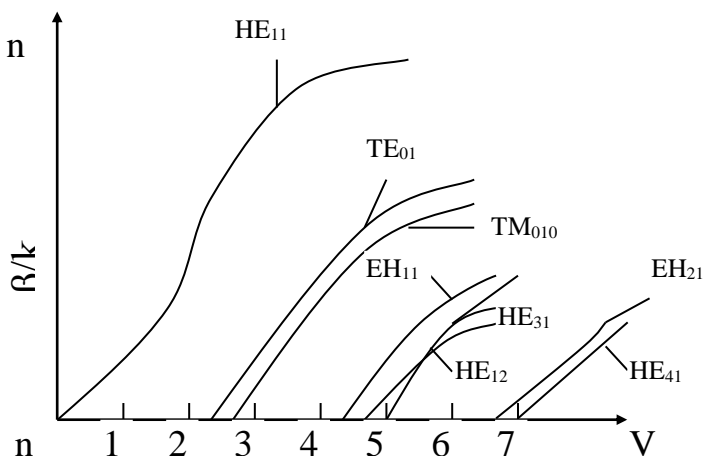
Eger-de $r=0$ bolan bolan ýagdaýda $\Phi(r)$ funksiýanyň aýratynlygy bolmaly däl, “özen-gabow” araçäkde şu şert kanagatlandyrylmaly.

$$\left. \frac{d\Phi}{dr} \right|_{r=a-0} = \left. \frac{d\Phi}{dr} \right|_{r=a+0} \quad \Phi|_{r=a-0} = \Phi|_{r=a+0};$$

Dispersion häsiýetnamalaryň $\beta(\omega)$ ýa-da $\beta(k)$ deregine normirlenen dispersion häsiýetnamalary $b(V)$ ýa-da $b(ka)$ seredilýär. Soňky parametrlr şöhleäkidiji sanly aperturalara bagly bolmaýar we birmeňzeş normirlenen profilli dielektrik syzyjylygy bolan hemme şöhleäkidijileri häsiýetlendirýärler.

Birmeňzeş düzümlü iki gat şöhleäkidiji üçin (2.3) deňlemäniň analitik çözülmegi mümkin, ε -niň parabola profili bolan sreda üçin, ýagny birmeňzeş düzümlü bolmadyk gabow üçin (2.4) deňlemäniň analitik çözülmekligi mümkin.

Basgançakly profili bolan süýümlü şöhleäkidijileriň käbir birinji modularyndaky dispersiýa häsiýetnamalary sur.2.6-da getirilen. Ýaýramak mydamalygyň rugsat berilen böleginiň (oblastynyň) bahasy – β özeniň we gabowyň döwürlemek görkezijisiniň bahalaryna bagly bolýar: $n_2 \leq \beta/k \leq n_1$, $\beta/k = n_2$ deňlik bolsa ýygylgyň aýrylmak şertini aňladýar. Aýrylmaklygyň (otsečki) ýygylgynda meýdan şöhleäkidijiniň özeninden çykýar. Esasy modonyň aýrylmak ýygylgy HE_{11} nula deň bolýar.



Sur.2.6. Süyümlü şöhleäkidijileriň tipli dispersiýa häsiýetnamalary.

Berlen iş ýygylkda şöhleäkidijiniň parametrlerini saýlamaklyk şeýle bolmaly, ýagny indiki ýokary modlar TE_{01} , TM_{01} , HE_{21} ýokary ýygylkly aýrylmalar ýaýrap bilmez ýaly şertde bolmaly, bu ýagdaýda birmodaly şöhleäkidiji alynýar: onyň üçin şu aşadaky şert ýerine ýetirilmeli.

$$2,405 > (2\pi n/\lambda) \cdot (n_1^2 - n_2^2)^{1/2} = V$$

(2.5) aňlatmany analiz etmek bilen, ýagny tegelek şöhleäkidiji özeniň ölçegini ulaltmak üçin döwürlemek görkezijileriň tapawudyny $(n_1 - n_2)$ kiçi almak gerek bolýar. Şoňa görä durmuşda özeniň we gabowyň döwürlemek görkezijileriniň tapawudy kiçi bolanyndaky ýagny

$\Delta = (n_1 - n_2)/n_1 = 0,005 - 0,03$ şöhleäkidijileri peýdalanylýarlar.

Dispersiýa.

Şöhleäkidijilerde impuls signallary belli bir aralyk geçenlerinden soň ýoýulýarlar we giňelýärler (goňşy impulslar biri-biriniň üstüni ýapýan pursaty döreýär). Bu hadysa şöhleäkitmek nazaryýetinde dispersiýa diýip atlandyrylýar. Impulslaryň giňelmegi impuls-kodly modulirlenip iberilen maglumatlaryň tizliginiň çäginä görkezýär we az ýitgide retranslirlenýän bölegiň uzynlygyny çäklendirýär. Mundan başga-da, dispersiýa ýagtylyk äkidijiniň geçiriş zolagyny çäklendirýär.

Dispersiýa hadysa giňişleýin seredeliň. Şöhleäkidiji boýunça elektromagnit energiýasynyň impulsynyň ýaýramaklygyny sur.2.1-da görkezilişi ýaly ýönekeýleşdirip birnäçe şöhle görnüşde göz önünde getirmek mümkin. Aksial şöhläniň l aralygy geçmek wagty,

$$t_a = \frac{l}{v_f} = l \cdot n_1 / c$$

bu ýerde v_f – faza tizligi, özi hem sredanyň döwürlemek koeffisiýenti bilen kesgitlenýär.

Şol bir l aralygy mümkin boldugyça maksimal φ_{\max} burçly ýapgyt şöhle bilen geçilýän wagty,

$$t_y = l \cdot n_1 / (c \cdot \cos \varphi_m)$$

Maksimal φ_{\max} burçuň bahasynyň doly içki serpikmegiň θ_{kr} kritiki burçy bilen kesgitleneni sebäpli, aňlatmany şeýle ýazmak mümkin.

$$t_y = l \cdot n_1 / (c \cdot \sin \theta_{kr}) = n_1 l \cdot / (n_2 c)$$

Elektromagnit energiýany äkidiji bu iki şöhle bilelikde goşulsa, ýapgyt şöhläniň aksial şöhlä görä wagt boýunça yza galmaklygy bolýar,

$$\Delta t = t_y - t_a = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{l}{c} (n_1 - n_2) = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{l}{c} \cdot \Delta n$$

Birlik aralyk üçin wagt yza galmaklyk

$$\frac{\Delta t}{l} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{\Delta n}{c} \quad (2.6)$$

Bu hadysa bolsa, çykyş impulsyň görnüşiniň giriş impulsyň görnüşine görä ýoýulýanlygyny aňladýar, impuls wagt boýunça giňelýär we oňa modoara dispersiýa diýilýär, özi hem köpmodoly şöhleäkidijilerde ýüze çykyar.

Dispersiýa esasan üç sany düzüjilerden: modoara dispersiýadan, tolkun äkidiji ýa-da modoiçindäki dispersiýa (ýaýramak mydamalygynyň ýygylga göni bolmadyk baglanyşygy esasynda) we material dispersiýasy (materialyň döwürlemek koeffisiýentiniň ýygylga baglylygy). Köpmodaly ýagtylyk äkidijilerde esasy goşandy modara dispersiýasy emele getirýär, birmodaly şöhleäkidijide –modoiçindäki we material dispersiýasy esasy düzüjiler hasaplanýarlar.

Tehniki elektrodinamikadan belli boluşy ýaly, birmeňzeş tekiz tolkunlar birdüzümlü sredada şu aşakdaky faza tizligi bilen

$$g_f = c/n = \omega/\beta \quad (2.7)$$

we toparlaýyn tizlik

$$g_t = \frac{d\omega}{d\beta} = \frac{1}{d\beta/d\omega} \quad (2.8)$$

bilen aňladýarlar.

Dispersiýasyz sreda üçin faza tizligi ýyglylyga bagly bolmaýar we toparlaýyn tizlik faza tizligine deň bolýar. Toparlaýyn tizlik üçin deňlemde $\beta = \omega/v_f$ bahany ýerine goýup hem-de differensirläp, $v_t = v_f$ deňligi alarys. Ýöne dispersiýaly sreda üçin, ýagny elektromagnit tolkunynyň faza tizligi ýyglylygynyň funksiýasy bolanynda, v_f we v_t – tizlikleriň dürli bahalary bolanda:

$$g_f = \frac{1}{d\beta/d\omega} = \frac{g_f}{1 - (\omega/g_f)(dg_f/d\omega)}$$

Eger-de döwürlemek koeffisiýenti ýyglylyga bagly bolan ýagdaýda – $n(\omega)$, ýagny dispersiýaly režim üçin, toparlaýyn döwürlemek görkezijisi girizilýär.

$$N_t = \frac{c}{g_t} = c \cdot \frac{d\beta}{d\omega} = c \cdot \frac{d \cdot \left(\frac{\omega n}{c} \right)}{d\omega} = n + \frac{\omega \cdot dn}{d\omega}$$

Şu aşakdaky aňlatmalary göz önünde tutup,

$$\frac{dn}{d\omega} = \frac{dn}{d\lambda} \cdot \frac{d\lambda}{d\omega}, \omega = \frac{2\pi c}{\lambda} \text{ we } \frac{d\omega}{d\lambda} = -\frac{2\pi c}{\lambda^2}$$

toparlaýyn döwürlemek görkezijisiniň aňlatmasyny şeýle ýazmak mümkin

$$N_t = n + \frac{2\pi c}{\lambda} \cdot \frac{dn}{d\lambda} \cdot \left(\frac{-\lambda^2}{2\pi c} \right) = n - \lambda \frac{dn}{d\lambda}$$

we toparlaýyn tizligini bolsa

$$g_t = \frac{c}{N_t} = \frac{c}{(n - \lambda \cdot dn/d\lambda)} \quad (2.9)$$

görnüşde aňlatmak mümkin.

Indi elektromagnit energiýanyň impulsalarynyň dispersiýaly sredany l aralygynda ýaýramak wagtyny kesgitlemek mümkin.

$$t = \frac{l}{g_l} = \frac{N_l \cdot l}{c} = \left[n - \lambda \cdot \frac{dn}{d\lambda} \right] \cdot \frac{l}{c}$$

Eger-de ýaýraýyş sreda dispersiýaly bolsa we şöhlelenmek spektriniň giňligi $\Delta\lambda$ deň bolsa, onda şöhle impulsary ýaýranlarynda giňelýärler:

$$\Delta t = \frac{dt}{d\lambda} \cdot \Delta\lambda = \frac{l}{c} \cdot \frac{dN}{d\lambda} \Delta\lambda = \frac{l}{c} \left[\frac{d}{d\lambda} - \frac{dn}{d\lambda} - \lambda \frac{d^2 n}{d\lambda^2} \right] \Delta\lambda =$$

$$- \frac{l}{c} \cdot \lambda \frac{d^2 n}{d\lambda^2} \cdot \Delta\lambda \quad (2.10)$$

Adatça şöhlelenmäniň spektriniň giňligi, kuwwatyň ýarym derejesi boýunça kesgitlenilýär. Şöhlelenmäniň spektriniň giňliginiň oňnositel görnüşini girizmek oňaýly bolýar.

$$\gamma = \left| \Delta\lambda / \lambda \right| \quad (2.11)$$

Beýle ýagdaýda dispersiýaly sredada impulsar l aralyga ýaýranyndan soň, onuň giňligi kuwwatyň ýarymderejesinde şeýle kesgitlenilýär.

$$\tau = \frac{l}{c} \cdot \gamma \left| \lambda^2 \frac{d^2 n}{d\lambda^2} \right| \quad (2.12)$$

bu ýerde $\lambda^2 \frac{d^2 n}{d\lambda^2}$ –material dispersiýanyň koeffisiýentini aňladýar. Arassa kwars üçin $\lambda=1,276$ mkm tolkun uzynlygynda, koeffisiýent öz alamatyny üýtgedýär. Bu nokada

edebiýatlarda nul material dispersiýanyň tolkun uzynlygy ýaly bellenilýär.

Peselmek.

Peselmek şöhleäkidijiniň esasy parametrleriniň biri hasaplanýar. Maglumat ibermegiň berlen tizliginde we ýalňyşlyk ähtimallygynda, fotodetektoryň girişinde kuwwat käbir kesgitli ululygyndan uly bolmaly. Şöhleäkidijiniň ýitgileri, dispersiýadan başga-da optiki süýümli liniýanyň retranslirlenýän uzynlygyny, ýagny signaly güýçlendirmän iberip bolýan aralygyny hem kesgitleýär. Eger-de şöhleäkidijileriň ygtybarly ýagtylyk çeşmesi bar bolsa, onda onyň peselmegi minimal baha eýe bolmaly. Şöhleäkidijiniň ýitginiň iki sany esasy sebäpleri bolýarlar: energiýany siňdirmek we ýaýratmak. Siňdirmeklige bolan ýitgi öz içine hususy siňdirmekligi we çüýşäniň düzüminde metal ionlarynyň (Fe^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{3+}) we OH^- ionlarynyň siňdirmek böleginiň bolmagyndan ybarat. Hususy siňdirmeklik ultramelewşe (siňdirmegiň elektron zolagy esasynda) we infragyzyl (çüýşäniň düzümine girýän komponentleriň yrgyldy zolagynyň siňdirmek netijesinde) spektr böleklerinde görünýärler.

Energiýanyň ýaýramagy (pereizlüşeniýe) belli bir orny eýeleýär. Ýaýramaklygyň gönübaglanyşykly we gönübaglanyşygy bolmadyk görnüşleri tapawutlandyrylýarlar. Gönübaglanyşygy bolan ýaýramaklykda kuwwat, düşýän tolkunynyň kuwwatyna proporsional bolýar. Bu ýagdaýda, energiýa akymynyň ugrunyň bölekleyin üýtgemegi bolup geçýär. Gönübaglanyşygy bolmadyk ýaýramakda, kuwwatyň ýaýraýan spektrinde täze ýygylyk komponentleri görünýärler.

Ýaýramaklyk döwürlemek görkezijisiniň fluktuasiýasy esasynda bolsa, onda oňa Releyewiň ýaýramagy diýilýär. Ýaýramak koeffisiýenti:

$$K_R = C_R \cdot \lambda^{-4}$$

bu ýerde C_R -materiala bagly mydamalyk (kwars üçin $C_R=0,6 \cdot \text{mkm}^4 \cdot \text{dB/km}$). Başga dürli goşantlaryň ölçegi tolkun uzynlygy (λ) bilen birölçege ýakynrak bolan ýagdaýda, gönübaglanşykly ýaýramak (M_i) bolýar. Bulardan başga-da ýaýramaklyk şöhleäkidijiniň geometriýasynyň dürli görnüşli bozulmalary esasynda ýüze çykýar.

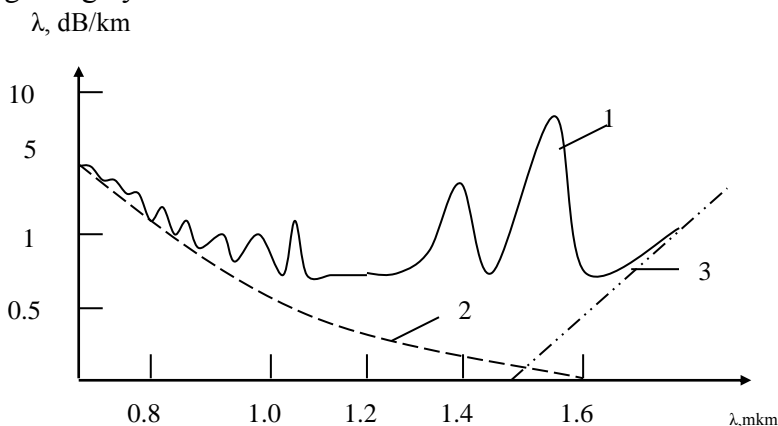
Ýeterlik dereje-de uly kuwwatlar iberileninde, materialyň parametrini üýtgetýän gönübaglanşygy bolmadyk hadysalary döretmekligi mümkin. Netijede, elektromagnit tolkunynyň ýaýraýan ugruna gönükdirilen mejbury kombinasiýa ýaýramagynyň hem-de Mandelştam-Brýulleniň mejbury ýaýramagy ýüze çykmagy mümkin. Bu hadysanyň bolmagy şu ýagdaý bilen baglanyşykly bolýar, ýagny kuwwatyň käbir çäğinden geçileninde, gönidäl baglanyşyk, ilkinji tolkunyny kuwwatynyň, beýleki tolkunynyň şöhlelenmegine geçýär. Mandelştam-Brýulleniň ýaýramagy, esasan, elektromagnit energiýanyň tersine gönükdirilen bolýar.

Gönübaglanşygy bolmadyk effektlar, kuwwatyň derejesi 100 mWt töwereginde – birmodaly süýümde we 2,5 Wt-köpmodaly süýümde, bolanynda ýüze çykýarlar.

Az ýitgili süýümi öndürilende ilkinji materialyň düzüminde goşant mukdarynyň pes bolmagyny üpjün etmek, esasy talaplaryň biri bolýar. **Peselmegiň** aşaky çägi releýiň ýaýramagy bilen we infragyzyl siňdirmek bilen kesgitlenilýär. Häzirki wagtda az ýitgili şöhleäkidijileriň süýümlü görnüşini taýýarlamakda uly üstünlikler gazanyldy. Kwars çüýşesinden şöhle äkidiji süýüm alynan, özi hem germaniý, fosfor ýa-da bor elementleri bilen legirlenen (az mukdarda goşant goşulan), örän az ýitgisi bolan (1 dB/km-den hem az) we ýitgisi 5...7 dB/km bolan köpdüzümlü çüýşeden optiki süýüm alynan .

Sur.2.7-de germanosilikat çüýşesinden, gaz fazasyndan bugarmak usuly bilen ýasalan, birmodaly şöhleäkidijide ($a=4,8$ mkm, $\Delta n=0,0028$) peselmek koeffisiýentiniň spektral baglanyşygy getirilen.

Tolkun uzynlyklaryň 0,95; 1,25 we 1,39 mkm bahalaryndaky ýuwdulmak maksimumlary goşant ion OH^- bilen baglanyşykly bolýar. Bu maksimumy hasaba almadyk ýagdaýymyzda ýüze çykýan spektral baglanyşyk (liniýa 1), nazaryýet (teoriýa) esasynda Releýiň (liniýa 2) we infragyzyl (liniýa 3) göz öňünde tutyp hasap edilen ýaýramalar bilen oňat gabat gelýärler.



Sur.2.7. Birmodaly şöhleäkidijide peselmek liniýasy.

Peselmek koeffisiýentiniň minimal we orta bahalary ýaýramak ýitgisi bilen kesgitlenilýär, olaryň käbir bahalara tabl.2.2-de getirilen.

Tablisa 2.2.

λ , mkm	α_{\min} , dB/km	λ , mkm	α , dB/km
0,85	2	1,1	1,6
1,27	0,5	1,1...1,6	0,5..1
1,55	0,2		

Tolkun uzynlygynyň (λ) mundan aňryk hem ulalmagynda, infragyzyl bölekde materialyň hususy siňdirmek zolagy esasynda döreýän siňmeklik (ýuwdulmak) ulalýar (Sur.2.7 liniýa 3). Häzirki wagtda tolkun uzynlygy uly bolan infragyzyl bölekde peselmek koeffisiýenti kwars çüýşäniň üýtgeşik bolan materiallary almaklygyň üstünde işlenilýär. Muňa mysal edip, bromly we bromiodly goşandy bolan tallıy materialyndan ýasalan şöhleäkidijide, tolkun uzynlygy 4...5 mkm bolanynda $\alpha \approx 0,01$ dB/km deň bolan peselmek koeffisiýenti alynan.

Köpkomponentli düzümi bolan ikigat tigelde alynan çüýşe şöhleäkidijiniň peselmek koeffisiýenti kwars çüýşesine garanynda, ýokary bolýar, onuň in pes bahasy 5...10 dB/km. Plastmassadan ýasalan şöhleäkidijileriň peselmek koeffisiýenti (α) birnäçe ýüz dB/km – ululyga ýetýär.

Şöhleäkidijide geometriýasynyň ýoýulmagy netijesinde döreýän ýitgiler: gurluşdaky “özen-gabow” araçaginiň birsydyrgyn (birmeňzeş) bolmaýanlygyndan kese-kesiginiň ölçeginiň üýtgemeginden, mikrogysarmalaryň bolmagyndan, kabeli işlejek ýerlerine goýulandaky gysarmalardan emele gelýär. Durmuşda şöhleäkidijiler gurulanynda berk barlagy berjaý etmek we kabelleriň gurluşyny kämilleşdirmek gysarmalardaky minimum ýitgini üpjün edýär.

Süýümlü şöhleäkidijiler çüýşeden ýa-da polimerden ýasalýar. Polimerden ýasalan şöhleäkidijiler häzir giňden peýdalanylmaýar, sebäbi onyň peselmek koeffisiýenti çüýşe materialyna garanynda ýokary hem-de häsiýetnamalarynyň durnuklylygy wagta baglylykda üýtgeýär (peselmek ulalýar). Şöhleäkidijileri ýasamak üçin çüýşäniň iki görnüşini peýdalanylýar: köpkomponentli, köpsanly turşylary özünde saklaýan we özünde ýörite goşandy saklaýan dury kwars çüýşeleri. Köpkomponentli çüýşeler pes temperaturada eretmek usuly bilen alynýar hem-de onyň düzümi uly aralykda üýtgeýär, onyň üstünde işlemeklik kwars çüýşesine garanynda

ýönekeý bolýar. Esasy meseläniň bir görnüşi ýeterlik arassalygyny бүтін тilsimatyň prosesinde saklamakdan ybarat.

Az ýitgili optiki süýümi taýýarlamak, adatça, gaz fazasyndan himiki ornaşdyrmak ýa-da ikigat tigelde eretmek usuly bilen amala aşyrylýar. Bularyň köp peýdalanylýany birinji usul hasaplanýar. Bu usulda ilkinji materiallar deregine: kremniniň, boryň, fosforyň we germaniniň hlorly birleşmeleri bolýar. Bu usulyň bir görnüşi şumdan ybarat. Hlorly kremniý we germaniý kislorod bilen garyşdyrylýar we diametri 10...12 mm bolan ýokary temperatura çenli gyzdrylan kwars trubajykdan geçirilýär. Bu şertde hloridleriň turşamak (okislenmek) processi bolup geçýär we trubajygyň içki diwaryna çüýşe ornaşýar. Ýönekeý ýagdaýda ornaşan çüýşe gatlagy özeniň gatlagyny döredýär, kwarsyň daşky gatlagy bolsa gabowyň ornyny tutýar. Has ýokary hili bolan süýümi almak üçin özen bilen gabowyň arasynda ýene-de çüýşäniň bir aralyk (bufer) gatlagy örtülýär, bu bolsa şöhläniň ýaýramak häsiýetnamasynyň gabow gatlagyna bagly bolmazlygyna ýardam edýär. Hlorly germaniýniň düzüm mukdaryny üýtgedip alynan çüýşäniň döwürleme görkezijisini üýtgetmek mümkin. Bu ýagdaý gradiýentli süýüm alynanynda peýdalanylýar. Özeniň döwürlemek görkezijisini ýokarlandyrmak, oňa käbir turşylary (okisleri) GeO_2 , P_2O_5 goşmaklyk bilen gazanylýar. Gabowyň döwürlemek görkezijisini kiçeltmek üçin, oňa boryň turşyşy (B_2O_3) goşulýar. Döwürlemek görkezijisiniň gerekli profilini almak üçin, gaz akymyny we düzümini sazlamakdan ybarat bolýar. Ondan soň, trubajyk süýüm çekilýän enjama gysylýar we tilsimatyň бүтін dowamynda sazlanan temperatura we akymyň tizligi bilen sozulýar (süýüm alynýar).

Alynan optiki süýümiň ygtybarlygyny ýokarlandyrmak maksady bilen sozulmek prosesinde daşky sredanyň täsirinden goramak üçin, ýukajyk gorag gatlagy örtülýär, onyň materialy dielektrikler, metallar (indiý, olowo, alýuminiý we başgalar) hem bolmaklary mümkin. Metal gatlagyň galyňlygy birnäçe mikrometre çenli bolmagy mümkin.

Integral optika enjamlar üçin şöhleäkidijileriň peselmekligi ep-esli ýokary bolýar. Adatça, olaryň bahalary 0,1-den 1 dB/sm aralygynda bolýarlar we äkidijide peýdalanylýan materialy hem-de ony almagyň tilsimat usulyna bagly bolýar. Almaklyk tilsimatyň iň bellileri: ýokary ýygyllykly bugartmak, wakuumda (boşlukda) örtmek, epitaksiýa görnüşde ösdürmek, piroliz (gaz fazadan himiki usul bilen ornaşdyrmak) ergin garyndydan ornaşdyrmak, üstünde ösdürilýän tekizligiň (podložkanyň) ýüzüni dürli şöhleler bilen (ionlar, protonlar we başgalar) täzedan işlemek. Käbir materiallar monokristal görnüşde hem bolmagy mümkin. Bu usullar bilen ýokary gatlakly, ýokary hilli materialy almaklyk uly kynçylyklar bilen baglanyşykly bolýar. Bu ýagdaýda, şöhleäkidijini almaklyk üçin monokristalyň ýokarky üstünde diffuziýanyň kömegi bilen ýa-da ionly alyş-çalyşyň üsti bilen ýokary döwürlemek görkezijisi bolan ýuka gatlak alynýar.

Şöhleäkidijileriň impulsly we geçiş häsiýetnamalary.

Adatça, şöhleäkidijileriň birmodaly we köpmodaly režimlerde işleýişinde modolaryň aýrylmak (otseçki) ýygyllyk spektrlerini, olaryň faza boýunça we toparlaýyn tizliklerini, peselmek koeffisiýentlerini we başgalary barlanylýarlar. Köpmodaly şöhleäkidijilerde ýaýraýan modolaryň sany birnäçe ýüze, käwagtlar münlerçä çenli köpeliýär. Şoňa görä her bir modony gowy analiz etmek kynlaşýar.

Şöhleäkidijiniň ulgamyň giriş we çykyş signallaryň intensiwligine görä baglanyşygy bolany sebäpli, onyň häsiýetini signallary ibermek üçin ugrukdyryjy ulgam hökmünde impuls we geçiş häsiýetnamalary bilen aňlatmak mümkin. Şöhleäkidijiniň böleginiň geçiriş häsiýetnamasy amplituda-ýygyllyk – $k(\omega)$ we faza-ýygyllyk $\varphi(\omega)$ häsiýetnamalary bilen kesgitlenilýär, ýagny:

$$K(j\omega) = |K(\omega)| \cdot e^{j\varphi(\omega)}$$

Geçiriji zolagynyň giňligini (ΔF), - 3 dB derejede kesgitlenilýär, ýagny, ibermek koeffisiýentiniň maksimal ýagdaýyna görä ýygylgyň, 2 gezek kiçi bolanyndaky ýagdaýyndan kesgitlenilýär. Giriş signalyň – $P_{gir}(t)$ spektri şeýle aňladylýar:

$$S_{gir}(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} P_{gir}(t) \cdot e^{-j\omega t} \cdot dt$$

Çykyş signalyň spektri bolsa,

$$S_{gir}(\omega) = S_{gir}(\omega) \cdot K(\omega)$$

Impulsyň ortakwadrat giňelmegi (σ^2) iki bölege bölünen, ýagny impulsyň modoara – σ_{ma}^2 we modoiçindäki σ_{ic}^2 . Modoarasyndaky impuls giňelmesi σ_{ma}^2 modalatyň dürli toparlaýyn tizlikleri bolany sebäpli döreýär. Goşmaça modoara σ_{ma}^2 çeşmäniň otnositel spektral giňligi bilen kesgitlenýän az ululyk bolýar, ony göz önünde tutmasak hem bolýar. Içki modo giňelmegi σ_{ic}^2 bolsa her bir modonyň çägendäki ortakwadrat giňelmegi aňladýar. Bu hadysa materialyň dispersiýasyndan we tolkun äkidiji dispersiýadan emele gelýär. Birmodaly režimde materialyň we tolkun äkidijiniň dispersiýalary özara kompensirlenýän wagtynda toparlaýyn tizlikleriň tapawutlylygy zerarly döreýän polýarlyk dispersiýasyny göz önünde tutmak zerur bolýar. Özen elliptik görnüşde bolanynda (10...20%), $V \approx 2,405$ böleginde polýarlyk dispersiýa 40...80 ps/km bolýar.

Analogly modulirlenende signaly mümkin bolan ýygylgy zolagy şöhleäkidijiniň geçirij zolagy ΔF bilen kesgitlenilýär. Modulirlenmegiň sanly görnüşinde (IKM), maglumat ibermegiň tizligi (B), bit/s, san boýunça takt ýygylgy (F_T) deň bolýar. Mümkin bolan takt ýygylgy E_T , uzynlygy üçin, ΔF geçirij zolaga takmynan deň bolýar. Ibergiň mümkin bolan tizligi

impuls häsiýetnamasyna bagly däl, diýen ýaly we onyň ortakwadrat giňligi bilen kesgitlenýär.

$$B = F_T \approx \Delta F \approx \frac{0,25}{\delta}$$

Şöhleäkidijileriň birmodaly görnüşlisiniň dispersiýa hasaby.

Birmodaly şöhleäkidijilerde diňe bir modo (HE_{11}) ýaýraýar we impulsalaryň giňelmegi bolsa materialyň döwürlemek görkezijisiniň tolkun uzynlygyna baglylygy (material dispersiýa) hem-de şöhleäkidijiniň dispersiýasy (tolkun ugrukdyryjy dispersiýa) bilen häsiýetlendirilýär. Modoiçindäki dispersiýa şu aşakdaky formula bilen kesgitlenýär.

$$\delta_{ic.} = \frac{\bar{\sigma}_\lambda \cdot L}{\lambda} \left| \lambda \cdot \frac{dt}{d\lambda} \right| = 2\pi \frac{\bar{\sigma}_\lambda}{\lambda^2} \cdot \frac{L}{C} \cdot \left| \frac{d^2 \beta}{dk^2} \right|; \quad (2.13)$$

bu ýerde t -esasy modonyň toparlaýyn ýuwaşamagynyň koeffisiýenti; λ -şöhläniň ortaça tolkun uzynlygy; β -modonyň ugurlygyna (boýuna) ýaýramagynyň mydamalygy. Formula (2.13)-de ýönekeýleşdirmek niýeti bilen indeksler ýazylmady.

Modolaryň dispersiýa häsiýetnamalary diýip, onyň ýygylga ýa-da tolkun uzynlygyna baglanyşygyna aýdylýar. Şöhleäkidijiler üçin bu häsiýetnamalary köplenç normirlenen görnüşde, ýagny ýaýramagyň normirlenen mydamalygynyň (b) onyň normirlenen ýygylgyna V bagly bolýar.

$$b = \frac{(\beta/k)^2 - \varepsilon_2}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2} \quad (2.14)$$

Üst gatklaryň modulary üçin \underline{b} parametr 0-dan 1-e çenli bahalara eýe bolmagy mümkin. Bu ýagdaýda modonyň dispersion häsiýetnamasyny $[\beta(k)]$ -ny san boýunça differensirlmek (önüm almak) gerek bolýar, özi hem döwürlemek görkezijisiniň profiliniň tolkun uzynlyga baglylygy göz önünde tutulýar: $\varepsilon(\rho) = \varepsilon_2 + f(\rho)(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)$;

Umumy alynanynda uzynlygy, ε_1 , ε_2 we $f(\rho) = [\varepsilon(\rho) - \varepsilon_2] / (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)$ parametrlere bagly bolýar.

Durmuşda, aýratyn hem gradiýentli şöhleäkidijiler hasap edileninde dispersion häsiýetnamalary ε_1 we ε_2 parametrleriň spektral baglanyşygyny hasaba almazdan, olaryň dispersiýa bolan goşandyny aýratynlykda göz önünde tutmak bilen ýerine ýetirilýär.

$$\beta = k \left[n_2^2 + (n_1^2 - n_2^2) \cdot b \right]^{1/2}; \quad (2.15)$$

Bu ýagdaýda, ýaýramagyň normirlenen mydamalygy takmynan ýakynlaşmak usuly bilen liniýa-polýarlanan modolar üçin berlen $f(\rho)$ we V parametrlerde hasaplanan diýip, göz önünde tutulýar hem-de formula (2.15)-i şeýle şertlerde $b \ll 1$ we $\Delta \ll 1$.

$$\beta \approx k \cdot n_2 (1 + b\Delta) \quad (2.16)$$

Bu takmynan alynan formulanyň takyklygy minimal dispersiýada tolkun uzynlygyny kesgitlenende 0,1 % töweregi bolýar. (2.16) formulany \underline{K} parametri boýunça differensirläp (önüm alyp) ýazýarys:

$$\frac{d\beta}{dk} = \left\{ n_2 N_2 + \left[b + \frac{1}{2} \cdot V \frac{dV_{ia}}{dV} \right] (n_1 N_1 - n_2 N_2) \right\} \left/ \left[n_2^2 + (n_1^2 - n_2^2) \cdot b \right]^{1/2} \right.; \quad (2.17)$$

bu ýerde $N_i = \frac{dn_i}{dk} = \left(n_i - \lambda \frac{dn}{d\lambda} \right) - n_i (i=1)$ - özeniň

materialyndaky toparlaýyn döwürmek görkezijisi we $n_2(i=2)$ gabow materialyň döwürmek görkezijisi. Fomula (2.17)-ni ýene-de bir gezek n boýunça differensirläp we $b \cdot \Delta \ll 1$ şerti göz önünde tutup, alýarys:

$$\bar{\sigma}_{ic} = \bar{\sigma}_\lambda \cdot L |D| = \bar{\sigma}_\lambda \cdot L \cdot |T_1 + T_2 + T_3|; \quad (2.18)$$

Bu ýerde $T_1 = \frac{\lambda}{c} \left[A(V) \frac{d^2 n_1}{d\lambda^2} + \left(1 - A(V) \cdot \frac{d^2 n_2}{d\lambda^2} \right) \right]$ - özen

materialynyň
dispersiýalary;

we gabowyň

$$T_2 = \frac{n_2 \Delta}{c \cdot \lambda} \cdot B(n) \frac{d^2 V_{ta}}{dV^2} - \text{tolkun äkidiji dispersiýa}$$

$$T_3 = -\frac{n_2}{c} \cdot C(n) \cdot D(n) \cdot \frac{d\Delta}{d\lambda} - \text{döwürmek görkezijisiniň}$$

profiliniň dispersiýasy.

C – ýagtylyk tizligi

Formulalarda

$$A(V) = \frac{1}{2} \left[\frac{dV_{ta}}{dV} + b \right]; \quad B(n) = \left[1 - \frac{\lambda}{n^2} \cdot \frac{dn_2}{d\lambda} \right];$$

$$C(n) = 1 - \frac{\lambda}{n^2} \frac{dn_2}{d\lambda} - \frac{\lambda}{4\Delta} \cdot \frac{d\Delta}{d\lambda};$$

$$D(n) = V \frac{d^2 V_{ta}}{dV} + \frac{dV_{ta}}{dV} - b;$$

Bu aňlatmalarda T_1 we T_2 agzalaryň goşýan goşantlarynyň, ýagny materialyň we tolkunäkidiji dispersiýalaryň doly dispersiýa sallamly goşant goşýarlar.

Ýaýramak mydamalygy näçe uly bolsa, şonça-da parametr $A(V)$ uly bolýar we material dispersiýasynyň udel gymmaty ulalýarlar.

Eger-de $(n_1 - n_2)/n_2 \approx (N_1 - N_2)/N_1 \ll 1$ bolsa, onda doly dispersiýa üçin aňlatma ýönekeýleşýär.

Bu ýagdaýda (2.18) aňlatmany şeýle ýazyp bolýar:

$$\frac{d\beta}{dk} \approx N_2 + (N_1 - N_2) \frac{dV_{ta}}{dV};$$

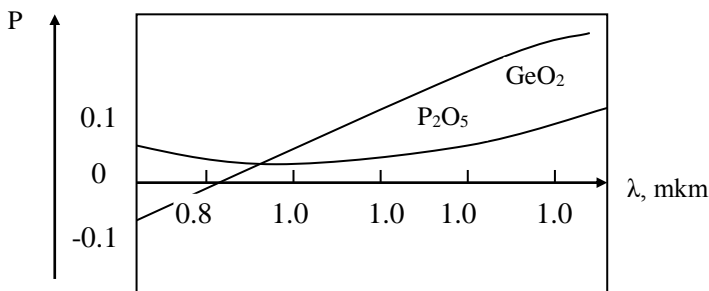
Onda impulsyň ortakwadrat giňelmesi

$$\delta_{ic} = \frac{\bar{\sigma}_\lambda \cdot L}{\lambda} \left| M\lambda \left[1 + \Delta \frac{dV_{ta}}{dV} \right] + \frac{N_2 \Delta}{c} \left[V \frac{d^2 V_{ta}}{dV^2} - P \frac{dV_{ta}}{dV} \right] \right|, \quad (2.19)$$

Bu ýerde $M = \frac{\lambda}{c} \frac{d^2 n_2}{d\lambda^2}$ - şöhleäkidijiniň çüýşesiniň

material dispersiýasy, parametr $P = \frac{\lambda}{\Delta} \cdot \frac{d\Delta}{d\lambda}$ -kiçi ululyk bolýar,

onyň tolkun uzynlygyna baglanyşy dürli görnüşli çüýşeler üçin sur.2.8-de görkezilen. Germani bilen goşant goşulan şöhleäkidiji üçin $|P| \approx 0,1$, onyň tolkun uzynlygy $\lambda = 1,55$ mkm deň bolan ýagdaýynda, tolkun uzynlygy $\lambda = 1,3$ mkm deň bolanynda bolsa $|P| \approx 0,06$ töweregi hasaplanýar:



Sur.2.8. Dürli goşantly çüýşäniň |P| parametriniň tolkun uzynlygyna baglanyşygy.

Tolkun uzynlygy gysga bolan wagtynda ($\lambda < 1 \text{ mkm}$) we Δ ululyk kiçi bolanynda, $P \approx 0$ we $\Delta \frac{dV_{ta}}{dV} = 0$ bolýanlygyny hasaplap bolýar. Beýle ýagdaýda (2.19) aňlatmadan ortakwadrat giňelmek üçin şeýle aňlatmany alarys:

$$\delta_{ic} = \frac{\delta_{\lambda} \cdot L}{\lambda} \left[M\lambda + \frac{N_2 \Delta}{c} \cdot V \cdot \frac{d^2 V_{ta}}{dV^2} \right] \quad (2.20)$$

Bu aňlatmanyň agzasy materialyň dispersiýasyny, ikinjisi bolsa tolkun äkidijiniň dispersiýalaryny aňladýarlar.

Materialyň dispersiýasy.

Çüýşäniň döwürlemek görkezijisiniň spektral baglanyşygyny 0,6...2 mkm aralykda Selmeýeriň formulasy bilen aňlatmak mümkin:

$$n^2(\lambda) = 1 + \sum_{i=1}^3 A_i \frac{\lambda^2}{\lambda^2 - l_i^2}; \quad (2.21)$$

bu ýerde koeffisiýentler – A_i we l_i ($i=1,2,3$) tejribe bilen kesgitlenilýär.

Tolkun uzynlygy 0,8...1,8 mkm aralykda işleýän şöhleäkidiji taýýarlamak üçin kwars çüýşesi peýdalanylýar, oňa goşant deregine germaniýniň, fosforyň turşylary peýdalanylýar. Bu goşantlar kwarsyň döwürlemek görkezijisini ýokarlandyrýar. Käbir goşantlar döwürlemek görkezijisini peseldýär, oňa mysal edip boryň, ftoryň turşylaryny görkezmek bolar. koeffisiýentleriň (A_i we l_i) bahalarynyň käbirleri tablisa 2.3-de getirilen, olaryň ölçeg birlikleri mikrometrlerde (mkm) aňladylan.

Sur.2.9-da dürli düzümdäki eredilen kwarsyň (SiO_2) döwürmek görkezijisiniň (tutuşlaýyn liniýa) we toparlaýyn döwürmek görkezijisiniň (ştrihli çyzyk) spektral baglanyşygy getirilen. Bu çyzygyda 2-nji liniýa goşantsyz görnüşi, 3-liniýa 3,1% GeO_2 mukdarda goşant goşulan, 1-liniýa 1% ftoryň mukdary goşulan we Be_2O_3 turşynyň 13,3% mukdarda goşulan ýagdaýlary (4-nji liniýa) görkezilen.

(2.21)-nji aňlatmadan çüýşäniň toparlaýyn döwürmek görkezijisi üçin şu aşakdaky ýazmak mümkin.

$$\frac{dn}{d\lambda} = -\lambda \left[\sum_{i=1}^3 A_i l_i / (\lambda^2 - l_i^2) \right] / n \cdot \lambda$$

$$N(\lambda) = n(\lambda) - \lambda \frac{dn}{d\lambda} \quad (2.22)$$

we udel material dispersiýa koeffisiýenti üçin

$$M = \frac{\lambda}{c} \frac{d^2 n}{d\lambda^2} = \frac{\lambda}{c} \left\{ \left[\sum_{i=1}^3 \frac{A_i l_i (3\lambda^2 + l_i^2)}{(\lambda^2 - l_i^2)^3} \right] / n \cdot \lambda \right\}$$

(2.23)

Arassa kwarsa, germaniý turşysyny (Ge_2O_2) goşulsa, onda onyň döwürmek görkezijisi ýokarlanýar. Eger-de arassa kwarsa ftor ýa-da boryň turşysy goşulaýsa, onda onyň döwürmek görkezijisi peselýär.

Ftor goşantly çüýşäniň tolkun uzynlygynyň 1...1,8 mkm aralygynda az ýitgisi bolýar. Şöhleäkidijilerde B_2O_3 turşysy goşandy bolan çüýşeleri peýdalanylýananda infragyzyň ýuwdulmak netijesinde, onyň iş tolkun uzynlygy 1,3 mkm pes bolmaly.

Sur.2.10-da eredilen kwarsyň udel material dispersiýasynyň (M) spektral baglanyşygy görkezilen. Tolkun uzynlygy 0,85 mkm deň bolanynda M ululygy 85 ns/(km.mkm) töweregi bolýar. Çeşmäniň spektral giňligi 40 nm bolanynda,

impulsyň giňelmegi 1 km aralykda 3,4 ns deň bolýar. Tolkun uzynlygynyň ulalmagy bilen dispersiýa koeffisiýenti peselýär we $\lambda=1,273$ mkm bahasynda nul derejäniň üstünden geçýär. Bu tolkun uzynlygynyň töwereginde dispersiýa effektiň 2-nji derejesini hasaba almaklyk zerur bolýar.

Tablisa №2.3.

Çüýşäniň düzümi	Koeffisiýentiň görnüşü	Koeffisiýentiň bahalary		
		i=1	i=2	i=3
SiO ₂	A _i	0,6961663	0,4079426	0,8974794
	I _i	0,0684043	0,116214	9,896161
13,5% G ₂ O ₂	A _i	0,73454395	0,42710828	0,82103399
86,5% SiO ₂	I _i	0,0867693	0,11195191	10,846540
9,1% G ₂ O ₂	A _i	0,72393884	0,4112941	0,79292034
7,7% B ₂ O ₃		0,085826532	0,10705260	9,3772959
83,2% SiO ₂	I _i			
13,5% Be ₂ O ₃	A _i	0,67626834	0,42213113	0,58339770
86,5% SiO ₂	I _i	0,076053015	0,11329618	7,8486094
3,1% GeO ₂	A _i	0,7028554	0,4146307	0,8974540
96,9% SiO ₂	I _i	0,0727723	0,114085	9,896161
3,0% Be ₂ O ₃	A _i	0,6935408	0,4052977	0,9111432
97,0% SiO ₂	I _i	0,0717021	0,1256396	9,896154
3,3% G ₂ O ₂	A _i	0,6958807	0,4076588	0,9401093
9,2% B ₂ O ₃		0,0665654	0,1211422	9,896140
87,5% SiO ₂	I _i			
SiO ₂ (peseldiji goşantly)	A _i	0,696750	0,408218	0,890815
	I _i	0,069066	0,115662	9,900559
9,1% P ₂ O ₅	A _i	0,695790	0,452497	0,712513
90,9% SiO ₂	I _i	0,061568	0,119921	8,656641
1% F	A _i	0,691116	0,399166	0,890423
99% SiO ₂	I _i	0,068228	0,116460	9,993707
16,9% NaO ₂	A _i	0,796468	0,497614	0,358924
32,5% B ₂ O ₃		0,094359	0,093386	5,999652
50,6% SiO ₂	I _i			

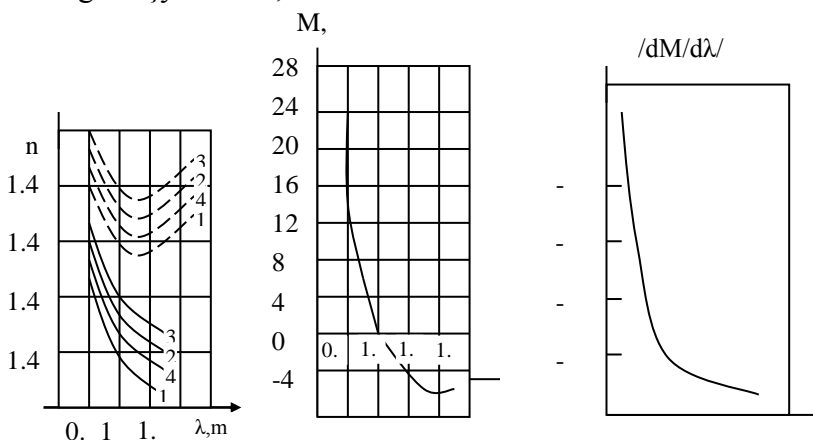
Tolkun uzynlygy λ_m bolan gaussyň ýaýramak kanuny esasynda spektr liniýaly çeşme üçin:

$$\sigma(\lambda_m) = \frac{\sigma_\lambda^2}{\sqrt{2}} \cdot \left| \frac{dM}{d\lambda} \right|_{\lambda=\lambda_m},$$

(2.21)-(2.23) formulalardan alýarys.

$$\frac{dM}{d\lambda} = \frac{1}{c} \cdot \left(\frac{d^2 n}{d\lambda^2} + \lambda \frac{d^3 n}{d\lambda^3} \right)$$

bu ýerde $\frac{d^2 n}{d\lambda^2}$ gatnaşygy (2.23) – nji formuladan alýarys,
gatnaşyk bolsa,



$$\frac{d^3 n}{d\lambda^3} = \left[f(\lambda) - 3 \cdot \frac{dn}{d\lambda} \cdot \frac{d^2 n}{d\lambda^2} \right] / n,$$

$$f(\lambda) = \sum_{i=1}^3 \frac{12 A_i l_i^2 \cdot \lambda (l_i^2 + \lambda^2)}{(\lambda^2 - l_i^2)^4}.$$

Kwars üçin gatnaşygyň tolkun uzynlygyna baglanyşygy sur. 2.11-de getirilen. Tolkun uzynlygy $\lambda_m = 1,273$ mkm bolanynda $|dM/d\lambda| \approx 0,1$ ns/(km x nm²). Birinji derejeli

udel material dispersiýasy $M = \frac{\lambda}{c} \frac{d^2 n}{d\lambda^2}$ nula deň bolanyndaky tolkun uzynlygy aýnanyň düzümine bagly bolýar we onuň üýtgemegi 1,2÷1,5 mkm aralygynda bolmagy mümkin.

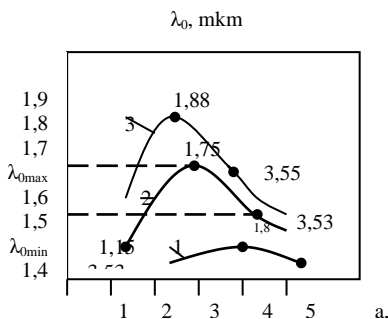
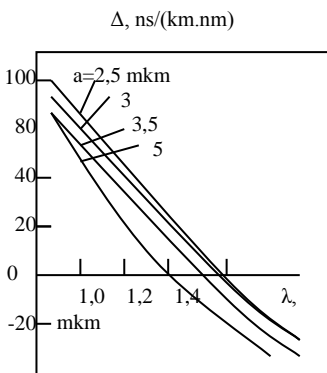
Bimodaly şöhleäkidijilerdäki doly dispersiýany hasaplamak.

Spektriň uzyntolkunly bölegindäki material dispersiýasy bilen bir hatarda tolkunäkidiji dispersiýany hem göz önünde tutmak zerur bolýar.

Mysal üçin, döwürlemek görkezijisiniň profili parabola görnüşli bimodaly ýagtylykäkidijiniň doly dispersiýasyna seredeliň. Goý aýdalyň, ýagtylykäkidijiniň daşky gatlagy arassa kwarsdan, onuň özeni bolsa germaniý turşusy bilen legirlenen (goşantlanan) kwarsdan ybarat diýeliň. Eger-de ýagtylykäkidijiniň öseni 7% GeO₂ bilen legirlenen bolsa, onda döwürlemek görkezijisiniň otnositel bahasy $\Delta \approx 0,80\%$, eger-de GeO₂ 13,5% goşantly bolan ýagdaýynda $\Delta \approx 1,48\%$ barabar bolýar. Eger-de ýagtylykäkidijiniň merkezindäki özeninde arassa kwars, onyň daşky gatlagynda bolsa boruň turşysy (B₂O₃) bilen 13,3% mukdarda goşant goşulanynda $\Delta \approx 0,37\%$ töweregine deň bolýar.

Bimodaly režim böleginde doly dispersiýa, seredýän şöhleäkidijimiz üçin položitel görnüşde bolýar.

Tolkun uzynlygynyň material dispersiýa otrisatel bolan böleginde, ýagny $\lambda > \lambda_m$ doly dispersiýanyň, material we tolkun dispersiýalaryň özara kompensasiýasy esasynda peselmegi mümkin.



Sur.2.12. Impulslaryň
ortakwadrat
gňelmeginiň
spektrleriň parabolik
şöhleäkidişiniň özeniň
dürli radiusa (a)
baglylygy.

Sur.2.13. Doly
dispersiýanyň “nul”
bahasynyň özeniň radiusyna
baglylygy (nokat we sanlar
normirlenen ýygylýk V
bahalary: $\lambda_{0\max}$ we $\lambda_{0\min}$
bolsa $\Delta=0,775\%$ üçin
alynan). 1- $\Delta=0,37\%$, 3-
 $\Delta=1,48\%$, 2- $\Delta=0,755\%$

Sur.2.12-de ýagtylykäkidişide ($\Delta\approx 0,755\%$) doly
dispersiýanyň tolkun uzynlygyna baglanyşygy görkezilen.
Liniýalaryň analizi doly nul ýagdaýdaky dispersiýanyň tolkun
uzynlygy özeniň radiusynyň üýtgemegi netijesinde üýtgeýär.

Her bir Δ -niň bahasynda minimum dispersiýa belli bir
tolkun uzynlygyň aralygy bolýar. Hakykatda, doly nul
dispersiýanyň tolkun uzynlygy, gabow materialyň doly nul
dispersiýanyň tolkun uzynlygyndan kiçi bolmagy mümkin däl,
sebäbi kiçi tolkun uzynlykda materialyň dispersiýasy we
paraboloýid ýagtylykäkidişiniň tolkunäkidişi dispersiýasy
birmeňzeş bellikde (znakda) bolýarlar. Bellemeli zadýň biri, λ_0 -
yň iň kiçi bahasy nazaryýet boýunça örän kiçi ýa-da örän uly
radiusyň bahasynda bolmaklygy mümkin, başgaça ýygylýgyň
(V) kiçi we uly bahalarynda hem λ_0 -yň iň kiçi bahasynyň
alynmagy mümkin. V-niň kiçi bahasynda esasy tolkunýň uly
peselmekligi bolýar, σ -niň uly bahasynda bolsa birmodo
görnüşde işlemek şerti bozulýar. Paraboloýid görnüşdäki
ýagtylykäkidişi üçin $V_y=3,53$.

Doly nul dispersiýanyň tolkun uzynlygy – λ_0 , özeniň
diametrine bolan baglanyşygy boýunça (sur.2.13)
ýagtylykäkidişiniň parametrlerini $\lambda_0=1,3$ we $\lambda_0=1,55$ mkm
bolan ýagdaýynda, ýagny ýitgi minimuma deň bolanynda
saýlamak mümkin.

Döwülmek görkezijiniň otnositel bahasyna (Δ) belli bir çäklendirmeler bolýar, ýagny Δ -niň ösmegi bilen λ_o -niň uly bahasyna tarap süýşýär. Berlen tolkunuzynlykda Δ -niň uly bahasynda iş ýygylgy $V_c=3,53$ -den uly bolmagy mümkin. Tolkun uzynlygy $\lambda=1,3\text{mkm}$ üçin Δ -niň bahasy $0,37\%$ -den geçmeli däl. Tolkun uzynlygy $\lambda=1,55\text{ mkm}$ üçin bolsa $\Delta<1,48\%$ şerti kanagatlandyrmaly. Şolbir wagtda, Δ -niň bahasynyň kiçi bolmagy mümkin bolmaýar, $\lambda_{\text{omax}}(\Delta)$ ululyk saýlanan iş tolkun uzynlygyndan kiçi bolar, sebäbi $\Delta=0,37\%$ -li ýagtylykākidijide radiusy üýtgetmek bilen $\lambda_o=1,55\text{ mkm}$ tolkun uzynlygynda doly nul dispersiýany almak bolmaýar. Δ -niň iň kiçi bahasy nul dispersiýaly paraboloid ýagtylykākidiji üçin $\lambda_o=1,55\text{ mkm}$ bolanynda $\Delta=0,8\%$ deň bolýar.

Ýagtylyk ākidijiniň parametrleri saýlananynda, minimal dispersiýanyň tolkun uzynlygyna profil boýunça döwülmek koeffisiýentiniň we özeniň radiusynyň täsiri bolmaz ýaly alynsa, oňat hasap edilýär.

$\lambda_o(a)$ baglanyşygyň liniýasynyň tekize ýakyn depesi bolýar (sur.2.13). Bu bölekde özeniň radiusynyň üýtgemegi λ_o -yň kiçiräk üýtgemegine eltýär. Beýle nukdaý nazardan, Δ -ni saýlamaklykda iş tolkun uzynlygy (mysal üçin $\lambda_o=1,55\text{mkm}$) nul dispersiýanyň tolkun uzynlygynyň maksimal bahasyna gabat geler ýaly edip alynsa oňaly diýip hasaplanýar.

Normirlenen iş ýygylgy $\left(V \cdot \frac{d^2 V_b}{dV^2} \right) \left(V \cdot \frac{d^2 V_b}{dV^2} \right)$ liniýanyň

ýakynynda ýerleşýär. Ýöne bu bölekde λ_o ululyk ýagtylykākidijiniň döwülmek görkezijisiniň üýtgemeginiň profiline duýgur bolýar. Işçi ýygylgyň birmodaly režimiň ýokary çägene ýakynlamagy, λ_o -nyň profil döwülmek görkezijisine bolan baglylygy kiçelýär, ýöne doly minimal dispersiýany üpjün etmeklik üçin Δ -ululyga bolan talap artýar.

Birmodaly ýagtylykākidijiniň ýaýran gurluşlarynyň biri W-tipli şöhle ākidiji hasaplanýar, bu görnüşiniň bir özeni we iki

sany gabow gatlagy bolýar, özi hem içki gabow gatlagyň döwürlemek görkezijisi daşky gatлага garanynda kiçi bolýar.

W-görnüşli şöhleäkidijiniň tolkun äkidiji dispersiýasynyň hasaplamalary birmodaly režimde funksiýa $\left(V \cdot \frac{d^2 V_b}{dV^2} \right)$

otrisatel häsiýete eýe bolýar. Tolkunäkidiji dispersiýany tolkun uzynlygynyň $\lambda=0,8...0,9$ mkm aralygynda položitel material dispersiýany birneme (az kem) kompensirmek mümkin, uzyntolkunly bölekde bolsa doly nul dispersiýa iki tolkun uzynlygynda λ_{01} we λ_{02} ýetilmekligi mümkin, özi hem özeniň we aralyk gabowyň parametrlerini doly dispersiýanyň, tolkun uzynlygyň $\lambda_{01}<\lambda<\lambda_{02}$ aralygynda, nula ýakyn bolmagyny gazanmak mümkin.

W-görnüşdäki şöhleäkidijide $\lambda<1,3$ mkm bolan ýagdaýynda dispersiýanyň doly kompensirlenmegi, özeniň we içki gabow gatlaglaryň döwürlemek görkezijileriniň ýeterlik uly tapawutlary (10% töweregi) bolan ýagdaýynda amala aşyrylmaklygy mümkin. Bular ýaly şöhleäkidijileriň goşant düzümi ulalýar, ol bolsa ýitgini artdyrmaklyga we özeniň diametrini birmodaly iş režimde kiçelmäge eltýär.

Signallaryň az- we köpmodaly şöhleäkidijilerdäki dispersiýasy.

Köpmodaly ýagtylyk äkidijilerde impulsalaryň giňelmegi modalaryň geçmek wagtynyň tapawudy bilen we her bir modonyň impulsynyň giňelmegi bilen kesgitlenilýär. Impulsalaryň häsiýetnamalarynyň ortakwadrat giňelmeginiň jemleri $\sigma=(\sigma_{\text{ara}}^2+\sigma_{\text{iç}}^2)^{1/2}$; bu formulada σ_{ara} -modonyň geçiş wagtynyň pytraňnylygyny häsiýetlendirýär; $\sigma_{\text{iç}}$ -modonyň çäginde impulsyň giňelmeginiň orta bahasyny aňladýar. σ_{ara} ululygyň bahasy ep-esli derejede profil boýunça döwürlemek görkezijilerine bagly bolýar.

Döwürmek görkezijisi az üýtgeýän ýagdaýynda özeniň içinde tolkun uzynlygyna deň bolan aralykda we Δ kiçi bolanynda köpmodaly optiki süýümde WKB (Wenseliň-Kramersiň-Brýulleniniň) usuly bilen kesgitlenilmeli mümkin. Hasap edileninde modolar deňölçegli işleýär, deň peselmekligi bolýar we biri-biri bilen baglanyşygy bolman ýaýraýan diýip kabul edilýär. Dielektrik syzyjylygynyň derejesi (g) bolan ýagtylykākidijiler üçin, $f(\rho)=1-\rho^g$ modolaryň ýaýraýyş mydamalygy birmenleş diýip hasap edilýär diýmek, faza tizlikleriň birmenleş toparlaýyn tizligi bolýar. bu ýagdaýda, $\bar{\sigma}_{ara}$ we $\bar{\sigma}_{iç}$ ululyklaryň analitik aňlatmalary tapmak mümkin bolýar.

$$\bar{\sigma}_{ara} = \frac{L \cdot N \Delta}{2c} \left(\frac{g}{g+1} \right) \left(\frac{g+2}{3g+2} \right)^{1/2} = \left[C_1^2 + \frac{4C_1 C_2 \Delta (g+1)}{2G+1} + \frac{4\Delta^2 C_2 (2g+2)^2}{(5g+2)(3g+2)} \right]^{1/2};$$

$$\bar{\sigma}_{ir} = \frac{L \bar{\sigma}_\lambda}{c \lambda} \cdot \left[\left(-\lambda \frac{d^2 n_1}{dA^2} \right)^2 - 2\lambda^2 \left(\frac{d^2 n_1}{d\lambda^2} \right)^2 \cdot N_1 \cdot \Delta \cdot C_1 \frac{g}{g+1} + (N_1 \Delta)^2 \cdot C_1^2 \left(\frac{2g}{3g+2} \right) \right]^{1/2}$$

(2.27)

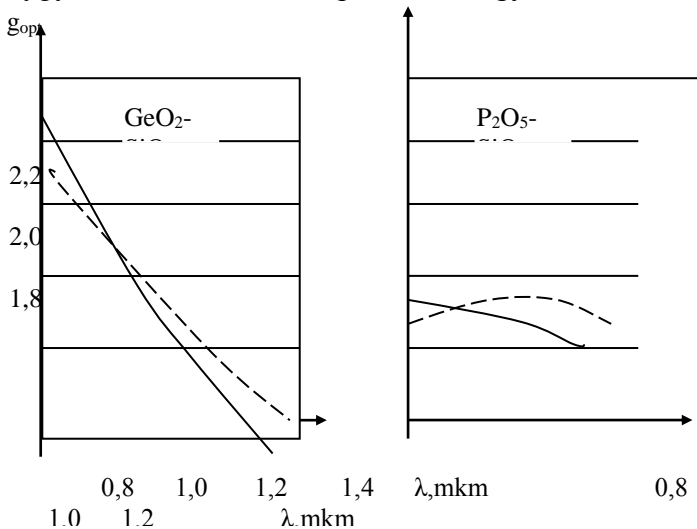
Bu ýerde L -ýagtylyk ākiidjiniň uzynlygy; $C_1=(h-2-\bar{\sigma})/(g+2)$; $C_2 = (3g-2-2\bar{\sigma}) / 2(g+2)$; parametr $\bar{\sigma} = -\frac{2n_1}{N_1} \cdot \frac{\lambda}{N} \cdot \frac{d\Delta}{d\lambda}$ özen we gabow materiallaryň dispersiýasynyň tapawudyny hasaba alýar.

$\bar{\sigma}_{ara}$ ululygynyň minimal bahasy (diýmek $\bar{\sigma}$ -niň hem)

$$g_{opt} = 2 + \bar{\sigma} - \Delta \frac{(4 + \bar{\sigma})(3 + \bar{\sigma})}{5 + 2^{\bar{\sigma}}} \text{ deň bolan ýagdaýynda alynýar.}$$

g_{ont} -nyň optimal bahasy tolkun uzynlygyna bagly bolýar. Sur.2.14-de, g_{opt} -nyň germaniý we fosfor elementleri bilen legirlenen ýagtylykākidijiniň tolkun uzynlygyna baglanyşygy

getirilen. g_{opt} parametriň bahasy tolkun uzynlygynyň $\lambda=0,6\dots1,6$ aralygynda 2-den 10-15% tapawutlanmagy mümkin.



Sur.2.14. g_{opt} parametriň tolkun uzynlygyna baglanyşygy.

g_{ont} bolan ýagdaýynda,

$$\frac{\bar{\sigma}_{ar.}(g_{ont})}{L} = N_1 \frac{1}{c} \frac{\Delta^2}{20\sqrt{3}} \approx 0,14\Delta^2$$

Eger-de adaty $\Delta=0,01$ bolsa, onda

$$\frac{\bar{\sigma}_{ara}(g_{opt})}{L} \approx 0,14 \cdot 10^{-4} mks / km = 0,014 ns / km;$$

birmeňzeş düzümlü ýagtylyk äkidiji üçin bolsa,

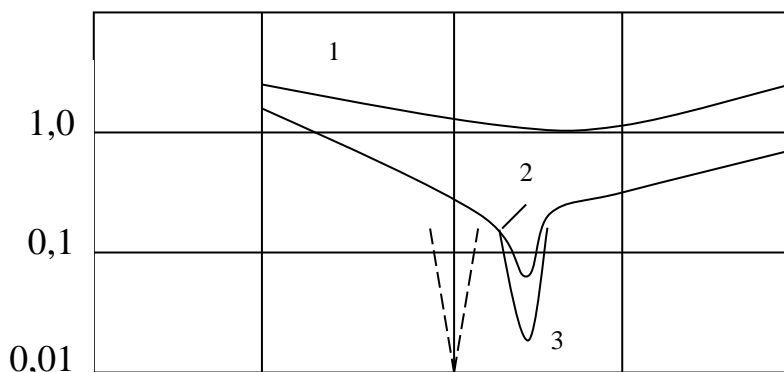
$$\frac{\bar{\sigma}_{ara}}{L} = 14 ns / km. \text{ Ýöne, impulsyň doly süýşmegi } \bar{\sigma} \text{ optimal } g_{opt}-$$

ň bahasynda hasaplanan $\bar{\sigma}_{ara}$ -dan uly bolýar, sebäbi doly süýşmeklikler (dispersiýa) ýene-de $\bar{\sigma}_{iç}$ bilen, ýagny materialyň

tolkunäkidiji dispersiýalar bilen hem kesgitlenilýär. Bularndan başga-da çeşmäniň spektral liniýalarynyň giňligi hem girýär.

Sur.2.15.-de hasaplanyp alynan doly ortakwadrat giňligiň (6) g-funksiýa bolan baglanyşy ýagtylygyň üç çeşmesi üçin getirilen: arsenili galliý esasynda gurulan ýagtylyk diody (1-liniýa $\delta_\lambda=15$ nm), injeksion lazer (2-liniýa, $\delta_\lambda=1,0$ nm) we ters baglanyşykly lazer (3-liniýa, $\delta_\lambda=0,2$ nm) ýagtylykäkidijisi titan goşantly kwars aýnadan bolan hem-de 0,9mkm tolkun uzynlykda aperturasy 0,16 deň bolan çeşmeden ybarat.

Δ/L , ns/km



Sur.2.15. Doly ortakwadrat giňelmegiň (6) funksiýa (g) üç sany dürli ýagtylyk çeşmesi üçin baglanyşygy.

Ştrihli liniýa ýagtylykäkidijiniň nul dispersiýasyny aňladýar. Maglumat ibermegiň mümkin bolan tizlikleri 0,13; 2 we 10 (Gbit.s⁻¹) deňişlilikde deňdirler. Çeşmäniň spektral liniýasynyň kiçi giňligi bolanynda baglanyşygyň $g \approx 2$ -iň ýakynynda birden peselýär (liniýa 2 we 3). Optimal ýagdaýda ýakyn bolanynda δ -nyň giňelmegi az (kiçi) bolýar. Ýöne, döwürmek görkezijisiniň optimal profilini ýasamak kyn bolýar.

Döwürmek görkezijisiniň profil boýunça üýtgemek derejesiniň (g-niň) optimal ýagdaýyndan süýşmesinden başga-

da boýuna (uzynlygyna) hem dielektrik syzyjylygyň (ε -niň) profil boýunça üýtgemegi hem mümkin, basgançakly üýtgemegi we başga görnüşli profil ýoýulmalary iberilýän impulsalaryň giňelmeginiň ulalmagyna eltmegi mümkin. Olar geçiriş zolagynyň giňligini bir derejä çenli kiçeltmegi mümkin. Alynan ýagtylykākidijileriň köpüsinde $BL \leq 1$ ($\text{Gbit} \cdot \text{s}^{-1}$) km şerti bilen häsiýetlendirilýär. Ýokarda getirilen gatnaşyklarda modolaryň arasynda baglanyşyk ýok diýip alypdyk. Eger-de modolaryň arasyndaky baglanyşyk bar bolan ýagdaýynda, $\delta \sim L^\gamma$, bu ýerde γ -nazaryýet boýunça modolaryň arabaglanyşygy, ýagny $\gamma \sim 0,5$ diýip kabul edilýär. Ýöne, durmuşda $0,5 \leq \gamma \leq 1$ aralykda bolýar.

Tablisa 2.4-de dürli ýagtylykākidijiler üçin dispersiýa häsiýetleri getirilen. Getirilen maglumatlardan şeýle netijä gelmek mümkin:

- döwürlemek görkezijileri basgançakly profili bolan ýagtylykākidijilerde köpmodaly režimde işläniňde modoarasyndaky dispersiýa parametri agdyklyk edýär.

- birmodaly basgançakly ýagtylykākidijilerde modoara dispersiýa bolmaýar we umuman dispersiýanyň täsiri az bolýar. Bu ýagdaýda, tolkunākidiji dispersiýa we materialyň dispersiýasy ýüze çykýarlar. Ýöne olaryň absolýut bahalary deňe ýakyn we faza boýunça käbir spektral aralykda ters bolýar.

- gradiýentli ýagtylykākidijide dürli modolaryň ýaýraýyş wagtlarynyň deňleşmekligi bolup geçýär hem-de kesgitleýji görnüşde materialyň dispersiýasy bolyar. Dispersiýanyň absolýut bahasy boýunça $3 \dots 5$ ns/km aralykda üýtgeýär.

Tablisa 2.4.

Dispersiýanyň görnüşi	Dispersiýanyň sebäbi	Basgançakly profil		Gradiýentli profil
		Köpmodal y süýüm	Birmodaly süýüm	
Modo ýa-da toluknäkidiji	Modonyň ýaýramak mydamalygyň ýyglyga bagly	Kiçi baha	Özara kompensasiýa bol magy mümkin.	Kiçi baha
Modoara	Dürli modolar ýaýramaklygyň dürli toparlaýyn tizligi bolýar	20...50ns/km		0,1...0,3ns/km(laser 2...4 ns/km (ýagtylyk äkidiji)
Material	Materialyň döwürlemek görkezijisi ýyglyga bagly	2...5 ns/km		0,1...2 ns/km
Ýyglyk zolagy		Onlarça Megagers	Münlerçe megagers	Ýüzlerçe megagers

Dürli ýagtylyk äkidijileriň häsiýetnamalaryny deňeşdirmek bilen şeýle netijä gelmek mümkin, ýagny olaryň oňat maglumat berýäni birmodaly hem-de gradiýentli ýagtylyk äkidijiler hasaplanýarlar. Dispersiýanyň uly üýtgemegi basgançakly profilli döwürlemek görkezijili köpmodaly ýagtylyk äkidijilerde ýüze çykýar.

Derňemegiň registrleri. Derňemegiň enjam serişdeleri.

Hemişelik we üýtgeýän toguň zynjyrlaryndaky togy ölçemek üçin “öwezindolduryjy usullary” ulanylýar. Belli däl ölçenýän naprýaženiýany belli naprýaženiýa bilen deňleşdirmek üçin şu aşakdaky zatlar hökmandyr:

- Ölçenýän naprýaženiýalaryň san bahalary hökman deň bolmaly;
- Olaryň fazalary özara biri-birine garşy bolmaly;

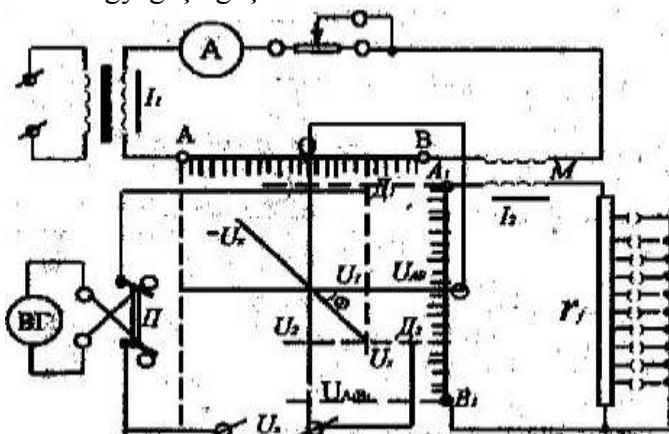
- c) Ýygýlyklar özara deň bolmaly $f_u=f_u$;
- d) Göni çyzyk çyzygyň formasynyň birligi we olaryň üýtgeýşini zygiderliligi we tertipliligi;

Üýtgeýän tokda elektrik täsir ediji nusga ölçeginiň ýoklugy öwezindolduryjy usulyň takyklygyny peseldýär. Üýtgeýän toguň potensiometrleriniň oňat taraplary – ölçeg obýektlerinden goşmaça kuwwat alynmaýar we ölçenýän naprýaženiýalarynyň fazasyny kesgitläp bolýanlydyr. Ölçenýän naprýaženiýanyň öwezini doldurmak usullary boýunça üýtgeýän toguň potensiometrleri şu aşakdaky görnüşde bolup bilerler:

- 1) **Polýar – koordinatly;**
- 2) **Göni burçly – koordinatly.**

Häzirki wagtda ölçeg serişdeleriniň pes bolmagy sebäpli potensiometriň polýar – koordinatly görnüşleri önümçilikde goýberilmeýär, sebäbi, sazlaýşy boýunça öwezindoldurylýan naprýaženiýanyň fazasyny pes takyklykda kesgitlemegindeňdir.

Göniburçly – koordinatly potensiometrleriň işleýiş düzgünlerine gysgaça geçeliň.



SURATI. Göniburçly – koordinatly potensiometriň çyzygydy.

Şu suratda görkezilişi ýaly iki sany iş zynjyrlary boýunça I_1 we I_2 toklar biri-birine $\pi/2$ burça süýşirilen. AB we A_1B_1 – garşylyklary şol toklaryň naprýaženiýa ýitgileri, reahord görnüşinde bejerilen, özem faza boýunça burça süýşirilen; D_1 we D_2 – dwizogyň kömegi bilen U_1 we U_2 -däki naprýaženiýa ýitgileri kesgitlenilýär ýa-da bolsa ölçenýän naprýaženiýanyň öwezi doldurylýär

$U_x = \pm U_1 \pm j U_2$; şu ýerden ölçenýän naprýaženiýanyň moduly;

$$U_x = \sqrt{U_1^2 + U_2^2} ; \text{ faza bolsa } \operatorname{tg} \varphi = \frac{U_2}{U_1}$$

Toklaryň I_1 we I_2 – arasyndaky faza süýşiriliş $\pi/2$ burça deň bolan ýagdaýy her hili usullar bilen kesgitläp bolýar. Şol sebäpli ulanylýan howa transformatory, ýagny öazra induksiýalary sarym M polatsyz sygymdyr. Tok i_1 – şol sygymyň, ýagny M üstünden geçip, magnit toparyny emele getirýär. Şol magnit topary ikinji sarymda elektrik täsir ediji güýji emele getirýär, şol güýç bolsa magnit toparyndan $\pi/2$ burç yza galýar. Döreyän elektrik täsir ediji güýjiň esasynda zynjyrdaky tok I_2 – emele gelýär. Eger şu zynjyrdaky reaktiw garşylygy ujypsyz az edilse, onda tok I_2 – faza boýunça elektrik täsir ediji güýji bilen gabat geler we tok I_1 -den $\pi/2$ burç yza galar. Aktiw garşylyklardaky toklar I_1 we I_2 – tarapyndan U_1 we U_2 -däki emele galýan naprýaženiýa ýitgileri hem biri-birine tarap şonça burça süýşiriler.

Hemişelik toguň öwezindolduryjy enjamlary – bu görnüşli enjamlar yokary takyklykda, az mukdardaky toklary we naprýaženiýalary ölçemek, häzirki zaman radioelektronika, mass – spektroskopii, biologiýa we ş.m. ylmylarynda we tehnikalarynda uly orny eýeleýär. Şonuň üçin bu enjamlary hil we tehniki taýdan gowulandyrmaga uly üns berilýär. Hemişelik toguň öwezindolduryjylary, olardaky naprýaženiýa baglylykda, elektron we galwanometr görnüşli bolup bilýärler.

Elektron görnüşli öwezidolduryjy - hemişelik toguň girşdäki modulýasiýa we çykyşdaky demodulýasiýaly öwezidolduryjy özgerdijilerindäki ýalňyşluklary, naprýaženiýany iýmitlendiriji zynjyryň üsti bilen geçýän döretmekdir. Şu döretmäni sazlamak üçin, naprýaženiýany iýmitlendirýän başga bir güýçlendiriji bilen modulýatoryň dolandyryjy sarymyna berilýän U_y – naprýaženiýanyň arasynda gfaza süýşmesini döretmekden ybaratdyr. Bu faza süýşmegi, ΦP faza sazlaýan awtomatiki gurulma arkaly dreýf sazlanynça, ýagny $I_{\text{çк}}$ – nula deň bolýança, haçanda $E=0$ bolýança dowam edýär.

Üýtgeýän toguň öwezidolduryjy enjamlary – deňagramlaşdyrylýan parametrleriň esasynda laýyklykda üýtgeýän toguň öwezidolduryjylaryny şu aşakdakylara bölmek bolar:

- 1) Bir parametr boýunça deňleşdirýän enjamlar (deňagramlaşdyryýan) (öwezidolduryjy milli woltmetrler, orta we täsir edýän ululyklary ölçeýän ölçeg enjamlary we ş.m);
- 2) İki parametr boýunça deňleşdirýän (deňagramlaşdyryýan) enjamlar (öwezidolduryjy wektomer woltmetrleri – naprýaženiýanyň wektorynyň proyeksiýasyny ölçeýän enjam);

Bir parametr boýunça deňleşdirýän öwezidolduryjy enjamlar olaryň işleýiş usullaryny, häsiýetnamalaryny şu aşakdakylar bilen düşündirmek mümkindir:

- a) Orta ululykly elekteon woltmetrleri üýtgeýän toguň iň ýokary duýgurly enjamlarymyň biridir. Naprýaženiýanyň çylşyrymly görnüşlerini orta ululykly enjamlar arkaly ölçenilen wagty uly ýalňyşlyklar emele gelýär.

$$\delta_{\varphi} = \left(\frac{k_{\varphi}}{k_{\varphi 0}} \right) * 100,$$

Bu ýerde, $k_{\varphi 0}$ -naprýaženiýanyň koeffisienti;

k_{φ} -ölçenýän naprýaženiýanyň görnüş koeffisienti.

b) Haçanda amplitudaly woltmetrler bilen naprýaženiýanyň çylşyrymly görnüşlei ölçenen wagty döreýän ýalňyşlyklar. Ol ýalňyşlyklar:

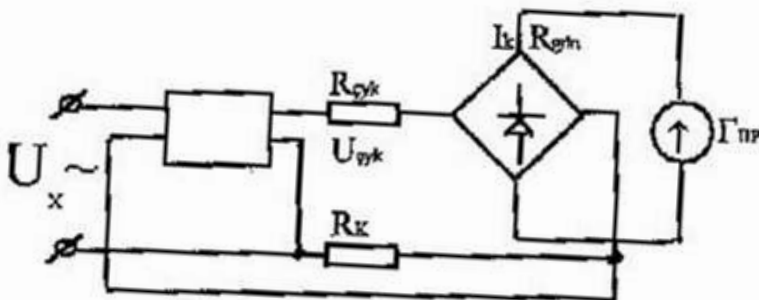
$$\delta_a = \left(\frac{k_a}{k_{a1}} - 1 \right) * 100$$

Bu ýerde: k_{a0} -naprýaženiýanyň amplitudasynyň koeffisienti;

k_a -ölçenýän naprýaženiýanyň görnüş koeffisienti.

w) Sinusoidal naprýaženiýa üçin:

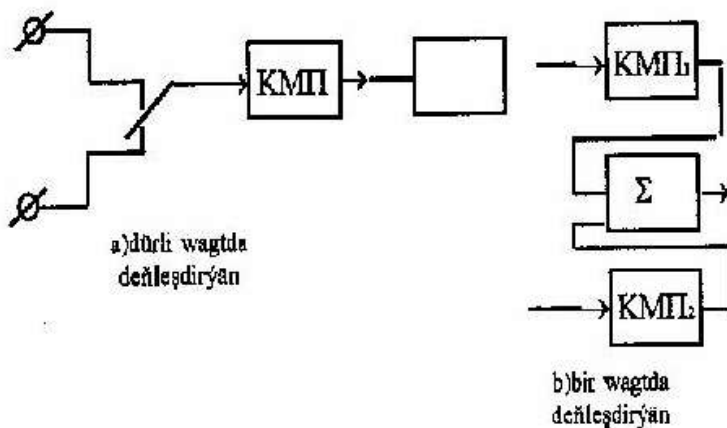
$$k_{a0} = \frac{U_m}{U_A} = \sqrt{2}$$



Surat2. Orta ululykly naprýaženiýalary ölçemek üçin ulanylýan üýtgeýän toguň öwezindolduryjy enja,alrynyň çatgysy.

İki parametr boýunça deňleşdirýän öwezindolduryjy enjamlar - iki parametr boýunça deňleşdirýän öwezini dolduryjy enjamlar üýtgeýän toguň naprýaženiýasyny we kompleks garşylyklary ölçemek üçin ulanylýar. Bu görnüşli enjamlara wektorli öwezindolduryjy milliowoltmetiri almak bolar. Meselem, ýerasty baýlyklaryny elektrik usuly bilen gözleg geçirilende iň ujypsyz görnüşde üýtgeýän

naprýaženiýanyň wektor ululygyny (garmonik) kesgitlemek gerek bolýar, şonuň üçin wektomerli göniburçly – koordinatly öwezindolduryjy milliwoльтmetrleriň täze görnüşli oýlanyp tapyldy. Bu enjam sinhron – faza filtrinden (arassalaýjydan) iki çykyş enjamyndan we jemleýji S (sumator) ybaratdyr. Sinhron – faza filtri iki sany dolandyrylýan göneldiji çyzygysy YBC1 we YBC2, naprýaženiýalar U_{1y} we U_{1y} – arkaly dolandyrylýan iki modulýator MD1 we MD2-den ybaratdyr bolup çykyş esbaplarynyň üsti bilen kompleksleýin ölçenýän U_x we U_y – naprýaženiýalary ölçäýär we derňeýär.



Surat3. Wektomer öwezindolduryjy milliwoльтmetriniň struktura çatgysy.

SSM-i ulgamy dolandyrys režimi.

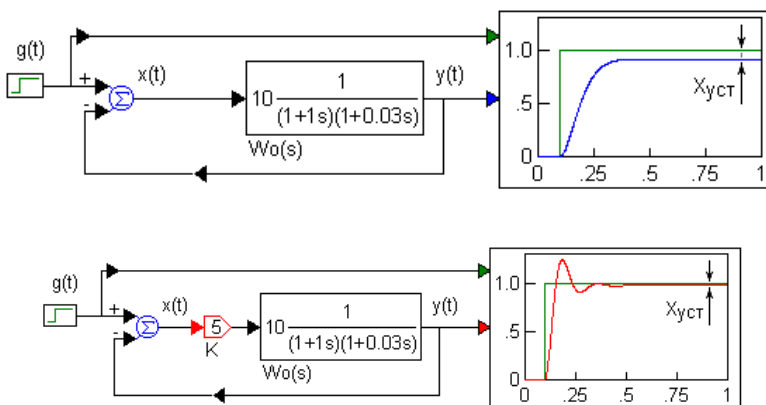
SSM-niň takyklygyny ýokarlandyrmak meselesi onuň strukturasyna üýtgeşmeler girizmegi talap edrýär. Kontura goşmaça düwünleriň girizilmegi ýa-da käbir düwünleriň çalşylmagy mümkindir.

ASS-niň takyklygyny ýokarlandyrmagyň umumy usullary aşakdakylar ýaly kesgitleňýär:

1. Açyk – ýazdyrylan zynjyryň K güýçlenme koeffisiýentiniň ulaldylmasy.
2. Astatizm derejesiniň r ýokarlandyrylmasy.
3. Önümboýunça sazlamagyň girizilmegi.
4. Kombinirlenen dolandyryşyň ulanylmagy
5. Birnäçe ters (yzyna gaýdýan) baglanyşyklaryň ulanylmagy
6. Girişde ýa-da çykyşda masştabirleýji burluşlaryň ulanylmagy

Güýçlenme koeffisiýentiniň ulaldylmagy arkaly ASS-niň takyklygyny ýokarlandyrmak

Iki sany aperiodik zwenodan (düzünden) duran II derejeli sistemanyň takyklygyny ýokarlandyrmak meselesine seredeliň



Sistemanyň ýalňyşlygy -:

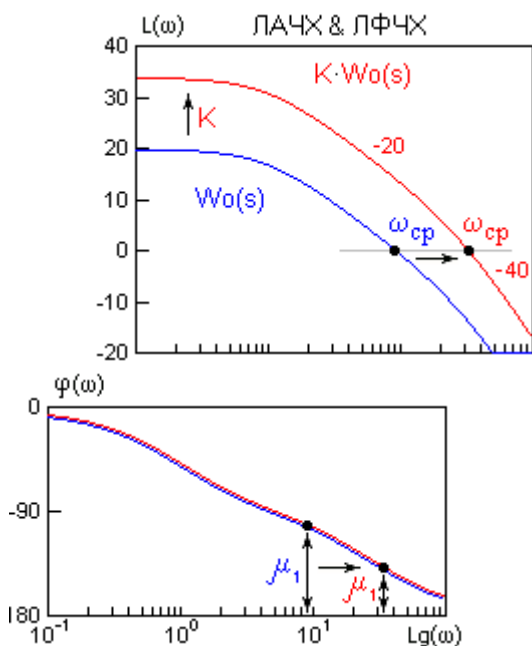
$$X(s) = \Phi_x(s) \cdot G(s) = \frac{1}{1 + K \cdot W_0(s)} \cdot G(s)$$

K näçe uly bolsa şonça-da kiçidir.
Şeýlelikde ýalňyşlygyň birinji koeffisiýentleri toldan

tapawutlanarlar, ýöne, K näçe uly bolsa olar hem şonça kiçidirler:

$$c_0 = \frac{1}{1+K}; \quad \frac{c_1}{1!} = \frac{\dots}{(1+K)^2}; \quad \frac{c_2}{2!} = \frac{\dots}{(1+K)^3}; \quad \dots$$

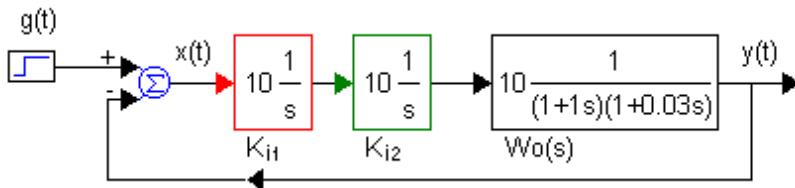
Ýagny K –nyň san bahasynyň köpeldilmegi hemme tipli režimlerdeki ýalňyşlyklaryň kiçelmegine getirýär.



Bu usul netijelidir we giňden ulanylýar. Şeýle-de bolsa K –nyň san bahasynyň köpeldilmegi durnuklylyk ätiýajynyň kiçelmegine getirýär. (LAÝH we LFÝH seret surat).

ASS-niň takyklygyny ýokarlandyrmak.

Astatizm derejesiniň r ýokarlandyrylmasy hereketiň tipli režimlerinde durnuklaşan ýalňyşlyklary aýyrmak üçin ulanylýar.



Integrirleýjy ýa-da izodrom zwenolary girizmek arkaly sistemanyň birinji ýalňyşlyk koeffisiýantlerini nola düşürmäge ymtylýarlar:

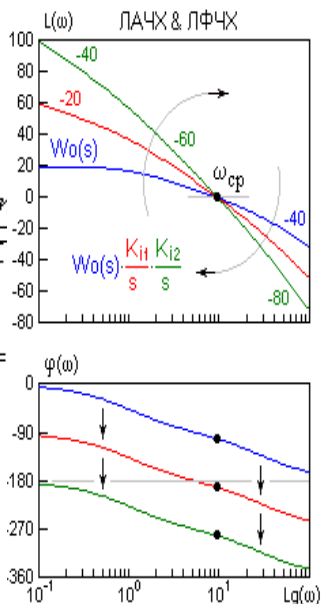
$$c_0 = 0; \quad \frac{c_1}{1!} = \frac{1}{K_v}; \quad \frac{c_2}{2!} = \frac{COR}{K}$$

ýa-da

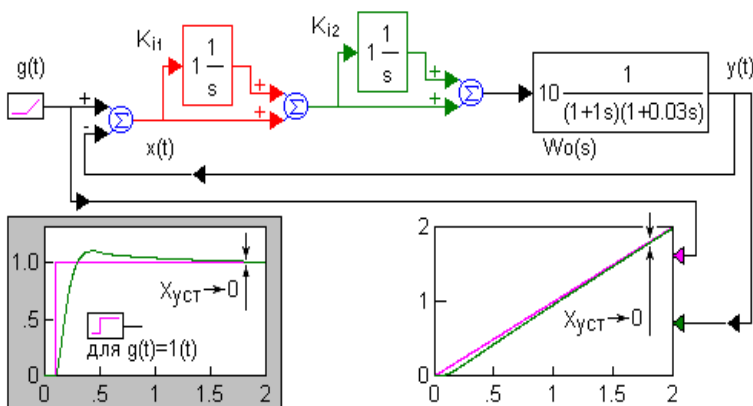
$$c_0 = 0; \quad \frac{c_1}{1!} = 0; \quad \frac{c_2}{2!} = \frac{1}{K_g}; \quad \frac{c_3}{3!} =$$

bu ýerde: $K_v = K_i K$; $K_g = K_{i1} K_{i2} K$.

Güýçlenme koeffisiýentiniň islendik bahasynda hem durnukly sistemany alyp bolmaýan ýagdaýda, iki sany integratoryň yzygider birikdirilmegi, struktur durnuksyzlygyň ýüze çykmagyna getirýär.

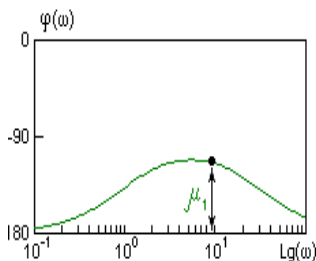
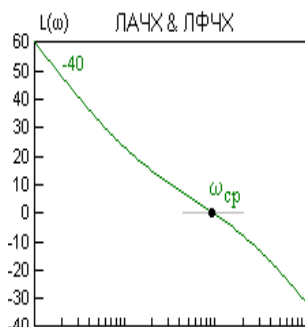


$$W_{PI}(s) = 1 + \frac{K_1}{s} = \frac{K_1(1 + 1/K_1 \cdot s)}{s} = \frac{K_1(1 + T_1 s)}{s}$$



ЛАҲН we LFҲН боýунча
изодром зwenоларыň wagт hemишелigini
 T_i uly bahaly almalydyr. Sebäbi indiki
girizilýän faza süýşmesi \square_{cp} kesme
ýygylygynda göze görnүp duran
bolmazlygy we sistemanyň
drnuklylygyna täsir etmezligi üçindir.

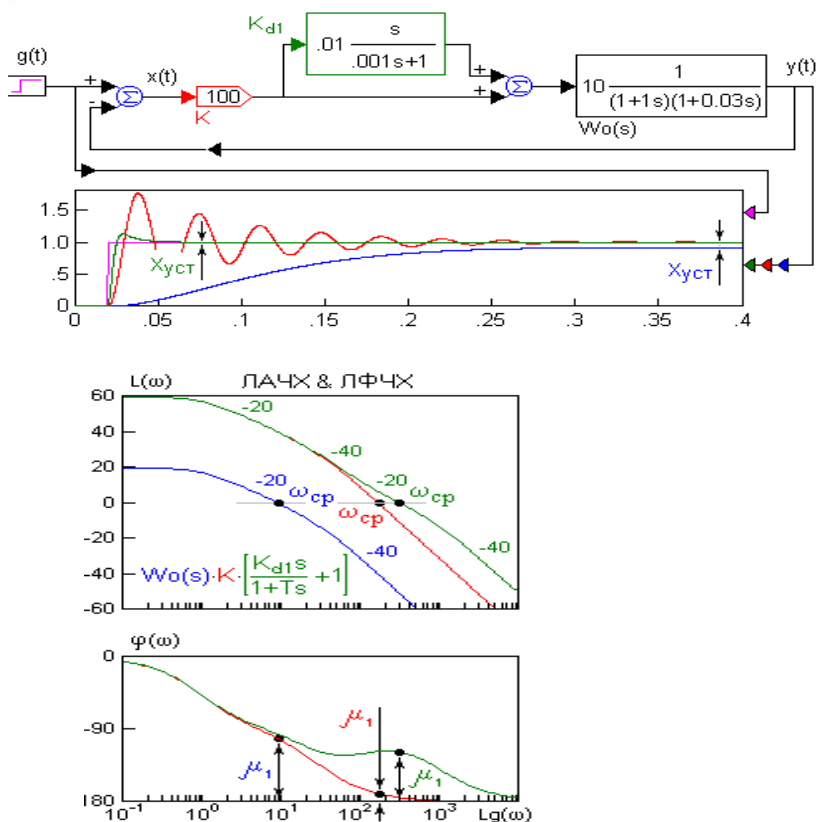
Izodrom zwenоларыň wagт
hemишелiginiň T_i sistemada iň uly
bolany üçin, oalr bilen kesgitlenýän
düzүjiler geçiş prosesde has haýal
öçýärler, şeýlelik bilen hem
sistemanyň dinamiki häsiýetlerini
ýaramazlaşdyrýarlar. Bu nola
deňlenmedik ýalňyşlyk koeffisiýentleri
boýунча hem görнүр. Izodreom
gurluşda güýçlenmek käeffisiýenti
 $K_i=1/T_i$ adатча noldan kiçidir.



Sistemanyň takyklygyny ýokarlandyrmak.

Ýalňyşlykdan önüm (proizvodny) almak arkaly sazlamak aşadakylara baglylykda sistemanyň takyklygyny ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär:

1. Sistema diňe bir ýalňyşlygyň bardygyny duýmak bilen çäklenmän, onuň üýtgeме ugruny hem duýar.
2. Faza boýunça durnuklylyk ätiýajy ulanýar, şonuň üçin umumy güýçlenmek koeffisiýantini ulaltmak bolar.



Sistemanyň geçiriji funksiýalaryny $\Phi_x(s)$ ýalňyşlyk boýunça hatara düzüp, ýalňyşlyklar üçin gatnaşyk alarys:

$$c_0 = \frac{1}{1+K}; \quad \frac{c_1}{1!} = \frac{\text{const}}{(1+K)^2} - \frac{T_d}{(1+K)^2} + \dots;$$

$$\frac{c_2}{2!} = \frac{\text{const}}{(1+K)^3} - \frac{T_d \cdot \text{const}}{(1+K)^3} + \dots - \dots; \quad \dots$$

Berlen koeffisiýentler bilen alnanlary deňeşdirip, c_0 –dan galanlarynyň hemmesiniň kiçelýändigini görüp bolýar. T_d –niň bahasynyň laýyk saýlanmagy arkaly ýokarky koeffisiýentleriň (c_1 , ýa-da $c_2 \dots$) birini nola öwürüp bolar.

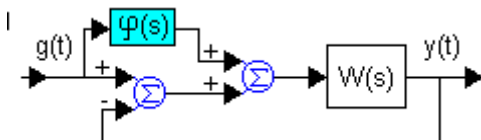
Yzygider birikdirilen iki proporsional-differensial elementler ýokarky koeffisiýentleriň ikisini nola öwürmäge mümkinçilik berýär.

Kombinirlenen dolandyryşyň ulanylmagy bilen sistemanyň takyklygyny ýokarlandyrmak

Eger-de sistemanyň ýalňyşlygy başky şertler bilen kesgitlenýän geçiş prosessiniň gutarmagyna bagly bolmasa ASS başdaky berlen täsire ýa-da taşky täsire invariantdyr.

1) Sazlaýjynyň girişinde kombinirlenen dolandyryşyň ulanylmagy bilen başdaky berlen täsire bagly bolan ýalňyşlygyň peseldilişi

Hyýaly ýagdaýda Summatorlaryň ýerini çalşalyň, onda, bu struktur shema üçin:



$$Y(s) = [1 + \varphi(s)] \cdot \Phi(s) \cdot G(s) = \frac{[1 + \varphi(s)] \cdot W(s)}{1 + W(s)} \cdot G(s) = \Phi_{\text{зк}}(s) \cdot G(s)$$

Wirtual proressoryň 8086(V86) režimi.

Eger-de wirtual proressoryň 8086(V86) režimi diňe ýönekeý gurallaryň kömegi bilen gutarnykly ýa-da uzak möhletleýin sazlanyp bolýan radioelementi programmirläp bolýan hasaplasak. Onda çyndanam programmirlenýän ada ýatda saklaýan gurallaryň maşgalasyndan birnäçesi mynasyp bolýarlar.

Ýönekeý statiki ýa-da dinamiki operatiw ýatda saklaýan gurallar (OÝSG) ol hatara salynmaly däldir, sebäbi energiýa öçürilende olar özünde saklaýan maglumatlaryny ýitirýärler.

Energiýa elementi oturdylan OÝSG we ESPHYSG serhetdeş ýagdaý hökmünde seredilip bilner bir tarapdana energiýa öçürilen ýagdaýynda olar ýazylan maglumatlary birnäçe ýylyň dowamynda özünde saklaýarlar. Beýleki tarapdan hemişe ýönekeý OÝSG ýaly täze ýazgy etmäge mümkinçilik bar. Şeýlelik bilen olaryň mazmuny bekligine ynam ýok, sebäbi olaryň mazmuny üýtgemegi ähtimal.

Maskaly HÝSG zawodyň içinde ýaşalyş prosesinde maglumatlar ýazylýar we ulanyjynyň tarapyndan üýtgedip bolanok. Şonuň üçin olary zakaz edilýän mikroshemalaryň kategoriýasyna degişlidir.

PHYSG ýa-da HÝSG olar tersine özgermeýän içki ergin germewleň bozulmagynyň hasabyna programmirlenýärler. Olaryň esasy üstünlikleri ýazylan maglumatyň ygtybarlylygy. Germewleri eretmek üçin köp mukdarda energiýa sarp edilýär, emma soň germewleri dikeltmek mümkin däl.

SPHYSG bolup HÝSG durýar, ulanyjy tarapyndan programmirlenýär we ýönekeý ultrafiolet şöhlelendirme bilen bozylýar. Egerde mikroshemalar keramiki korpusynda kwars aýna penjireli ýasalyp çykarylýan bolsa (kwars ultrafiolet şöhleleri geçirýär) şonda olar birnäçe ýüzler gezek programmirlenýärler.

Şonuň ýaly mikroshemalaryň kristallary UF şöhlelerini geçirmeýän gaplarda ýeşleşdirilse olardaky maglumat bozulyp

bilenok, we olary BGP diýip atlandyryrlar (bir gezek programmirlenýän). Olaryň bahasy PHÝSG bahalary bilen deň gelýar, ýöne SPHÝSG energiýany az mukdarda harç edýar. Olaryň maglumatnam bozma ýeňil, şonuň üçin zawodlarda korpusa salmazdan öň olary testirleýärler.

Bu ýerde saklanylan maglumat PHÝSG deňände beýle durnukly däl. Bu mikroshemalar wagtyň geçmegi bilen, temperaturanyň galmagyň we beýleki sebäpleriň täsirine görä saklaýan maglumatyny ýitirýar. Ýönekeý şertlerde olar on ýyl işläp biler diýip hasaplaýarlar.



HÝSG mikroschemalaryň esasy bellikleri.

Statiki ýatda saklaýan gurallarda SPHÝSG adaty standarty “Bytewise” (bir baýtly, uzynlygy bir baýt). Bu standart köp sanda bolan dürli statiki ýatda saklaýan gurallaryň belliklerine niýetlenen, sekiz razryad söze gurulan we indikilere degişli bolup durýar: OÝSG, HÝSG, PHÝSG, ESPHÝSG, SPHÝSG, fleş we ş.m.

Bu standart käbir çäklendirmeler bilen dürli maşgalalaryň “Bytewise” standartynyň ýatda saklaýyş guralynyň şo bir

panelinde dürli etaplarda ulanmaga mümkinçilik berýar, dürli görümine garamazdan, bu bolsa tejribede örän peýdaly bolup durýar.

DIP korpusynda ýasalan 24 çykyjylary bolan, UF_SPHÝSG giňden ýaýran bellikleri birleşdirýän 1.1 tabl. görkezilen.

Тип	Кбит	Кб	Адресные линии	N = число адресных линий	2 ^N
2716	16	2	A0 – A10	11	2048
2732	32	4	A0 – A11	12	4096
2764	64	8	A0 – A12	13	8192
27128	128	16	A0 – A13	14	16384
27256	256	32	A0 – A14	15	32768
27512	512	64	A0 – A15	16	65536

tabl. 1.1 Käbir SPHÝSG-laryň arhitekturasy

Umumy “çykyjylaryň” we Vcc (tok üpjünçiligiň +5W) dürli modellerde şol bir erdedidigi mese mälim görnüp dur. Gürrüň korpusyň ýüzünde ýerleşýän 12 we 24 çykyjylar hakda barýar.

Sekiz sany maglumat liniýalary (DO-D7) öz standart ýerlerini eýeleýärler bular: 9-11 we 13-17 çykyjylar. Şolaň kömegi bilen garşydaş taraplaýyn maglumatlaryň alyş-çalyşy geçirilýär, bir wagtyň özünde sekiz liniýadan maglumat programmirlenýär ýa-da okalýar.

Dürli mikroshemalarda ýatda saklaýyş guralyň huş görümine görä adres liniýalaryň sany üýtgäp durýar. Nädip “N” adres liniýalaryň kömegi bilen 2^N adresy tapylyşy (sur 1.1 we 1.2) görkezilýär.

Sifrli tehnikada düzgüne laýykda “2” sanyň derejeleri ulanylýar. Bu derejä laýyklykda “kilo” 1000 san dälde 1024 sany aňladýar (1024 – 2 sanyň onunjy drejesidir).

Şonuň üçin 16 kilobitli 2716 görnüşli ýatda saklaýan gural 2 Kb ybarat ýa-da 2048x8 bit aýdanda – 16384 bit.

Her gezek ýatda saklaýan guralyň göwrümi iki esse köpелende ýene-de bir adres liniýasy goşulýar. Bytewide standartyň ulanylmagynyň manysy bu dürli göwrümlü mikroshemalaryň çykyjlaryň bellemeleriň birmeňzeşligine eltýär. Goşmaça adres liniýasyna öň ulanylmadyk çykyjy goýberilýär. Başga ýagdaýda bolsa öňden ulanylýan liniýalaryň biri boşadylýar, şeýlelikde iki funksiýa bir çykyjyda birleşýär. 2716 görnüşlerde iki dürli çykyjylar ulanylýar we programmirlämä gerek bolan elektrik energiýasyny V_{pp} , şeýlede hem okamaga rugsat berýän OE signaly. Ýöne bu iki signal bir liniýadanam gowy geçip biler. V_{pp} tok energiýasy diňe programmirlämede gerek bolýar. OE signaly diňe maglumaty okamaga gerek.

2716	2732 27C32	27C16	DIP 24 выв.	27C16	2732 27C32	2716
A7	A7	A7	C1 24	V_{CC}	V_{CC}	V_{CC}
A6	A6	A6	C2 23	A8	A8	A8
A5	A5	A5	C3 22	A9	A9	A9
A4	A4	A4	C4 21	V_{pp}	A11	V_{pp}
A3	A3	A3	C5 20	OE	OE / V_{pp}	OE
A2	A2	A2	C6 19	A10	A10	A10
A1	A1	A1	C7 18	OE / PGM	OE	OE / PGM
A0	A0	A0	C8 17	D7	D7	D7
D0	D0	D0	C9 16	D6	D6	D6
D1	D1	D1	C10 15	D5	D5	D5
D2	D2	D2	C11 14	D4	D4	D4
			C12 13	D3	D3	D3

sur. 1.1 UF SPHYSG 24 çykyşly bellikleri

Şeýlelik bilen 2732 mikroshemalarda 20-nji çykyjyda V_{pp} we OE signallar kombinirlenýär. 21-nji çykyjy goşmaça A11 adres liniýasy üçin boşaýar.

Surat 1.3-de şol prinsipleriň 4 Kb-dan uly bolan mikroshemalarda 28 çykyjyly korpussy ulanmagyň kömegi

bilen saklanýar. Şol usul bilen 27512 mikroshemalarda 64 Kb huş göwrümüne ýetip bolar. “Bytewide” standartynam doly goldaýar. Gowy akyl berip ýasalan (programmator ýa-da başga işlenip bejerilýän gural) SPHÝSG her hili göwrümleri ulanmak mümkindir. Çykgynsyz ýagdaýda öňde göz öňüne tutulan käbir ýazdyrgyçlary üýtgemeli bolar. 1990-njy ýyllarda iň giňden ýaýran SPHÝSG görnüşi 2764 mikroshemady we onuň rus analogy КМОП 27С64 görnüşi. Rus КМОП mikroshemasy beýlekilere garaňda näçe esse arzandy we dört esse huşunyň göwrümi ulydy. Alty ýa-da ýedi ýyl mundan ozal bolsa iň ykdysady taýdan peýdaly we alynýan mikroshema bu 2716 modelidi.

27512 27С512	27256 27С256	27128 27С128	2764 27С64	DIP 24 выв.	2764 27С64	27128 27С128	27256 27С256	27512 27С512
A15	Vpp	Vpp	Vpp	1	28	Vcc	Vcc	Vcc
A12	A12	A12	A12	2	27	PGM	PGM	A14
A7	A7	A7	A7	3	26	N.C.	A13	A13
A6	A6	A6	A6	4	25	A8	A8	A8
A5	A5	A5	A5	5	24	A9	A9	A9
A4	A4	A4	A4	6	23	A11	A11	A11
A3	A3	A3	A3	7	22	OE	OE	OE/Vpp
A2	A2	A2	A2	8	21	A10	A10	A10
A1	A1	A1	A1	9	20	CE	CE	CE
A0	A0	A0	A0	10	19	D7	D7	D7
D0	D0	D0	D0	11	18	D6	D6	D6
D1	D1	D1	D1	12	17	D5	D5	D5
D2	D2	D2	D2	13	16	D4	D4	D4
				14	15	D3	D3	D3

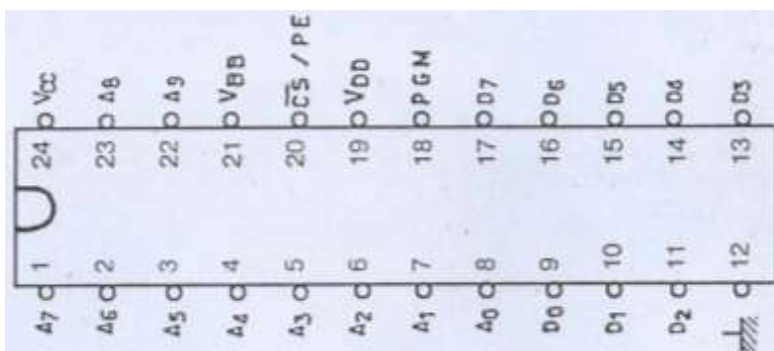
sur. 1.2 SPHÝSG-laryň 28 çykyşly korpusda esasy görnüşleriniň bellikleri.

Şu gün 28 sany çykyjyly çipler 24 sany çykyjyly çipleri biziň durmuşymyzdan gysyp çykarýarlar. Uly göwrümlü 27C64 mikroshema dört esse az maglumaty ýazmaga hiç bir zat päsgel berenok. Onuň üçin gerek bolmadyk aşaky iki adres liniýalaryna (A11 we A12) kiçi derejä goýmak ýeterlidir.

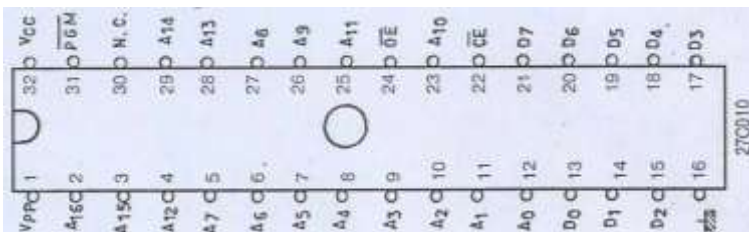
Elbetde huşy kiçi göwrümlü SPHYSG bar. Indi birnäçe megabaýt göwrümlü SPHYSG duş gelýärler. Şeýlede bolsa köp zatlary 27C256 we 27C512 mikroshemalarda eýýam edip bolar. Sebäbi olar şu wagt satlykda bolan SPHYSG içinde iň elýeterlisidir.

Surat 1.3-de irki döwür çykan 2708 (1Kb) mikroshemalaryň esasy bellikleri görkezilen. Ol döwür ýasalan mikroshemalardan maglumaty okamaga çykarjak bolsak goşmaça 5 woltdan uly bolan elektroenergiýany talap edýärler.

Nähili usul bilen 27C010 mikroshemalarda 1Mbite çenli huşuň göwrümünü köpeldýändigini 1.4 sur görkezilen. Huşuň göwrümünü goşmaça dört sany çykyjlaryň hasabyna uladylýar. Ol 32 sany çykyjyly DIP gabyndaýerleşýärler. Ýokarda agzalyp geçilen zatlara garamazdan ol mikroshema doly “Bytewide” standartyň modellerine gabat gelýär.



sur. 1.3 2708 (1Kb) mikroshemanyň bellikleri

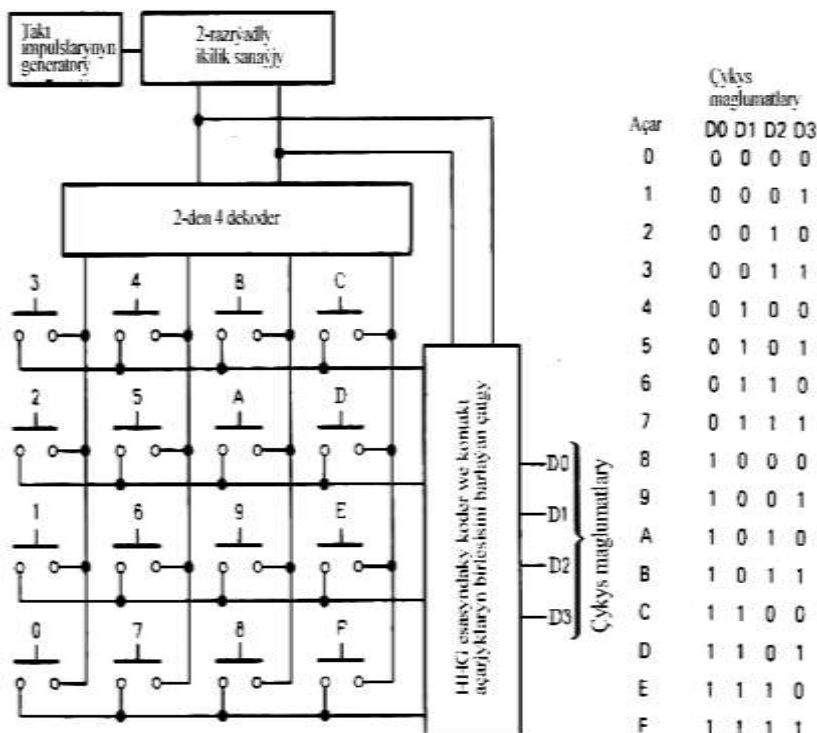


sur. 1.4 27C 010 (1Mbit) mikroshemanyň bellikleri

Adaty we gorag režimiň esasy aýratynlyklary.

Adaty we gorag režimiň esasy aýratynlyklarynda klawisli (düwmeli) gurluslaryn 3 görnüsi bolýar:

1. Sanlary girizmek üçin niýetlenen (adatça elektron kalkulýator seýle klawisli gurluslar bilen üpjün edilýär).



1-nji surat. 16-lyk san ulgamyndaky sanlary ýazyp bolýan klaviaturanyň çyzgysy.

2. Sanlary, harplary, simwollary (belgileri) girizmek üçin niýetlenen (Olar personal kompýuterlerde bolýar we 101-102. . . düwmeleri bolýar).

3. Ýöriteleşdirilen klaviatura (tehnologiki klaviatura). Dürli görnüşli ulgamlaryň taslamagyň amaly işlerinde şeýle klaviaturany peýdalanmak zerurlygy ýakyndan ýüze çykýar. Mysal üçin howany sowatmagyň dolandyryş ulgamynda **“Sowadyjy işe girizilen, howa çalşygy, ýyladyş sorujylary öçürilen”** we ş. m. ýazgylý düwmeler ulanylýar.

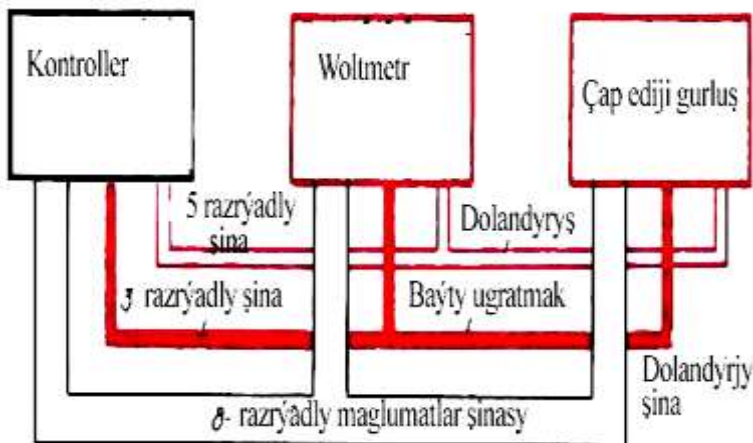
MP-in beýleki gurluslar bilen aragatnasygyny döretmek üçin interfeýs sinalary we periferiýa gurluslary ulanylýar. MP-in beýleki gurluslar bilen aragatnasygy (maglumat almak, maglumat ugratmak) ýokary tizlikde geçýär.

Analogiki hasaplaýyş gurallarda parallel interfeýs.

MP-ryn dürli görnüşli gurluslar bilen aragatnasygyny üpjün etmekde interfeýsin 2 görnüşü ulanylýar.

1. Parallel interfeýs
2. Yzygider interfeýs

Parallel interfeýs ulanylýan wagtynda 8 razryadly MP her bir maglumat alys-çalys operasiýasy wagtynda 8 bit maglumat geçirýär. Maglumatlary parallel interfeýs bilen girizmekligin tizligi yzygider interfeýsi ulananyndan çalt bolýar. Seýle-de bolsa maglumatlary parallel interfeýs bilen ibermekligin uzaklygy berlen çäkten köp bolsa yzygider interfeýs ulanylýar.



2-nji surat. MP bilen maglumatlar sinasynyn arasynda 8 bit maglumat söz görnüşinde maglumat alys-çalysygyny üpjün edýän parallel giris-çykysly interfeýs gurlusy.

Maglumatlaryn giris-çykysyny üpjün edýän seýle shemalar mikroschemalarda ýa-da ýörite uly integral shemalarda döredilýär. Adaty ýagdaýda birnäçe parallel portlar MP ulgamyn 1 kristalynda ýerlesdirilýär.

MP- bilen elektron dernew-ölçeg enjamlarynyn arasynda maglumatlaryn parallel geçirmegin standarty islenildi. Bu

standartyn esasynda IEEE-488 atly maglumatlar sinasy döredildi. Hewlett-Paskard firmanyn bu döreden sinasy we IEEE 488 standart ginden ýaýrady. Bu sina dürli görnüsli enjamlar: kontrollerler, maglumaty görkezýän enjamlar, islän wagty maglumaty kabul edýän we iberyän enjamlar çatylyp biliner. Bu sina çatylan her bir gurlusa belli bir adres berilýär.

1-nji surat-da MP kontroller bolup hyzmat edýär. MP san dolandyrysly woltmetrin ýerine ýetirmeli funksiýasyny we ölçeg diapozonyny (araçägini) kesgitleýär. Bundan basga-da MP woltmetrin haçan maglumaty sina bermelidigini kesgitleýär. Edil çap ediji gurlus ýaly MP maglumatlary kabul hem edýär. MP islenip taýynlanmadyk ölçeg maglumatlaryny isläp, täzedan olary çap ediji gurlusa ugradýär.

IEEE-488 sina boýunça maglumatlary geçirmegin tizligi 1 Mbaýt/s - dan ýokary geçýär. Ýöne sol tizlik sina dakylýan gurluslaryn tizligine baglydyr.

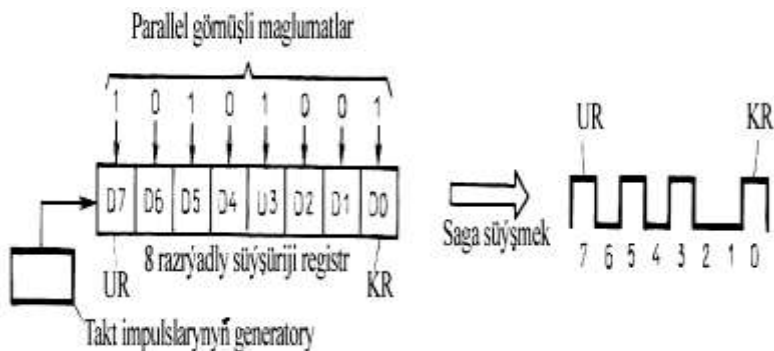
V86 režime giriş.V86 režimden çykyş.

V86 režime giriş maglumatlary yzygider geçiriji liniýalaryn üsti bilen baglydyr. Eger parallel interfeýs üçin maglumatlary ibermegin uzynlygy 1-2 metr bolsa yzygider interfeýsin kömegi bilen maglumaty ýüzlerçe metr aralyga ugradyp bolýar.

Parallel interfeýsin uzynlygy uzaldylanda onun sygymy artýar, seýlelikde maglumaty geçirmegin tizligi kemelýär. Maglumatlary parallel goýbermegin uzynlygyny ýörite özgerdijilerin kömegi bilen we tizligi peseltmek bilen 10-20 metre ýetirip bolýar.

Maglumatlary parallel formadan yzygider forma özgertmek kyn däl. Özgerdisi geçirmek üçin maglumatlar “süýsüriji” registre ýüklenilýär. Süýsüriji registrin içindäki maglumat takt impuls gelende 1 razryad süýsýär, seýlelikde bu registrin çykysynda maglumatlar yzygider formada bolýar.

Süysürji registrin çykysyndan ilki in kiçi bit çykýar. Bu yzygiderlik su suratda grkezilendir.



1-nji surat. Maglumatlaryn yzygider görnüsde ugradylysy.

Yzygider görnüsde gelen maglumatlary parallel görnüsde MP-e bermeli bolýany üçin ýokarda aýdanmyzy tersine ýerine ýetirmeli bolýar. Bu isi ýerine ýetirýän gurlusa, ýagny parallel formaly maglumaty yzygidere özgedýän we tersine özgerdýän gurlusa uniwersal asinhron kabul ediji-iberiji (UAKI) diýilýär. Beýle gurlus UIS(uly integral shema) görnüsinde döredilýär. UAKI maglumatlary bir formadan basga forma özgertmekden basga-da barlag we dolandyrys funksiýalaryny hem ýerine ýetirýär.

UAKI her iberilýän maglumat-söze 2 bit, baslatma (start) biti we gutarma (stop) biti gosýar. Seýlelikde 8 biti maglumaty geçirmek üçin 10 bit ugratmaly bolýar. Bu bitler bir maglumat sözün baslangyjyny we sonuny görkezýär. Start bitin logiki 0, stop bitin logiki 1 bahasy bolýar. Maglumatyn geçiriliş tizligi bod-larda ölçenilýär.

	7	6	5	4	3	2	1	0	
--	---	---	---	---	---	---	---	---	--

1-nji surat. Start we stop bitli 8 bitlik söz.

Kompýuter bilen adamyn arasynda baglansyk döretmek üçin terminallar ulanylýar. Terminal bilen kompýuterin arasyndaky baglansygy döretmek üçin asinhron kabul edijiler-iberijiler ulanylýar.

Adama kompýutere maglumat ibermek harp-san simwollaryn kömegi bilen ansat bolýar. Bu isi ýerine ýetirmek üçin simwollaryn ýoritelesdirilen kody ASCII kodlamakda her bir simwol 7 bitin kömegi bilen ýazylýar.

$2*2*2*2*2*2*2=128$ bolany üçin bu kodlanmanyň kömegi bilen 128 sany dürli kod ýazyp bolýar.

Maglumatlar geçirilende 8 bitin maglumatyn 8-nji biti hemiselik baha (logiki 0 ýa-da 1) ýa-da käbir ýalnyslyklary tapmaga mümkinçilik berýän baha eýe bolýar.

Adaty düzgünlerde başga-da (real, goragly we wirtual V86) häzirki zaman prosessorlarynda goşmaça SMM sistemalaýyn dolandyryş düzgünleri bar. SMM (System Management Mode). Esasan hem bu düzgün energopeýdalanmagy dolandyrmak sistemasyny amala aşyrmak üçin, şeýle-de esbäp serişdelerini dolandyrmak üçin we öndürijileriň programması (OEM) üçin niýetlenen. Hususan hem operasion sistemaladan üzňe ýagdaýda ýerine ýetirilmegine mümkinçilik berýär.

SMM düzgünine prosessor girişdäki üzülme SMI# (System Management Interrupt) signaly boýunça, ýa-da üzülmäniň kontralleryndan APIC (Advanced Programmable Interrupt Controller) degişli signaly kabul etmek bilen geçýär, ol köplenç prosessorda bar bolsa, multiprocessor sistemalarynda ulanylýar.

SMI# signaly prosessor üçin iň ýokaryartykmaçlygynyň üzülmeginiň soragy (zaprosy) bolup durýar.

Bu signaly tapyp, prosessor nobatdaky komandany gutarmak bilen we belgilemäniň buferi düşürmek bilen SMM düzgünine geçýär, buny bolsa 486 we Pentium prosessorlarda SMIACK# prosessoryň çykyşynda aktiw derejäni gurnamagy, P6 (Pentium 2 we 3) maşgalysynyň prosessorlaryň modeline

her gezek ýüzlenmede generirleýän EXF4 ýagdaýly ýörite signalda görkezýär.

SMM düzgünine girişde prosessor öz ýagdaýyny saklaýar (контекст): köp registrleriň düzümi – SMRAM ýörite huşlarda. Bu huş prosessora degişlilikde diňe SMI^{ACT}# ýa-da EXE4 signallarynyň barlygynda daşky çalgylara ygtybarlygy üpjün edilýän, fiziki huşuň bellenen bölegini emele getirýär.

Kontekst saklanylandan soň prosessor SMRAM huşda ýerleşýän SMI täzedan işleýjiniň ýerine ýetirilmegine geçýär. Täzedan işleýji real düzgüne meňzeş düzgünde ýerine betirilen adaty komandalaryň yzygiderligini görkezýär: onda deskriptorlaryň segmentleriň kömegi bilen huşuň segmentasiýasy we artykmaçlyk derejesi ýok. SMM düzgünine girişde esbäp üzülmeleri awtomatiki gadagan edilýär, we saýlap almak generirlenmeýär, şonuň üçin prosessoryň täsiri täzedan işleýjiniň SMI programmasy bilen birbähaly kesgitlenýär.

Gaýtadan işleýjiniň prosedurasyny prosessor SMRAM saklanylan şekilden öz şekilini düzedýän we adaty iş düzgünine gaýdyp gelýän RSM sustemaly düzgünden (adaty üzülmenden gaýtarma meňzeş) gaýtarma komandasy bilen gutarýar.

Adaty düzgüne gaýtarmada onuň ulanylmagynyň sebäplerine baglylkda käbir aýratynlyklar bolup bilýär. Köplenç duş gelýän ýagdaýyň biri hem amaly programmanyň „ýatan“ periferiýa gurluşyna ñüzlenmegidir. Bu ýagdaýda sistemadaky logika SMI# signaly giriş-çykyş şina sikliniň ýerine ýetirilmegini gutarýan gurluşdan RDY# taýýarlyk signalyny almazdan oň işläp goýberýär.

SMI gaýtadan işleýji gurluşy „oýarýar“, soňra giriş-çykyş operasiýasy awtomatiki gaýtalanar we gurluşyň draýweri (ýa-da amaly programma) gurluşyň „ýatan“ düzgündedigini „duýmaz“.

Bular ýaly çatgy programma üpjünçiligi üçin aňyrsy görnüp duran ýagdaýda energoüpjünçiligiň funksiýasyny amala aşyrmaga mümkinçilik berer.

SMRAM huş 32 Kb-dan 4 GB çenli ölçegli fiziki ýa-da ligiki bellenen bölek bolmaly. Bu bölek SMIBASE (30000h) adresden başlap ýerleşýär, we bu adrese degişlilikde aşakdaky görnüşde böleklere bölünýär:

FE00h-FFFFh-SMI üzülmesi boýunça prosessoryň ähli registorlary diýen ýaly, şol sanda deskriptorlar segmentleriň registorlary we dolandyryjy registorlar (CR₁, CR₂, CR₄) saklanylýan kontekstiň saklanma bölegi (uly adreslerden başlap bölünýär). DRO-DR5, TR3-TR7 düzetme registrleri we soproprocessorlaryň registrleri awtomatiki saklanmaýarlar;

S000h-SMI üzülme gaýtadan işleýjä giriş nokady; 0-7 FFFh – erkin bölek.

Eger SMM düzgün „çalt“ oýarmak mümkinçiligi bilen prosessoryň iýmiti üçin ulanylsa, prosessoryň kontekstini saklaýan, SMRAM huş energogaraşsyz bolmalydyr.

SMRAM huş amaly programmalara geçelgeden çatgyly goragly bolmaly. Munuň üçin prosessor SMIACT çykyş signalyny bu huşa geçelge açary bolup durýan SMI gaýtadan işlenýän wagtynda generirleýär.

Eger SMRAM energogaraşsyz bolmasa, adaty düňgünden bui üzülmede dörän talap çözülýänçä sistema logikasy onuň prosessor tarapyndan inisializasiýasynyň (başyny başlaýjylygyny) mümkinçiligini üpjün etmeli.

SMM düzgünine girmekde prosessoryň registrleriniň ýagdaýy gözenekde getirilen.

Registr	Ýagdaýy
Umumy registrler	Kesgitlenmedik
EFLAGS	0000 0002h
EIP	0000 8000h
CS selector	3000h (SMM Base 4 ikilik razýadyna saga süýşen)
CS baza	SMM Base (30000h)
DS, ES, FS, GS, SS selektorlary	000h
DS, ES, FS, GS, SS bazalary	0000 0000h
DS, ES, FS, GS, SS limitler	0FFFF FFFFh
CRO	PE, EM, TS, PG taşlanan, galany üýtgewsiz
DR6	Kesgitlenmedik
DR7	0000 0400h

SMM düzgüni aşakdaky aýratynlyklara eýe:

- adaty düzgüne meňzeş adreslerihasaplamak
- segmantiň ölçegi 4 Gb çenli ulaldylan (adaty düzgün bilen deňeşdireniňde)
- şeýle-de adreslenýän giňişlik 4 Gb düzýär
- aýdyp geçilmeyän registrleriň iş düzgüni – 16 bitli
- belleniilmeyän üzülmeler gadagan: esbapyň basyrylýany, ýok edilýäni, basyrylmaýan NMI, duzaklaryň SMI sistemaly düzgündäki, inisializasiýa

Üzülmäni, eger üzülme gözeneklerini SMI gaýtadan işleýjilerini gurnaýan bolsa ulanmak mümkin (iň bolmamda ulanylýan wektorlar üçin). Üzülmä gözenegi bolsa diňe nul adresden başlap ýerleşip bilýär. Käbir goşmaça çäklendirmeler hem bar.

SMM girişde soprocessoryň konteksti awtomatiki saklanylmaýar, ýöne, SMI gaýtadan işleýji tarapyndan programmaly bolup bilýär.

Belli bir prosessorda SMM düzgünini amala aşyrmagyň aýratynlyklary SMM düzgüne girişde 7EFCh (+ SMBASE) adres boýunça SMRAM ýazylýan, SMM wersiýanyň identifikatory diýip (SMM Revesion Identifiev) atlandyrylýan, goşa (iki) sözün kömegi bilen kesgitlenilýär. Bu goşa sözün kiçi iki baýty SMM wersiýanyň hususy nomeri (bellegini) berýär.

16 Bit giriş-çykyş komandalarynyň restart düzgünini prosessor tarapyndan goldamaga gönükdirrýär, 17 bit bolsa – SMIBASE baza adresiniň ornyny üýtgetmek mümkinçiligini gollamaga. (Beýleki razrýadlar ulanmaýar).

SMM düzgüninden çykyşda prosessor CRO we CR4 dolandyryjy registorlarda käbir bahalary gaýtadan işleýji bilen gurnamanyň düzüwligini (korrektlibigini), 486 we Pentium prosessorlar üçin bolsa gaýtadan işleýji tarapyndan üýtgedip bolýan SMBASE adresiň düzüwligini barlaýar. Täze gurulmalaryň ygtyýar berilmeýän bahalary bolan ýagdaýynda prosessor öçürme düzgünine geçýär (Shutdown).

Guruluş huşunyň meýdanlaryny paýlamak.

HHG her bir MP - li ulgamyn esasy böleklerinin biridir. HHG-na ýazylan “maglumat” hiç wagt üýtgemeýär. Islendik MP ulgamyn mydama gaýtalanýan isi bolýar. Bu isin komandalary HHG-da saklanýar.

HHG-nyn birnäçe görnüsleri bar:

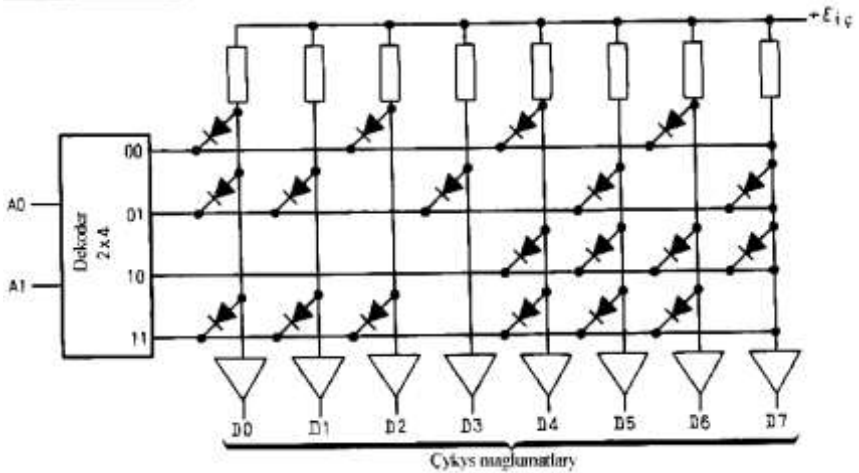
1. Bir gezek taýynlanýan HHG-lary
2. Bir gezek ýazyp bolýan HHG-lary
3. Birnäçe gezek ýazyp bolýan HHG-lary

Birnäçe gezek ýazyp bolýan HHG-lary hem öz gezeginde iki bölege bölünýärler.

1.Ýöriteleşdirilen sertlerde, ýokary naprýaženiýanyň impulsyny bermek bilen ýazyp bolýan HHG.

2. Belli bir wagt içinde aýratyn görnüşli tok impulsynyn berilmegi bilen birnäçe gezek ýazyp bolýan HHG-lary.

Bir gezek taýynlanýan HHG-da ýatda saklanmaly bitler tehnologiiki prossesin dowamynda maska görnüşli fotosablonlaryn kömegi bilen belgilenýär. Beýle görnüşli huslar dine HHG-ny köp öndürmeli wagty ulanylýar.

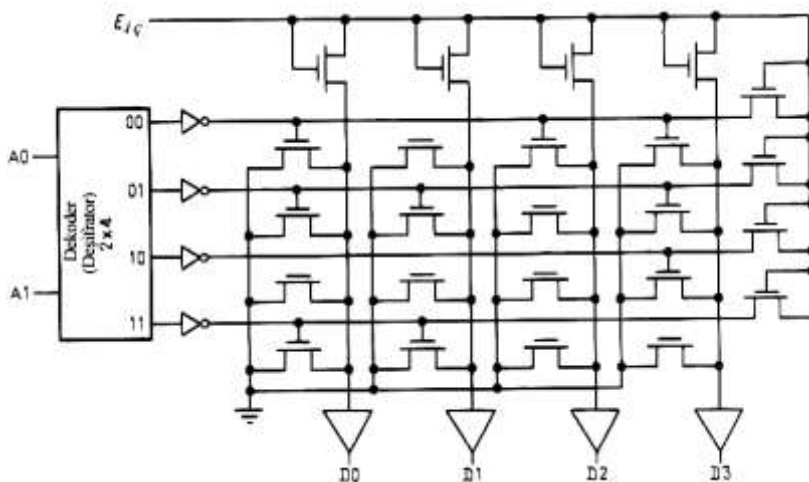


	Ikilik san ulgamda görnüşi								1 6-lyk san ulgamda görnüşü
	0	1	2	3	4	5	6	7	
0									5
1									5
0									2
1									A
									F
									O
									1
									1

Surat.1. 4 söz (4 baýt) saklap bilýan ýönekeý HHG.

Bu shemada TTL tehnologiýadan gurlan HHG görkezilen. Logiki 0 maglumat saklamaly ýerlerde diodlar goýlan.

Häzirki döwürde HHG-yn aglabasy MOÝ tehnologiýada ýasalýar. MOÝ shemada düzülen HHG-daky diodlaryn ornuny MOÝ tranzistorlar tutýar.



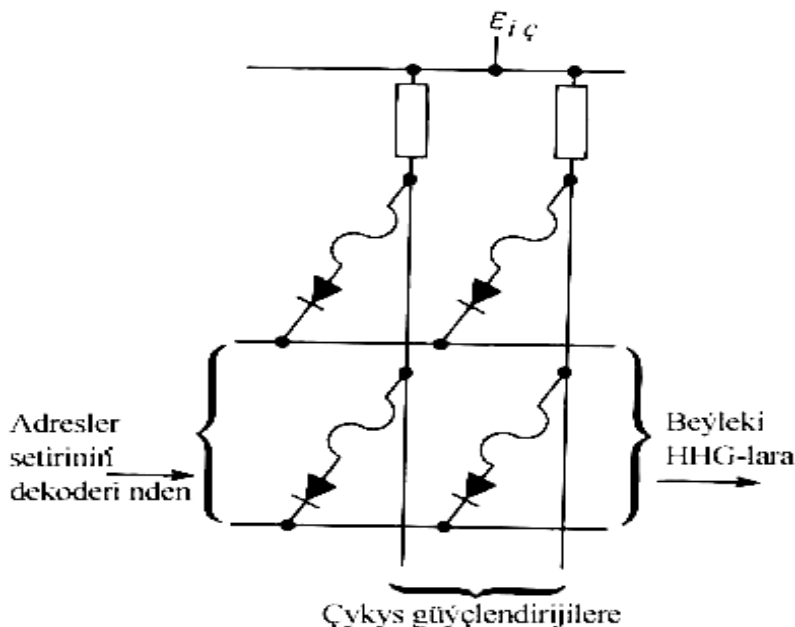
HHG-daky maglumat.

söz	2-lik san ulgamy				16-lyk san ulgamy
	D0	D1	D2	D3	
00		0	1	0	4
01	0				2
10		0	0	1	E
11	0				3
		1	1	1	
0					
	0	0	1	1	

Surat.2. 4 söz göwrümlü ýönekeý HHG.

Beýle görnüsli HHG-lary MP-li dolandyrysly oýunjaklarda, oýunly telewizorlarda, durmusda ulanylan ýönekeý EHM-de dus gelýär.

Ulanyjy tarapyndan bir gezek maglumat ýazyp bolýan HHG-lary diodlardan durandyr.



Sur. 3. Üzülýän utgasdyryjyly HHG.

Bu HHG-lary üzülýän utgasdyryjyly HHG-lary diýen at aldylar. Bu HHG-nyn çykysynda logiki 1 maglumat gerek bolanda degisli setirin utgasdyryjysy (diody) üzülýär. Şu ýagdaýda HH-na maglumat girizilende ýalnyslyk goýberilse, ol mikroshemany (çipset) täzeden ýazyp, ulanyp bolmaýar.

Ýöriteleşdirilen sertlerde birnäçe gezek ýazyp bolýan HHG-lary hem MOÝ tranzistorlaryndan durýar. Bu tranzistorlaryn zatwory kese liniýalara baglanan bolýar, hem-de tranzistoryn konstruksiýasynda onun zatworyna uly

naprýaženiýe bermek mümkinçiligi döredilen. Şeýle naprýaženiýe berlende, tranzistor uly garsylykly bolýar. Tranzistorlary beýle ýagdaýdan çykarmak üçin ultramelewse söhlelerini bermek mümkinçilik hem döredilen bolýar.

Optiki ýatda saklaýjy gurluşlaryň elementleri.

PC huşunyň logiki düzümi x86 maşgalasynyň prosessorlarynyň adresleşdirmek sistemasynyň aýratynlyklary bilen şertlenen. PC ilkinji görnüşlerinde ulanylan 8086/88 prosessorlarda 1 Mbaýt operatiw huşuň adreslenýän giňişligi bardy (bu 20-razrýadly adres şinasy bilen çäklenen). Bu prosessorlar adaty düzgünde ýokarky görnüşlere hem geçen huşuň segment görnüşini hem ulanýardylar.

Bu görnüşe laýyklykda, ýerine ýetiriji adres A_E şeýle hasaplanýar $A_E = S \cdot 16 + D$, bu ýerde, S-segment registriniň düzümi, D-süýşme (haýsy hem bolsa bir registrede ýa-da şoňa laýyklykda komandada ýazylan), onda-da hem S, hem D iki baýt bilen çäklenen, ýagny hersi 16-ikilik ýa-da 4-on altlytk razrýadly.

Ýerindr ýetiriji adresiň şeýle şekillendirilmegi 00000h-dan FFFFFh çenli adres giňişligine goýbermäni üpjün edýär (20-razrýadly adrese gabat gelýän). Mundan başga-da $S = \text{FFFFh}$ we $D = \text{FFFFh}$ bahalarda alynýan ýerine ýetiriji adres $A_E = 10\text{FFEFh}$, huşuň birinji megabaýtyndan ýokary meýdana gönükdirýär, ýöne, beýle adresiň uly birligi 21-nji razrýadda ýerleşdirilen, bu bolsa 20-razrýadly adres şinasynda $A_E = 0\text{FFEFh}$ berýär. Şeýlelikde adres giňişligi uly bolmadyk „urgyly“ halka öwrülýär.

80286 prosessorlardan başlap adresleriň şinasy 24 razrýada çenli, 386DX-den 32 razrýada çenli, Pentium 2-den bolsa 36 razrýada çenli giňldi. Ýöne, DOS ulanylýan adaty düzgünde, resmi suratda diňe 1Mbaýt huş düşnikli, adaty düzgüniň 80286 prosessorynda emulýasiýasynda bolsa, onuň

8086 ýalňyşly emulirleýändigini ýüze çykdy: 21-nji razrýadyň A20 adresiniň birlihi (nuldandan başlap) adres şinasyna düşýär, adres bolsa birinji Megabaýtyň çäginde çykýar.

Ýalňyşlygy düzedip durmadylar, sebäbi ol onuň amaly programmalaryna ygtybarly göwrümini ulaltmaga mümkinçilik berýän, operatiw huşuň goşmaça segmentine (64K-16) (düşnüklik) ygtyýar berýärdi. 100000h-10EEFEh adreslerini meýdanynyň özüni bolsa, huşuň ýokary meýdany (High Memory Area - HMA) diýip atlandyryp we oňa uly bolmadyk rezident programmalaryny we operasion sistemanyň bölegini ýükläp başladylar. Ýöne 8086/88-den IBM PC doly ylalaşyklygy üpjün etmek üçin, oňa prosessoryň signalyny geçişini dolandyryň. A20 adres şinasynyň Gate20 goşmaça ýarym geçirijili göneldijisini (wentilini) girizdiler. Başga bu wentilni gaýta ulaşmasyny klawiaturanyň synlaýjysy amala aşyryardy, soňra bolsa, bu usulyň has haýaldygy sebäpli, onuň ýaýratmasynyň beýleki ugurlary hem ýüze çykdy. Bu BIOS ululyklaryny ornaşdyrmagyň praktiki ähmiýetiniň opsiýasyna laýyklykda öz beýany tapdy.

Ygtyýar berilen adres giňişliginiň esasy bölegini operatiw huş tutýar. Ornaşdyrylan huşuň göwrümini, Power On Self Test – çeşmäni birikdireniňden soň derrew ýerine ýetirilýän test (barlag) kesgitleýär. Huşuň yoklugyny ýa-da ýalňyşlyk tapyp, test durýar we hakykatdan işleýän huşuň göwrümini habar berýär.

Göniden-göni prosessor bilen adreslenýän PC huşunyň bölünmesi 2 gözenekde getirilen we aşakdakylardyr:

Göz.2 PEHM-iň huşunyň bölmesi.

Adresler	Göwrüm	Atlandyrylyşy
1000000 we ýokary	Umumy-16Mb	Goşmaça huş (XMS-EMS)
FE0000h-FFFFFh	128 Kb	BIOS şekili
10FFF0h-FDFFFh	14,8 Mb çenli	Goşmaça huş (XMS-EMS)
100000h-10FFEFh	64 Kb-16 baýt	Huşuň ýokary meýdany (HMA)
E0000h-FFFFFh	128 Kb	PYSG (ПЗУ) BIOS
A0000h-DFFFFh	256 Kb	Huşuň ýokary meýdany (HMA)
00000h-9FFFFh	640 Kb	Standart (baza) huş

00000h-9FFFFh-Conventional (Base) Memory-Standard (baza) huşy – 640 Kb operatiw huşly, DOS we adaty düzgüniň programmasyna düşnükli (gorawlyşy hem). Monohrom wideoadapterli MDA käwagt duşýan sistemalarda bu huş AFFFFh adresa çenli 64 Kb giňeýär.

A0000h-FFFFFh-Upper Memory Area (UMA-operatiw we wideo huşuň şol bir adresini göz önüne tutýan, meňzeşlik Unified Memory Architecture üçin gabat gelýän abbreviatura bilen çalşyrmaly däl) – sistema maksatlary üçin ätiýaşlandyrylan huşuň ýokarky bölegi ýa-da ýöne ýokarky huş. Bu bölekde wideoadapterleriň buterleri, hemişelik (ýa-da fleş) huş BIOS giňeltmeleri bilen ýerleşýärler. Bu bölüm operatiw huşy dolandyrmak üçin kesgitli kynçylyklary döredip, amaly programmalarda ulanylýan operatiw huşy bolýar.

100000h-Extended Memory ýokary huşy (Expanded deregine Extended hem, geçiş usuly bilen tapawutlanýan, bu bolsa terminalogiýasynda käbir bulaşyklyklary döredýän,

goşmaça huşuň meýdanlaryny aňladýar) – göniden-göni diňe goragly düzgünde düşnükli goşmaça huş. Munda 100000h-10FFEFh bölüm aýratyn tapawutlanýar (ýokary huş – HMA – High Memory Area) – ol göniden-göni adaty düzgünde 286 prosessorlara we adres şinasynyň 21-nji razrýadynyň Gate20 açyk wentilinde, ondan ýokarkylara hem düşnükli. Bu bölüm DOS ýadrasyny we käbir rezident programmalary, standart huşy tygşytlamak maksady bilen, ýerleşdirmek üçin, HYMEM, SYS draýwer tarapyndan ulanylýan.

24-razrýadly adres şinaly kompýuterler üçin (286 we 386SX) goşmaça huşuň ýokary çägi – FDFFFh (16 Mb soňky 128 Kb ýok). FE0000h-FFFFFh adresleriň meýdany PYSG(Π3Y) BIOS gabat gelýär we adreslere ýüzlenme 0E0000h-0FFFFFFh adresler boýunça PYSG(Π3Y) BIOS ýüzlenmä ekwiwolent (meňzeş).

32-razrýadly adres şinasy bar bolan, 386DX, 486 we Pentium prosessorlar üçin, teoretiki ýokarky çäk 4 GB, BIOS şekilli bolsa, goşmaça FFFE0000h-FFFFFFFFFh aralyklaryň adreslerine görkezilýär.

(Käbir sistemelerde BIOS FE0000h-FFFFFh meýdanlarda görkezilýär, ony BIOS düzetmesiniň opsiýasyna laýyklykda gadagan etmek mümkin, sebäbi beýle görkezmede OYSG(O3Y) 16 Mb uly bolup bilmeýär. Käwagt tersine, ISA şinasynda köne giňeltme kartalary üçin 16-njy Mb-daky adresler bilen buferiň meýdany talap edilýär, muny Memory Hole At 15-16 M BIOS opsiýanyň kömegi bilen bermek mümkin. Ýöne bu hem, şeýle sistemalarda 16 Mb operatiw huşdan köp ulanmaga mümkinçilik bermez).

36-razrýadly adres şinaly prosessorlar üçin (Pentium PRO, 2 we 3) – OYSG(O3Y) teoretiki ýokarky çägi 64 Gb düzýär.

Hakykatda, 2000-2001 ýyllaryň PEHM-lerinde 32-256 Kb göwrümlü operatiw huş gurnalýar, serwelerde ol 2 Gb ýetip hem bilýär.

Standart (conventional) huş 3 gözenekde görkezilişi ýaly bölünýär.

Gözenek 3.

Adresler	Göwrümi	Atlandyrylyşy
00000h-003FFh	1 Kb	Üzülme wektorlary
00400h-004FFh	256 baýt	BIOS üýtgeýän ululyklaryň meýdany
00500h-xxxxxh	DOS ýüklenmesine bagly	DOS-meýdany
Xxxxx-9FFFFh	638 Kb çenli	Ulanyjynyň programmalarynyň meýdany (PS/2 ýagdaýynda, syçanlar 9FC00h-9FFFF BIOS üýtgeýän ululyklarynyň giňeltme meýdanyny eýeleýär)

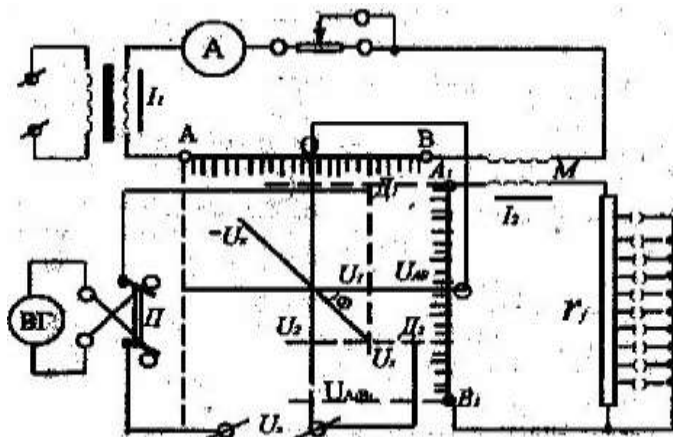
Giriş-çykyş gurluşy (giňişligi) (Ulgamly platanyň (elktron toplumynyň) adresleriniň bölümleri).

Giriş-çykyş gurluşy (giňişligi) hemişelik we üýtgeýän toguň zynjyrlaryndaky togy ölçemek üçin “öwezidolduryjy usullary” ulanylýar. Belli däl ölçenýän naprýaženiýany belli naprýaženiýa bilen deňleşdirmek üçin şu aşakdaky zatlar hökmandyr:

- e) Ölçenýän naprýaženiýalaryň san bahalary hökman deň bolmaly;
- f) Olaryň fazalary özara biri-birine garşy bolmaly;
- g) Ýygylýklar özara deň bolmaly $f_u = f_u$;
- h) Göni çyzyk çyzygyň formasynyň birligi we olaryň üýtgeýşini yzygiderliligi we tertipliligi;

- 3) **Polýar – koordinatly;**
- 4) **Göni burçly – koordinatly.**

Göniburçly – koordinatly potensiometrlərin işləyiş düzgünlərinə gysgaca keçəlin.



93

Şu suratda görkezilişi ýaly iki sany iş zynjyrlary boýunça I_1 we I_2 toklar biri-birine $\pi/2$ burça süýşirilen. AB we A_1B_1 – garşylyklary şol toklaryň naprýaženiýa ýitgileri, reahord görnüşinde bejerilen, özem faza boýunça burça süýşirilen; D_1 we D_2 – dwižogyň kömegi bilen U_1 we U_2 -däki naprýaženiýa ýitgileri kesgitlenilýär ýa-da bolsa ölçenýän naprýaženiýanyň öwezi doldurylýär

$U_x = \pm U_1 \pm j U_2$; şu ýerden ölçenýän naprýaženiýanyň moduly;

$$U_x = \sqrt{U_1^2 + U_2^2} ; \text{ faza bolsa } \operatorname{tg} \varphi = \frac{U_2}{U_1}$$

Toklaryň I_1 we I_2 – arasyndaky faza süýşiriliş $\pi/2$ burça deň bolan ýagdaýy her hili usullar bilen kesgitläp bolýar. Şol sebäpli ulanylýan howa transformatory, ýagny öazra induksiýalary sarym M polatsyz sygymdyr. Tok i_1 – şol sygymyň, ýagny M üstünden geçip, magnit toparyny emele getirýär. Şol magnit topary ikinji sarymda elektrik täsir ediji güýji emele getirýär, şol güýç bolsa magnit toparyndan $\pi/2$ burç yza galýar. Döreyän elektrik täsir ediji güýjiň esasynda zynjyrdaky tok I_2 – emele gelýär. Eger şu zynjyrdaky reaktiv garşylygy ujypsyz az edilse, onda tok I_2 – faza boýunça elektrik täsir ediji güýji bilen gabat geler we tok I_1 -den $\pi/2$ burç yza galar. Aktiv garşylyklardaky toklar I_1 we I_2 – tarapyndan U_1 we U_2 -däki emele galýan naprýaženiýa ýitgileri hem biri-birine tarap şonça burça süýşiriler.

Hemişelik toguň öwezindolduryjy enjamlary – bu görnüşli enjamlar yokary takyklykda, az mukdardaky toklary we naprýaženiýalary ölçemek, häzirki zaman radioelektronika, mass – spektroskopii, biologiýa we ş.m. ylymlarynda we tehnikalarynda uly orny eýeleýär. Şonuň üçin bu enjamlary hil we tehniki taýdan gowulandyrmaga uly üns berilýär. Hemişelik toguň öwezindolduryjylary, olardaky naprýaženiýa baglylykda, elektron we galwanometr görnüşli bolup bilýärler.

Elektron görnüşli öwezindolduryjy - hemişelik toguň girşdäki modulýasiýa we çykyşdaky demodulýasiýaly öwezini dolduryjy özgerdijilerindäki ýalňyşlyklary, naprýaženiýany iýmitlendiriji zynjyryň üsti bilen geçýän döretmekdir. Şu döretmäni sazlamak üçin, naprýaženiýany iýmitlendirýän başga bir güýçlendiriji bilen modulýatoryň dolandyryjy sarymyna berilýän U_y – naprýaženiýanyň arasynda gfaza süýşmesini döretmekden ybaratdyr. Bu faza süýşmegi, ΦP faza sazlaýan awtomatiki gurulma arkaly dreýf sazlanynça, ýagny $I_{\text{çk}}$ – nula deň bolýança, haçanda $E=0$ bolýança dowam edýär.

Üýtgeýän toguň öwezindolduryjy enjamlary – deňagramlaşdyrylýan parametrleriň esasynda laýyklykda üýtgeýän toguň öwezindolduryjylaryny şu aşakdakylara bölmek bolar:

- 1) Bir parametr boýunça deňleşdirýän enjamlar (deňagramlaşdyrýan) (öwezindolduryjy milli woltmetrler, orta we täsir edýän ululyklary ölçeýän ölçege enjamlary we ş.m);
- 2) İki parametr boýunça deňleşdirýän (deňagramlaşdyrýan) enjamlar (öwezindolduryjy wektomer woltmetrleri – naprýaženiýanyň wektorynyň proyeksiýasyny ölçeýän enjam);

Bir parametr boýunça deňleşdirýän öwezindolduryjy enjamlar olaryň işleýiş usullaryny, häsiýetnamalaryny şu aşakdakylar bilen düşündirmek mümkindir:

- c) Orta ululykly elektron woltmetrleri üýtgeýän toguň in ýokary duýgurly enjamlarymyň biridir. Naprýaženiýanyň çylşyrymly görnüşlerini orta ululykly enjamlar arkaly ölçenilen wagty uly ýalňyşlyklar emele gelýär.

$$\delta_{\varphi} = \left(\frac{k_{\varphi}}{k_{\varphi 0}} \right) * 100,$$

Bu ýerde, $k_{\varphi 0}$ -naprýaženiýanyň koeffisienti;

k_{φ} -ölçenýän naprýaženiýanyň görnüş koeffisienti.

- d) Haçanda amplitudaly woltmetrler bilen naprýaženiýanyň çylşyrymly görnüşlei ölçenen wagty döreýän ýalňyşlyklar. Ol ýalňyşlyklar:

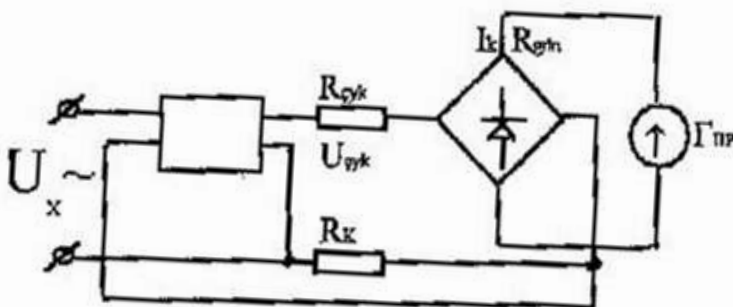
$$\delta_a = \left(\frac{k_a}{k_{a1}} - 1 \right) * 100$$

Bu ýerde: k_{a0} -naprýaženiýanyň amplitudasynyň koeffisienti;

k_a -ölçenýän naprýaženiýanyň görnüş koeffisienti.

- w) Sinusoidal naprýaženiýa üçin:

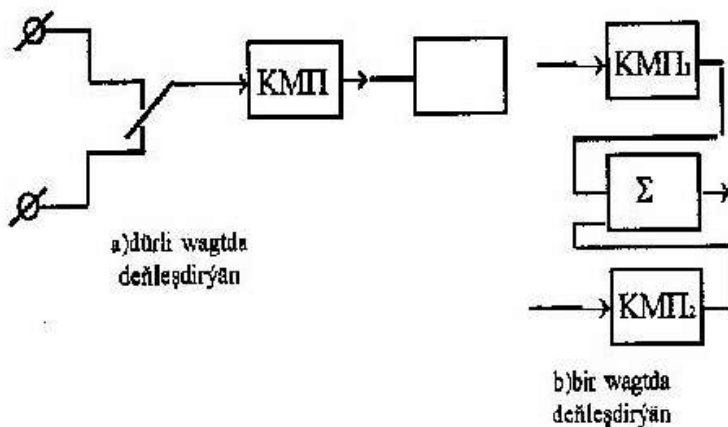
$$k_{a0} = \frac{U_m}{U_A} = \sqrt{2}$$



Surat8. Orta ululykly naprýaženiýalary ölçemek üçin ulanylýan üýtgeýän toguň öwezindolduryjy enja, alrynyň çatgysy.

Iki parametr boýunça deňleşdirýän öwezindolduryjy enjamlar - iki parametr boýunça deňleşdirýän öwezini dolduryjy enjamlar üýtgeýän toguň naprýaženiýasyny we kompleks garşylyklary ölçemek üçin ulanylýar. Bu görnüşli enjamlara wektomerli öwezindolduryjy milliwoльтmetiri almak

bolar. Meselem, ýerasty baýlyklaryny elektrik usuly bilen gözleg geçirilende iň ujypsyz görnüşde üýtgeýän naprýaženiýanyň wektor ululygyny (garmonik) kesgitlemek gerek bolýar, şonuň üçin wektomerli göniburçly – koordinatly öwezindolduryjy milliwoльтmetrleriň täze görnüşli oýlanyp tapyldy. Bu enjam sinchron – faza filtrinden (arassalaýjydan) iki çykyş enjamyndan we jemleýji S (sumator) ybaratdyr. Sinchron – faza filtri iki sany dolandyrylýan göneldiji çyzgysy YBC1 we YBC2, naprýaženiýalar U_{1y} we U_{2y} – arkaly dolandyrylýan iki modulýator MD1 we MD2-den ybaratdyr bolup çykyş esbaplarynyň üsti bilen kompleksleýin ölçenýän U_x we U_y – naprýaženiýalary ölçeyär we derňeyär.



Surat9. Wektomer öwezindolduryjy milliwoльтmetriniň struktura çatgysy.

**Portyň adreslerne huşuň adresleriniň ugrukdyrylyşy.
Huşu ulanmaga göni mümkinçilik.**

Häzirki döwür kompýuterlerinde operatiw huş.

1. Erkin saýlawy dinamik tipli mikroshemalar (DRAM - Dynamik Random Access Memory)

2. Statiki tipli mikroshemalar (SRAM - Statiki RAM) ulanylýar.

Dinamiki we statiki huşlaryň aratapawudy – maglumatly saklanyş düzgünindedir. Statiki huşlarda maglumatlar maglumatlaryň täze blogyna çenli saklanýarlar. Haçanda täze blok gelende köne blok ýerini boşatmaly bolýar. Statiki huşuň elementler ýaçeýkasy bolup ştatiki triggerler ulanylýar. Statiki huş ýokary tizligi eýeleýär we huşy dolandyrmakda ulanylýar. Dinamiki huş elmydama sorag - jogapda işläp durýar. Onuň düzümi elmydama regenerasiýanyň gaýtalanmagynyň ýygýlygy bilen täzelenip durýar. Onuň işleýiş tizligi pesräkdir.

Operatiw huşuň modullary

Dinamiki huşuň elementleri **SIMM** (Single - In - Line - Memory Module) we **DIMM** (Dual - In - line Memory Module) görnüşindäki modullar işleýärler. DIMM modulynyň SIMM modulundan tapawutlygy, onuň kantaktlarynyň platanyň gapma garşylykly tarapynda ýerleşdirilmegidir, ýöne bu kontaktlar elektrk taýdan biri - birine baglanyşykly däl. DIMM - iň kantaktlary SIMM - iň kantaktlaryndan iki esse diýen ýaly köpeldilendir. DIMM - bu iki taraplaýyn moduldyr.

DDR

DDR (Double Data Rate) – maglumatlary alyş - çalyş tizligi ikeldilen huşdyr. SDRAMII (ýagny, SDRAM ikinji nesli) – DR - iň başgaça belleniş tipidir. Onuň işleýiş prinsipi SDRAM - a meňzeşdir, tapawutly ýeri, maglumatlary iki tarapdan taktly impulsyň üsti bilen alyş - çalyş edýär. Bu maglumatlary geçirmekde tizligi iki esse diýen ýaly köpeldýär. Mundan başga - da DDR RAM maglumatlaryň çykyş alamatlarynyň hakyky wagt aralygyny (interwal) süýşürmäge mümkinçilik berýän D44 (Delaý Locked Loop) protokol ulanylýar. Şeýlelikde, ulgamlaryň sinanyň birnäçe husuň

modulyndan maglumatlary okamak işine ýönekeýleşdirilýär. Häzirki döwürde köp firmalar operatiw husuň mikroschemasynyň täze modullaryny işläp taýýarlaýarlar

2003 - nji ýylyň ahyrynda Elpida kompaniýasy göwrümi 2 baýt husuň ýene bir modulyňy DDR (DDR2 modul DDR moduldan kontaktlarynyň arasynyň açyklygy bilen tapawutlanýar, mundan başga - da naprýaženiýanyň häsiýetnamasynda we çipleriň ýasalýş tehnologiýasynda aratapawutlar bar. Bularyň hemmesi bar bolan esasy platada ýerleşdirmek problemsyna getirdi, ýöne gurnalanda hiç hili ýalňyşlyk döretmeýär. Köne DIMM razýomlarda DDR2 husuň dikeldilmez ýaly konstruktorlar täze usuly tapdylar.) Täze çykan modul serwerlerde ulanmak niýetlenendir. Täze modul 533 MHz işleýiş ýygylgyga hasaplanandyr; bir kanally režimde maglumatlary 4, 3 Gbit/sek, iki kanallyda 8, 6 Gbit/sek geçiriş tizligi saklaýar. Her 240 kontaktly modulda 512 husly 36 çip ýerleşdirilendir. Ýaňy ýakynlarda Corsair kompaniýasy 464 MHz ýygylgykda işleýän DDR husuň modulyňy çykarmak barada bildiriş berdi. Täze modul “XMS 3500”(eXtreme Memory Speed) 256 ýa - da 512 Mbit göwrümi saklaýar. Mundan başga - da, täze modullar aşakdaky tizligiň parametrlerini özünde saklaýar:

1. CAS latency - 2
2. RAS precharge - 4
3. RAS - to CAS delay - 4
4. RAS active to precharge - 8
5. Command rate - 1

Günorta Koreýanyň Hynix Semiconductor kompaniýasy dünýäde çalt işleýän DDR SDRAM standartda huslaryň çipini döretmekligi yglan etdi. Sekiz aýdan soň Hynix kompaniýasy işleýiş ýygylgy 500 MHz bolan DDR SDRAM husuň çipini döretdi.

Täze çipler Hunix zawodynda 0,11 - mikron tehnologiýany ulanyp çykarylyp başlanyldy. Husuň esasy

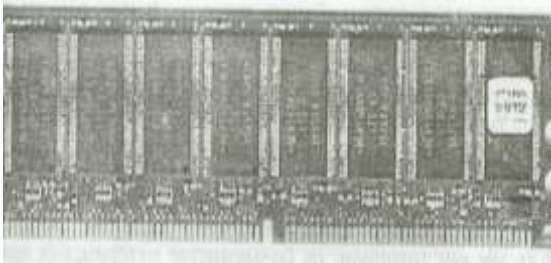
sferasy personal kompýuterler üçin kuwwatly grafiki adapterler ulanmaga mümkinçilik döredýär.

2004 - nji ýylyň 17 - 19 fewralynda San - Fransisko şäherinde Intel firmasynyň ýazky formunda, Micron kompaniýasy 4 Gbaýt göwrümlü DDR2 RDIMM operativ husuň ilkinji modulyny hödürledi. Täze 240 - kontaktly PC2 - 4300 modul 36 Gbaýt - ly DDR2 mikroshemadan FBGA korpusdan durýar.

Husuý ýerleşdirmek

Personal kompýuteriň operativ husy banklara bölünýär. Bank presessoryň üsti bilen bir gerek adresirlenýär, we şol prosessoryň maglumatlar sinasynyň razryadlygyna gabat gelýän husyň iň kiçi bölegidir. i486 (32 - razryadly prosessorlar) 4 razýom 30 kontaktly SIMM üçin ýa - da bir razýom 72 kontaktly SIMM üçin bankdan durýar. Pentium (64 razýomly) prosessorlar üçin bank 2 razýom 72 kontaktly SIMM üçin ýa - da DIMM üçin bir razýom. Elmydama banklary doldurmak bankdan başlanýar. Her bir bank ýa - da doly, ýa - da boş bolmalydyr. Her bir bankda bir göwrümlü we ýokary tizlikli elementler ulanylýar.

Operativ husy – aslyýetinde, operativ husy diýmekdir.



Diňe daş-keşbi
birnäçe kremniý
“pyşdyllardan” –
çip-
mikroshemalardan
, özlerem: zolaga
berkidilen
diýäýmeseň. Eger
içgin dörseň....

Hemişelik-diskowoy husdan, operativ husynyň tapawudy – maglumat onda hemişe saklanman, wagtlaýynça saklanýar. Kompýuteri öçürseň – operativ husynyň içindäki hemme zatlar yz galdyrman ýiter. Operativ husda saklanýan

maglumatlaryň hut subutnamasy şol – sebäp diýseň, ol ýerde hasaplamalaryň aralyk netijeleri aýlanýar. Operatiw huş – bu kompýuteriň geçirýän hemme operasiýalarynyň öwreniş meýdanydyr (poligon). Elbetde, ol meýdança näçe giň bolsa, şonça-da gowy.

“Onda näme üçin bu maksada gaty diski ulanmak bolmaz – diýip soramagyňyz mümkin. Onuň göwrümi – ýüz, has-da mün esse köp?!”.

Howlukmaň. Bir zady bellemek gerek, esasy tapawut – **tizlik**. Operatiw huşa girmek has çalt amala aşýar, gaty diske garanynda. Çalt – bu näçe? Sanamak kyn däl. “Tizlik”, dogry aýdanynda, “girme ýolunyň wagty” (dostup) iň häzirki zaman gaty diskiň, ýagny, winçesteriň – 8-10 millisekunt (ms) düzýär. Häzirki zaman **operatiw huş** bolsa – 6-7 nonasekunt (ns) geçme ýolunyň wagtyna eýe bolýar. Tapawut – MÜŇ esse!

Hemme operatiw huşlaryň görnüşleri köp däl, esasy köp ulanylýany üç sany, olar biri-birinden tizlikleri boýunça tapawutlanýar:

- EDO DRAM;
- SDRAM;
- RDRAM;
- DDR SDRAM;

Öndüryän kärhanalar barada aýdanynda, iň gowy huşlaryň modullary biziň bazarymyzda – Kingston, Micron, Samsung.

Guruluş resurslarynyň awtomatiki paýlanyşy.

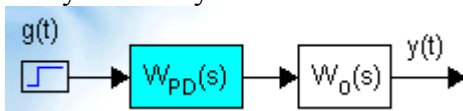
Guruluş resurslarynyň awtomatiki paýlanyşy prinsipi boýunça 3 topara bölüp bolýar:

1. Daşky täsir boýunça sazlamak – Ponsele prinsipi (Ýapyk däl – ýazdyrylan ASS-larda ulanylýar).
2. Gyşarma boýunça sazlamak – Polzunowyň-Wattyň pinsipi (Ýapyk ASS-larda ulanylýar).

3. Kombinirlenen sazlamak. Bu ýagdaýda ASS ýapyk we ýazdyrylan sazlama konputlarynyň 2-sini hem özünde saklaýar.

Daşky täsir boýunça sazlamak

Bu strukturada daşky täsiri ölçeyän sensorlaryň bolmagy hökmanydyr. Bu sistema ýazdyrylan sistemanyň geçiriş funksiýasy bilen häsiýetlendirilýär.



Artykmaçlygy:

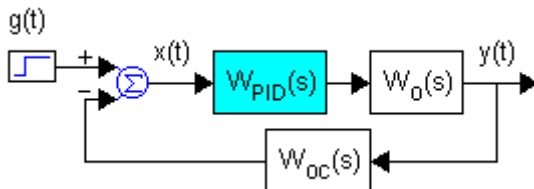
- Можно добиться полной инвариантности к определенным возмущениям.
-
- Ters baglanyşygyň bolmaýandygy üçin sistemanyň durnuklylygy barada hiç hili mesele ýüze çykmaýar.

Kemçiligi:

- Daşky täsirleriň köp bolmagy olary kompensirleýän kanallaryň hem köp bolmagyny talap edýär.
- Sazlanýan obýektiň parametrlerini ölçemek dolandyryşda ýalňyşlaryň döremegine getirýär.
- Diňe häsiýetleri takyk belli bolan obýektlere ulanyp bolýar.

Gyşarma boýunça sazlamak.

Bu sistema ýazdyrylan sistemanyň geçiriş funksiýasy we sistemany birikdirmek (ýapmak) $x(t) = g(t) - y(t) W_{oc}(p)$. unksiýasy bilen häsiýetlendirilýär. Sistemanyň iş algoritmi $x(t)$ ýalňyşlygy nola eltmäge niýetlenendir.



Artykmaçlygy:

- Otrisatel ters baglanyşyk ýalňyşlygy döredýän faktorlara bagly bolman ýalňyşlygyň azalmagyna getirýär.

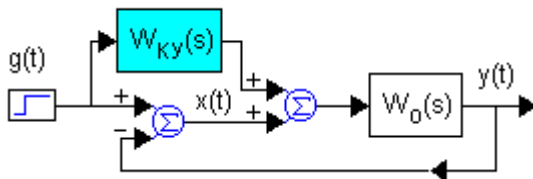
Kemçiligi:

- Sistemanyň durnuklylygy problema ýüze çykýar.
- В системах принципиально невозможно добиться абсолютной инвариантности к возмущениям. Стремление добиться частичной инвариантности (не 1-ыми ОС) приводит к усложнению системы и ухудшению устойчивости.

- Sistemada daşky täsirlere absolýut inwariantlyk döredip bolmaýar. Bölekleyik inwariantlygy döretmekligi çemeleşmek bolsa sistemanyň çylşyrymlaşmagyna we durnuklulugyň peselmegine getirýär.

Kombinirlenen dolandyryş.

Kombinirlenen dolandyryş iki usuly hem daşky täsir boýunça sazlamagy we gyşarma boýunça sazlamagy öz içine alýar. Obýekti dolandyryş signaly iki kanal boýunça döredilýär. 1-nji kanal sazlanýan ululygyň berlen bahadan gyşarmagyny duýýar. 2-nji bolsa berlen signaldan ýa-da daşky täsirden dolandyryş täsirini döredýär.



Artykmaçlygy:

- Otrisatel ters baglanyşygyň bolmagy sistemanyň sazlanýan obýektiň parametrleriniň üýtgemegine duýgurlygyny azaldýar.

- Berlen signala ýa-da daşky täsire bagly bolan kanalyň goşulmagy ters baglanyşykly konpuryň durnuklylygyna täsir etmeýär.

Kemçiligi:

- Berlen signala ýa-da daşky täsire bagly bolan kanallar özünde differensirleýji zwenolary saklaýar. Olary praktiki ýerine ýetirmek kyn bolýar.
- Hemme obýektler güýçlendirilmege rugsat berýär

Sazlamagyň kanunlary we programmalary.

Sazlama kanunlary

Sistemä täsir bermegiň $g(t)$ planyny döretmek.

Sazlama programması aşakdaky görnüşlerde bolup biler:

- wagt boýunça: $y = y(t)$;
- parametriki: $y = y(s_1, s_2, s_3, \dots, s_n)$.

Wagt boýunça sazlama programmasyna iýmit (aş-unaş) taýýarlamagyň wagt programması, ýa-da awia göteriji korabllaryň palubasyna (gapdal şemaly, gonmak üçin niýetlenen zolagyň koordinatalarynyň üýtgemegini, galan ýangyjyň massasyny asaba almak bilen) uçar –samolet gondurmak programması we ş.m. mysal bolup biler.

Sazlama kanunlary.

Sazlama kanunlary aşakdaky ýaly görnüşlerde bolup biler:

- çyzykly:

$$T_2^2 \frac{d^2 u}{dt^2} + T_1 \frac{du}{dt} + u = k \left(x + k_1 \frac{dx}{dt} + k_2 \frac{d^2 x}{dt^2} + k_{-1} \int x dt \right) + k_f \left(f + k_{1f} \frac{df}{dt} + k_{2f} \frac{d^2 f}{dt^2} \right);$$

- çyzykly däl: $F_1(u, du/dt, \dots) = F_2(x, dx/dt, \dots; g, \dots; f, \dots)$.
Çyzykly däl sazlama kanunlarynyň klassifikasiýasy:

1. Funksional.
2. Logiki.
3. Parametrik.
4. Optimizirleýji.

Statiki funksional çylykly dällige mysal:

$$u = k (1 + b|x|)x \quad u = k \operatorname{sign}(x) \sqrt{1 + b|x|} .$$

Dinamiki funksional çylykly dällige mysal:

$$u = k (1 \pm b|\dot{x}|)x \quad u = k (1 \pm b|x|)\dot{x} .$$

Logiki çylykly dällige mysal:

Eger-de $|x| < 0.2G_m$, onda

$$u = k_1 x ;$$

Eger-de $|x| > 0.2G_m$, onda $u = k_2 x ;$

bu ýerde: $k_1 < k_2$

Parametrik çylykly däl kanuna mysal:

$$u = k (t [^{\circ}\text{C}]; h [\text{m}]; G [\text{kg}]) x .$$

Optimizirleýji çylykly däl kanuna mysal:

$$u = k (\min(\text{CO}_2); \max(\text{PTK})) x .$$

Sazlamagyň üzülmeyän çyzykly kanunlary.

Sazýaýyş (Dolandyryş) kanuny diýip obýekte dolandyryş täsiri $u(t)$ kesgitleýän algoritmr ýa-da funksional baglylyga düşünilýär.:

$$u(t) = F(x, g, f) .$$

Çyzykly kanunlr çyzykly forma bilen ýazyp beýan edilýär:

$$u(t) = k_1 x(t) + k_2 \square x(t) dt + k_3 \square \square x(t) dt^2 + \dots + k_4 x'(t) + k_5 x''(t) + \dots$$

we operator formada ýazylyşy:

$$u(t) = x(t) [k_1 + k_2/p + k_3/p^2 + \dots + k_4 p + k_5 p^2 + \dots]. (1^*)$$

Sazlaýjynyň (1*) deňlemde ilkinji berlen maglumatyň $x(t)$ proporsional, differensial, integral düzüjilere düýgurlygynyň bolmagy, sazlaýjynyň görnüşini kesgitleýär:

1. P - proporsional.
2. I - integral.
3. PI - proporsional integral (izodrom).
4. PD - proporsional differensial. we beýlik çylşyrymly wariantlar - PID, PIID, PIDD, ...

Proporsional sazlamak.

Sazlamagyň proporsional kanuny aşakdaky görnüşdedir:

$$u(t) = W_{\text{saz}}(p) x(t) = k_1 x(t) ,$$

şeylelikde ýazdyrylan ýagdaýdaky sistema aşakdaky ýaly geçiriş funksiýa bilen häsiýetlendiriler:

$$W(p) = W_{\text{saz}}(p) W_o(p) = k_1 W_o(p) .$$

Ýalňyşlyk deňlemesi:

$$x_{\text{yct}} = \left[\frac{1}{1+k_1 W_o(p)} \cdot g(t) + \frac{W_f(p)}{1+k_1 W_o(p)} \cdot f(t) \right]_{p \rightarrow 0} = \frac{1}{1+k_1 k_o} \cdot g_0 + \frac{W_f(0)}{1+k_1 k_o} \cdot f_0$$

Durnuklaşan režimde $p \rightarrow 0$ (hemme önçmler-proizwodny nola deň); $W_o(p) \rightarrow k_o$; $W(p) \rightarrow k_1 k_o = k$; bu ýerde $k - (W_{\text{ib}}(p)=1)$ bolandaky ýazdyrylan ulgamyň kontur güýçlendiriş koeffisiýenti.

P-sazlama durnuklaşan (statiki) ýalňyşlygy $1+k$ gezek kiçeltmäge mümkinçilik berýär (bütünleý ýok edip bilmeýär), şonuň üçin sazlama statikidir, ýagny k islendik bahasynda $x_{\text{durn}} \rightarrow 0$.

Integral sazlama.

Integral sazlama aşakdaky ýaly görnüşdedir:

$$u(t) = W_{\text{per}}(p) x(t) = k_2/p x(t) ,$$

şeylelikde ýazdyrylan ýagdaýdaky sistema aşakdaky ýaly geçiriş funksiýa bilen häsiýetlendiriler:

$$W(p) = W_{\text{per}}(p) W_o(p) = k_2/p W_o(p) .$$

Ýalňyşlyk deňlemesi:

$$x_{\text{yct}} = \left[\frac{g(t)}{1 + \frac{k_2}{p} W_o(p)} + \frac{W_f(p) \cdot f(t)}{1 + \frac{k_2}{p} W_o(p)} \right]_{\substack{p \rightarrow 0 \\ t \rightarrow \infty}} = \frac{1}{1 + \frac{k_2 k_o}{0}} \cdot g_0 + \frac{W_f(0)}{1 + \frac{k_2 k_o}{0}} \cdot f_0$$

Durnuklaşan režimde $p \rightarrow 0$, $\Rightarrow W(p) \rightarrow \infty$; \Rightarrow ýalňyşlygyň birinji düzüjisi $g_0 \neq 0$. Taşky täsirden döreýän ýalňyşlyk $W_f(0)$ funksiýanyň görnüşine baglydyr we noldan tapawutly bolup biler.

I-sazlamak sistemadan statiki ýalňyşlygy aýryp bilýär, ýagny ýumuş beriji täsire görä $g(t)$ sistema astatikidir.

Guruluş porty, taýmer, dinamik (guruluş platanyň elektron toplumy) bölümleri.

Sanly sistemalar. Sanly sistemalarda bolup geçýän prosesler. Diskret geçiriji funksiýalary çykarmagyň metodikasy. Sanly sazlaýjylar. Kwantlamak

Sanly sistemalar sanly hasaplaýyş maşynlaryň esasynda döredilýär. Olaryň esasy elementleri bolup Giriş-çykyş gurluşlary, analag-san we san analog özgeridijiler hyzmat edýär.

Sanly hasaplaýyş maşynlaryň bolup kompýuterler, DSP-sanly signally prosessorlar, PLC-kontrollerler hyzmat edýär. Kompýuterler dolandyryşyň uniwersal gurluşlaryna degişlidir. Ikinjisi we üçünjisi bolsa ýöriteleşdirilen bolýar.

Giriş-çykyş gurluşlary analog signallar bilen baglanan bolsa, olar analag-san we san analog özgeridijiler bolup hyzmat edýärler, eger sanly signallar bilen bilen baglanan bolsa – portlar we interfeýsler görnüşde bolýar.

Sanly hasaplaýyş maşynlaryň (SHM) sistemasynda DSP we PLC –ler sazlaýjynyň, sazlaýjynyň we deňeşdirme gurluşlaryň, korrektirleýji gurluşlaryň roluny ýerine ýetirýärler. Eger sanly hasaplaýyş maşynlar uniwersal bolsa, onda köp

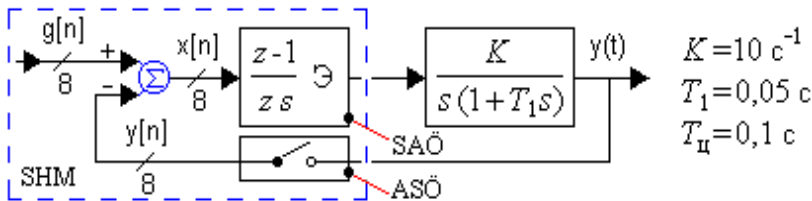
funksiýaly ADU döredip bolýar. Meselem awtomobilde: Nawigasiýa sistemasyny, bort elektron iýmitlendiriş sistemasyny, ABS (anti-lock brake system) maşyny togtadyjy sistema, we ş.m. sistemalary döredip bolýar. Bu ýagdaýda dörediljek sistemanyň düzümine analogwe sanly multipleksorlar we demultipleksorlar hem girmelidir.

Hemme ýagdaýlarda sanly hasaplaýyş maşynlary aňsat alyp bolýan maglumat akymalaryny döredip bilýärler. Bu sistemalar diňe bir dolandyryşy ýerine ýetirmek bilen çäklenmän, barlag, optimizasiýa, hemme prosesleri gurnamak ýaly meseleleri hem çözmäge hem mümkinçilik berýärler. Sanly hasaplaýyş maşynlaryň diskret tebigaty sanly sistemada iki prosessoryň bolmagyny kesgitledi: olaryň biri signallaryň wagt boýunça diskretleşdirilmegini (gözegçilik funksiýa almagy), beýlekisi signallary dereje boýunça kwantlamagy (analog-san we san analog özgertmegi) amala aşyrýar.

Signallaryň diskretleşdirilmegi sistemany diskretleşdirýär. Dereje boýunça kwantlamak bolsa sistemanyň çyzykly däl bolmagyna getirýär. Diskretleşdirmek ýygylgyny saýlamak signal geçiriş zolagynyň giňligine baglylykda ýa-da ýapyk sistemanyň sazlamak wagtyna baglylykda amala aşyrylýar. Şonuň üçin diskretleşmek ýygylgy signal geçiriş zolagynyň giňliginden 6-10 esse uludyr. Eger bu ýagdaý ýerine ýetmese sistemanyň hil görkezijileri peselýär.

Kwantlamak basgançaklarynyň sany sistemanyň dinamiki häsiýetlerini öz täsirini ýetirýär. Olaryň az bolan wagtynda diskretleriň arasynda geçiş prosesini (awtoýrgyldy) periodiki ýagdaýda döredip biler.

Adaty ýagdaýda kwantlamak basgançaklarynyň sany ýokarydyr. Bu bolsa sistemanyň gönileşmegine getirýär we impuls elementleriniň matematiki aparatyny ulanmaga mümkinçilik berýär.



SHM –yň işini ASÖ (kwantlaýjy) we SAÖ (nol derejeli ekstrapolýator) üpjün edýär. Şeýlelikde:

$$W(z) = \frac{z-1}{z} \cdot Z \left\{ \frac{1}{s} \cdot \frac{K}{s(1+T_1s)} \right\} \ominus \dots$$

$W(s)$ üzümeyän geçiriji funksiýanyň z - özgertmesini tapmak üçin ony elementar droblara dargatmaly. Şonda her bir ýönekeý zweno signal kwantlaýjydan gelip gowşar:

$$\frac{1}{s^2(1+T_1s)} = \frac{A}{s^2} + \frac{B}{s} + \frac{C}{1+T_1s}$$

Bu ýerde :

$$\begin{aligned} A(1+T_1s) + Bs(1+T_1s) + Cs^2 &= 1; \\ (BT_1+C)s^2 + (AT_1+B)s + A &= 0s^2 + 0s + 1; \Rightarrow \\ \Rightarrow A &= 1, B = -T_1, C = T_1^2. \end{aligned}$$

$$\ominus K \cdot \frac{z-1}{z} \cdot Z \left\{ \frac{1}{s^2} - \frac{T_1}{s} + \frac{T_1}{s+1/T_1} \right\} = K \cdot \frac{z-1}{z} \cdot \left[\frac{T_1 z}{(z-1)^2} - \frac{T_1 z}{z-1} + \frac{T_1 z}{z - e^{-T_1/T_1}} \right] \ominus$$

$$\ominus \frac{0,568z + 0,297}{z^2 - 1,135z + 0,135} \quad \Phi(z) = \frac{W(z)}{1+W(z)} = \frac{0,568z + 0,297}{z^2 - 0,567z + 0,432}$$

Üzülmeýän sistemalarda PID sazlaýjylyar giňden ulanylýar. Olar aşakdaky ýaly ideallaşdyrylan deňleme bilen aňladylýar:

$$u(t) = K_P \cdot \left[x(t) + \frac{1}{T_I^x} \int_0^t x(t) dt + T_D^x \frac{dx(t)}{dt} \right]$$

Bu ýerde: K_P – proporsional kanalyň güýçlendiriş koeffisiýenti,; T_I^x – integral kanalyň biri-birine baglanyşykly polýusynyň wagt hemişeligi; T_D^x – differensial kanalyň biri-birine baglanyşykly polýusynyň wagt hemişeligi.

Diskretlemegiň kiçi periodlary üçin T_u deňleme tapawut deňlemesine öwrülip bilner, bu ýerde takyklykda uly ýitgi bolmaýar. Üzülmeýän integrirlemek göniburçlyklar metody ýa-da trapesiýalar metody bilen aňladylyp bilner.

Göniburçlyklar metody. Göniburçlyklar metody üzülmeýän integraly approssimasiýa etmek üçin ulanylýar. Sazlamagyň PID kanuny diskret görnüşde:

$$u[n] = K_P \cdot \left[x[n] + \frac{T_u}{T_I^x} \sum_{i=0}^{n-1} x[i] + \frac{T_D^x}{T_u} (x[n] - x[n-1]) \right]$$

Netijede dolandyryşyň rekurrent (pozision) algoritmi alynýar.

SHM-da sazlama kanunlaryny gurnamagyň amatly usuly rekurrent (pozision) algoritmi hasaplanýar. Ol signalyň häzirk bahasyny $u[n]$ almak üçin, onuň öňki bahasy $u[n-1]$ we düzediş koeffisiýenti ulanylýar. Bu bolsa goşmaça hasaplamalary talap etmeýär. Onuň hasaby:

$$\begin{aligned}
u[n] - u[n-1] &= u[n] - K_P \left[x[n-1] + \frac{T_u}{T_I^x} \sum_{i=0}^{n-2} x[i] + \frac{T_D^x}{T_u} (x[n-1] - x[n-2]) \right] \ominus \\
&\ominus K_P \cdot \left[x[n] - x[n-1] + \frac{T_u}{T_I^x} x[n-1] + \frac{T_D^x}{T_u} (x[n] - 2x[n-1] + x[n-2]) \right] \ominus \\
&\ominus K_P \cdot \left[\underbrace{\left(1 + \frac{T_D^x}{T_u} \right)}_{b_0/K_P} \cdot x[n] + \underbrace{\left(\frac{T_u}{T_I^x} - 1 - 2 \cdot \frac{T_D^x}{T_u} \right)}_{b_1/K_P} \cdot x[n-1] + \underbrace{\frac{T_D^x}{T_u}}_{b_2/K_P} \cdot x[n-2] \right]
\end{aligned}$$

$u[n-1]$ – sag tarapa geçirip sazlaýjynyň programmada döredilmegi üçin “tizleşdirilen” algoritmi alynýar:

$$u[n] = u[n-1] + b_0 x[n] + b_1 x[n-1] + b_2 x[n-2]. \quad (*)$$

Eger üzülmeyän integrally approksimasiýa etmek üçin trapesiýalar metody ulanylýan bolsa, onda tapawut deňlemesi aşadaky ýaly bolar:

$$u[n] = K_P \cdot \left[x[n] + \frac{T_u}{T_I^x} \cdot \left(\frac{x[n] - x[0]}{2} + \sum_{i=0}^{n-1} x[i] \right) + \frac{T_D^x}{T_u} (x[n] - x[n-1]) \right].$$

Rekurrent gatnaşygy (*) almak üçin öökardaky ýaly özgerdilme geçirilse tapawut diňe b_0 koeffisiýentde bolar:

$$b_0 = K_P \cdot \left(1 + \frac{T_D^x}{T_u} + \frac{T_u}{2T_I^x} \right).$$

Запишем РУ (*)rekurrent deňlemäni z-domendäki şekiller üçin ýazalyň:

$$\begin{aligned}
U[z] (1 - z^{-1}) &= (b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-1}) X[z], \\
\text{Ony diskret geçiriji funksiýa görnüşde ýazalyň:}
\end{aligned}$$

$$W_{\text{PID}}(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}{1 - z^{-1}}$$

Onuň koeffisiýentleriniň derňewi aşakdaky häsiýentleri görkezýär:

1. Statiki ýalňyşlygy aradan aýyrmak üçin geçiriji funksiýa $z^x=1$ polýusa eýe bolmalydyr.
2. Eger $b_2 = 0$ bolsa, onda PI sazlaýjy alnar.
3. Eger $b_0 = 0$, we $b_1 = (1 + b_2)$ bolsa, onda PD sazlaýjy alarys.

Kwantlamak. Sanly PID sazlaýjynyň üç koeffisiýenti b_0 , b_1 , b_2 bolýar. b_1 koeffisiýent integral kanalyň T_I^x biri-birine baglanyşykly polýusynyň wagt hemişeligi barada maglumat saklaýar.

Islendik sistema üçin, wagt hemişeliginiň 2 essedeň uly ýagdaýda üýtgemegi, kritiki baha almaly dälär. Emma geçiriji funksiýanyň koeffisiýentleri birnäçe dereje tapawutlanýan parametrlar baglydyrlar. Şoňa görä geçiriji funksiýanyň sanawjysynyň hemme koeffisiýentleri girýän T_D^x/T_u gatnaşygy üçin 5 belgi ýerli mantissa (17 ikilik razrýad) saklamak maslahat berilýär. Bolmasa T_I^x parametr baradaky maglumat sanlaryň tegeleklengegi zerarly ýitirilip bilner.

SHM-ň çäklendirilen uzynlykly mantissaly parametrlarini kwantlamagyň aşakdaky ýaly usullary bardyr:

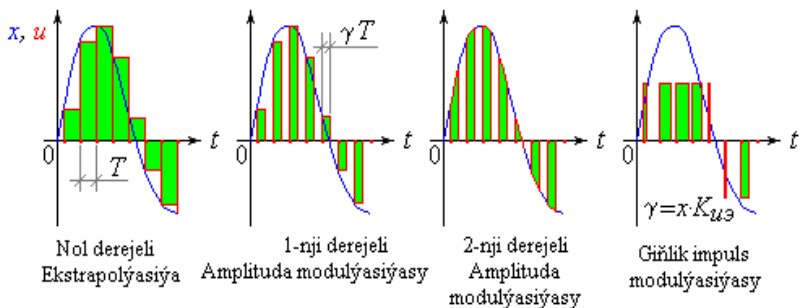
1. Ýokary derejeli z-geçiriji funksiýany köpelijilere ýa-da elementar droblara dargatmak arkaly parametrlariniň çözüwini tapmak.
2. z-geçiriji funksiýanyň struktur shemasyny dürli ýygyllykly gözenekleri bolan alternatiwleriň arasyndan saýlap, iş ýüzüne geçirmegiň kökleri birlik töwerekde goýmagyň mümkinçilikleri.

Ulgamly taýmer. Dinamigiň kanaly.

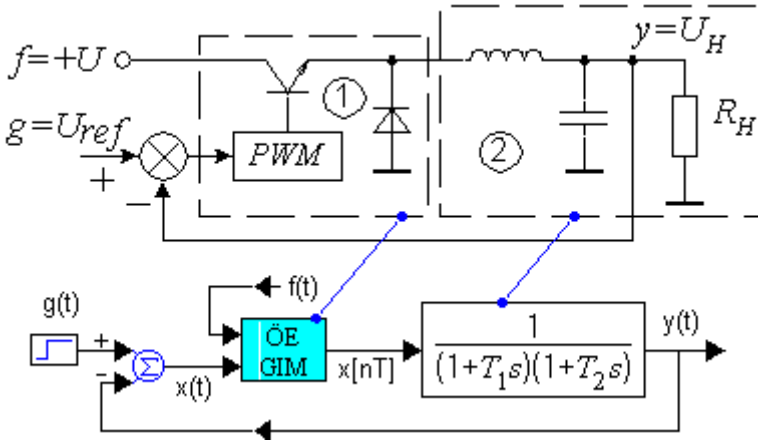
Çyzykly impulsly sistema

Eger sistemal adaty çyzykly differensial deňlemeler bilen beýan edilýän zwenolardan başga-da, üzülmeýän giriş signalyny wagt boýunça biri-binden deň daşlaşan impulslara öwürýän zwenno hem saklaýan bolsa onda bu sistema çyzykly impulsly sistema diýilýär.

Impulsly zwenolaryň çykyş yzygiderliginiň wariantlary.



İmpulsly sistema mysal

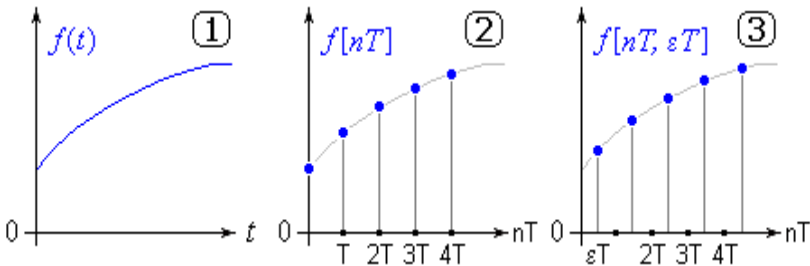


1 – impulsly zveno – Giňlik impuls modulýasiýaly (GİM) açar; 2 – üzlmeýän zveno –ýüklenmeli (nagruzkaly) filtr; $+U$ üýtgemäni $f(t)$ daşky täsir hökmünde seretmek bolar

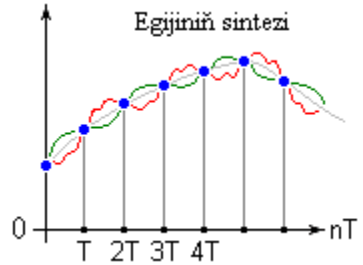
Eger giňlik impuls modulýasiýaly çyzykly bolsa sistema hem çyzyklydyr. Eger R_H üýtgeýän bolsa, onda sistema parametriki häsiýete hem eýedir.

İmpulsly sistemany ýazyp beýan edýän matematiki apparat.

Gözenekli funksiýalar.



Gözenekli funksiýalar 2 diňe $[nT]$ wagtyň diskret momentlerinde kesgitlenendirler (gysgaça $[n]$) we 1 üzülmeýän funksiýadan : $(t=nT \text{ bolanda } f[nT] = f(t))$ formirlenýärler. Şeýle-de garyşyk gözenek funksiýalary (3 zyzgiderlik) bolup bilýär $(t=(n+\square)T \text{ bolanda } f[n, \square] = f(t))$, bu ýerde \square - otnositel süýşmek, $\square \in [0..1)$.

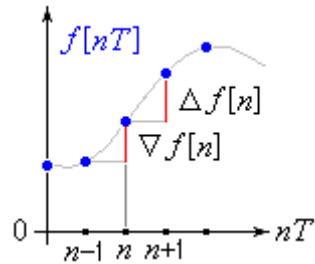


Gözenekli funksiýalaryň berýän diskretlerinden geçýän üzülmeýän funksiýalara egiji funksiýalar diýilýär. Olar köpdür.

Gözenekli funksiýalary differensirlemek we integrirlemek

Gözenekli funksiýanyň birinji önüminiň analogy, birinji göni tapawut :

$$\square f[n] = f[n+1] - f[n],$$



Ýa-da birinji ters tapawut bolup durýar:

$$\square f[n] = f[n] - f[n-1].$$

Gözenekli funksiýanyň ikinji önüminiň analogy, ikinji göni tapawut :

$$\square^2 f[n] = \square f[n+1] - \square f[n] = (f[n+2] - f[n+1]) - (f[n+1] - f[n]) = f[n+2] - 2f[n+1] + f[n],$$

we ters tapawut bolup durýar:

$$\square^2 f[n] = \square f[n] - \square f[n-1] = f[n] - 2f[n-1] + f[n-2].$$

Ýokary derejeli tapawutlar hem bolup biler:

$$\square^k f[n] = \square_{=0}^k \square (-1)^{\square} C_k^{\square} f[n+k-\square] \quad \square^k f[n] = \square_{=0}^k \square (-1)^{\square} C_k^{\square} f[n-\square]$$

Bu ýerde : $C_k^{\square} = k! / (\square!(k-\square)!)$.

Integralyň analogy bolup doly däl summa hyzmat edýär:

$$\square[n] = \square_{m=0}^{n-1} \square f[m] = \square_{=1}^n \square f[n-\square],$$

We doly summa:

$$\square_o[n] = \square[n] + f[n].$$

Тарawutly deňlemeler (Разностные уравнения)

Impulsly sistemanyň differensial deňlemesiniň analogy bolup, tarawutly deňlemeler hyzmat edýär:

$$b_0 \square^m y[n] + b_1 \square^{m-1} y[n] + \dots + b_m y[n] = f[n],$$

Eger tapawutlary açsak, onda deňleme aşakdaky görnüşe geler:

$$a_0 y[n] + a_1 y[n-1] + \dots + a_m y[n-m] = f[n], \quad (1)$$

Bu ýerde: $a_{m-k} = \square_{=0}^k \square (-1)^{m-k} C_{m-\square}^{k-\square} = (m-\square)! / [(k-\square)!(m-k)!]$;

Arassa gijä galýan zwenonyň geçiriji funksiýasynyň gijä galmasyny hasaba alyp, we diskret yzygiderligi $y[n]$ ýaýyň daşyna çykaryp, alarys:

$$(a_0 + a_1 e^{-Ts} + \dots + a_m e^{-mTs}) Y^*[s] = F^*[s],$$

$z = e^{Ts}$ belgileme girizip, deňlemäni ýazarys:

$$(a_0 + a_1 z^{-1} + \dots + a_m z^{-m}) Y[z] = F[z].$$

XY üçin deňlemäni çözüp (çep tarapy nola deňlenen), umumy çözüwi – ýagny geçiş düzüjini alyp bolar:

$$y[n] = C_1 z_1^n + C_2 z_2^n + \dots + C_m z_m^n,$$

bu ýerde : z_1, z_2, \dots, z_m – XY kökleri; C_i – erkin hemişelik.

XY çözüwi tapawutly deňlemeleriň kömegi bilen beýan edilen sistemalaryň durnuklylyk şertini kesgitleýär.:

$$|z_i| < 1.$$

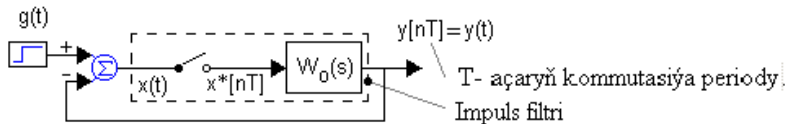
Z-özügertmek

Wagtyň gözenekli funksiýalary üçin Laplasyň disklerit özügertmesi düşünjesi girizilip bilner:

$$F^*(s) = \sum_{n=0}^{\infty} f[n] \cdot e^{-nTs}, \quad F(z) = \sum_{n=0}^{\infty} f[n] \cdot z^{-n};$$

Bu Z-özügertme adyny aldy ($z = e^{Ts}$ ornuna goýmak arkaly) we şekili original bilen baglaýar.

Impulsly sistemalnyň tipli sistemalsy. Impuls filtri barada süşünje

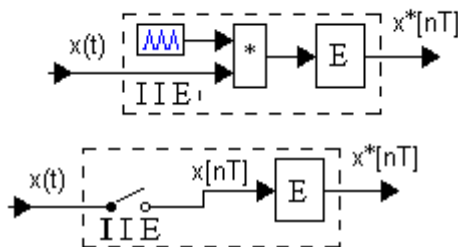


• Eger açaryň ýapyk ýagdaýynyň wagty az bolsa, onda onuň çykyşynda signaly : $x^*[nT] = x[nT] \square(t-nT)$ meýdanly delta-funksiýa yzygiderliligi $x^*[nT]$ bilen çalşyp bolýar.

• Bu ýagdaýda üzülmeyän böleginiň reaksiýasy $W_0(s)$ – bu $w(t)$ agram funksiýalarynyň superpozisiýasydyr. Buny bolsa $y(t)$ yzygider signal hökmünde hem, $y[nT]$ diskret yzygiderlik hökmünde hem seredip bolar.

• Impuls filtri hökmünde çykyşynda $W_0(s)$ üzülmeyän bölegi bolan impuls elementi (açar) alnyp bilner.

Impulsly elementiň umumylaşdyrylan modeli



• Ideal impulsly elementiň (I I E) modeldäki meselesi – sistemany matematiki häsiýetlendirme üçin $\square x(t)$ meýdanly \square -funksiýany, ýa-da gözenek funksiýany formirlemekden ybaratdyr.

• Ekstrapolýatoryň meselesi – gözenek funksiýanyň bahalarynyň arasyndaky hakyky impuls zwenonyň çykyş yzygiderligini matematiki häsiýetlendirmekden ybaratdyr

(ekstrapolýasiýa – bu häzirki wagtda belli bolmadyk signaly çaklamak (sintezlemek) bilen, anyk baha almakdyr).

- Kwantlaýjynyň geçiriş koeffisiýenti onuň kwantlama periodyna ters proporsionaldyr. Nol dereejeli ekstrapolýatoryň geçiriş koeffisiýenti bolsa perioda deňdir. Şeýlelik bilen kwantlaýjy we dikeldiji zynjyryň umumy geçiriş koeffisiýenti adatça bire deňdir.

Klawiaturanyň kontrolleri we interfeýsi.

Düwmejik (keyboard) – maglumatlary girizmekligiň esasy gurluşudyr. Düwmejik öz düzümine düwmejikler basylanda düwmejige düşýän basyjy we kesgitli elektrik zynjyryny utgaşdyrylmagyny oýandyryjy datçikler toplumyny hödürleýär. Birnäçe wagtlap mehaniki datçik bilen işleýän düwmejikler goýberildi. Häzirki düwmejikleri – membrana tiplidir. Açarjyklar öz düzümine membranalaryň toplumy: aktiw - ýokarky, passiw - aşaky bölejikleri hödürleýär.

Düwmejigiň korpusynyň içinde datçiklerden başga - da signallary deşitrasiýa ediji elektron plata ýerleşdirilendir. Düwmejik bilen ulgamlayyn platanyň arasynda maglumatlaryň alyş - çalşy 2 - geçiriji kabelleriň üsti bilen 11 - bitli bloklaryň (8 razýad plýus gullukçy maglumatlar) amala aşyrýar. Düwmejikleriň işleýiş prinsipi düwmejikdäki açarjyklary skanirlemek bilen tamamlanýar. Islendik açarjyklary utgaşdyrma we aýyrma ölçegi 1 baýt bolan sanly koda (scan code) gabat gelýär. Düwmejikleri ulgamlayyn plata DIN razýomyň üsti bilen çatylýar. Ulgamlayyn platada düwmejikden gelýän signallary kabul etmek we täzedan işlemek ýörite mikroschemalar - düwmejikleriň barlaýjylarynyň üsti bilen ýerine ýetirýär. Häziki döwür keyboardlar 101 we ondan hem köp düwmeli bolýar. Düwmejikleriň QWERTY standart boýunça ýerleşdirilen. Düwmejigiň içki ýodajygy - 4 mm. Klawiaturanyň resursy - azyndan - 30 - 50 mln. gezek düwmejikler basmaga niýetlenendir.

Klawiatura – biziň duş geljek, birinji daşky **giriş-çykyş** gurluşy. Takyk aýdaňda – girizmek gurluşy, sebäbi maglumatlaryň çykyşy deregine başga gurluşlar hyzmat edýär, ýagny – monitor we printer. Klawiatura – şeýle gerekli (uniwersal) gurluş, bu birbada “girizme” hem-de dolandyрма gurluşy.



1995-nji ýylda Windows 95 ýüze çykanda, 101 düwmeli gurluş, 104-105 düwmeli gurluşa çalyşyldy. Üç sany düwme, ýörite operasion sistemanyň mümkinçilikle rini ulanmak üçin goşulandyr.

Häzirki zaman klawiaturasy 104-sany düwmejikleri özünde saklaýar. Kompýuteriň klawiaturasyndaky hemme düwmejikler iki topara bölünýär:

Harp – sanly düwmejikleri: Bular maglumatlary girizmek üçin niýetlenendir. Bu düwmejikleriň her birine basaňda, kompýutere buýruk “iberilýär”, şeýdip ekranda harp ýa-da san ýüze çykýar. Harply düwmejikler “latin” režimde we “rus” režimde-de işläp bilýärler.

Funksional düwmejikler. Bu düwmejikler kompýuterde haýsy-da bolsa bir operasiýany ýerine ýetirmek üçin ulanylýar. Her dürli programmalarda, elbetde her dürli operasiýalar ýerine ýetiriler. Ýöne her dürli programmalarda şol bir operasiýany ýerine ýetirýän düwmejikler-de bar.

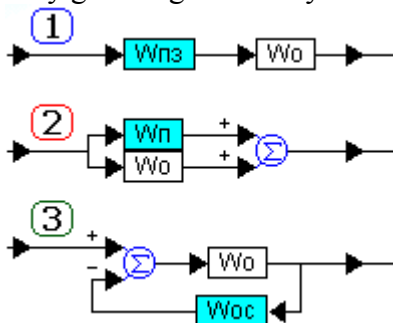
Meselem: **F1** – aýdyň bolşy ýaly, “Kömek” düwmejigi. Şol düwmejige basan ýagdaýyňda ekranyň ýüzüne, islendik

programmanyň esasy funksiýalary barada gysgaça kömekçi maglumat çykýar. Klaviatura – hemişe PS/2 portuna çatylýar.

PEHM AT-niň klaviaturasynyň interfeýsi.

PEHM AT-niň klaviaturasynyň interfeýsi onuň geçiş proseslerinde dinamiki takyklygyny ýokarlandyrmak üçin gerekdir. Tipli režimlerde sazlamaklygyny ýalňyşlygyny kiçeltmek üçin, sistemanyň umumy güýçlendiriş koeffisiýentini ýokarlandyrmaly bolýar. Bu bolsa sistemanyň durnuksyz bolmagyna getirip biler. Şonuň üçin sistema goşmaça (işjeň däl – passiw) zwenolar girizilýär.

PEHM AT-niň klaviaturasynyň interfeýsi korrektirleýji zwenolary girizmegiň usullary



Ekwiwalent geçiriş funksiýalary:

$$\begin{aligned}
 1. \quad W_{\text{ИЗ}} &= \frac{1}{1 + W_o \cdot W_{oc}} \\
 2. \quad W_{oc} &= \frac{1 - W_{\text{ИЗ}}}{W_o \cdot W_{\text{ИЗ}}} \\
 3. \quad W_{\text{ИЗ}} &= \frac{W_o + W_{\pi}}{W_o} \\
 4. \quad W_{\pi} &= W_o (W_{\text{ИЗ}} - 1) \\
 5. \quad W_{oc} &= - \frac{W_{\pi}}{W_o^2 + W_o \cdot W_{\pi}} \\
 6. \quad W_{\pi} &= - \frac{W_o^2 \cdot W_{oc}}{1 + W_o \cdot W_{oc}}
 \end{aligned}$$

Umumy geçiriş funksiýalary:

$$\begin{aligned}
 1. \quad W_{\text{CK}} &= W_{\text{ИЗ}} \cdot W_o \\
 2. \quad W_{\text{CK}} &= W_{\pi} + W_o \\
 3. \quad W_{\text{CK}} &= \frac{W_o}{1 \pm W_o \cdot W_{oc}}
 \end{aligned}$$

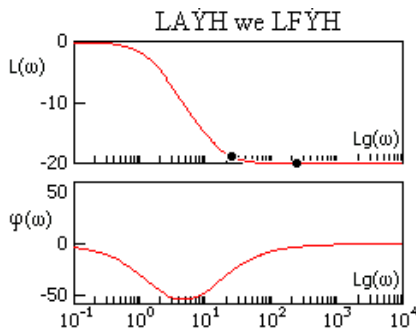
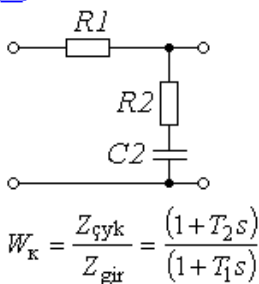
- 1 – zygider korreksiya – modulirlenmedik signally elektrik zynjrlary (ýerine ýetirilmesi aňsat);
- 2 – parallel korreksiya - inersion zwenolary ýokary ýygylýkda şuntirlemek gerek bolýar;
- 3 – Lokat ters (yzyna gaýdýan) baglanyşykly korreksiya – çyzykly dällidi, dreýfi, ýada wagt hemişeliklerini kiçeltmeli bolanynda ulanylýar (ýerine ýetirilmesi aňsat);

PEHM AT-niň klawiaturasynyň interfeýsi zygider korrektirleýy zwenolaryň hususy häsiýetleri we olaryň elektrik we energetik domen üçin ýerine ýetirilişi.

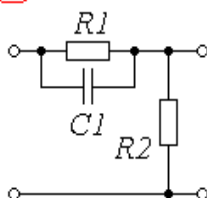
Esasy korrektirleýji zwenolar:

1. Passiw integrirleýji zwenolar
2. Passiw differensirleýji zwenolar
3. Passiw integro-differensirleýji zwenolar
4. Fazosüýşürýji zwenolar
5. Antiýrgyldyly

①

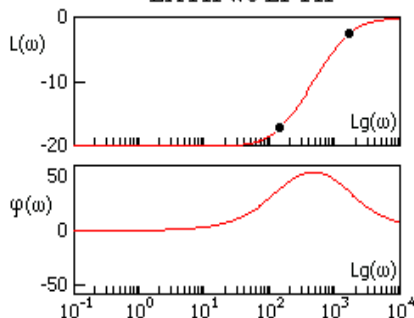


2

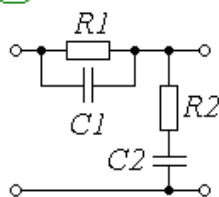


$$W_k = \frac{Z_{\text{çyk}}}{Z_{\text{gır}}} = \frac{T_4}{T_3} \cdot \frac{(1 + T_3 s)}{(1 + T_4 s)}$$

LAÝH we LFÝH

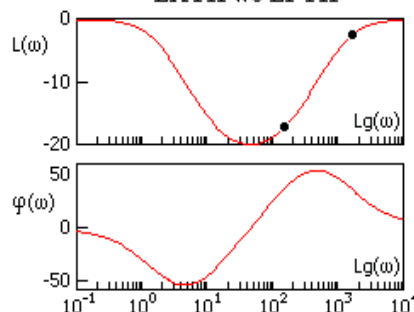


3

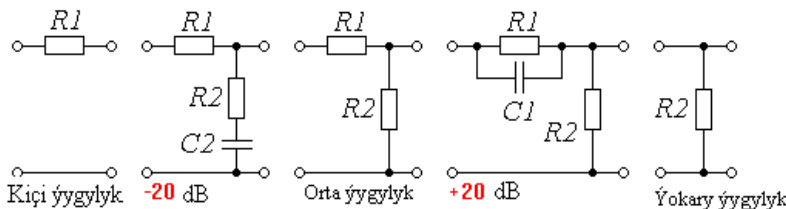


$$W_k = \frac{Z_{\text{çyk}}}{Z_{\text{gır}}} = \frac{(1 + T_2 s)}{(1 + T_1 s)} \cdot \frac{(1 + T_3 s)}{(1 + T_4 s)}$$

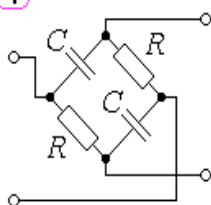
LAÝH we LFÝH



Bu ýerde: $T_1 = (R1+R2)C2$; $T_2 = R2C2$; $T_3 = R1C1$; $T_4 = (R1||R2)C1$.



4

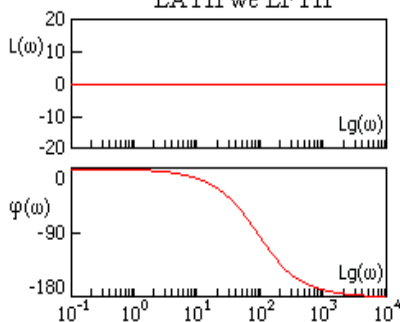


$$A(\omega) = 1$$

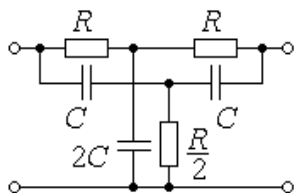
$$T = RC$$

$$W_k = \frac{Z_{\text{cyk}}}{Z_{\text{gir}}} = \frac{(1 - Ts)}{(1 + Ts)}$$

LAÝH we LFÝH



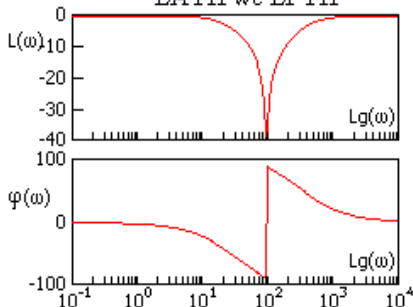
5



$$W_k = \frac{Z_{\text{cyk}}}{Z_{\text{gir}}} = \frac{1 + T^2 s^2}{(1 + T_1 s)(1 + T_2 s)}$$

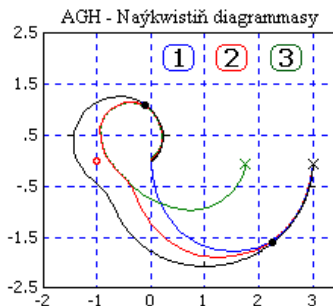
$$T = RC \quad T_{12} = (2 \pm \sqrt{3})T$$

LAÝH we LFÝH



1, 2, 3 korrektirleýji zwenolaryň LAÝH-nyň bellenen bölegi, korrektirlenýän LAÝH –ny şol bir diapazonda -20dB gytaklyk bilen ýygylýk oky keser ýaly edip girizmeli.

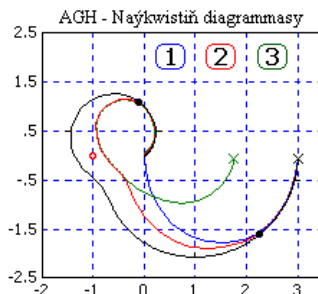
PEHM AT-niň klawiaturasynyň interfeýsi durnuklylyk ätiýajyny köpeltmegiň usullary.



Durnuklylyk ätiýajyny köpeltmegiň umumy usullary, ýagny dinamiki takyklygy ýokarlandyrmak aşakdaky ýaly görnüşlerde bolup biler:

1. Ýokary ýygylarlyklyk ýatymak arkaly dempferlemek
2. Orta ýygylarlyklyk ýatymak arkaly dempferlemek
3. Pes ýygylarlyklyk ýatymak arkaly dempferlemek ýa-da ýokary ýygylarlyklyk ekwiwalent galdyrmak
4. Goşmaça faza süýşmesini girişmek arkaly dempferlemek

PEHM AT-niň klawiaturasynyň interfeýsi ýokary ýygylarlyklyk ýatymak arkaly dempferlemek

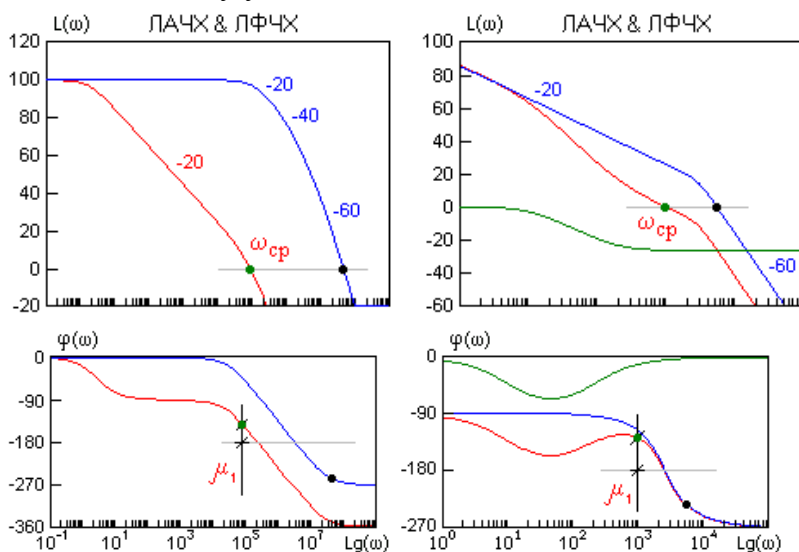


Takyklyk ýokarlananda tizlik peselýär.

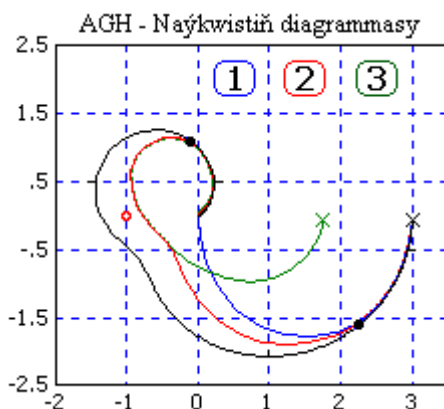
Ulanylşy:

1. Uly wagt hemişeligi bolan aperiodiki zwenonyň kömegi bilen, takyky statiki sistemalarda $T_0 \ll K$ ulanylýar (Operasion güýçlendirijiler).

2. Passiw integrirleýji zwenonyň kömegi bilen, birlik düýçlendirmekde LAÝH -20dB gytaklygy bolan sistemalarda ulanylýar.

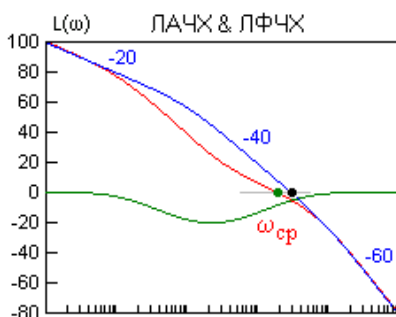


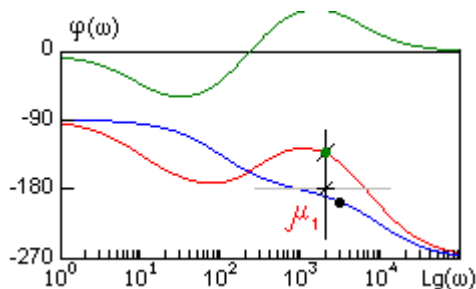
PEHM AT-niň klawiaturasynyň interfeýsi orta ýygylklary ýatymak arkaly dempferlemek.



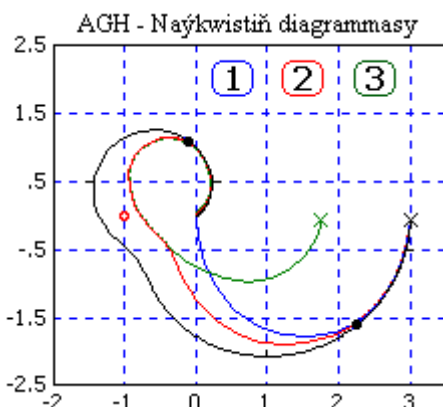
Köp ulanylýar, sebäbi ASS-nyň takyklygyny we tizligini (geçirijilik zolagyny) saklaýar

Passiw integro-differensirleýji zwenonyň ulanylmagy arkaly amala aşyrylýar. LAÝH-ny -40 dB gytaklyk bilen korrektirlemäge mümkinçilik berýär. Şeýle-de bolsa pes ýygylkly oblastlarda otrisatel faza süýşmesi bolup bilýär.





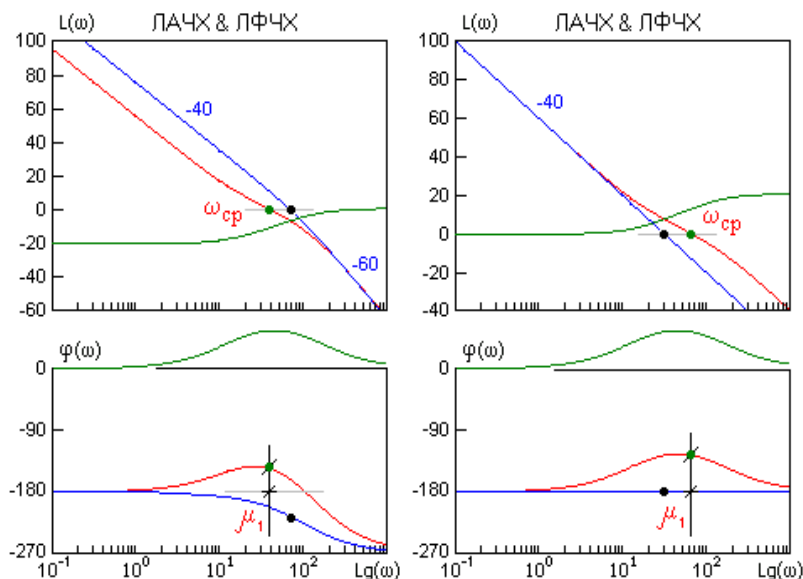
PEHM AT-niň klawiaturasynyň interfeýsi pes ýygylarly ýatyrnak arkaly dempferlemek ýa-da ýokary ýygylarly ekwiwalent galdyrmak



Pes ýygylarly oblastlarda güýçlenme koeffisiýentiniň dikeldilmeýänligi sebäpli takyklyk peselýär. Ýokary ýygylarly galdyrylmagy bolsa geçirijilik zolagyny giňeldýär, sistemada zyýanly sgnallary ulaldýär.

Passiw differensirleýji zwenonyň kömegi arkaly ýerine ýetirilýär. Bu bolsa pes ýygylarly oblastlarda otrisatel faza süýşmesi nyň öňüni alýar, LAÝH-ny -40dB/dek gytaklyk bilen korrektirlemäge mümkinçilik berýär. □_{cp} kesmek ýygylaryndan soň gytaklyk -40dB/dek, birden kän bolan

dekadada saklanýan bolsa $\square K = T_3 / T_4$ güýçlenme koeffisiýentiň peselmegini kompensirläp bolýar.



Klawiaturanyň programmirlenýan kontrolleri. IBM PC klawiaturanyň kontrolleriniň registerleri.

Klawiaturanyň programmirlenýan kontrolleri üýtgeýän parametrli çyzykly sistemalarydyr.

Klawiaturanyň programmirlenýan kontrolleri wagt boýunça üýtgeýän (var) ululyklary (koeffisiýentleri) özünde saklaýan differensial deňleme bilen häsiýetlendirilýän sistema üýtgeýän parametrli çyzykly sistema diýilýär:

$$a_0(t) \frac{d^n y}{dt^n} + \dots + a_{n-1}(t) \frac{dy}{dt} + a_n(t) y = b_0(t) \frac{d^m f}{dt^m} + \dots + b_{m-1}(t) \frac{df}{dt} + b_m(t) f$$

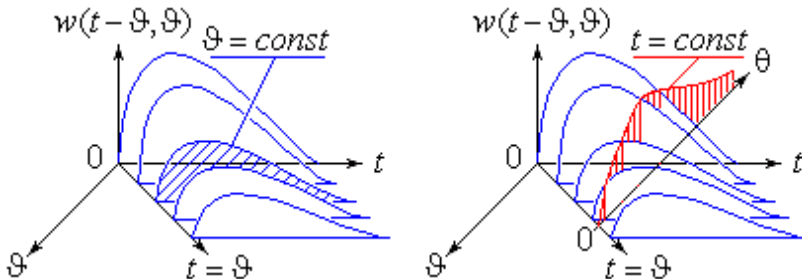
Bu ýerde f ýumuş beriji - $g(t)$ hem bolup biler.

Bu sistemanyň geçiriji funksiýasy parametriki bolup biler. Meselem:

$$W(s, t) = \frac{Y(s, t)}{X(s, t)} = \frac{K(t) \dots}{(1 + T_1 s)(1 + T_2(t)s) \dots}$$

Bu ýetda : $K(t)$, $T_2(t)$ – wagta bagly bolan funksiýalar.

Klawiaturanyň programmirlenýan kontrolleri standart daşky täsirlere $1(t)$ we $\square(t)$ var-parametrli ASS-niň reaksiýasy signallaryň gelip gowşan wagtynyň momentine bagly bolar. Buňa baglylykda agram funksiýasyny üst hökmünde şekillendirip bolar:



Aşakdaky ýaly agram funksiýalaryny tapawutlandyryrlar:

- Nominal agram funksiýa $\square = const$ bolanda $w(t - \square, \square)$.
- Baglanyşykly agram funksiýa $t = const$ bolanda $w(t - \square, \square)$.
- Baglanyşykly agram funksiýanyň rewers süýşmesi $t = const$ bolanda $w(\square, t - \square)$.

Hemişelik parametrli sistemalarda silindriki agram funksiýanyň relýefi we normal agram funksiýa baglanyşykly

agram funksiýanyň rewers süýşmesi bilen gabat gelýär. Eger sistema, oňa mahsus bolan $w(t-\tau, \tau)$ agram funksiýasyna, $f(t)$ giriş signaly tasir etse, onda wagtyň $t=\tau$ bolan erkin momentinde sistemanyň çykyşyndaky elementar reaksiýa aşakdaky ýaly bolar:

$$dy = w(t-\tau, \tau) f(\tau) d\tau .$$

Sistemanyň doly signaly bolsa elementar reaksiýalaryň superpozisiýasy ýaly kesgitlenýär:

$$y = o^t \int_0^t w(t-\tau, \tau) f(\tau) d\tau .$$

Eger $\tau = t-\tau$ ($t=const$) bolan rewers süýşme bar bolsa onda:

$$y = o^t \int_0^t w(\tau, t-\tau) f(t-\tau) d\tau ,$$

onda kwazistasionar sistemalar üçin integral funksiýa alarys.

Birinji we ikinji derejeli sistemalar üçin agram funksiýasyny analitiki usulda tapmak bolar. Ýokary derejeli sistemala üçin agram funksiýasyny kesgitlemegüň san (mukdar) usullary bardyr.

Klawiaturanyň programmirlenýan kontrolleri var-parametrli sistemanyň geçiriji funksiýaýny kesgitlemek

üýtgeýän parametrli sistemanyň geçiriji funksiýasyny kesgitlemek agram funksiýasy boýunça ýerine ýetirilip bilner:

$$W(s, t) = -\tau^t \int_0^t w(t-\tau, \tau) e^{-(t-\tau)s} d\tau = o^{+t} \int_0^t w(\tau, t-\tau) e^{-\tau s} d\tau ,$$

Ýa-da $h(t-\square, \square)$ geçiriji funksiýasy boýunça:

$$W(s, t) = s^{-\square} \square h(t-\square, \square) e^{-(t-\square)s} d\square = s^{o+\square} \square h(\square, t-\square) e^{-\square s} d\square ,$$

Ýöne bu usul rasional (netijeli) däl, sebäbi h we w sistemalaryň tipiki reaksiýalarynyň nähili boljagyny bilmegi talap edýär. Has amatly usullaryň biri var-parametrli berlen differensial deňlemeden $W(s, t)$ geçiriji funksiýany tapmakdyr:

$$A(s, t) W(s, t) + N\{W(s, t)\} = B(s, t) ,$$

Bu ýerde:

$$A(s, t) = a_0(t)s^n + \dots + a_n(t) ; \quad B(s, t) = b_0(t)s^m + \dots + b_m(t) ; \\ N\{W(s, t)\} = [dA/ds \, dW/dt + \dots + 1/n! \, d^n A/ds^n \, d^n W/dt^n] .$$

Differensial deňlemäniň çözüwini, ýagny, geçiriji funksiýany aşakdaky ýaly hatar görnüşde gözläp bolar:

$$W(s, t) = W_0(s, t) + W_1(s, t) + \dots$$

$$\text{Bu ýerde: } W_0(s, t) = B(s, t) / A(s, t); \quad W_k(s, t) = N\{W_{k-1}(s, t)\} / A(s, t) .$$

Klawiaturanyň programmirlenýan kontrolleri var-parametrli sistemalaryň durnuklylygy we sazlamagyň hili.

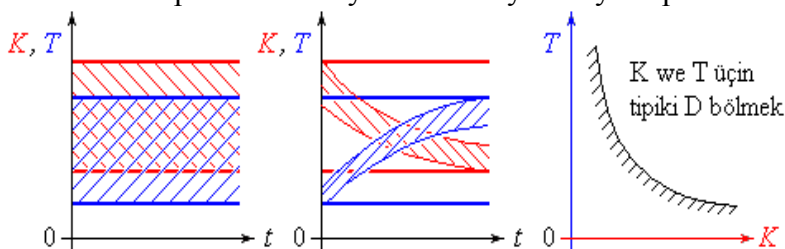
Klawiaturanyň programmirlenýan kontrolleri parametrleriniň sistemanyň erkin hereketine garanyňda haýal üýtgeýändigini göz önünde tutup, parametriki ASS-i parametrleriň hemme “doňdurylan” kombinasiýalarynda durnuklylygyny saklasa bu sistemany durnukly hasaplap bolar. $W(s, t)$ parametriki geçiriji funksiýany $0 < t < T$ diapazonda t wagty belleýärler we durnuklylyk baradaky kriteriýalaryň

birini ulanyp birnäçe gezek sistemanyň durnuklylygyny kesgitleýärler. Parametrleriň ululygyny ýa-da alamatyny çalyşýan wagt interwallaryna has köp üns berilmelidir. Sazlamagyň hiline baha berlende, ýalňyşlyk koeffisiýentleriň wagta baglydygyny göz önünde tutmalydyr : $s=0$ bolanda $C_k = [d^k \square_x(s, t) / ds^k]$. Parametrleriň üýtgemegini, sistemany üýtgedýän daşky täsirler hökmünde seretmek bolar.

Klawiaturanyň programmirlenýan kontrolleri parametriki ASS-niň sintezi

Klawiaturanyň programmirlenýan kontrolleri ASS-leriň kompýuterde ýerine ýetirilýän sintezinde koeffisiýentleriň “doňdurylmagyny” hem ulanyp bolar. Bu ýagdaýda wagtyň hemme iş interwalynda ASS-niň hili ýeterlikli kabul edilse, ol iş ukyoply hasap edilýär.

Köp ýagdaýlarda var-parametrli birinji ýa-da ikinji derejeli bir zwenony saýlap bolýar. Bu ýagdaýda ASS-niň sintezini hasaplama usullary bilen hem ýerine ýetirip bolar.



Sintezde parametrleriň üýtgemek kanunyny mümkin boldugyça takyk kesgitlemek gerekdir we berlen diapazon bilen çäklenmeli dälär.

CMOS-yn öýjükleriniň standart ulanylmaga niýetlenenleri.

CMOS-yn öýjükleriniň getirilip çykarylan gözenek geçiriji funksiýany $w_{gç}[n]$ öwrenip, impuls filtriň - $x(t)$ görnüşli erkin giriş ululyga berýän jogabyny kesgitlep bolar. Wagtyň diskret momentlerinde giriş ululygyň käbir bahalaryna impuls filtriň berýän jogabyna seredeliň:

- на $x[0]$: $y[n] = w_{gç}[n] x[0]$
- на $x[1]$: $y[n] = w_{gç}[n-1] x[1]$
- на $x[m]$: $y[n] = w_{gç}[n-m] x[m]$

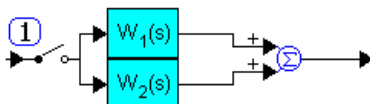
Şeýlelikde giriş ululygyň hemme bahalary üçin berliýän jogap aşakdaka deň bolar:

$$\begin{aligned} y[n] &= \sum_{m=0}^n w_{gç}[n-m] x[m] = \sum_{m=0}^n w_{gç}[m] x[n-m] \\ &= \sum_{m=0}^n w_{gç}[m] x[n] e^{-mTs} = \sum_{m=0}^n w_{gç}[m] x[n] z^{-m} \\ &= x[n] \sum_{m=0}^n w_{gç}[m] z^{-m} . \end{aligned}$$

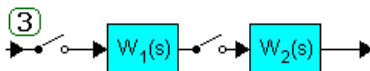
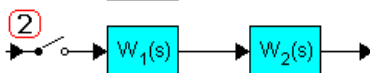
Bu ýerde jemlemäniň yzygiderligi üýtgedilendir, soňra bolsa $z = e^{Ts}$ gijä galma göz önünde tutulandyr. Eger n tükeniksizlige ymytlysa, onda $x[n]$ –e bolan köpeldiji diskrep geçiriji funksiýadyr:

$$W(z) = \sum_{n=0}^{\infty} w_{gç}[n] z^{-n} = Y(z) / X(z) .$$

$$\textcircled{1} \quad W_{\text{gg}}(s) = W_1(s) + W_2(s) \\ W(z) = W_1(z) + W_2(z)$$

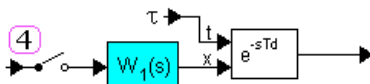


$$\textcircled{2} \quad W_{\text{gg}}(s) = W_1(s) W_2(s) \\ W(z) = Z \{ W_1(s) W_2(s) \} = W_1 W_2(z) \\ \text{т.е. } W(z) \neq W_1(z) W_2(z) !!!$$



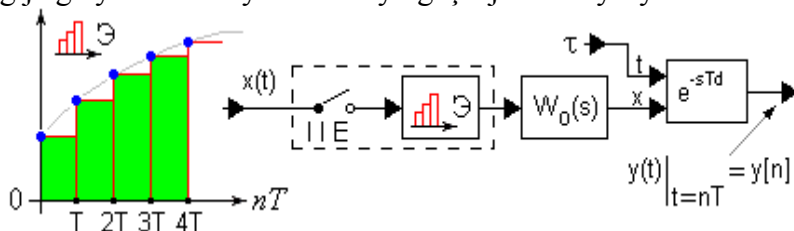
$$\textcircled{3} \quad W(z) = W_1(z) W_2(z)$$

$$\textcircled{4} \quad W(z, s) = Z \{ L^{-1} \{ W_{\text{gg}}(s) e^{-Ts} \} \} = \\ = z^{-1} Z_s \{ w_{\text{gg}}[n, s] \}$$



Bu ýerde: \square - ($\square = 1 - \square/T$; $0 < \square < T$) öňki taktyň başlangyjyndan hasaplanýan otnositel süýşme.

CMOS-yn öýjükleriniň nol derejeli ekstrapolýatorly we gijä galýan zwenoly sistemanyň geçiriji funksiýasy



Nol erejeli ekstrapolýator bolup: 1) **YBX** we 2) SAÖ hyzmat edýär.

Birlik impuls üçin Laplasyň şekilini tapalyň:

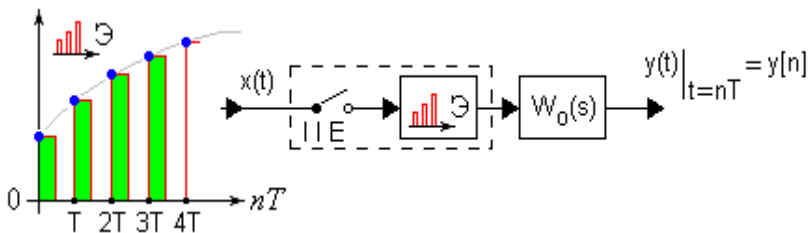
$$F_{\text{imp}}(s) = \int_0^T 1 \cdot e^{-ts} dt = \frac{-e^{-ts}}{s} \Big|_0^T = \frac{1 - e^{-Ts}}{s} = \frac{1 - z^{-1}}{s} = \frac{z - 1}{zs}$$

Onda ekstrapoýlator we gijä galýan zwenoly üzülmeýän bölek üçin Z-şekil:

$$W(z) = Z \left\{ \frac{z-1}{zs} \cdot W_0(s) \cdot e^{-\tau s} \right\} = \frac{z-1}{z^2} \cdot Z_\varepsilon \left\{ \frac{W_0(s)}{s} \right\},$$

Bu ýerde : $\varepsilon = 1 - \tau/T$; $0 < \varepsilon < T$; $W(z)$ I I E-ň $1/T$ -e deň bolan geçiriji koeffisiýenti hasap etmeýär.

CMOS-ýň öýjükleriniň birinji ýa-da ikinkidrejelil amplituda modulýasiýany amala aşyran ekstrapolýatorly sistemanyň geçiriji funksiýasy.



Bölekleyin doldurylan impuls üçin Laplasyň şekilini tapalyň:

$$F_{\text{imp}}(s) = \int_0^T 1 \cdot e^{-ts} dt = \frac{-e^{-ts}}{s} \Big|_0^T = \frac{1 - e^{-\gamma Ts}}{s}$$

Onda ekstrapoýlator we üzülmeýän bölek üçin Z-şekil:

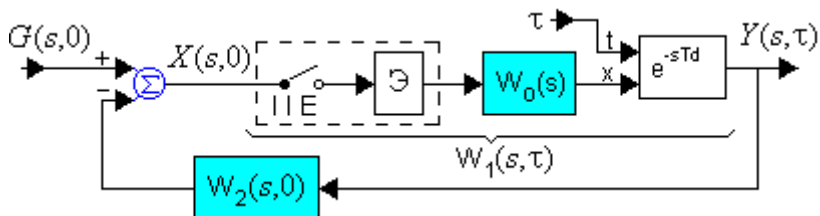
$$W(z) = Z\{F_{\text{imp}}(s) \cdot W_o(s)\} = Z\left\{\frac{W_o(s)}{s}\right\} - z^{-1} \cdot Z_{\varepsilon}\left\{\frac{W_o(s)}{s}\right\}.$$

Bu ýerde: $\square = 1 - \square$; $W(z)$ I I E-ň $1/T$ -e deň bolan geçiriji koeffisiýenti hasap etmeýär.

Eger $\square \ll 1$, to $e^{-\square Ts} \approx 1 - \square Ts$, onda:

$$F_{\text{imp}}(s) \approx \frac{1 - 1 + \gamma Ts}{s} = \gamma T \Rightarrow W(z) \approx \gamma T \cdot Z\{W_o(s)\}$$

CMOS-ýň öýjükleriniň ýapyk impulsly sistemanyň geçiriji funksiýasy.



Sistemany Laplasyň şekilinde beýan edeliň:

$$\left. \begin{aligned} Y(s, \tau) &= W_1(s, \tau) \cdot X(s, 0) \\ X(s, 0) &= G(s, 0) - Y(s, \tau) \cdot W_2(s, 0) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \begin{aligned} Y(s, \tau) &\cdot (1 + W_1(s, \tau) \cdot W_2(s, 0)) \ominus \\ &\ominus G(s, 0) \cdot W_1(s, \tau) \end{aligned}$$

$$Y(s, \tau) = \frac{W_1(s, \tau) \times G(s, 0)}{1 + W_1(s, \tau) \cdot W_2(s, 0)} \quad \text{ýa-da} \quad Y(z, \varepsilon) = \frac{W_1(z, \varepsilon) \times G(z, 0)}{1 + W_1 W_2(z, \varepsilon)},$$

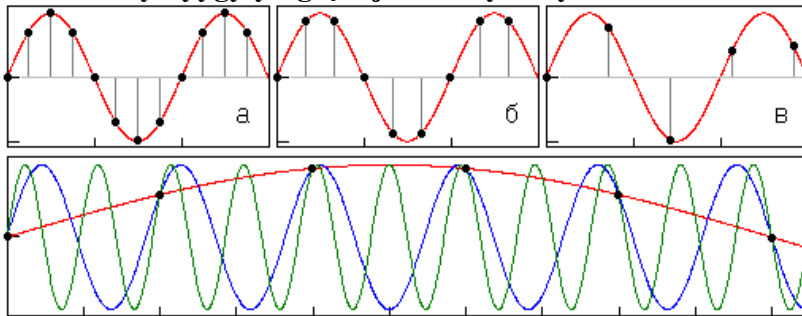
ýagny:

$$\Phi(z, \varepsilon) = \frac{W_1(z, \varepsilon)}{1 + W_1 W_2(z, \varepsilon)}.$$

- \square_x ýalňyşlyk boýunça alynýan geçiriji funksiýa, sistemany x ýalňyşlyga oňnositellikde çözüp alnyp biler.
- Gijä galmanyň sistemanyň pes ýygyllykly oblastlarynda onuň alamatlaryny kesgitlemeýär, şonuň üçin hil barlagy üçin aşakdaky formulany ulanyp bolar

$$\Phi(z) = \frac{W_1(z)}{1 + W_1 W_2(z)}, \quad \Phi_x(z) = \frac{1}{1 + W_1 W_2(z)};$$

Diskret sinusoidal yzygiderlik $x[n] = a \sin [\square nT + \square]$. Naýkwistiň ýygyllygy. Kotelnikowyň teoremasy. Impulsly sistemalaryň ýygyllyk geçiriji funksiýalary



$x[n]$ zyygiderligiň aýratyn alamatlary:

1. Sistema periodiki hem bolup biler surat a , δ we periodiki däl hem bolup biler surat b .
2. Yzygider funkiýany emele getirýän amplituda $x[n]$ yzygierligiň maksimal bahasy hem bolup biler surat a , maksimal däl hem bolup biler surat δ .
3. Eger açaryň girişine f ; $f + 1f_0$; $f + 2f_0$; ...; $f + kf_0$ diskretleşme ýygyllygy boýunça tapawutlanýan ýygyllykly signal berilse yzygiderlik üýtgemeyär .

Sinusoidal yzygiderligiň üýtgemek kanunyny eksponensial görnüşde ýazalyň:

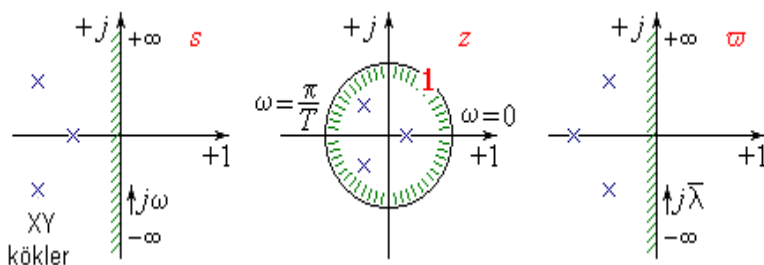
$$x[n] = a \sin [\omega nT + \phi] = a e^{j[\omega nT + \phi]} = a e^{j\phi} e^{j\omega nT} = \underline{a} e^{j\omega nT} = \underline{a} z^n,$$

onda impuls filtriň çykyş ululygy aşakdaky ýaly bolar:

$$y[n] = \sum_{m=0}^{\infty} w_n[n-m] x[m] = \sum_{m=0}^{\infty} w_n[m] x[n-m] = \sum_{m=0}^{\infty} w_n[m] \underline{a} z^{n-m} = \underline{a} z^n \sum_{m=0}^{\infty} w_n[m] z^{-m} = \underline{a} z^n W(z) = x[n] W(z).$$

Şeýlelikde $W(z)$ funksiýanyň geçiriji funksiýasy $z = e^{j\omega T}$ - ornuna goýmakda ýygylýk geçiriji funksiýany emele getirýär.

□ - Özgertmek. Iki çyzykly özgertmek. Impulsly sistemalaryň durnuklylygy we hili



z ululygynyň kömpleks tekizliginde durnuklylyk oblastyny guralyň. D-böleklemde detodikasyny ulanalyň we □ ýygylýgy - □ we + □□ aralygynda üýtgedip, birlik radiusly, içine s kömpleks ululygynyň çep ýarym tekizligi girýän we $z = e^{Ts} = e^{j\omega T}$ araçägi bolan töwerek alarys. Şeýlelikde sistemanyň durnuklylygy üçin □(z) ýapyk sistemanyň hemme kökleri-polýuslary bu töweregiň içinde ýerleşmelidirler.

Z –özügmek bilen beýan edilen impulsly sistemalaryň durnuklylygyny kesgitlemek üçin LAÝH we LFÝH ulanyň korrekciýa we sintez metodlary (Naýkwistiň godografyny we kök gorografy hasap etmezden) ulanylyp bilinmeýär.

Bu meseleäni çözmek üçin □-özügmek ulanylýar. □-özügmek □-kompleks ululygyň minimum okuna ornuna goýmak arkaly gurlan birlik radiusly töwerekdir:

$$z \leftarrow \frac{1 + \varpi}{1 - \varpi} \quad \varpi \leftarrow j \frac{T}{2} \lambda$$

□□pseudoygylykly (galp, ýalan ýgylyk) oblata geçgmäge ulanylýan ikinji formula aşakdaky gatnaşykdan alnandyr:

$$\varpi = \frac{z-1}{z+1} = \frac{e^{j\omega T} - 1}{e^{j\omega T} + 1} = j \operatorname{tg} \frac{\omega T}{2} = j\bar{\lambda} = j \frac{T}{2} \lambda,$$

Şeýle-de:

$$\lambda = \left. \frac{2}{T} \operatorname{tg} \frac{\omega T}{2} \right|_{\omega T < 2} \approx \omega.$$

□□pseudoygylygyň domeni we□□-domen seýrek ulanylýar. Sebäbi köp impulsly we sanly sistemalar üçin $1/T$ diskretlemek ýgylygy kesiş ýgylygyndan 6...10 esse uly alynýar. Bu ýagdaýda □_{kesiş} $T < 2$ şert ýerine ýetirilýär we □□ýgylyk, □□ pseudoygylygyň zolagyna praktiki taýgan gabat gelmeýär. Şonuň üçin adaty ýgylyklar domen tarapyndan aýlanyp geçilýär, geçişler üçin bolsa ikiçyzykly özügmek ulanylýar:

$$z \leftarrow \frac{2+sT}{2-sT}$$

$$s \leftrightarrow \omega \mid \omega T < 2$$

$$s \leftarrow \frac{2}{T} \cdot \frac{z-1}{z+1}$$

ROM BIOS. Başlangyç çatymyň barlagy(testi).

ROM BIOS. Başlangyç çatymyň barlagy. PEHM-iň huşunyň bölmesi.

Adresler	Göwrüm	Atlandyrylyşy
1000000 we ýokary	Umumy- 16Mb	Goşmaça huş (XMS-EMS)
FE0000h- FFFFFh	128 Kb	BIOS şekili
10FFF0h- FDFFFFh	14,8 Mb çenli	Goşmaça huş (XMS-EMS)
100000h- 10FFEFh	64 Kb-16 baýt	Huşuň ýokary meýdany (HMA)
E0000h- FFFFFh	128 Kb	PYSG (ПЗУ) BIOS
A0000h- DFFFFh	256 Kb	Huşuň ýokary meýdany (HMA)
00000h- 9FFFFh	640 Kb	Standart (baza) huş

00000h-9FFFFh-Conventional (Base) Memory-Standard (baza) huşy – 640 Kb operatiw huşly, DOS we adaty düzgüniň programmasyna düşnükli (gorawlyşy hem). Monohrom wideoadapterli MDA käwagt duşýan sistemalarda bu huş AFFFFh adresa çenli 64 Kb giňeýär.

A0000h-FFFFFh-Upper Memory Area (UMA-operatiw we wideo huşuň şol bir adresini göz önüne tutýan, meňzeşlik Unified Memory Architecture üçin gabat gelýän abbreviatura

bilen çalşyrmaly däl) – sistema maksatlary üçin ätiýaşlandyrylan huşuň ýokarky bölegi ýa-da ýöne ýokarky huş. Bu bölükde widoadapterleriň buterleri, hemişelik (ýa-da fleş) huş BIOS giňeltmeleri bilen ýerleşýärler. Bu bölüm operatiw huş dolandyrmak üçin kesgitli kynçylyklary döredip, amaly programmalarda ulanylýan operatiw huş bolýar.

100000h-Extended Memory ýokary huşy (Expanded deregine Extended hem, geçiş usuly bilen tapawutlanýan, bu bolsa terminalogiýasynda käbir bulaşyklyklary döredýän, goşmaça huşuň meýdanlaryny aňladýar) – göniden-göni diňe goragly düzgünde düşnükli goşmaça huş. Munda 100000h-10FFEFh bölüm aýratyn tapawutlanýar (ýokary huş – HMA – High Memory Area) – ol göniden-göni adaty düzgünde 286 prosessorlara we adres şinasynyň 21-nji razýadynyň Gate20 açyk wentilinde, ondan ýokarkylara hem düşnükli. 24-razýadly adres şinaly kompýuterler üçin (286 we 386SX) goşmaça huşuň ýokary çägi – FDFFFh (16 Mb soňky 128 Kb ýok). FE0000h-FFFFFFh adresleriň meýdany PYSG(Π3Y) BIOS gabat gelýär we adreslere ýüzlenme 0E0000h-0FFFFFFh adresler boýunça PYSG(Π3Y) BIOS ýüzlenmä ekwiwolent (meňzeş).

32-razýadly adres şinasy bar bolan, 386DX, 486 we Pentium prosessorlar üçin, teoretiki ýokarky çäk 4 GB, BIOS şekilli bolsa, goşmaça FFFE0000h-FFFFFFFFh aralyklaryň adreslerine görkezilýär.

(Käbir sistemelerde BIOS FE0000h-FFFFFFh meýdanlarda görkezilýär, ony BIOS düzetmesiniň opsiýasyna laýyklykda gadagan etmek mümkin, sebäbi beýle görkezmede OYSG(O3Y) 16 Mb uly bolup bilmeýär. Käwagt tersine, ISA şinasynda köne giňeltme kartalary üçin 16-njy Mb-daky adresler bilen buferiň meýdany talap edilýär, muny Memory Hole At 15-16 M BIOS opsiýanyň kömegi bilen bermek mümkin. Ýöne bu hem, şeýle sistemalarda 16 Mb operatiw huşdan köp ulanmaga mümkinçilik bermez).

36-razrýadly adres şinaly prosessorlar üçin (Pentium PRO, 2 we 3) – OYSG(O3Y) teoretiki ýokarky çägi 64 Gb düzýär.

Hakykatda, 2000-2001 ýyllaryň PEHM-lerinde 32-256 Kb göwrümlü operatiw huş gurnalýar, serwelerde ol 2 Gb ýetip hem bilýär.

Gözenek 3.

Adresler	Göwrümi	Atlandyrylyşy
00000h-003FFh	1 Kb	Üzülme wektorlary
00400h-004FFh	256 baýt	BIOS üýtgeýän ululyklaryň meýdany
00500h-xxxxxh	DOS ýüklenmesine bagly	DOS-meýdany
Xxxxx-9FFFFh	638 Kb çenli	Ulanyjynyň programmalarynyň meýdany (PS/2 ýagdaýynda, syçanlar 9FC00h-9FFFF BIOS üýtgeýän ululyklarynyň giňeltme meýdanyny eýeleýär)

(UMA) ýokarky huşda sistema (meýdanlary) bölümleri ýerleşdirilen: wídeoadapterleriň bufer huşy, BIOS meýdany, husysy BIOS modullary bar bolan adapterler üçin ätiýaç, Plug & Play gurluşlar üçin sistemany şekillendirmek bölümi (ExtendedSystem Configuration Date - ESCD). Mundan başga-da, galan ýer (UMB – Upper Memory Blocks diýip

atlandyrylýan) DOS rezident komponentlerini ýüklemek üçin ulanylýar.

Goşmaça huş (1 Mb + HMA bölek ýokary ähli huş) ýa EMS (Expanded Memory Specification) spesifikasiýasynyň kömegi bilen, ýa-da XMS (Extended Memory Specification) spesifikasiýasyna laýyklygyna, DOS – programmalary tarapyndan ulanmagy mümkin. Extended we Expanded iki söz hem, takmnan birmeňzeş terjime edilýär-giňeldilen, bu bolsa, terjiminlerde kesgitli bulaşlyklygy ýüze çykarýar.

DOS-da EMS – EMM386.EXE draýwer bilen (huşuň dispetçeri bilen) goldanýar, ol bolsa D0000h-DFFFFh meýdanlarynyň (bu bölek biraz gysylýan ham bolsa) adreslerine (gatyň adresi) ýokarky adresleri goşmak bilen goşmaça huşa geçelgäni guraýar. Beýle usul diňe köne programmalar üçin we diňe, berlenleri saklamak üçin (ýöne kodly ýerine ýetmeýän) ulanylýar.

XMS goragly düzgüne geçmegiň üsti bilen goşmaça huşa geçelgä ýol açýan we tersine ýol açýan HYMEM.SYS draýweri goldaýar.

Sur 11. ATH energiýa blogyny dolandyrmagyň interýsiniň wagtlaýyn diagramasy

($2\text{ ms} < T_1 < 20\text{ ms}$, $100\text{ mks} < T_2 < 2\text{ ms}$, $T_3 > 1\text{ ms}$).

ATH energiýa blogyny dolandyrmagyň interfeýsi operasion sistema ýapylandan soň çeşmäniň programma öwürmesini gurnamaga mümkinçilik berýär. Blogy peýdaly elementi – ony güýç setirden öwürmäge mümkinçilik berýän, gaýta ulaşdyryjy bolup durýar, sebäbi çeşmäni programmaly ýa-da nokatly öçüreniňde blok güýjenme astynda galýar, we, meselem, gijeki ähtimal güýjenmäniň bökmesi ony zaýalap bilýar.

AT we ATH energiýa bloklarynyň taraplarynyň sökülmesi hem dürli-dürlidir. Çeşmäniň esasy sökülmesiniň we ýygnaýjylaryň çeşmesi üçin goşmaça tanaplarynyň kebşirlemesini 12 sur. görkezilen. Çeşmäniň dürli güýjenme simleri standart reňke eýe:

GND – gara
+5W – gyzyl
+12W – sary
-12W – mele (AT)/ gök (ATH)
-5W – mawy (AT)/ ak (ATH)
P.G. – ak
+3,3W – melewçe
+3,3W (sense – ters baglanşyk) – mele (11 birigip bilýär)
+5W (StandBy) – gyzyl (ýapyk gyzyl)
PS-ON – ýaşyl
PW-OK – (ýerine reňk) çal

- a) AT blogynyň esasy sökülmeleri
- b) ATH blogynyň esasy sökülmesi
- w) we g) ýygnaýjylaryň çeşmeleriniň sökülmesi

ATH energiýa çeşmesiniň +3,3W Sense zybjiýry +3,3W güýjenme durnukladyryjysyna ters baglanşykly signalu bermek üçin gulluk edýär.

ATH energiýa çeşmesinde IEEE-1394 interfeýsiň çeşmesi üçin we wentilýatory dolandyrmak üçin goşmaça sökülmeleriň bolmagy mümkin.

Ulanylan edebiýatlar

1. Türkmenistanyň Prezidentiniň “Obalaryň, şäherçeleriň, etrapdaky şäherleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin” Milli maksatnamasy, Aşgabat, 2007.
2. “Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry” Milli Maksatnamasy, “Türkmenistan” gazeti, 2003-nji ýyl, Awgust aýynyň 27-si.
3. **Гук М.** – Процессоры Intel: от 8086 до Pentium II - СПб: Питер, 1997, -224 с.
4. **Intel Corporation** – Intel Architecture Software Developer’s Manual Volume 3: System Programming – 1999, 658 с.
5. **Intel Corporation** – Intel Architecture Software Developer’s Manual Volume 1: Basic Programming – 1999, 369 с.
6. **Intel Corporation** – Intel Architecture Software Developer’s Manual Volume 2: Instruction Set Reference – 1999, 854 с.
7. **Гук М.** – Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия – СПб: Питер Ком, 1999 – 816 с.

MAZMUNY

1. Giriş. PEHM-iň iýmitledirş çeşmesi. PEHM-i derňemegiň, testirlemegiň serişdeleri.	7
2. Ýagtylyk ugrukdyryjylaryň görnüşleri.	13
3. Şöhleäkidijiniň tolkun nazaryýetinden bölekler.	24
4. Dispersiýa.	30
5. Peselmek.	34
6. Gönübaglanyşygy bolmadyk effektler, kuwwatyň derejesi 100 mWt töwereginde – birmodaly süýümde we 2,5 Wt-köpmodaly süýümde, bolanynda ýüze çykýarlar.	35
7. Şöhleäkidijileriň impulsly we geçiş häsiýetnamalary.	39
8. Şöhleäkidijileriň birmodaly görnüşlisiniň dispersiýa hasaby.	41
9. Materialyň dispersiýasy.	45
10. Birmodaly şöhleäkidijilerdäki doly dispersiýany hasaplamak.	49
11. Signallaryň az- we köpmodaly şöhleäkidijilerdäki dispersiýasy.	52
12. Derňemegiň registrleri. Derňemegiň enjam serişdeleri.	57
13. SSM-i ulgamy dolandyryş režimi.	62
14. Güýçlenme koeffisiýentiniň ulaldylmagy arkaly ASS-niň takyklygyny ýokarlandyrmak	63
15. ASS-niň takyklygyny ýokarlandyrmak	65
16. Sistemanyň takyklygyny ýokarlandyrmak	67
17. Wirtual prosessoryň 8086(V86) režimi.	69
18. HÝSG mikroshemalaryň esasy bellikleri	70
19. Adaty we gorag režimiň esasy aýratynlyklary	75
20. Analogiki hasaplaýyş gurallarda parallel interfeýs.	77
21. V86 režime giriş.V86 režimden çykyş.	78
22. Guruluş huşunyň meýdanlaryny paýlamak.	84
Optiki ýatda saklaýjy gurluşlaryň elementleri.	88
23. Giriş-çykyş gurluşy (giňişligi) (Ulgamly platanyň (elktron toplumynyň) adreslerniň bölümleri).	92

24. Portyň adreslerne huşuň adresleriniň ugrukdyrylyşy. Huşy ulanmaga göni mümkinçilik.	97
25. Guruluş resurslarynyň awtomatiki paýlanyşy.	101
26. Kombinirlenen dolandyrys.	103
27. Sazlamagyň kanunlary we programmalary	104
28. Sazlama kanunlary.	104
29. Sazlamagyň üzülmeyän çyzykly kanunlary	105
30. Proporsional sazlamak.	106
31. Integral sazlama	106
32. Guruluş porty, taýmer, dinamik (guruluş platanyň elektron toplумы) bölümleri	107
33. Ulgamly taýmer. Dinamigiň kanaly.	113
34. Impulsly zwenolaryň çykyş yzygiderliginiň wariantlary	113
35. Impulsly sistemany ýazyp beýan edýän matematiki apparat.	114
36. Impulsly sisternalnyň tipli sistemalsy. Impuls filtri barada süşünje	118
37. Impulsly elementiň umumylaşdyrylan modeli	118
38. Klawiaturanyň kontrolleri we interfeýsi.	119
39. PEHM AT-niň klawiaturasynyň interfeýsi.	121
40. PEHM AT-niň klawiaturasynyň interfeýsi ýokary ýygylýklary ýatyrnak arkaly dempferlemek	125
41. PEHM AT-niň klawiaturasynyň interfeýsi orta ýygylýklary ýatyrnak arkaly dempferlemek.	127
42. PEHM AT-niň klawiaturasynyň interfeýsi pes ýygylýklary ýatyrnak arkaly dempferlemek ýa-da ýokary ýygylýklary ekwiwalent galdyrmak	128
Klawiaturanyň programmirlenýan kontrolleri. IBM PC klawiaturanyň kontrolleriniň registerleri.	129
43. Klawiaturanyň programmirlenýan kontrolleri parametriki ASS-niň sintezi	133
44. CMOS-yň öýjükleriniň standart ulanylmaga niýetlenenleri.	134

45. CMOS-yn öýjükleriniň birinji ýa-da ikinkiläniň amplituda modulýasiýany amala aşyran ekstrapolýatorly sistemanyň geçiriji funksiýasy	136
46. CMOS-yn öýjükleriniň ýapyk impulsly sistemanyň geçiriji funksiýasy	137
47. ROM BIOS. Başlangyç çatymyň barlagy(testi).	141
Ulanylan edebiýatlar	146