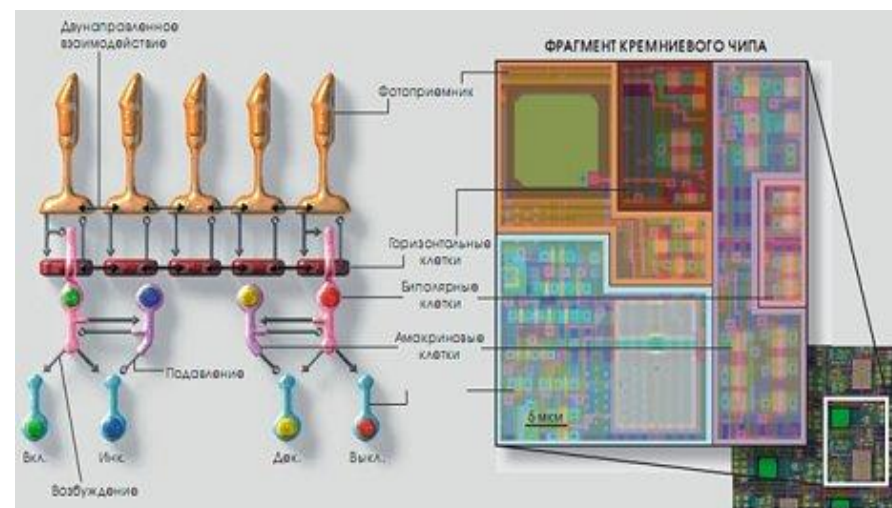


Radioelektronikanyň esaslary



D.Akyýew

Radioelektronikanyň esaslary

(fizika, radiofizika we elektronika hünäriniň talyplary üçin okuw
gollanmasy)

Türkmenistanyň Bilim ministrligi tarapyndan hödürlenildi

AŞGABAT - 2010

Giriş. Radioteknikanyň döreýşi we ösüşi. Mikro-, akusto-, opto- we nanoelektronika.

Radioelektronika (Radio - latyn sözi bolup, şöhlendirýän, şöhle goýberýän diýmekdir) – radioteknikanyň we elektronikanyň sintezinden dörändir. Häzirki zaman radioelektronikasy ýarym asyr mundan azal dörän hem bolsa, anyk kesgitlemesi ýokdur. Radioelektronika ylmyň we tehnikanyň birnäçe pudagyny öz içine alyp, elektromagnit tolkunlarynyň we yrgyldylarynyň kömegi bilen informasiýany özgertmek bilen meşgullanýandyr. Olaryň esasylyary radioteknika, radiofizika we elektronikadyr.

Radiotekhnika – elektromagnit tolkunlarynyň kömegi bilen maglumatlary ibermek we kabul etmek bilen baglanşykly gurluşlary we sistemalary işläp taýýarlaýan ylmyň we tehnikanyň bir pudagydyr. Radioteknikanyň fiziki esaslaryny öwrenýän ylyma *radiofizika* diýilýär. Ol ylmyň we tehnikanyň birnäçe pudaklaryny öz içine almak bilen informasiýany aralyga ibermekde radioýygylar diapozonynyň elektromagnit yrgyldylaryny we tolkunlaryny ulanyp generirlemek, güýçlendirmek, özgertmek, gaýtadan işlemek, ýatda saklamak, şöhlendirmek we kabul etmek bilen meşgullanýandyr.

Elektronika – elektronlar bilen elektromagnit meýdanynyň arasyndaky özara täsirleri, elektron abzallarynda bolup geçýän fiziki prosesleri öwrenmek, olary taýýarlamak we öndürmek bilen baglanşykly ylmyň we tehnikanyň bir pudagydyr. XX asyryň 50 – nji ýyllarynda ýarymgeçirijili abzallaryň, 60 – nji ýyllarynda integral mikroschemalaryň ornaşdyrylmagy radiotekniki abzallaryň massalarynygabara ölçeglerini ep – esli peseltdi, ygtybarlygyny ýokarlandyrdy we energiýa

harçlaýşyny azaltdy. Şunlukda elektronika energetiki elektronika we mikroelektronika bölündi.

Biziň eramyzdan öň XII asyrda Gadymy Gresiyada Troýadaky ýeňişler mynasybetli görünýän aralykdan gelen elektromagnit (ýagtylyk) tolkunlary ol barada habar berdi (ýakylan otlar sistemasy). Gadymy grekler (kabul edip iberiji stansiýa – radioreleý liniýasy) radioreleý baglanşygyň ilkinji nusgasyny ulandylar. XVIII asyrda Fransuz rewolýusiýasynda maglumatlary ibermekde geliograf ulanyldy. Ol zerkalolar sistemasy bolup, Günün ýagtylygyny kabul edijä ugrukdyrmak bilen, käbir maglumatlary ibermek mümkin bolupdyr. Bu bolsa radioreleý baglanşygyň ikinji wariantydyr.

Radioelektronikanyň döremegine sebäp bolan 3 sany açyşdyr: 1831-nji ýylda M. Faradeý tarapyndan açylan elektromagnit (EM) induksiýa hadysasy; 1860-65-nji ýyllarda Makswelliň açan EM tolkunlarynyň deňlemeler sistemasy; 1888-nji ýylda G.Gersiň EM tolkunlarynyň bardygyny, serpilmesini, döwürleşmesini, interferensiýasyny we polýarizasiýasyny tejribe usuly bilen subut etmegi.

1890-1891 – nji ýyllarda fransuz fizigi E.Branli (1844-1940) uçlarynda metallik aýajyklary bolan izolirlenen trubkada ýerleşdirilen dürli poroşoklary we gyryndylary giňişleýin öwrendi. Elektrik razrýadynyň täsiri netijesinde poroşoklar we gyryndylar elektrik geçirijiligini birden artdyryrlar ony dikeltmek üçin hökmany silkmeli bolupdyr. Öz abzalyny Branli "radiokonduktor" diýip atlandyrypdyr, ýöne ol ylmy edebiýatlara "Branliniň trubkasy" ady bilen girdi. Oliwer Lodž Gersiň tejribesini gaýtalap we kämilleşdirip "radiokonduktor" täzeledi we 1893 – nji ýylda

"kogorer" diýip atlandyran abzalyny ýasady, ol bolsa geljekdäki ilkinji radiopriýomnigiň esasy bolup galdy.

1895 –nji ýylyň 7-nji maýynda A.S.Popow radiotolkunlary aralykdan kabul etdi. 1896 – njy ýylda ol 250 m aralylyga “Genrih Gers” diýen ýazgyny Morzäniň elipbisinde telegraf signallarynyň kömegi bilen iberdi. 1899 –njy ýylda A.S.Popow kogoreriň detektirleme hadysasynyň esasynda radiopriýemnigiň shemasyny we onuň real konstruksiýasyny taýynlady. Dünýäde ilkinji eşidilýän radiopriýonmik oýlap tapyjy tarapyndan “ depeş telefon priýomnigi” diýip atlandyryldy. 1899 – njy ýylyň 14 - nji iýulynda A.S.Popow Rossiýanyň söwda we manufakturalar Departamentiniň ýanyňdaky tehniki işler boýunça Komitetine taýynlan detektorly priýomnigine patent bermek barada haýyşnama ýazdy. Ol 1899 – njy ýylda radioarabaglanyşygy 52 km aralykdan amala aşyrdy. 1900 – nji ýylda Parižde radiony açanlygy üçin ýörite diplom we altyn medal berildi.

Eşidilýän radiopriýonmigiň dyýgurlygy adaty kogorerli priýomnigiňkiden birnäçe esse ýokary bolupdyr. A.S.Popow tarapyndan detektorly radiopriýonnikleriň birnäçesiniň shemasy taýynlanyldy. Şol işlerdäki tehniki çözüwler dürli radiopriýonniklerde häzir hem ulanylýar, şol sanda detektorlylarda. Duýgurlygy ýokarlandyrmak üçin kontur tegegi bilen antennany induktiw baglaşdyrýarlar, a sesiň gatylygyny artdyrmak üçin

Durdymuhammet Akyýew

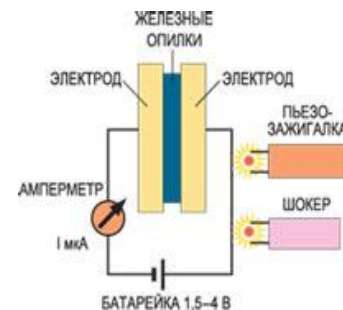
Radioelektronikanyň esaslary

Ýokary okuw mekdepleriniň talyplary üçin okuw gollanmasy

Ters baglanyşygyň görnüşleri. Zyýanly ters baglanyşyk.....	201
26. Güýçlendirmegiň klaslary. Güýçlendirijileriň häsiýetnamasyny gowylamak. Operasion güýçlendirijiler.....	203
27. Ýokary ýyglygyň güýçlendirijileri. Zolaklaýyn güýçlendirijiler.....	212
28. Hemişelik toguň güýçlendirijileri.....	218
29. LC görnüşli generatorlar. Amplitudalar we fazalar balansy. Üç nokatly generator.....	220
30. Oýanmagyň ýumşak we gaty düzgüni. Pes ýyglygyn sanly generatorlary.....	230
31. Ýyglygyň gýşarmasy we ony hemişelik saklamagyň ýollary.....	236
32. Sinusoidal däl yrgyldylaryň generatorlary. Multiwibratorlar.....	240
33. Logiki funksiýalar we elementler. EHM we mikroprosessor. Analog-san we san- analog ozgerdijiler.....	247
34. Radioiberiji. Radioiberijiniň blok – shemasy. Antenna gurluşlary.....	255
35. Detektorly we göni güýçlendirýän kabulediji.....	273
36. Supergeterodin kabuledijisi. Zerkal kanal. Sazlama işlerindäki kynçylyklar.....	286
37. Telewideniýe. Teleibermegiň we kabul etmegiň esaslary. Reňkli telewideniýe.....	294
38. Radiotehniki ölçegler. Elektron ossillografiýa.....	308
39. Edebiýat.....	319

telefonlary pes ýyglykly transformatorlaryň üsti bilen birikdirýärler.

Entek awtora patent berilmänkä Pariždäki “Dýukrete” firmasy A.S.Popowyň telefon priýomnigini öndürmäge başlady.



Watanyňyň patentini almak prosesi bütin iki ýyllap dowam etdi. Diňe 1901 – nji ýylyň 30 – njy noýabrynda alym rus patentini aldy — elektromagnit

tolkunlary bilen iberilýän № 6066 depeş priýomnigi”. Eşidilýän kabul ediş Rossiýany radiotehnika dünýäde öňdebaryjy orna çykardy, a rus patentiniň berilen günini bolsa detektorly priýomnigiň doglan günü diýip hasaplamak bolar.

W. Swiridow A.S.Popowyň radiopriýonmigiň modelini taýynlapdyr. A.S.Popowyň radiopriýonmigiň duýgur elementi Branliniň kogoreridir, ol arasy demir poroşogy bilen doldurylan iki sany metallic elektroddan ybaratdyr. Kogorer alýuminiý folgasy dolanan iki sany ölçegleri 2x5 sm bolan göniburçly kartondan durýar. Şu usulda alynan elektrodlary giň taraplary bilen 1 mm aralyga ýakynlaşdyrýarlar, aralygyny bolsa, colloid demiriniň poroşogy (dermanhanalarda satylýar) bilen doldurýarlar.

Soňra kogorerden, batareýadan we hemişelik toguň mikroampermetrinden ybarat elektrik zynjyry ýygnaýar. Batareýa birikdirilende zynjyrdaky tok nula deň. Soňra hojalykda ulanylýan pýezoelektrik zažigalkanyň kömegi bilen kogoreriň 2-3 sm golaýynda uçgun döredilýär. Zynjyrdan 40—50 mкA (batareýanyň naprýaženiýesi 1,5—4,0 W) tok akýar. Model ýönekeý hem bolsa, radionyň açylmagynda esasy roly oýnan hadysany görkezýär.

1945 – nji ýylyň 7 – nji maýynda radionyň döredilmeginiň 50 ýyllygy belenip geçilýär. Şondan sonar hökümet tarapyndan her ýylyň 7 – nji maýyny radionyň Güni diýip bellemegi karar etdi. A.S.Popowyň işlerini müdimileşdirmek maksady bilen A.S. Popow adyndaky altyn medal döredildi. W.P.Wologdin, B.A.Wwedenskiý, A.L.Mins, A.I. Berg ýaly alymlar şol medalyň laureatlarydyr.

Indi käbir taryhy maglumatlara garap geçeliň. 1873 – nji ýylda rus elektrotehnigi A.N. Lodygin nakal lampasyny açýar. Oňa baglanşyksyz amerikan oýlap tapyjysy T.A. Edison edil şolar ýaly lampany açypdyr. P.N. Ýabloçkow elektrik dugasyny ýagtylandyrmak üçin ulandy. 1874 –nji ýylda nemes alymy F.Braun ýarymgeçirijiniň kontaktynda göneltme hadysasyny açdy. 1884 – nji ýylda T.A Edison tarapyndan termoelektron emissiýa hadysasy açyldy. 1888 – nji ýylda Kazan

4. Elektrik zynjyrynyň elementleri we häsiýetnamalary. Iýmitlendiriş çeşmesi. Çeşme bilen ýüküň ylalaşygy.
5. Differensirleýji we integrirleýji zynjyrlar.....89
6. Elektrik süzgüçleri.93
 7. Egleýji sistemalar. Olaryň radioteknikada ulanylyşy.....100
8. Yrgyldyly konturlar. Ideal yrgyldyly kontur. Erkin we mejbury rgyldylar.....101
9. Baglanşykly konturlar. Baglanşygyň görnüşleri.....109
10. Dörtpolýuslyklar, olaryň ekwiwalent shemalary...113
11. Çyzykly däl elementler. Çyzykly däl elementleriň häsiýetnamalary we paranetrleri . Çyzykly däl elementleriň häsiýetnamalaryny approssimirlmegiň usullary.....115
12. Elektrowakuum diody. Häsiýetnamasy we parametrleri. 3/2 derejäniň kanuny.....123
13. Ýarymgeçirijili ýörite abzallar.....129
14. Gaz bilen doldurylan elektron abzallaryndaky fiziki hadysalar..... 136
15. Tranzistorlar. Unipolýar tranzistor. Tranzistory zynjyra birikdirmegiň usullary.....141
16. Meýdan (unipolýar) trazistory.....146
17. Mikroshemalar.....152
18. Ýygylgy özgertmek.157
19. Elektrik signallaryny göneltmek.....163
20. Elektrik siggnallaryny detektirlemek.....171
21. Modulýasiýa we onuň görnüşleri.176
22. Ýygylgy köpeltmek.....186
23. Gowşak signallary güýçlendirmek. Güýçlendirijileriň klassifikasiýasy. Parametrleri we häsiýetnamalary.....187
24. Güýçlendirijileriň görnüşleri. Pes ýygylgyň güýçlendirijileri. Kuwwat güýçlendirijileri.....190
25. Pes ýygylgyň güýçlendirijilerinde ters baglanysyk.

35. Дьячков П. Н. [Углеродные нанотрубки: строения, свойства, применения](#) Издательство : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006
36. Мелихов И. В. Физико-химическая эволюция твердого вещества Издательство БИНОМ. Лаборатория знаний , 2006
37. Хартманн У. Очарование нанотехнологии (пер. с нем.) Издательство БИНОМ. Лаборатория знаний , 2008
38. Борисенко В. Е., Воробьева А. И., Уткина Е. А. Нанoeлектроника : учебное пособие Издательство : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009

Mazmuny

1. Giriş. Radioteknikanyň döreýşi we ösüşi. Mikro-, akusto-, opto- we nanoelektronika.....7
2. Radioelektron sistemalar.....21
3. Radiotekniki signallar.....79

uniwersitetiniň professory W.A.Ulýanin p-n geçişde fotoelektrik hadysalaryny açdy. Ol soňra fotodiodlarda ulanyldy. Dasary ýurtlarda italýan alymy Gulýelma Markoni (1874-1937 ýyllar) has bellidir.1901 – nji ýylda Atlantik okeandan radiobaglanşygy amala aşyrdy. Popowyň işlerinden öz işlerini soň çap eden hem bolsa, ony radiony oýlap tapyjy diýip tanaýarlar (sebäbi ol öz açyşlaryny patentläpdir). Amerikan alymy Hill 1905 – nji ýylda gaz bilen doldyrylan kuwwatly göneldiji diod – gazotrony işläp taýynlady. 1906 – nji ýylda inlis alymy Pikkard çiş bilen kristallik kremniniň kontaktynda kämilleşen detektory dörettdi. 1904 ýylda D.A.Fleming ilkinji wakuum lampasyny- diody açdy. 1907 – nji ýylda amerikan injeneri Li – de – Forest anod bilen katodyň arasynda tory ýerleşdirip triody açdy. Awstriýa alymy fon Liben (1910 ý.) germetiki ballondaky triodda simap buglarynyň birnäçesini galdyrdy. Ol lampanyň emission häsiýetlerini artdyrypdyr. 1914 – nji ýylda amerikan alymy Lengmýuryň hödürlän triodynda gaz molekulalarynyň bolmagynyň hökman dälidigi görkezildi. 1919 – nji ýylda W.Şokli tetrody, 1924-29 - ýyllarda M.Lengmýur pentody dörediler. 1935 – nji ýyldan başlap köptorly ýygylýk – özgerdiji lampalar döredilip başlandy.

1930 –nji ýylda L.A. Kubesskiý fotoelektron köpeldijisini açýar. Şoňa meňzeş abzallar ABŞ – da G.Faruswort tarapyndan döredildi. Ilkinji iberiji telewizion trubkalar 1930-31 –nji ýyllarda A.P.Konstantinow we S.I.Kataýew (SSSR) tarapyndan hödürilenilýär. Ikonoskop atlandyrylýan şeýle trubkalary amerikada W.K.Zworykin gumady. 1933 – nji ýylda P.W.Şmakow we P.I.Timofeyew (SSSR) has duýgur superikonoskop – iberiji trubkany hödürledi. 1939 – nji

ýylda sowet alymy G.W. Braude has duýgur superortikonyň ideýasyny döretdi. 30 – ný ýyllarda ýarymgeçirijiler eltronikasynyň has intensiw ösüşi ýaýbaňlandy. Oňa Leningradyň fiziki-tehniki institutynyň akademik A.F.Ioffäniň ýolbaşçylygyndaky sowet alymlarynyň topary aýratyn uly goşant goşdular.

Ýaymgeçirijileriň nazaryýeti A.F.Ioffeden başga – da Ýa.I.Frenkel, I.W.Kurçatow, B.I.Dawydow, A.I.Gubanow, B.T.Kolomiýes, D.N.Nasledow, D.I.Blohinsew, W.E.Loşkarýew, W.P.Juze, B.M.Wul, Ýu.P.Maslakowes, M.Ş.Sominskiý, G.M.Gohberg, A.R.Regel we başgalar tarapyndan ösdürildi.

Ýa.I.Frenkeliň, L.D.Landaunyň, B.I.Dawydowyň we başgalaryň işlerinde ýarymgeçirijilere ýagtylyk düşende e.h.g ýüze çykmasynyň nazaryýeti döredildi. A.F.Ioffäniň ýolbaşçylygynda ýarymgeçirijili termoelektrik batareýalar taýynlanyldy. Eýýäm Beýk Watançylyk urşy döwründe partizanlaryň radiostansiýasyny iýmitlendirmek üçin kerosin lampasyna geýdirilen termoelektrogeneratorlar ulanyldy. Häzirki zaman kosmiki apparatlarynda tok çeşmesi bolup ýarymgeçirijili termoelementlerden düzülen gün batareýalary hyzmat edýär. 40 – ný ýyllarda Ge we Si diodlarynyň, ýarymgeçirijili termorezistorlary we fotorezistorlary öndürmek özleşdirildi. 1949 – ný ýylda SSSR – de tranzistorlary öndürmek başlandy. 1954 – nji ýylda Moskwada SSSR ylymlar akademiýasynyň ýarymgeçirijiler instituty islöp başlady, soňra ol Leningrada göçürildi.

Akademik W.M.Tuşkewiçiň ýolbaşçylygynda 1958 – 60 –ný ýyllarda kuwwatly ýarymgeçirijili diodlary

31. K. Eric Drexler, "Molecular Engineering: An Approach to the Development of General Capabilities for Molecular Manipulation". Proc. Natl. Acad. Soc. USA, 1981, #78 pp. 5275-5278
32. K. Eric Drexler, "Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology". NY, 1986, Ancor Press/Doubleday. Русский перевод доступен в Интернете по таким ссылкам, как - <http://mikeai.nm.ru/russian/eoc/eoc.html> http://www.fictionbook.ru/en/author/dreksler_yerik/mas_hiniy_sozdaniya/.
33. K. Eric Drexler. "Nanosystems: Molecular Machinery, Manufacturing and Computation". John Wiley and Sons, NY, 1992.
34. N. Taniguchi, "On the Basic Concept of 'Nano-Technology'", Proc. Intl. Conf. Prod. Eng. Tokyo, Part II, 1974, Japan Society of Precision Engineering.
35. Freitas R. A., "Nanomedicine, Volume I: Basic Capabilities". Landes Bioscience, 1999.
31. Старостин Н.. Материалы и методы нанотехнологии: учебное пособие.- Серия "Нанотехнология" Издательство: Бином. ЛЗ , 2008
32. Алексеева Е.В., Елисеева О.И. Нанотехнология здоровья, издательство: АСТ/Астрель, 2008
33. Суздалев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. Издательство: [КомКнига](#), 2006.
34. Игнатов А.Н., Фадеева Н.Е., Савиных В.Л. и др. Классическая электроника и наноэлектроника : учебное пособие. М.: Флинта: Наука, 2009

- цифровой радиосвязи: базовые методы и характеристики из – во: Эко -Трендз, 2005 г.**
- 26. Покровский Ф.Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств – М.: Горячая линия – Телеком, 2005 г.**
- 27. Шустов М. А. Практическая схемотехника: полупроводниковые приборы и их применения. - из – во: Альтекс – А, 2004 г.**
- 23. Ökdirow A., Kulyýew T. Senagat elektronikasy – Aşgabat. ÝÝTG– niň “ Ylym” neşirýaty, 2005 ý.**
- 28. Першин В. Т. Основы современной радиоэлектроники. Уч. пособие 2009.**
- 29. Кашкарев А. П. Современная электроника в новых практических схемах и конструкциях. Уч. пособие 2008.**
- 30. R. P. Feynman, "There's Plenty of Room at the Bottom" Engineering and Science (California Institute of Technology), February 1960, pp.22-36. Текст лекции доступен в Интернет на [цеhttp://nano.xerox.com/nanotech/feynman.html](http://nano.xerox.com/nanotech/feynman.html). Русский перевод опубликован в журнале "Химия и жизнь", № 12, 2002, стр. 21-26.**

hem tiristorlary döretmek we önümçilige goýbermek gurnaldy (1966 –nny ýylda Lenin baýragy aldy).

Taýsyz ylmy işleri üçin (ýarymgeçirijilerde) akademik A.F.Ioffä 1961- nji ýylda Lenin baýragy berildi. Geterogeçişli ýarymgeçirijili abzallary döredenleri üçin 1972 – nji ýylda akademik B.M.Tučkewiçiň ýolbaşçylygyndaky alymlar topary Lenin baýragyna mynasyp boldy. Bu abzallary döretmekde akademik Ž.I.Alferowyň işleri aýratyn uly rol oýnady.

1932 – nji ýylda aşa ýokary ýyglyklar diapozonynda D.A.Rožanskiý elektronlaryň akymyny tizlikleri boýunça modulirlemegiň abzallaryny döretmegi hödürledi. Şol pikiri dowam etdirip A.N.Arsenýewa we O.Heýl (SSSR) 1939 – nny ýylda klitrony gurnadylar. Olary ABŞ – da R.Warian we S.Warian hem dörettdiler. 1940 – nny ýylda W.F.Kowalenkow (SSSR) has ýönekeý serpikdiriji klitrony açdy.

Desimetrler tolkununda N.D.Dewýatkov, E.N.Danilsewa, W.K.Hohlow we M.D.Gurewiç (SSSR) 1938-41 –nji ýyllarda tekiz disk elektrodly triody dörettdiler.

Ilkinji magnetron 1921 –nj ýylda A.Hell tarapyndan hödürlenildi. Aşa ýokary ýyglyklar diapozonynda kuwwatly yrgyldylary generirlemek üçin magnetronlary giňden ulanyp başladylar. Magnetron bilen barlaglary sowet alymlary A.A.Sluskin, M.T.Grehowa, D.S.Şteýberg, W.I.Kalinin, S.A. Zusmanowskiý, , S.Ýa. Braude, W.S.Lukoşkow şeýle-de bir topar daşary ýur talymly H.Ýagi we K.Okawe Ýaponiýada, L.Briliýuen Fransiýada, E.Habani Germaniýada we başgalar köp ýyllaryň dowamynda geçirdiler. Häzirki zaman magnetronlaryny 1936-37 –nji

ýyllarda M.A.Bonç – Bruýewiçiň ideýasyna laýyklykda onuň işgärleri köprezonatorly görnüşini taýynladylar.

1936 – nýy ýylda Willi tiratrony hödürledi. Otuzynjy ýyllarda has ýonekeý iberiji trubkalar – widikonlar bilen tejribeler başlandy. Olaryň ilkinji nusgalary ABŞ – da 1946-50 – nji ýyllarda peýda boldy. 1948-nji ýylda amerikan alymlary D.Bardin, W.Bretton we W.Şokli tranzistory döretdiler. 1950 –nji ýylda sowet alymlary N.G.Basow we A.M.Prohorow ilkinji kwant generatory bolan lazeri açdylar (Olara 1959 –nýy ýylda Lenin, 1960-njy ýylda bolsa Nobel baýragy berildi). 1952-nji ýylda W.Sokli ilkinji meýdan tranzistoryny hödürledi. 1958-nji ýylda Dj.Kibli ilkinji integral shemany dörettdi. 1958 – nji ýylda ýapon alymy L.Esaki tunnel diodyny işläp taýynlady. 1959-njy ýylda N.Golonýak (amerikan alymy) tiristory dörettdi.

1960 – nýy ýylda amerikan alymlary D.King we M.Atall izolirlenen zatworly meýdan tranzistoryny döretdiler.

Radioelektronikanyň ösmegine sowet alymlary F.Ioffe, I.W.Kurçatow, W.P.Juze, W.T.Loşkarýew, B.P.Dawydow öz goşantlaryny goşdular.

A.I.Bergiň işleri, W.W.Tatarinowyň, G.Z.Aýzenbergiň, M.S.Neýmanyň antenna gurluşlarynyň nazaryýeti işleriniň uly ähmiýeti bardyr. Radiotolkunlaryň ýaýramak nazaryýeti boýunça maglumatlar B.A.Wwedenskiniň, W.A.Fokuň, L.I.Mandelştamyň, N.D.Papaleksiniň işlerinde görkezilendir. Radiokabuletmegiň esaslary W.I.Siforowyň, A.N.Şukiniň, W.A.Kotelnikowyň, N.N.Krylowyň nazary işlerinde beýan edilýar.

Radioelektronika esasy üç ugurda ösýär:
Mikroelektronika – radioelektron_____gurluşlary

18. Myradow Ş. Eşidilýän we görünýän gudrat. - Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2003 ý.

19. Першин В. Т. Основы радиоэлектроники и схемотехники: учебное пособие для вузов. - М.: Феникс, 2006 г.

20. Ровдо А. Полупроводниковые диоды и схемы с диодами – М.: Лайт ЛТД, 2000 г.

21. Браммер Ю., Пашук. Импульсные и цифровые устройства – М.: Высшая школа, 2002 г.

22. Румянцев К. Е. Радиоприемные устройства. - Из – во: Academia 2006 г.

23. Степаненко И. П. Основы микроэлектроники: учебное пособие для вузов, из – во: Лаборатория Базовых Знаний, 2004 г.

24. Щука А. Н. Электроника: учебное пособие для вузов, из – во БХВ – Петербург, 2005 г.

25. Волков Л.Н.,Немировский М.С.,Шинаков Ю.С. Системы

10. Ерофеев Ю.Н. Импульсные устройства, уч. пособие для вузов - М.: Высшая школа, 1989 г.
11. Расчет, примеры и задачи электронных схем: уч. пособие для вузов Г.И.Изюарова, В.А.Терехов и др. – М.: Высшая школа, 1987 г.
12. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника – М.: Мир, 1982 г.
13. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы-М.: Высшая школа, 2002 г.
14. Андреев А.В., Горлов М.И. Основы электроники- Ростов- на -Дону, 2003 г.
15. Виноградов Ю.А. и др. Практическая радиоэлектроника - М.: ДМК, 2004 г.
16. Каганов В.И. Радиотехника + компьютер + MATHCAD, М.: Горячая линия - Телеком, 2001 г.
17. Коробова А.Д. Свитнев Ю.П. Основы радиоэлектроники. Решение задач. Учебное пособие. - Воронеж: Из - во ВГУ, 2004 г.

mikrominiatýrizasiýa etmek; *Optoelektronika* – optikanyň usullary bilen signallary döretmek, saklamak we özgertmek; *Akustoelektronika* - elektrik signallaryny akustiki signala özgertmek – gaýtadan işlemek – tersine özgertmek. Geçen asyryň ahylarynda *nanoelektronika* – dördünji ugur hem peýda boldy. Nanoelektronika – bu häzirki wagtda formirlenýän gaty jisimler fizikasynyň, kwant elektronikasynyň, fiziki himiýanyň we ýarymgeçirijiler elektronikasynyň tehnologiýasynyň soňky gazananlarynyň esaslanýan ylmyň we tehnikanyň täze oblastydyr. Ol XX asyryň 80 – nji ýyllarynda döredi. Onuň mazmuny nanoölçegli (gurluşlaryň ölçegleri birden on nanometre çenli, $1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m}$) gurluşlaryň döremeginiň fiziko – himiki aýratynlyklaryny, optiki häsiýetlerini kesgitleýän fundamental kanunalaýyklyklary tapmakdyr. Nanoelektronikadaky barlaglar maglumatlary gaýtadan işleýän aşaminiatýur superçalt sistemalary döretmekde wajypdyr. Nanotehnologiýanyň esasynda iki sany açyş bardyr:

- 1981 – nji ýylda Gerd Bining bilen Genrih Rorer tarapyndan skanirleýji tunnel mikroskopy arkaly aýry – aýry atomlaryň görülmegi;
- 1986 – nji ýylda G. Bining atomlary diňe bir görmän, eýsem olary manipulirledi.

Radioelektronika ylmyň we tehnikanyň esasy pudaklaryna giňden omaşandyr. Olardan radioastronomiýa, harby tehnikanyň abzallary (radiostansiýalar, radiolokasion stansiýalar), awtomobil elektronikasy (priýomnikler, ýokary naprýaženiýeniň paýlaýjylary, kollektora berilýän ýangyjyň hilini we mukdaryna gözegçilik edýän gurluş, tormoz bermegiň optimal ýagdaýyny kesgitleýän, tekerlerdäki howanyň basyşyna gözegçilik edýän, gapylaryň açyk ýa-da ýapykdygyna gözegçilik edýän , abzallaryň görkezmesini indusirleýän gurluşlary), ölçeg abzallarynda (uniwersal

priborlar, terezileri), medisina tehnikasynda apparaturalary, kardiograflar, ultrasesiň, ýokary ýyglylygyň we impulslaryň generatorlary elektrik stimulyýatorlary, eşdiş gurluşlary, kataterleri we termometrleri), EHM-ler, durmuş elektronikasy (radiopriýomnikler, telewizorlar, magnitofonlar, kir ýuwýan maşynlar, kwars öndürjili sagatlar, oýunlary), arabaglanşyk (telefon, telegraf), radiolokasiýada (raýat awiasiýasynda samolýotlary uçurmak we gondurmak, meteorologiýada, awtoinspeksiýada awtomobilleriň tizligini kesgitlemek), kosmiki apparatlary dolandyrmak, zawod-fabrikleriň robotlary(san-programmalaýyn dolandyrylýan stanoklar), oba hojalyk tehnikasynyň priborlary, biologiki potenciallary ölçemek, himiýanyň usullary, tokay hojalygynda (massiwleriniň paýlanyşy, ýangynlaryň önüni almak, ýeriň ýagdaýyny kesgitlemek, onuň temperaturasyna we çyglylygyna gözegçilik etmek), geologiýada (magdan kânlerini gözlemek, olaryň düzümini we gurluşyny öwrenmek), gidrologiýada (ýerasty suwlara gözegçilik, çyglylygyň bugarma prosesi we onuň aýlanyşy) we ş.m.

Maglumatlar sistemasy. Adam maglumatlaryň 90% - ni EM tolkunlaryny ulanyp gözleri bilen alýar. Onuň diapozony häzirki wagtda has-da giňedi (optiki diapozony öz içine alýar). Radioelektronikanyň esasy meselesi maglumatlary EM tolkunlaryň kömegi bilen ibermek we kabul etmekdir. Onuň shemasy üç bölekden durýar: Iberiji, kabul ediji we baglanşyk liniýasy. Iberijide habar degişli radiosignala özgerdilýär. Iberiji bilen kabul edijini birikdirýän baglanşyk liniýasy goragly ugrukdyrylan (ekranly) iki simli liniýa, koaksial kabel, wolnowod we ş.m., ýa – da iberijiniň antenasynyň

2. **Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники и связь - М.: Высшая школа, 2002 г.**
3. **Хотунцев Ю.М., Лобарев А.С. Основы радиоэлектроники - М.: Агар, 1998 г.**
4. **Нефедов В.И. Основы радиоэлектроники - М.: Высшая школа, 2000 г.**
5. **Волощеко Ю.И., Мартюшев Ю.Ю., Никитина И.Н. и др. Основы радиоэлектроники: уч. пособие. Под ред. Г.Д. Петрухина – М.: МАИ. 1993 г.**
Goşmaça
6. **Першин В.Т. Основы радиоэлектроники, Минск : Высшая школа, 2006 г.**
7. **Каганов В.И., Битюгов В.К. Основы радиоэлектроники и связи : 2006 г.**
8. **Жеребцов И. П. Основы электроники – Л.: Энергоатомиздат, 1990 г.**
9. **Гусев Б.Г., Гусев Ю.М. Электроника, уч. пособие для вузов- М. Высшая школа, 1989 г.**

görkezmekden başga ölçenilýän ululygynyň san bahalarynyň şekilini hem görkezýär. Şeýlelikde adaty analog abzaly – ossilograf öz ölçege funksiýalaryndan başga sanly woltmetr, ýygylyk ölçeýji, derňeýji we ş. m. boldy.

Sanly tehnikanyň ösmegi bilen täze signallary derňeýji abzallar peýda boldy. Olara signallaryň spektrini derňeýjiler, amplituda – ýygylyk we faza – ýygylyk häsiýetnamalaryny ölçeýjiler, logiki we signatur derňeýjiler we başgalar degişlidir.

E D E B I Ý A T

Esasy

1. Манаев Е.И. Основы радиоэлектроники: уч. пособие для вузов. -М.: Радио и связь, 1990 г.

şöhlelendirýän radiotolkunlarynyň erkin ýaýramagyny üpjün edýän gobaw sredasynyň üsti bilen amala aşyrylýar.

“Informasiýa” (lat. *informatio* – düşündirmek, ýazmak) ibermeklige niýetlenilen we kesgitli formada aňladylan maglumat – habardyr. Maglumat bu wagta bagly islendik fiziki, biologiki we ş.m. ululyklardyr. Meselem: ses tolkunlary, T,P-niň üýtgemesi, şekiliň ýagtylygynyň we reňkiniň üýtgemesi, samolýotyň tizligi we uçuş belentligi, massalar merkeziniň üýtgemesi, radiasiýanyň üýtgeýiş tizligi hem pesdir. Signal (lat. *signum* – alamat) – fiziki proses (hadysa) obýekt baradaky maglumatlary özünde saklaýandyr. Signal maglumatlary giňişlikde wagta görä geçirýär. Radiotehnika esasan elektrik signallary ulanylýar. Elektrik signaly habary wagta görä (ýaýýar) iberýär. Signalyň dowamlylygy T_s , spektriň ini F_s , dinamiki diapozony D_s esasy parametrlidir. Signalyň bazasy $B_s = 2F_sT_s$, onuň göwrümi $V_s = F_sT_sD_s$. Radiotehniki signallar bu radiodiapozona degişli islendik elektrik signalydyr. Radiotehniki signallar matematiki funksiýalar görnüşinde seredilse olar birölçegli we köpölçegli bolýarlar. Birölçegliler has köp ýaýrandyr we wagta görä funksiýadyr, köpölçeglileriň ondan başga n – ölçegli giňişlikde ýagdaýyny hem görkezmelidir. Meselem, haýsydyr bir predmetiň, adamyň, tebigatyň ýa – da haýwanyň şekili baradaky maglumaty äkidiji signal wagta we tekizlikdäki ýagdaýyna görä funksiýadyr. Köpölçegli signallar birölçegli signallaryň köplüğinden durýandyr.

Radiotehniki signallar analoglara, diskretlere (lat. *diskretus* – bölünen, üznüklü) we sanlylara bölünýärler.

Eger signaly döredýän fiziki proses wagta görä üznüksiz funksiýa ýaly berilse oňa analog signaly

(üznüksiz ýa – da continual) diýilýär. “Analog” signal düşünjesi islendik mgnowen bahasy degişli fiziki ululygyň wagta görä üýtgemesine (gaýtalanmasyna) gabat gelyändigine baglydyr. Impuls signallary diskret signallary ulanmaklyga esaslanandyr. Meselem, grrüni berýän signal derejesine we wagta görä üznüksizdir, a her on minutdan temperaturanyň bahalaryny berýan datçik ululygy üznüksiz, wagta görä diskret habarlar çeşmesidir. Diskret signalyň matematiki modeli – wagtlar okundaky nokatlaryzygiderligidir, her nokatda degişli üznüksiz signalyň bahalary berilendir. Diskret signalyň başga bir görnüşi sanly signaldyr.

Radioelektron abzallar bolsa, elektrik signallaryny güýçlendirip, özgerdip, gaýtadan işläp bilýär. Şonuň üçin maglumatlary elektrik görnüşe özgertmelidiris (meselem, mikrofonyň kömegi bilen). Özgerdijiniň çykyşynda signalyň kuwwaty hem ujypsyzdyr. Şol sebäpli signaly güýçlendirmek zerurdyr. Alynan signal efire şöhlelendirmäge hem ýaramly däldir. Takmynan 100 kGs – den ýokary ýygyllyklar efire effektiv şöhlelendirilýär. Ondan pes ýygyllyklary (meselem, 20 – 20 000 Gs aralygyndaky ses ýygyllyklaryny) şöhlelendirmekde iki sany esasy kynçylyk ýüze çykýar. Birinjiden, şol yrgyldylaryň tolkun uzynlygy bilen antennanyň beýikligi kybaodaş bolmaly (antennanyň beýikligi ~ 300 kM töweregi). Ikinjiden, yrgyldylaryň ählisi bir diapozonda bolmak bilen biri – birine päsgel bererdi. Şonuň üçin maglumatlary äkidiji yrgyldynyň haýsydyr bir parametrini (A,F,φ) üýtgetmek arkaly iberýärler. Bu prosese modulýasiýa diýilýär.

Radioelektron guruluşlarda öndürmek, güýçlendirmek, modulýasiýa, detektirmek, saýlamak we ýygyllygy özgertmek amala aşyrylýar. Signallary özara deňeşdirmek

ölçeýjilerdedeňeşdirmе usuly ulanylýar. Olarda nusga generatorynyň öndüren wagt interwalyndaky ölçenilýän ýygyllygyň periodlarynyň sanyny hasaplamak ýeterlikdir. Senagatyň goýberýän sanly ýygyllyk ölçeýjileri ýygyllygy, periody, impulslaryü dowamlylygyny, wagt interwallaryny we ýygyllyklaryň gatnaşygyny awtomatiki ölçeýär. Ölçenilýän ýygyllygyň max bahasy 500 mGs - den geçmeýär. Sanly hronometrler wagt interwallaryny, impulslaryň dowamlylygyny ölçemäge niýetlenendir.

Sanly fazometrler. Esasan iki usul ulanylýar: kompensasion we faza süýşmesini başga bir ululyga (wagt interwalyna) özgertmek. Sanly woltmetrler üýtgeýän we hemişelik naprýaženiýäni ölçemäge niýetlenen, üýtgeýän naprýaženiýäni hemişelik naprýaženiýäözgerdip ölçeýär.

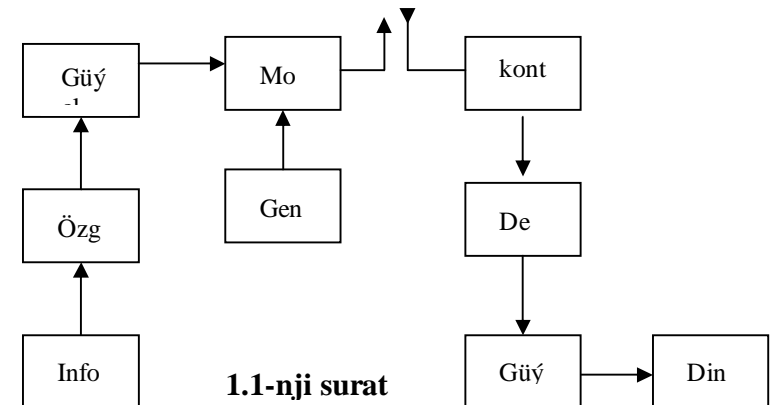
Häzirki zaman ölçeýji abzallara sanly tehnikanyň elementleri giňden ornaşdyryldy. Ölçeg abzallarynda MP – leriň ulanylmagy ýalňyşlygy 1% - e çenli azaltdy we ekranda signaly

Häzirki zaman ölçeg generatorlary infrapes (0,001Gs) we aşa ýokary ýygylyklar (100 Ggs) doapozonlarynda işläp bilýändirler. Sanly ölçeg abzallarynda giriş signaly awtomatiki diskret signala özgerdilýär. Analog signallary bilen deňeşdirilende artykmaçlygy ölçegleriň az ýalňyşlygy, ýokary duýgurlygy we çaltlygy, ölçegleri awtomatlaşdyrmak mümkinçiliginiň barlygydyr. Ýygylygynyň kwars durnuklylygy bolan generatorlar Generatorlaryü ýygylygynyň ýokary takyklygy we durnuklylygy, çykyş signalynyň görnüşi we derejesi hemişelik, çykyş signalynyň derejesini giň predellerde üýtgetmek we ölçemek mümkinçiligi, ýokary hilli ekranlanmasy bolmaly.

Ýygylyk ölçejiler. Ýygylygy ölçemegiň birnäçe usuly bar. Olaryň içinde giňden ýaýranlary şlçenilýän ýygylygy belli (nusga) ýygylyk bilen deňeşdirme, rezonans, kondensatoryň zarýadlanmasy – razrýadlanmasy, köpri usullarydyr. Sanly ýygylyk

we çäklendirmek bolup geçýär. Bu işleri amala aşyrmak üçin aktiw we passiw elemenler gerekdir. Şonuň üçin aktiw we passiw elemenleriň işleýşi bilen baglanşykly meselelere seredip geçmek maksada laýykdyr.

Maglumatlary giňişlikde uzak aralyga we uly tizlikde (300 000 km/sek) ibermek EM tolkunlarynyň kömegi bilen amala aşyrylýar. Radioiberijiniň tolkun uzynlygyny kesgitlemek üçin onuň tizligini ýygylygyna bölmeli. Meselem, iberijiniň ýygylygy 750 kGs bolsa, onda onuolkun uzynlygy 400 m – e deň bolar. Radioarabaglanşygyň funksioal semasy aşakdaky ýalydyr.



1.1-nji surat

Maglumat özgerdilenden soňra güýçlendirilýär. Soňra ol modulýatora düşüp äkidiji yrgyldyny modulirleýär. Modulirlenen yrgyldy kuwwat güýçlendirijisinden çykyp antenna gurluşyna düşýär we efire berilýär. Kabul edijiniň antennasyna düşen signallardan selektiw gurluş gerekli maglumatlary saýlap alýar we soňra güýçlendirilýär. Detektoryň kömegi bilen maglumat äkidiji ýygylykdan saýlanyp alynýar. Ol maglumat gowşak bolany üçin güýçlendirilýär we dinamige berilýär.

Ähli real gurluşlarda kabul edilen habar iberilen habardan elmydama tapawutlanýar. Kabul edilen signalyň iberilene gabat gelmek derejesine ibermegiň *ynamlylygy* diýilýär. Oňa esasan iki faktor täsir edýär: iberiji bilen kabul edijiniň häsiýetnamalarynyň kämil dälidiginiň döredýän ýoýulmalary; kabul edijiniň we daşky çeşmeleriň döredýän päsgelçilikleri. Ähli maglumatlar radioelektron sistemalarynyň esasy görkezijileri bolan päsgelçiliklere durnuklylygy we göýberiş ukybyna baglydyr.

Päsgelçiliklere durnuklylygy: radioelektron sistemayň päsgelçilik täsir edende hil görkezijilerini gerekli derejesinde saklap bilmek ukybydyr.

Göýberiş ukyby - radioelektron sistemayň wagt birliginde berilen takyklyk bilen iberip bilýän maglumatlarynyň maksimal mukdarydyr.

2. Radioelektron sistemalar.

Radioelektron (ýa – da adaty radiotekniki) sistema maglumatlary ýokary ýygyllykly elektromagnit (EM) yrgyldylarynyň kömegi bilen ibermäge we kabul etmäge niýetlenilen islendik tekhniki sistema degişlidir. Informasion niýetlenilişine görä radiosistemalar üç klasa bölünýärler:

- maglumatlary iberýän sistemalar;
- kesgitleýji we ölçeyji sistemalar;
- radioteledolandyryjy sistemalar.

Häzirki wagtda birnäçe sistemadan ybarat radiotekniki kompleksler giňden ulanylýar, olarda maglumatlary gaýtadan işlemekde kuwwatly kompýuterler ulanylýar. Olara hemraly we kosmiki baglanşygyň sistemasy, howadaky hereketi dolandyryňan we gözegçilik edýän sistemalar, raketaly we kosmiki kompleksler we ş.m. degişlidir.

giň diapozony (ýagny X_{\max} / X_{\min} gatnaşygy 160 Db ýetýär), ölçeg şertleriniň köpdürliligi (basyş, temperatura, radiasiýa, päsgelçilikleriň we başgalar). Ölçeg usullary: gös – göni bahalandyrmak we deňeşdirmek. Olaryň birinjisinde ululygyň bahasygös – göni şkaladan alynýar, beýlekisindeölçenilýän ululyk başga bir ululyk bilen deňeşdirilýär Deňeşdirme usulynyň takyklygy ýokarydyr.

Her bir ölçegiň ýalňışlygy bardyr Absolýut ýalňışlyk ölçenilen ululygyň hakyky bahasyndan tapawudydyr $\Delta X = X_{olc} - X_{hak}$ **Otnositel ýalňışlyk**

$$\delta_{otn} = \Delta X / X_{hak} .$$

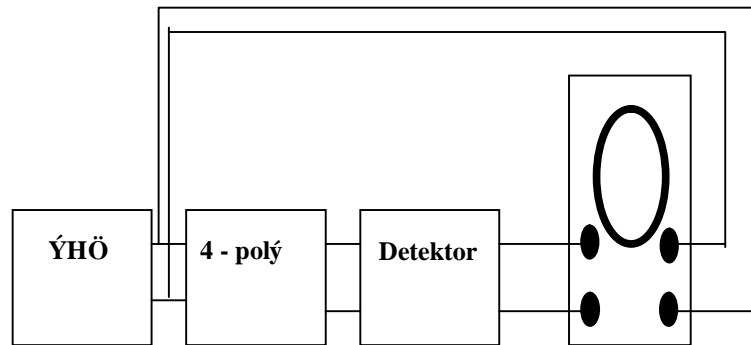
Ölçeg serişdeleri ölçegleriň çäkleri, duýgurlygy, takyklygy, çaltlygy, sarp edýän kuwwaty we ygtybarlygy bilen häsiýetlendirilýär. Faza süýşmesi ellipsiň parametrleri bile $\varphi = \arcsin 2a / 2b$ tapylýar.

Ölçeg generatorlary. Ölçeg generatorlarynyň öňden belli parametrleri bolan elektrik yrgyldylarynyň çeşmesidir (kuwwaty P, ýygyllygy f, amplitudasy U_m , modulýasiýa koeffisiýenti m, spektral düzümi). Olaryň esasy häsiýetnamalary aşakdakylardyr:

1. Öndürüp bilýänÝygyllyklar diapozony $f_{\min} \div f_{\max}$. Ýygyllygy üýtgetmek basgançakly we endigan bolmaly.
2. Amplitudalary üýtgetmegiň diapozony $U_{\min} \div U_{\max}$. Bu parametr hem diskret we endigan üýtgedilýär.
3. Generatornyň çykyş garşylygy R_{cyk} Ony ýüküň garşylygyna görä üýtgedýärler. Ýokary we aşa ýokary ýygyllyklaryň generatorlarynda köplenç 50 we 75 Om, pes ýygyllyklarda 6, 60, 600, 6000 Om) bahalary ulanylýarlar we aýratyn topary düzýändir.

4. Amplituda we faza modulýasiýasynyň koeffisiýenleriniň üýtgame diapozony.

Eger $U_{\text{gir}}(f) = \text{const}$ bolsa, onda



11.12-nji surat

$$k(f) \sim U_{\text{çyk}}(f) \quad (11.17)$$

ÝHÖ ossillografynyň ekranynda ýygylýk häsiýtnamasyny almak üçin girişe ýygylýk boýunça modulirlenen naprýaženiýe berilýär. Onuň çykyşyndan detektora, soňra ossillografyň wertikal güýçlendirijisine berilýär. Gorizonta razwertka wagta proporsional Ω ýygylýkly naprženiýe bilen amala aşyrylýar. Netijede ekranda

$$U_y = f(\Omega) \quad (11.18)$$

egri alynar. Öwrenilýän signal ω geterodiniň ýygylgy bilen garylýp $\omega - \omega_{\text{öw}}$ yzygiderligi alynar.

Mundan başga-da ses öndürjisi, ýokary ýygylgyň öndürjisi (ol amplitudasy boýunça modulirlenip hem biler) giňden ulanylýar.

Köplenç elektrik yrgyldylarynyň parametrleri (naprýaženiýe, tok, kuwwat, ýygylýk, modulýasiýa koeffisiýenti, signalyň formasy, faza süýşmesi, signal/goh gatnaşygy, korrelyasion funksiýa, EM meýdanynyň güýjenmesi, signalyň spektri), rezistorlaryň garşylyklary, kondensatorlaryň sygymyç, ýekeleşin we baglanşykly tegekleriň induktiwligi we özara induktiwligi, radioelektron gurluşlaryň parametrleri (güýçlendiriş koeffisiýenti, peseltmek, ylalaşyk, serpilmek, signalyň ýoýulmasy, giriş we çykyş garşylyklary) ölçenilýär. Radiotehniki ölçeglere aýratyn talaplar edilýändir: ýygylýklar diapozonynyň giňligi (0-100 Ggs), ölçenilýän ululyklaryň

Radiotehniki sistemanyň esasy bölegi *radiokanaldyr*. Radiokanal radioiberiji (iberiji) we radiokabulediji (kabulediji) gurluşlary, baglanşyk liniýasyny öz içine alýar. Habary signala özgerdýän gurluş iberiji, a kabul edilen signaly habara özgerdýän gurluş bolsa, kabuledijidir.

Radiokanalynyň wajyp bölegi kabul edilen habaryň ygtybarlygyna täsir edýän *baglanşyk liniýasydyr*. Baglanşyk liniýasy diýip fiziki sreda (erkin giňişlik, kabeller, optiki – süýmli liniýalar we başg.) we iberijiden kabuledijä signaly ibermek üçin ulanylýan apparatlar toplumyna aýdylýar. Radiobaglanşyk sistemalarynda baglanşyk liniýasy iberijiden kabuledijä EM tolkularynyň ýaýraýan giňişlik oblastydyr. Radiokanalynyň gurluş shemasy aşadaky ýalydyr.



Maglumatlary ibermegiň radiotehniki sistemalary.

Maglumatlary (habary) ibermegiň radiotehniki sistemalary EM yrgyldylarynyň kömegi bilen maglumatlary aralyga ibermeklige niýetlenendir. Oňa dürli baglanşyk sistemalary, radiogepleşikler, telewideniýe degişlidir. Maglumatlary ibermegiň radiotehniki sistemalarynyň esasy aýratynlygy radioiberiji we radiokabulediji gurluşlaryň giňişlikde dürli ýerlerde şüňmegidir. Maglumatlary ibermegiň radiotehniki sistemalarynyň işlemegi üçin iberiji antenna tarapyndan

giňişlige şöhlelendirilýän EM yrgyldylarynyň ýaýramasydyr.

Iberiji antenna iberilýän habar bilen haýsydyr bir parametric üýtgeýän

(modulirlenen) ýokary ýygyllykly (äkidiji) yrgyldylar berilýär. Kesgitli ugurda ýaýramak bilen radiotolkunlar kabulediji antenna düşýärler.

Baglanşyk sistemasy. Baglanşyk nazaryýetinde şeýle kesgitleme kabul edilen: habary çeşmeden ulanyja ýetirmek üçin gerek bolan tehniki serişdeler toplumyna *baglanşyk sistemasy* diýilýär. Kähalatlarda baglanşyk liniýasy düşünjesine çeşmäni we ulanyjyny hem goşýarlar. Iberilýän habaryň görnüşine görä aşakdaky baglanşyk sistemalaryny tapawutlandyrýarlar: gürrüňi ibermek (telefoniýa); hereketdäki şekilleri ibermek (telewideniýe); tekstleri ibermek 9 telegrafiýa); hereketdäki däl şekilleri, suratlary we tekstleri (fototelegrafiýa); teleölçegler, teledolandyrmak we berilenleri ibermek.

Niýetlenilişine görä telefon we telewizion sistemalar gepleşikleri, habary dikeltmegiň ýokary derejedäki çeperçiligi bilen tapawutlanýarlar we professionallara (gulluk baglanşygy, senagat telewideniýesi) bölünýärler. Teleölçegler sistemasynda degişli fiziki ululyk (T, P, v we ş.) datçikler bilen elektrik signalyna özgerdilýär (bu signala *ilkinji* diýilýär). Kabul edilen tarapda fiziki ululyk ýa – da onuň üýtgemesi ýazýan abzallar bilen registrirlenýär. Teledolandyryş sistemasynda kesgitli hereketleri awtomatiki ýerine ýetiräge buýruklar berilýär. Köplenç telemetriki sistemanyň ölçegleriniň netijesine esaslanan awtomatiki emele gelýän buýruklar iberilýär.

Ýokary öndürijilikli kompýuterleriň köpçülikleýin ornaşdyrylmagy hasaplaýyş serişdeleri bilen awtomatlaşdyrylan dolandyryjy sistemanyň obýektleriniň arasyndaky maglumat alyş - çalşygyny üpjün edýän

$$\Delta\varphi = \left| \arcsin \frac{y}{Y} \right| = \left| \arcsin \frac{ab}{XY} \right|$$

bu ýerde a,b - ellipsiň kiçi we uly oklarynyň uzunlygy; X,Y ellipsiň koordinat oklaryna bolan proyeksiýasy. Egerde EST iki kanalynyň hem naprýaženiýeleri deň bolsa, ölçegler aşakdaky formulalar bilen geçirilýär

$$\Delta\varphi = \left| 2\arctan \frac{a}{b} \right| = \left| 2\arctan \frac{a}{2\sqrt{2}y} \right| = \left| 2\arctan \frac{b}{2\sqrt{2}x} \right|$$

Iki signala bir bada seretmek üçin iki şöhleli ýa-da adaty ossillograf we kommutator gerekdir. EST ekranynda signallary alyp, ad periodyň çyzykly ölçeglerini bilip ýa-da onuň ýarysynyň ac we faza süýşmesiniň ululygyny bilip taparys

$$\Delta\phi = \frac{ab}{ac} \bullet 180^\circ = \frac{ab}{ad} \bullet 360^\circ$$

Dörtgysaçlygyň AYH görmek mümkin. Elektrowauum we ýarymgeçirijili abzallaryň häsiýetnamalaryny ekranda almak mümkin.

5. Eger girişe amplitudasy boýunça modulirlenen naprýaženiýe berilse, onda m-i kesgitläp bolar

$$m = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_{\max} + U_{\min}} \quad (11.15)$$

Ýygyllyk häsiýetnamasyny ölçeýjiler ÝHÖ (ИЧХ). ÝHÖ dörtpolýuslyklaryň häsiýetnamalaryny ölçemek we olary sazlamak üçin niýetlenendir (11.12-nji surat). Geçiriş koeffisiýentiniň moduly

$$k(f) = \frac{U_{\text{cyk}}(f)}{U_{\text{gir}}(f)} \quad (11.16)$$

1. Vertikal girişe öwreniýän naprýaženiýe berilse, razwertka öndürijisi gorizontal ugurda täsir etse, ekranda signalyň naprýaženiýesiniň wagta görä üýtgeýşine gözegçilik etmek bolar. Ekrandaky şekil gymyldamaz ýaly

$$T_{\text{raz}}/T_s = N, \quad N = 1, 2, \dots$$

bolmaly.

2. Eger wertikal girişe öwreniýän naprýaženiýe berilse, razwertka öndürijisi hem birikdirilmese, şöhläniň 1 süýşmesine görä naprýaženiýäniň amplitudasyny tapyp bileris

$$U_m = \frac{l}{2S_y} (11.12)$$

S_y – ossillografiýa duýgurlygy.

3. Eger gorizontal plastina f_{et} etalon ýygylgyň naprýaženiýesi, wertikal plastina bolsa, näbelli ýygylgyň naprýaženiýesi berilse, ýygylklar deňleşen mahaly ekranda Lissazuwyň şekilleri alynar.

4. Lissazuwyň şkillerinden (11.11-nji surat) fazalar tapawudyny kesgitläp bolar. Eger

$$U_x = 0 \text{ bolsa } U_y/U_{my} = |\sin \varphi| = l_y/l_{my} \quad (11.13)$$

$$U_y = 0 \text{ bolsa } U_x/U_{mx} = |\sin \varphi| = l_x/l_{mx} \quad (11.14)$$

Signallaryň fazalar tapawudyny ölçemek çin ellipsler usulyny ulanmak mümkin, bahasyny bolsa aşakdaky aňlatmalaryň haýsy hem bolsa biri bilen kesgitlemek mümkin

berilenleri iberiji sistemanyň çalt işlemeginiň zerurlygyna getirdi.

Indi radiobaglanşyk (radiokanal) sistemasynyň gurluşynyň umumy prinsiplerine seredeliň. Bar bolan radiobaglanşyk sistemalaryny şertli iki topara bölmek mümkin: simpleks (“ ýeke özi – hemmelere “ baglanşyk) we dupleks (“ bir – bire “ baglanşyk) baglanşyk sistemalary.

Simpleks baglanşykda iki punktyň arasyndaky baglanşyk, ýagny habary ibermek we kabul etmek bir äkidiji ýygylkda gezekli – gezegine alnyp barylýar. Köplenç simpleks baglanşyk maglumatlary bir ugurda ibermekde ulanylýar, meselem, radiogepleşikler, telewideniýe, habardar etmek we ş.m. *Dupleks* baglanşykda iki punktyň arasynda ikitaraplaýyn radiobaglanşyk, ýagny habary ibermek we Kabul etmek birwagtda dürli ýygylklarda amala aşyrylýar. Häzirki wagtda simpleks baglanşygyň başga bir görnüşi *ýarymdupleks* baglanşyk (iki ýygylkly simpleks) ulanylýar, şunlukda maglumatlary ibermegi we Kabul etmegi iki dürli äkidiji ýygylklarda gezekli – gezegine retranslýatorlary ulanýan sistema üpjün edýär. *Retranslýator* – aralykda ulanylýan kabul edip iberiji radiotehniki gurluş bolup, radiobaglanşyk liniýasynyň punktydyr.

Ulanýan kanallarynyň sanyna görä *birkanally* we *köpkanally* baglanşyk sistemalary bardyr. Köpkanally baglanşyk sistemasynyň maksady birbada birnäçe çeşmäniň habarlaryny ibermekdir, ýagny goýberiş ukybyny artdyrmakdyr (köplenç *sygym* düşünjesi ulanylýar). Bu sistemalarda köp çeşmäniň habaryny ibermekde bir trakt (kanal) ulanylýar. Sistemanyň goýberiş ukybyny ýokarlandyrmakda signallaryň wagt we ýygylk dykzylanmasy ulanylýar.

Köp radiotehniki sistemalarda maglumatlary ibermekde signallaryň ýygylk

dykzlanmasy giňden ulanylýar. Signallaresasy modulýasiýadan ön goşmaça modulýasiýa (kiçi äkidiji ýygyllykly – podnesuşiý) sezewar edilýär. Ol ýygyllyklar iberilýän signalyň ýygyllyklaryndan ep – esli ýokary, äkidiji ýygyllykdan birnäçe esse kiçidir.

Dürli uzaklykda ýerleşen ulanyjylaryň (abonentleriň) habarlar bilen alyçalşygynda *baglanşyk seti* döredilýär. Ol görkezilen adreslere habarlary bermegi we paýlamagy üpjün edýär. Habarlar akymyny paýlamak (gerekli adreslere) kommutirleýji gurluşlar arkaly *baglanşyk uzellerinde* amala aşyrylýar. . Habarlaryň paýlanyş usulyna görä baglanşyk seti kommutirlenýänlere we kommutirlenmeýänlere bölünýär. Birinji ýagdaýda abonentler arasyndaky baglanşyk hemişelik berkidilen kanal arkaly “ her kim her kim bilen “ prinsipde gurulýar. Ikinji ýagdaýda abonentler özara gös – göni däl – de kommutasiýa uzeli arkaly baglaşdyrylan. Baglanşyk setinde ahyrky (abonentler) gurluşlar baglanşyk kanaly (baglanşyk liniýasy) we kommutasiýa uzelleri bardyr. Abonentleriň sanyna we hyzmat ediş territoriýasynyň ölçeglerine görä setiň dürli gurluşy bolýar: çyzykly, radial, halkalaýyn, radial – halkalaýyn we ş.m. . Baglanşyk setini optimal gurmak baglanşyk teoriýasynyň wajyp meseleleriniň biridir. Bu meseläni çözmekde köpçülikleýin hyzmat ediş teoriýasy we graflar teoriýasy ukanylýar.

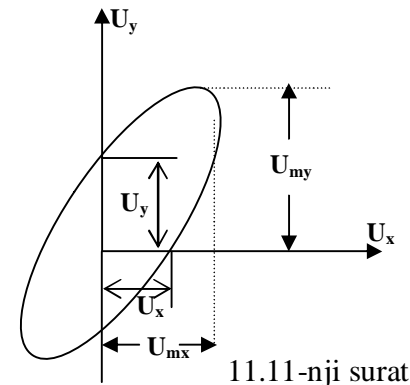
Analog baglanşyk sistemalary. Analog baglanşyk sistemasynda äkidiji ýygyllygyň amplitude modulýasiýasy ulanylýar. Islendik baglanşyk sistemasynyň wajyp bölegi bermäge niýetlenilen habar çeşmesidir. Umumy ýagdaýda başlangyç habar elektrik dädir, şol sebäpli ony elektrik signalyna *elektrofiziki signaly özgerdijini* ýa – da has ýönekeýi *signaly özgerdijini* ulanmak bilen özgertmeli. Meselem, gepleşigi we sazy özgertmekde ony mikrofon, şekil bermekde iberiji telewizion trubka, telegrafiyada telegraf aparatynyň kömegi bilen habaryň elementleriniň

we onuň tertip nomeri görkezilýär. Iki sanyň arasynda kese çyzyk goýulýar. Modernizasiýa geçen abzallara A harpy goşulýar, ikinji gezek geçene B harpy ýazylyar. Kombinirlenen abzallara K harp goýulýar. Meselem, Г4-1А - standart signallaryň öndürjisi, modernizirlenen, tertip nomeri 1.

Elektron ossilografy. Şöhläniň gorizont al ugurda deňölçeqli hereket etmegi üçin X-plastina byçgydiş napryženiýe berilýär. Y girişe öwreniýän napryženiýe berilse, şöhläniň netijeleýji hereketi öwreniýän napryženiýäniň wagta görä üýtgemesini görkezzerdi (11.11-nji surat). Onuň häsiýetlendirýän ululyk duýgurlykdyr

$$S_y = \frac{l_y}{2U_m} = k_y S_{ty} \quad (11.10)$$

bu ýerde k_y – güýçlendiriş koeffisiýenti (y), S_{ty} – trubkanyň Y okundaky duýgurlygy, l_y – şöhläniň gysarmasy. Trubkanyň duýgurlygy gurluşy bilen kesgitlenilýär



$$S_{ty} = \frac{aL}{2dU_a} \quad (11.11)$$

a –plastinanyň uzynlygy, d – olaryň arasyndaky uzaklyk, L – plastinalardan ekrana çenli aralyk, U_a – tizlendiriji

napryženiýe. Ossilografyň ulanylýan ýerleri köpdür, olary sanap çykmak bir sapagyň dowamynda mümkin däldir. Olaryň käbirine seredeliň.

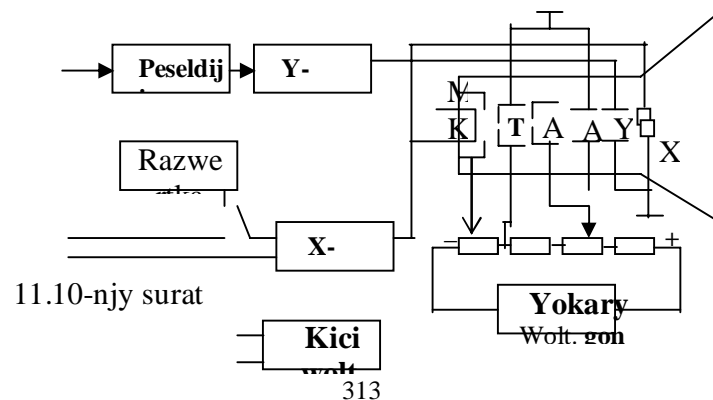
giňden peýdalanylyandyr. Dürli ölçeg öndürijileri (ses, ýokary, modulirlenen yrgyldylaryň öndürijiler we ş.m.) hem bar. Radioölçeg abzallarynyň käbirleriniň toparlar standarty boýunça belgilenişi aşakdaky ýalydyr:

B- tok we naprýaženiye ölçeyän abzallar: 1 – woltmetri barlaýan gurluş; 2 – hemişelik toguň woltmetrleri; 3 – üýtgeýän togyň woltmetrleri; 4 – impuls woltmetrleri; 5 – fazaduýgur woltmetrler; 6 – selektiv woltmetrler; 7 – uniwersal woltmetrler; 8 – naprýaženiýeleriň we toklaryň gatnaşyklaryny ölçeyjiler; 9 – ampermetrler we olary barlamak üçin gurluşlar.

Г – ölçeyji öndürijiler: 1 – ölçeyji öndürijileri barlamak üçin abzal; 2 – goh signallarynyň öndürijileri; 3 – signallaryň öndürijileri; 4 – standart signallaryň öndürijileri; 5 – impulsalaryň öndürijileri; 6 – ýörite görnüşli signallaryň öndürijileri; 7 – swip – öndürijiler (ýygylgygy periodiki üýtgeýän).

С – gözegçilik edýän, signallaryň görnüşini we spektrini öwrenýän abzallar: 1 – ossillograflar; 2 – amplituda modulýasysynyň koeffisiýentini ölçeyjiler; 3 – ýygylgyk dewiasiyasyny ölçeyjiler; 4 – spektriň analizatorlary; 5 – garmonikalaryň analizatorlary; 6 – çyzykly däl ýoýulmalar koeffisiýentini ölçeyjiler; 7 – gurluşlary barlaýan abzallar.

Abzalyň adynda topar(harp), topardaky bölünişik



zyygiderligi (harplar) kod simwollarynyň zygiderligine çalşylýar (0,1 ýa – da nokat, tere), ol hem öz gezeginde hemişelik toguň elektrik impulsalarynyň zygiderligine özgerdilyär. Soňky wagtlarda radiokanalnyň gurluş shemasynda habar çeşmesi bilen signaly özgerdijini birikdirip, *ilkinji habarlar* çeşmesi diýilýär.

Öňden bellenilişi ýaly iberilýän (ilkinji) signal pes ýygylgyklydyr. Ýöne bu termin şertlidir: telewizion signalyň spektriniň 0...6 MGs zolagy bardyr. Kähalatlarda ilkinji signaly baglanşyk liniýasyndan gös – göni ugradýarlar. Meselem, şäher telefon baglanşaher telefon baglanşygynda şu usuly ulanýarlar. Ilkinji signaly uzak aralyga ugratmak üçin (kabelli, optiki – süýmli ýa – da radiokanalda) ýokary ýygylgyga özgertmeli.

Habary elektrik signalyňa özgertmek öwrülişikli bolmaly. Bu ýagdaýda çykyş signalyndan girişdäki ilkinji signaly dikeldip, iberilen habardaky ähli maglumatlary alyp bolmaly. Garşylykly ýagdaýda signal iberilende maglumatyň bir bölegi ýitiriler. Iberiji gurluş signaly özgerdijiden başga modulýatory, äkidiji ýygylgyklaryň generatoryny, kuwwat güýçlendirijisini we antennany öz içine alýar. Habary ibermek üçin signal ilki ýokary ýygylgykly EM yrgyldylaryna girizilmeli. Bu iberijiniň modulýatorynda amala aşyrylýar. Äkidiji ýygylgyklary äkidiji ýygylgyklaryň generatorýöndüryär. Äkidiji yrgyldynyň bir ýa – da birnäçe parametriniň iberilýän habaryň kanunyna görä üýtgemesi netijesindeki prosese *modulýasiýa* (lat. modulatio – ölçeglilik) diýilýär. Modulirlenen ýokary ýygylgykly yrgyldylar *ikilenli signallara* degişlidir we *radiosignal* diýip atlandyrylýar.

Habarlar radiokanal bilen ugradylanda modulýasiýanyň birnäçe görnüşi ulanylýar: amplitude, ýygylgyk, faza, impuls, impuls – kod we başgalar.

Modulirlenen EM yrgyldylaryny (radiosignallary) ibermek we kabul etmek antenalar bilen amala aşyrylýar. Kabul ediji antenna düşen ýokary ýygylgykly radiosignallar

kabuledijä düşýärler. Iberiji antennanyň şöhlendiren energiýasynyň ujypsyz mukdary kabul ediji antenna düşýär. Şonuň üçin Kabul edilen modulirlenen yrgyldylar *selektiv güýçlendirijä* berilýär. Onda güýçlendirmekden başga sol bir wagtyň özünde kabul ediji antenna düşen peýdaly signaly radiosignallaryň we gohlaryň köplüğinden saýlap almaly.

Aýdalyň käbir S habary ibermeli bolsun we iberiji gurluşyň çykyşynda $u(t)$ görnüşi alsyn. $u(t)$ signal iberilende düzgün boýunça ýoýulýar we $r(t)$ gohlar goşulýar. Kabul ediji gurluş Kabul edilen yrgyldyny $z(t) = \dot{u}(t) + f(t)$, $\dot{u}(t)$ – gelip düşen ýoýulan signaly we $f(t)$ gohlary gaýtadan işläär. Olar boýunça S habary görkezýän S habary ýalňyşlyklar bilen dikelder.

Güýçlendirmek soňraky kaskadlarda amala aşyrylýar. Şeýle – de signaly gös – göni güýçlendirmek seýrek ulanylýar. Sebäbi, beýleki stansiýany Kabul etmek üçin selektiv güýçlendirijini sazlamak gerek bolýar. Şol wagtyň özünde hem ýokary ýygylak seleksiýasyny ýa – da saýlap alyjylygy saklamaly, ýagny peýdaly signaly beýleki signallaryň we gohlaryň arasyndan çykarmaly. Haçanda *birnäçe kaskadly* güýçlendirijini ulanmak bilen uly güýçlendiriş talap edilende ön hem ýeňil bolmadyk meseläni aýa çylşyrymlaşdyrýar. Mesele kabuledijide özgerdiji ulanylanda has ýönekeýleşýär. Onuň garyjysynyň girişine düşýän dürli äkidiji ýygylakly signallar kömekçi generatoryň (geterodiniň) kömegi bilen aralyk ýygylakly atlandyrylýan f_{ar} has pes birmeňzeş äkidiji ýygylakly özgerdilýär (has takygy geçirilýär, transponirlenýär). Informasion signallar shemany sazlamasyz aralyk ýygylakly güýçlendirijisinde ýygylaklyda güýçlendirilýär we kabuledijiniň esasy güýçlendirişini üpjün edýär, peýdaly signalyň ýygylaklyda seleksiýany gowulaýar. Bu hili kabuledijilere supergeterodin diýilýär.

da radioçyranyň iş düzgüni barlamak üçin onuň elektrodларыndaky tok güýjüni we naprýaženiýäni ölçemek zerurdyr. Onda elektrik signallarynyň ululyklaryna doly baha bermek üçin naprýaženiýäniň ululygyny ölçemek, görnüşine $U(t)$ seretmek, spektral düzümini kesgitlemek, çyzykly däl ýoýulmalar koeffisiýentini ölçemek, modulýasiýa koeffisiýentini, duýgurlygyny, saýlap alyjylygyny ölçemek hökmandyr.

Radiotekniki ölçegleriň özi gaty giň ýygylakly zolagyň öz içine alýar (birnäçe gersden 10000 Mgs). Ýygylak diapozonyna görä dürli abzallar ulanylýar, sebäbi olaryň görkezmesi ýygylakly bagly bolmaly däldir. Ölçegler mahalynda rezonans hadysasy giňden ulanylýar. Rezonans ulgama birikdirilen abzal gurluşy sazlaşyksyz ýagdaýa eltmeli däldir, ýagny onuň giriş garşylygy uly bolmalydyr.

Radioteknikada abzallaryň iki topary ulanylýar: elektroölçeg we radioölçeg. 1-nji topara magnitoelektrik, elektromagnit, elektrodinamik we detektor ulgamynyň abzallary degişlidir. Elektromagnit we elektrodinamik ulgamyň abzallary pes ýygylaklydyr (50 Gs töweregi). Magnitoelektrik abzallar hemişelik togy ölçeyär. Detektor ulgamynyň abzallary (çykyş ölçeyjiler) ses diapozonunda (30-10000 Gs) işleýändir.

2-nji toparda naprýaženiýe ölçeyjiler – çyraly woltmetrler, spektriň analizatorlary, amplituda ýygylakly häsiýetnamasyny ölçeyjiler bardyr. Elektron ossilografy

döredildi, olary suratlar ýaly diwardan asyp goýup bolýar. Projeksion telewizorlaryň uly ekrany bolup (100 – lerce kw m) gepleşiklere köpçülikleýin tomaşa edip bolýar. Stereoskopik TW, örän kiçi ekranly jübi TW – si, şeýle – de ekranynda birbada alta çenli kanaly kabul edýän TW – ler bardyr. Sanly tehnika TW – niň ýadynda saklaýan gurluşyna birnäçe günün tertibini ýazmaga mümkinçilik berýär: ir bilen TW oýarmaly; gyzyklandyryýan kanaly açmaly; gerekli gepleşigi awtomatiki wideomagnitofona ýazmaly. “Wideotekst”, “Teletekst” we beýleki ulgamlaryň üsti bilen samolýotlaryň uçuş tertibini, howa maglumatly sinoptiki kartany, satuwdaky täze harytlar baradaky maglumatlary informasion merkezden soramak we ekranda görmek eýýäm mümkindir.

38. Radiotehniki ölçegler. Elektron ossillografy.

Radiotehniki gurluşlaryň işleýşini derňew etmek üçin köpsanly ölçegleri geçirmek talap edilýär. Tranzistoryň ýa-

Detektor (lat. *detektio* – görmek, bölüp çykarmak) ýa – da *demodulýator* modulýasiýa ters bolan prosesi ýerine ýetirýär, ýagny kabul edilen, güýçlendirilen we özgerdilen ýokary ýygylkly modulirlenen yrgyldylardan iberilen signaly bölüp çykarmakdyr. Demodulýasiýanyň meselesi modulirlenen signalyň saklaýan informasiýasyny mümkin boldugyça doly dikeltmekdir. Şol sebäpli detektora esasy talap iberilen signalyň ulanyja ýoýulmasyz düşmegi üçin onuň formasyny takyk dikeltmekdir.

Ahyrky gurluş. Detektoryň pes ýygylkly elektrik signalyny ulanyja amatly informasiýa görnüşine özgertmekdir. Häzirki wagtda ilkinji signal çeşmesini we ahyrky gurluşy sistemanyň gurluş shemasyndan aýyrýarlar.

Sanly (diskret) baglanşyk sistemasy. Sanly (diskret, impuls) baglanşyk sistemalarynda signalyň energiýasy üznüksiz (garmoniki signallar) däl – de gysga radioimpulslar görnüşinde şöhlelendirilýär. Ol bolsa şol bir energiýada kuwwatyň pik (maksimal) bahasyny artdyryp, Kabul edişin gohlara durnuklylygyny ýokarlandyryr. Baglanşygyň impuls sistemalarynda ilkinji signaly äkidiji bolup radioimpulslaryň periodiki yzygiderligi ulanylýar

Üznüksiz habary diskret (sanly) baglanşyk sistemalarynda ibermek mümkindir. Onuň üçin olary derejesi boýunça kwantlamak we kodirlemek arkaly wagtda boýunça sanly görnüşe özgerdýärler. Kodirlemek signaly kanaldan ibermek üçin şekillendirmekdir. Gysga manysynda kodirlemeklige diskret çeşmäniň habaryny diskret kanaldan ibermek üçin özgertmek diýip düşünilýär. Şunlukda diskret habarlar kod simwollarynyň yzygiderligine özgerdilýär. Kodirlemek sistemasy – obýektleri kodly belgilemegiň düzgünler toplumydyr.

Radiobaglanşygyň sanly sistemasynyň iberiji gurluşynda iberilýän signaly kodirlemäni *koder* atlandyrylýan sanly mikroschema ýerine ýetirýär. Koderiň

çykyşynda iberilýän ilkinji signal san kodly görnüşde, ýagny impulslaryň (“birlikler”) we boşluklaryň (pauzalar “nullar”) käbir yzygiderligidir. Adatça olaryň dowamlylygy birmeňzezdir.

Iberijiniň modulýatorynda äkidiji erde alynan impulslaryň yzygiderligi bolen modulirlenýär. Köplenç sanly baglanşyk sistemalarynda *impuls – kod modulýasiýasy* (IKM) ulanylýar. IKM ulanylan ýagdaýynda üznüksiz signalyň diskret bahalary kod kombinasiýalary görnüşinde iberilýär.

Şeýlelikde informasiýany sanly ibermek sistemasynda habaryň signala öwürilmegine üç operasiýa gerek: özgertmek, kodirlemek we modulýasiýa (analog sistemalarynda - özgertmek we modulýasiýa).

Kodirlemek habaryň signala öwürülmesiniň matematiki, a modulýasiýa bolsa, fiziki tarapyny kesgitleýär. Manysy boýunça kodirlemek habary kod simwollarynyň yzygiderligine özgertmekdir, a modulýasiýa bolsa sanly kanaldan ibermäge ýaramly şol simwollary signala özgertmekdir. Kodirlemek we modulýasiýa arkaly habarlar çeşmesi baglanşyk kanaly bilen ylalaşdyrylýar.

Kabuledijide radioäýgylykda güýçlendirilen aralyk ýygylkly signaldan demodulýatoryň kömegi bilen kod simwollarynyň (ilkinji signal) yzygiderligi alynýar. Soňra *dekoderde* simwollar dekodirlenýär. Dekodirlemek kabul edilen kod simwollaryndan habary dikeltmekdir. Dekoderiň çykyşyndan dikeldilen analog signaly habary alyja düşýär.

Häzirki zaman maglumatlary sanly iberýän sistemalarda otnositel özbaşdak, bir mikroshemada ýerine ýetirilýän analog – sanly gurluş – *kodekler* we *modemler* ulanylýar. **Kodek** bu koder – dekode öžgerdiji jübütidir (adatça logiki gurluş), a **modem** – modulýator – demodulýator öžgerdiji jübütidir. Modemleri simli ýa – da telefon modemlerine, sotaly modemlere, paketli

). Olaryň esasy artykmaçlygy kadrlardaky şekiliň elementleriniň sanynyň 1920 – ä çenli artdyrylmagydyr. Şekildäki stirleriň sany örän köpdür (1500 – den gowrak). Aýdylanlar şekiliň görülip – eşidilmedik ýagtylygyny we takyklygyny almaga mümkinçilik berýär. Ekrandaky şekil öz tebigy durkunda, reňkleri has inçe nýuanslary bilen görkezilýär. Hatda ekspertler ekrandaky şekili arassa ýuwulan aýnanyň aňyrsyndaky şekilden tapawutlandyryp bilmeýärler. Ýokary aýdyňlygy bolan TW – lerde saklanylýan maglumatlaryň mukdary häzirki ulanylýanlaryňkydan iki esse köpdür, a ýagtylygy we detallarynyň baýlygy birnäçe esse ýokarydyr. Ýokary aýdyňlygy bolan TW ulgamlarda ses stereofonikidir.

Ýakyn gelejekde TW ulgamlaryň täze nesilleriniň giň mümkinçilikleri bolar. Ilkibaşda gelejegi uly (interaktiv) köpçülikleýin (iki taraplaýyn) telewizion ulgamlaryň ornaşdyrylmagydyr. Onda TW özboluşly dupleks gurluşa öwürülýär, ýagny sanly radioiberijileriň kömegi bilen maglumat tomaşaçylardan ugradylýar. Soňky döwürde bütün dünýäde we Rossýada kabelli, hemraly we öýjüklü TW gepleşikler giňden ulanylýar. Häzirki zaman TW – leriň esasy aýratynlygy onuň köpfunksiýalylygydyr. Olara wideomagnitofonlary, personal kompýuterleri we ş.m. birikdirmek mümkin.. Tekiz ekranly TW – ler

edile reňkli kineskoplary bolan telewizorlaryňkydan 1.5 – 2% bir tertip pesdir.

Altynjydan, PDP üçin güýçli elektrik we magnit meýdanlarynyň täsiri ýokdur. Bu bolsa ekranlanmadyk magnitli akustiki ulgamlar bilen bilelikde ulanmaga ýol açýar.

Ýedinjiden, plazmaly panelleriň massasy az bolansoň islendik ýerde ýerleşirmek, hatda diwardan asyp goýmak bolýar.

Ýetmezçiligi onuň gymmatlygydyr – \$ 3000 - 4000.

LCD displeýler (Liquid Crystal Display) ýaçeýkalardan ceçýän ýagtylygyň intensiwligini üýtgetmegiň hasabyna döredýärler. LCD displeýleriň kese kesigi köpgatlaklydyr. Iň gyraky gatlaklar aýnadan, olaryň arasynda ýuka plýenkaly tranzistor, gerekli gyzyň, ýaşyl, gök reňkleriň reňkli süzgüjiniň paneli, we suwuk kristallartlagy ýerleşendir. Bularan başga – da ekrany içinden ýagtylandyryýan fluoressent ýagtylandyryjy bardyr. Adaty şertlerde- elektrik zarýady ýok wagtynda suwuk kristallar rahat ýagdaýdadyr. Bu ýagdaýda suwuk kristallar ýagtylygy geçirýärler. Suwuk kristallardan geçýän ýagtylyk mukdaryny elektrik zarýadynyň kömegi bilen dolandyrmak bolýar, şunlukda kristallaryň oriýentasiýalary üýtgär.

Piksel gyzyň, ýaşyl we gök reňklerden emele gelýär. A dürli reňkler bolsa, deňişli elektrik zarýadynyň ululygyny üýtgetmek (kristallyň öwrülmegine we geçýän ýagtylyk akymynyň intensiwliginiň üýtgemesine getirýär) arkaly alynýar.

Endigan ýagtylyk akymynyň çeşmesi bolup, ekranyň arkasynda ýerleşdirilen ikiden dörde çenli lampalar hyzmat edýärler. Gara reňkde ýagtylyk akymy doly ýapylmaýar. Bu bolsa olaryň ýetmezçiligidir.

Aýdyňlygy artdyrylan telewizorlar. Olarda ekranyň beýikligi we ininiň gatnaşygy giň ekranly kinonyňky ýalydyr, ýagny 9:16 (adaty telewizorda ol 3:4

radiomodemlere, baglanşygyň ýokary ýygyllykly radiomodemlerine, sanly modemlere, faks modemlerine we başgalara bölýärler. Simli modemler baglanşyk sistemalarynda köpçülikleýin ulanylýan telefon seti bilen dolandyryjy kompýuteriň arasyna birikdirilýär. Dört simli baglanşyk liniýasynda modem dupleks düzgüninde, iki simli telefon baglanşygynda ýarymdupleks düzgüninde işläp biler.

Baglanşyk liniýalaryndan berilenleri kabul etmek düzgüninde modemde korrektoryň kömegi bilen iberilen signalyň ýoýulmalary aýrylýar. Olar telefon kanalynyň goýberiş zolagynyň çäklenmesi, amplituda - ýygyllyk häsiýetnamasynyň nätekizligi we faza – ýygyllyk häsiýetnamasynyň çyzykly dældigi netijesinde ýüze çykýar. Korrektoryň çykyşyndan signal detektora (demodulýatora) berilýär. Ol modulirlenenyrgyldyny cörnüşü boýunça iberilýän analog ýa – da sanly cörnüşdäki pes ýygyllykly signalyň naprýaženiýesine özgerdýär. Modemiň shemasyna dolandyryjy blok hem girýär. Şular ýaly gurluş shemaly ýokary ýygyllykly baglanşyk radiomodemi täsir ediş radiusy uly bolmadyk (1 kM – den az) baglanşyk sistemasynyň radiokanalnynda ulanylýar.

Maglumatlary ibermegiň sistemalarynda diskret – üznüksiz we üznüksiz - diskret kanallar ulanylýar. Olaryň girişine diskret signal düşýär, a çykyşyndan üznüksiz signal alynýar ýa – da tersine. Bu bolsa iberilýän habaryň karakterine garamazdan baglanşyk kanalynyň diskret ýa – da üznüksiz bolup biljekdigini aňladýar. Ähli zat baglanşyk kanalynyň girişiniň we çykyşynyň nähili saýlanandygyna baglydyr.

Berk bellemeli zat, – dekodelemek we demodulýasiýa kabuledijä gelensignal üstündäki kodirlemä we modulýasiýa ters bolan ýönekeý operasiýa däl. Gohlaryň we dürli ýoýulmalaryň netijesinde kabul edilen signal iberilenden düýpli tapawutlanmagy mümkin.

Şol sebäpli elmydama haýsy signal iberilendigi barada birnäçe çaklamalary (gipotezalary) aýtmak bolar. Kabul edýän gurluşyň esasy meselesi çeşmäniň mümkin bolan habarlaryň haýsy birini hakykatdan hem iberendigi barada netije çykarmakdyr. Şeýle netijäni çykarmak üçin gowşan signaly derňemeli. Şonuň üçin ol birnäçe özgertmelere sezewar edýär we oňa *signaly gaýtadan işlemek* diýilýär. Baglansyk teoriýasynyň meseleleriniň biri hem iberilen habaryň has ynamlylygy baradaky çözüwi tapmaga optimal gaýtadan işlemäniň düzgünlerini gözlemekdir. Bu düzgünler kanalyň häsiýetlerine we bermegiň (kodirmek we modulýasiýa) usullaryna baglydyr. Kähalatlarda gaýtadan işlemäniň optimal düzgünleri çylşyrymly bolanda, apparaturany ýönekeýleşdirip optimal däl gaýtadan işlemäni ulanýarlar.

Gaýtadan işlemekde kabul edilen signal çeşme baradaky ähli maglumatlary (ol ýa – da beýleki habary çeşme haýsy ähyimallyk bilen iberýär) hasaba almak bilen, ulanylýan kod we modulýasiýanyň usullary, şeýle – de radiokanalyň häsiýetleri derňelýär. Der netijesinde ulanyja gelip gowuşýan habar barada netije çykarmak boljak. Kabuledijiniň gelip gowuşýan signaly derňeýän we iberilen habar barada netije çykarýan bölegine *çözüji shema* diýilýär.

Analog modulýasiýasy üznüksiz habarlary iberýän sistemalarda çözüji shema gelip gowşan ýoýulan ikilenji signaldan has optimal birinji signaly kesgitleýär we ony dikeldýär. Bu sistemalarda çözüji shema demodulýatordyr.

Diskret habarlary sistemaly kabul edijiniň çözüji shemasy iki bölekden durýar: birinji çözüji shema – demodulýatoryňky we ikinji çözüji shema bolsa dekodeirňkidir. Käýagdaýlarda diskret habarlar iberilende demodulýasiýa we dekodeleme operasiýasyny bir gurluş ýerine ýetirýär. Kabul bu usulyna bilelikdäki

flýuressirleýji gatlak görüňän diapozonda şöhlelenip başlaýar. Zyýanly ultramelewşe şöhlelenmäniň 97% - ini daşky aýna gatlak siňdirýär. Her elementiň ýagtylygy plazmaly panellin degişli öýjügiň şöhlelenme wagty bilen kesgitlenilýär. Has ýagty elementler hemişe “ýanýarlar”, has garaňkylary asla “ýanmaýarlar”. Ýagty bölekler tekiz ýagtylanýarlar, şonuň üçin şekil gyrpyldamaýar. Adaty kineskoplarda lýuminoforlaryň şöhlelenmesiniň ýagtylygy üznüksiz pulsirleýär, ýagny sekuntda 25 gezek electron şöhlesi bilen “ýakylýar”. Bu bolsa telegörüjileriň gözlerine agram salýar we çalt ýadadýar. Näme sebäpli plazmaly paneller gowy?

Birinjiden, plazmaly paneller kineskoply telewizorlardan howpsyzdyr. Olar zyýanly elektrik we manit meýdanlaryny döretmeýärler. Plazmaly panelleriň adamlara we öý jandarlaryny zyýanly täsiri ýok, özüne tozany çekmeýär. Bulardan başga, esasy zatlaryň biri zyýanly we rentgen şöhlelenmesi bolmaýar.

Ikinjiden, plazmaly paneller uniwersaldyr, olary personal kompýuterleriň displeýi hökmünde ulanmak mümkin.

Üçünjiden, plazmaly panelleriň “suratlary” “hakyky” kinoteatryň şekillerini ýatladýar.

Dördünjiden, ekranyň ulydygyna garamazdan plazmaly panelleriň has tygşytly ölçegleri we gabarasy bardyr. Ekrany 1 m bolan paneliň galyňlygy 9 – 12 sm köp däl, a massasy bolsa, bary – ýogy 28 – 30 kg. Reňkli kineskopy bolan telewizoryň degişli ekranynda galyňlygy 70 sm we agramynyň 120 – 150 kg deňdigini aýtmak ýeterlikdir. PDP panelleriň şekiliniň ýagtylygy 700 kd/m^2 . Görüş burçy 160° .

Basinjiden, plazmaly paneller haz ygtybarlydyr. Fujitsu firmasynyň hasabatyna görä olaryň tehniki resursu 30000 sagatdyr (has gowy kineskoplaryňky 15000 – 20000 sagat), şikesli çykmasa 0.2%. Ýagny, umumy kabul



Plazmaly paneller.

Reňkli tekiz plazmaly paneller PDP (Plasma Display Panel) ýa – da ýöne “plazma” täzeräk peýda bolmak bilen, hünärmenleriň ünsüni özüne çekdi. Plazmaly panelleriň işleýşi ultramelewşe şöhlelenmäniň täsirinde ýörite lýuminoforlaryň ýagtylanmasyna

esaslanandyr. Öz gezeginde bu şöhlelenme önän seýreklandirililen gazlarda elektrik razrýadynda ýüze çykýar. Bu razrýadda elektrodlar bilen dolandyryjy naprýaženiýäniň aralygynda geçiriji “sim” – ionlaşan gazyň molekulalaryndan durýan emele gelýär. Şu esasyda işleýän gazorazrýad paneller “gazorazrýad” ýa – da “plazmaly” adyny aldy. Aýna paneliň içki üstüne ýerleşdirilen wertikal we gorizontaý geçirijiler PDP – niň dolandyryjy signalynyň kömegi bilen telewizion şekiliň rastrynda “setirleriň” we “kadrlaryň” razwertkasyny amala aşyrýar. . Işçi element bolup, şekiliň her bir nokadyna (pikseli) jogap berýän we esasy üç reňke degişli üç sany pikseljik hyzmat edýär. Pikseller göniburçly tor emele getirýän dolandyryjy hrom – mis – hrom kesişme nokatlarynda ýerleşen. Olaryň işleýşi takmynan şeýleräk. Iki özara orthogonal elektrodalaryň kesişme nokadynda ýerleşen gerekli piksele üýtgeýän göniburçly ýokary naprýaženiýeli impuls berilýär. Gaz öz walentli elektronlaryny bermek bilen plazma halyna geçýär. Elektronlar we ionlar gezekli – gezegine elektrodalaryň garşylykly tarapynda ýygnanýarlar. Razrýad mahaly ionlaryň bir bölegi öz energiýasyny ýagtylyk kwanty görnüşinde ultramelewşe diapozonda şöhlelendirýär. Öz gezeginde

demodulýasiýa dekodeleme ýa – da tutuş kabul etmek diýilýär.

Kähalatlarda çözüji shemanyň roluny bölekleyin ýa – da dolylygyna adamlar ýerine ýetirýär. Telegraf signallary kabul edilende operator eşidişine görä haýsy signalyň (“nokat” ýa – da “tere”) iberilendigini çözüýär. Dekodirleme operasiýasyny hem onuň özi ýerine ýetirýär. Maglumatlary ýazmaga niýetlenen diskret habarlaryň kabul edijisinde görkezilen operasiýalar awtomatiki ýerine ýetýär. Ýönekeý ýagdaýda birinji çözüji shema “bar” ýa – da “ýok” prinsipinde işleýän gurluşdyr. Eger kabul edilen signal görkezilen derejeden ýokarda bolsa, kodyň bir simwoly (meselem, 1), pes bolsa – beýleki (0) berilýär. Kähalatlarda iki derejeli çözüji shema ulanylýar. Eger signal iki derejäniň arasyna düşse çözüw kabul edilmän, kesgitsiz elemente derek pozujy simwol berilýär.

Analog we diskret baglanşyk sistemalaryndaky (radiokanallaryndaky) düýpli tapawudy belläliň. Analog sistemalarda islendik has kiçi päsgel berýän täsirmodulirlenýän parametriň ýoýulmasyna getirýän we iberilýän habara degişli ýalňyşlygy goşmaklyga getirýär. Şol sebäpli absolýut takyk iberilen habary dikeltmek mümkin däldir. Diskret sistemalarda ýalňyşlyk dine signal ýalňyş duýulanda, ýagny ýoýulmalar käbir optimal derejeden geçende ýüze çykýar.

Baglanşyk sistemalarynyň esasy harakteristikalary we parametrleri.

Islendik baglanşyk sistemasynyň işine habary bermegiň takyklygy we maglumatlary bermegiň tizligi bilen baha berilýär. Olaryň birinjisi bermegiň hikini, ikinjisi mukdaryny kesgitleýär. Real baglanşyk sistemalarynda bermegiň hili Kabul edilen habaryň ýoýulma derejesine baglydyr. Bu ýoýulmalar sistemanyň häsiýetlerine we tehniki ýagdaýyna, şeýle – de gohlaryň intensiwligine we karakterine baglydyr.

Gohlara durnuklylyk diýip baglanşyk sistemasynyň iberilýän habara gohlaryň täsirine garşy durmak ukypdyr. Gohlaryň täsirinde iberilen habar kabul edilenden tapawutlanýar. Onda gohlara durnuklylygy mukdar taýdan iberilen habara gabat geliş derejesibilen häsiýetlendirmek bolar. Bu ululyga *ynamlylyk* diýilýär. Ynamlylyk aralyk kuwwatlar signal – goh gatnaşygyna baglydyr. B.A>kotelnikow, K.E.Şennon tarapyndan taýynlanan *potensial gohlara durnuklylyk teoriýasynda* görkezilen, saýlanan kriteriýalarda, berilen signallar köplüğinde kabul edilen kesgitli gohlarda (“ak goh”) predel (potensial) gohlara durnuklylyk bardyr. we kabul edişini hiç bir usulynda ondan öňe geçio bolmaz. Potensial gohlara durnuklylygy döredýän Kabul ediji gurluş optimal hasaplanylýar. Baglanşyk sistemalarynyň başga bir wajyp görkezijisi *maglumatlary ibermegiň tizligidir*. Diskret habary iberiji sistemalarda tizlik wagt birliginde iberilýän simwollaryň sanydyr v , *Bod*. Iberilýän maglumatlaryň mukdaryny *bitlerde* (inliş. Gysgaldylan – binary digit – ikilikdäki birlik) ölçemek kabul edilen. **Bit** – bir ikilik razryad – simwol, dine iki bahany kabul edip bilýär:) ýa – da 1. meselem, 101 simwol üç bitlik sandyr. Şennonyň görkeziji ýaly ikilik simwol bilen iberip bolýan maglumatlaryň maksimal mukdary 1 bite deňdir. Ikilik däl – de m – lik simwolda iberilýän maglumatlaryň maksimal mukdary **$\log_2 m$** bitdir. Diskret çeşmäniň berýän maglumatlarynyň maksimal tizligi **$R_i = \log_2 m / T_i$** , **bit/s**, T_i – bir ibermäniň dowamlylygy, m – sanly koduň esasy. Eger $m=2$ bolsa, onda $R_i = 1/T_i$ bit/s we maglumatlary ibermegiň tizligi $R_i = v$. Haçanda $m>2$ maglumatlary ibermegiň tizligi $R_i > v$. Ýöne sanly sistemalarda käwagt maglumatlary ibermegiň tizligi $R_i < v$.

Baglanşyk liniýasy. Maglumatlar iberilýän baglanşyk liniýalary köpsanly we köpdürlidir. Simli baglanşyk kanaly (howadaky, kabelli, ýagtylyk äkidiji we başgalar) we radiobaglanşyk kanaly tapawutlandyrylýar.

garylmagyndan alýarlar. Üç reňkin lýuminoforlary ekrana üçlüge birikdirilen (triada) tegelek tegmiller ýa – da gezekleşýän wertikal zolaklar görnüşinde çayylan. Olaryň üç elektron topy bolup, üç şöhesi bir tekizlikde kesişýär. Şol tekizlikde reňk bölüji maska ýerleşen. Elektron şöhleleri maskadan geçip, deňýanly üçburçlygyň depelerinde degişli reňkin tegmilleri ýerleşen ekrana düşýär. Şeýlikde maska beýleki şöhleleriň ekrandaky elementleri oýandyrmasyna päsgel berýär. Diagonaly 50 – 60 sm bolan kineskopyň triadalarynyň sany 300 – 500 müňe deňdir. Bu kineskoplaryň ýetmezçiligi maskasynyň durulygy 15% - den hem azlygydyr. Kanagatlanarly ýagtylandyryş almak üçin anod naprýaženiýesini we her şöhläniň toguny ep – esli artdyrmaly bolýar. Üç topy bolansoň kineskoplaryň bokurdagynyň diametri hem – de elektromagnit gyşardyjylarynyň kuwwaty artýar. Zolakly kineskoplaryň durulygy 50% - e ýetýändir.

ýagtylygyň 8 – 10 görnüşini (gradasiýasyny) tapawutlandyrýar. Eger maglumat ýagtylygyü üýtgemelerinde ýerleşen bolsa, adamlaryň köpüsi üçin 3 – 5 gradasiýadan köp ulanmak maslahat berilmeýär. Kellesini öwürmezden adam gorizonta ugurda 120° we wertikal ugurda 90° ýerleşen şekilleri görüp bilýär. 15 – 40 Gs – den uly ýygýlyklary hemişelik ýagtylyk çeşmesi diýip kabul edýär. Adam gözi şekiliň reňklerini saýgarýandyr Olaryň içinde aýratyn öňe çykyany altý reňkdir: ak, gara, gyzy, sary, ýaşyl, gök. Şol sebäpli köp reňkli şekilleri görkezmekde agzalan reňkler ulanylýar, a kabul etmäni gowulandyrmak maksady bilen olaryň mukdaryny üçden – bäşe çenli azaldýarlar. Eger ýagtylandyryş güýçli (günüň ýagtysy) bolanda gyzy, ýaşyl, gök reňkleri ulanjak bolýarlar. Gowşak ýagtylandyryşda olara ak we ýaşyly hem goşýarlar. Eger şekiliň ölçegleri kiçi bolsa, ak ýa – da ýaşyl reňkiň çeşmeleri ulanylýar. Häzirki zaman reňkli EŞT – lerinde islendik reňkli ýagtylanmany üç reňkiň - ýaşyl, gyzy, gök reňkleriň

Baglanşygyň kabel liniýalarynda signallar onlarça kilogersden megagersler aralykda iberilýär. Optiki – süýmli baglanşyk liniýasynyň geljegi ulydyr. Olaryň 600 ... 900 TGs (0.5..0.3 mkm) diapozonda örän ýokary goýberijilik ukyby bardyr (100 – lerçe telewizion ýa – da 100 000 – lerçe telefon kanallary). Simli liniýalar bilen bir hatarda dürli diapozonly radioliniýalar giňden ulanylýar (100 – lerçe kilogersden 10 – larça gigagers). Bu liniýalar has tygşytly we hereketdäki obýektleriň baglanşygynda çalşyp bolmaýandyr. Köpkanally radiobaglanşykda m, dm, sm diapozonlaryň (60 MGs ... 15 GGs) radioreleý liniýalary giň ýaýrandyr. Onuň bir görnüşü trapesfer baglanşygydyr. Hemraly baglanşyk liniýalary giňden ulanylýar we emeli henralarda retranslýatory bardyr. Bu liniýalara 4...6 we 11...275 GGs ýygýlyklar diapozony bölünip berilen. Olaryňokary uzaklygy bardyr.

Sanly telewizion sistemalar. Telewizion signalyň çeşmesi hökmünde iberiji kamera ýa – da wideomagnitofon ulanylýar we şekiliň *analog – sanly özgerdijisine* düşýär. Sanly telewizion sistemalarda component kodirmek ulanylýar (ýagtylyk we reňktapawuyly signallar). Sanly görnüşe özdilen ýagtylyk we reňktapawuyly signallar *şekiliň koderine* berilýär.

Sanly telewizion sistemanyň iberijisinde şekiliň signaly bilenbirlikde sesiň signaly emele gelýär. Ses signaly *ses çeşmesinden sesiň analog – sanly özgerdijisine* we ondan *sesiň koderine* berilýär. Soňra şekiliň we sesiň kodirlenen signallary multipleksorda modulýatoryň umumy akymyna birikdirilýär. Soň şekiliň we sesiň birleşen signallary kanalyň koderine we modulýatora düşýär we äkidiji yrgyldyny gohlara durnukly *kodirleýär* we *modulirleýär*.

Sanly telewizion sistemanyň radiosignaly degişli baglanşyk kanalyndan (liniýasyndan) iberilýär we kabuledijä düşýär. Demodulýatorda äkidiji yrgyldyny demodulirmek we dekodeerde şekiliň we sesiň signaly

dekodirlenip koda geçirilýär. Soňra *demultipleksorda* maglumatlaryň umumy akymyndan *sanly ýagtylyk* we *reňktapawutly* signaldan şekiliň we sesiň signallary bünip alynýar. Olar aýratynlykda şekiliň we sesiň dekodeplerinde gaýtadan işlenilýär. Ýagtylyk we reňktapawutly signallar san – analog özgerdijisinde analog görnüşe özgerdilenden sonar monitora (kineskopa) düşýär we reňkli şekil dikeldilýär. Dekodirlenen ses signaly sesiň san – analog özgerdijisinden analog analog görnüşinde telewizion kabuledijiniň dinamigine düşýär.

Baglansyk.

Iki punktyň arasyndaky *simpleks* baglansykda habarlary ibermek we kabul etmek gezekli – gezegine bir äkidiji ýygylkda amala aşyrylýar. Simpleks baglansyk köplenç maglumatlary bir tarapa ibermekde ulanylýar, meselem, radiogepeleşikler, telewideniýe, duýdyryjylar we ş. m.. Iki punktyň arasyndaky *dupleks* baglansykda habarlary ibermek we kabul etmek bir wagtda dürli ýygylklarda amala aşyrylýar. Häzirki wagtda *ýarym dupleks* baglansykda (iki ýygylkly simpleks) habarlary ibermek we kabul etmek iki dürli äkidiji ýygylkda gezekli – gezegine retranslýatorlary ulanmak bilen amala aşyrylýar. Ol radiotehniki gurluş aralykdaky iberip kabul edýän punktdyr.

Modulýasiýanyň maglumatlary ibermekdäki ähmiýetini A. A. Harkewiç şeýleräk bahalandyrdy: “Radiotolkunlary modulýasiýasyz şöhlendirmek arassa sahypa meňzeşdir. Modulirlenen yrgyldylar belgiler we harplar ýerleşdirilen sahypadyr”.

Radiolokasion sistemalar (RLU). Bu sistema obýekti tapýar, aýdyňlaşdyrýar, giňişlikdäki koordinatalaryny, samolýotlaryň, gämileriň, hemralaryň we beýlekileriň ugruny, hereket tizligini kesgitleýär. RLU – nyň esasy bölekleri impulsalaryň generatory, äkidiji ýygylgy we modulýatory bolan iberijiden, antenna

ýaly görnüşde bermekdir. Çaltlyk bilen alynan maglumat ulgamyň işine gözegçilik etmäge, ulgamyň işine işjeň goşulmaga mümkinçilik berýär. Adamyň duýgy organlarynyň içinde duýgur we wagt birliginde kabul edilen maglumatlaryň köp mukdaryny işläp taýynlaýjy onuň gözüdir. Şol sebäpli gerekli maglumaty optiki şekillerde görkezmeklik amatlydyr. Olara maglumatlary wizual görkeziji gurluşlar diýilýär. Olara aşakdakylar degişlidir: TW – leriň we ossillograflaryň ekranlary, ýagtylykly reklamalar, stadionlardaky talolar, elektron sagatlaryň siferblatlary, sanly ölçeýji abzallaryň şkalalary we s. m. Adam gözünüň aýratynlyklary we häsiýetleri bilen tanyşalyň. Birinjiden, gözün kabul edip bilýän EM yrgyldylarynyň ýygylklar diapozony uly däl Ol 0,35 – 0,4 – den 0,7 – 0,75 mkm aralygyndaky tolkun uzynlyklarydyr. Oňa älemgoşaryň ýedi reňki degişlidir. Gözün max duýgurlygy 0,55 mkm (ýaşyl reňk) bolup, onuň on iki tertip üýtgemesini kabul etmäge ukyplydyr. Ortaça adam

Pes akidiji ýgylykly signal şekiliň äkidiji ýgylygyny modulirleýar we öz gezeginde gyzyl we gök reňkler baradaky maglumatlar bilen modulirlenýär. Ýaşyl reňkli signal üçin ýörite signal gerek däl, sebäbi ýagtylyk signalynda üç reňkiň ýagtylygy hakynda maglumat bar. Ýaşyl reňkli signal ýörite gurluşda - matrisada beýleki iki reňkiň kömegi bilen dikeldilýär.

Telewizion ulgamlar. Ak – gara we reňkli telewideniýäniň kybapdaş bolmagy üçin kadrlaryň ýgylygy iki ýagdaýda – da meňzeş we 25 Gs, wideosignallaryň ýgylyklar zolagy takmynan 6,5 Mgs, a setirleriň sany bolsa, 625 – e deň bolmaly. Häzirki wagtda dünýäde telewizion ulgamlaryň 16 – sy bar. Rossiýada reňkli telewideniýe sowet – fransuz ulgamy bolan SEKAM bilen amala aşyrylýar. Soňky wagtda goýberilýän telewizorlar reňkli telewideniýäniň gepleşiklerini SEKAM – da we amerikan ulgamy PAL – da kabul edip bilýär (setirleriň sany 525, kadrlar 30, wideosignallaryň ýgylyklar zolagy 4 Mgs). Häzirki zaman ölçeýji, hasaplaýjy we maglumatlar ulgamlarynda esasy meseleleriň biri ululyklary adamynyň gös – göni kabul etmegine amatly bolar

ýazdyryjysyndan, ugrukdyrylan antennadan, kabul edijiden we ölçeýjiden durýandyr.

Impulslaryň generatory ýeterlik gysga impulslary (mks – iň ülüşleri) öndürýär we radiosignallaryň iberiliş ýgylygyny kesgitleýär. Iberijide modulýatoryň kömegi bilen äkidiji ýgylykdan *radioimpulslar* atlandyrylýan ýokary ýgylykly impulslar alynýar we daşarky giňişlige şöhlelendirilýär. Antenna ýazdyryjysy antennany radioimpulslar şöhlelendirilen mahaly iberijä, galan wagty kabul edijä birikdirýär. Obýektiden serpigen radioimpulslar antenna tarapyndan tutulyp alynýar we kabul edijä düşýär. Serpigen radioimpulslar şöhlelendirilen impulslaryň arasynda ýerleşdirilýär. Güýçlendirilen we detektirlenen serpigen impulslar kabul edijiden ölçeýjä berilýär. Ölçeýjide serpigen impulslar impulslaryň generatorynyň signaly bilen deňeşdirilip, obýekt barada maglumat alynýar. Obýekte çenli aralyk signalyň eglenme wagtyna görä belli formuladan tapylýar: $l = ct_{egl} / 2$. RLU adatça dm, sm we mm tolkunlar diapozonynda işleýär.

Radionawigasion sistemalar. Bu görnüşdäki sistemalar deňiz gämileriniň, samolýotlaryň, kosmiki korabllaryň we beýleki dolandyrylýan hem – de uçýan obýektleriň geografik koordinatalaryny kesgitlemäge, şeýle – de berilen kursa ugrukdymaga niýetlenendir. Bu maksatlar üçin dolandyrylýan ýa – da uçarmanly obýektleriň bortunda ýa – da ýer üstüniň kesgitli nokatlarynda ýerleşdirilen radiotehniki gurluşlar ulanylýar. Adatça ýer üstünde koordinatalary öneden belli bolan iki ýa – da birnäçe radioiberijileri ýerleşdirýärler. Deňiz gämisiniň ýönekeý radionawigasion sistemanyň işleýşine seredeliň. Deňiziň kenarynda iki sany dyngysyz işleýän radioiberiji – *radiomaýak* ýerleşen. Gäminiň ýerleşýän ýerini tapmak üçin deňiz kenaryndaky radiomaýaklardan kabul edilen signallaryň.burç

koordinatalaryny öz kompýuterlerinde hasaplamak ýeterlikdir.

Radioteledolandyryş sistemasy (RTDU). Şeýle sistemalar uçýan gurluşlaryň berilen traýektoriya boýunça hereketini awtomatiki üpjün edýär. Soňky döwürde bu sistemalar kosmiki obýektleriň uçuşyny distansion dolandyrmak meselelerini çözmekde ulanylýar. Mysal üçin, kosmiki korablyň (KK) korrektirlenmesiniň radioteledolandyrmak meselesine seredeliň. KK - nyň orbitasyna esasy täsir etjek onuň massasy bilen Ýeriň massasynyň özara dartýşma güýjidir. Orbitanyň parametrleriniň talap edilýän bahalaryny takyk almak mümkin däl, şonuň üçin hakyky orbita hasaplamalarydan tapawutlanýandyr. Hakyky orbitanyň parametrlerini ölçemek, orbitany korrektirlemäge buýruklary taýynlamak we başga – da köp gurluşlara gözegçilik etmek RTDU – nyň işidir. Onuň düzüminde uçuş dolandyryjy merkez we ýerüsti ýa – da deňizdäki ölçeýji punktlar bardyr. Düzümindäki ähli gurluşlar özara we KK – nyň gurluşlary bilen radiobaglanşykdadyr. Ähli ölçeýji punktlardan hakyky orbitanyň maglumatlary radiobaglanşyk sistemay arkaly uçuş dolandyryş merkezine iberilýär. Ol ýerdäki kuwwatly kompýuterde olar we beýleki ölçegleriň netijeleri bilen bilelikde gaýtadan işlenip, hasaplanylýan parametrler bilen deňeşdirilýär. Eger hasaplama orbitasyndan gyşarma ýüze çyksa, hereketi korrektirleýän radiobuýruklar düzülýär. Bu buýruklar KK – nyň giňişlikdäki hereketini ugruny korrektirleýän bortdaky hereketlendirijileri işledip başlaýar.

Häzirki zaman radiobaglanşygynyň hereketdäki sistemalary.

Hereketdäki radiobaglanşyk sistemalary ýerleşen şerleri kesgitli bolmadyk köp mukdardaky abonentleri baglanşdyrýar. Olaryň baş topary bardyr: hereketdäki baglanşygyň öýjükli sistemay; hereketdäki baglanşygyň

göz reňkleriň geçişini saýgarman, köpreňkli ýaly kabul edýär. Bilelikdäki ulgamda üç sany birreňkli signallar baglanşyk kanalyndan bilelikde iberilýär we ol ýa – da beýleki usul bilen garyşýarlar.

Yzygider ulgam ýönekeýligine we şekiliň hiliniň ýokarydygyna garamazdan giňden ulanylmady, olary diňe ýörite telewideniýede ulanýarlar. Yzygider ulgamyň aşakdaky ýetmezçilikleri bardyr: iberilýän signalyň spektri ak – gara telewizoryň spektrinden üç esse giňdir; Yaýygy generatorlaryň ýygylýklary üçeldilýär; ak – gara telewideniýe bilen ylalaşygy ýok; kineskopyň önünde aýlanýan ýagtylyk süzgüçlerini ulanmaly.

Häzirki wagtda reňkli telewideniýäniň bilelikdäki ylalaşan ulgamy giň ýaýrandyr. Onuň esasy aýratynlygy reňkli telewideniýä gerek bolan ähli maglumatlary ak – gara telewideniýäniň ygylýklar zolagynda ibermek mümkindir. Ikinji aýratynlygy ak – gara telewizion ulgamy bilen ylalaşygyndadyr.

Reňkli şekil baglanşyk kanaly boýunça iberilende adaty ýagtylyk hakynda maglumat saklaýan telewizion signal iberilýär. Şol wagtyň özünde ýörite pes äkidiji ygylýk bilen reňklilik baradaky maglumat iberilýär. Telewizion signalda goşmaça maglumaty iberijiniň ygylýklar diapozonyny giňeltmän ibermek, adaty telewizion signalyň spektriniň tutuş bolman diskret bolany üçin mümkin boldy.

Şeýlelikde reňk maglumatlaryny saklaýan düzüjiler üçin boş aralyklar ulanyldy. Onuň üçin reňk signallary bilen modulirlenen pes äkidiji ygylýk setirler ýaýyjsynyň ygylýgynyň ýarysyna takratny saýlanyp alyndy (4429687,5 Gs).

Şeýlelikde göz kiçi bölejikleriň reňkiniň üýtgemesini saýgarmayar we şekiliň aýdyňlygy ýagtylyk signaly bilen kesgitlenilýär. Reňk maglumatlarynyň tutýan ygylýklar zolagy ± 1.4 MGs (iki tarapa).

ýaşylyn jemi sary reňki berer. Olaryň proporsiýasyny üýtgedip reňkleriň 150-den gowrak gradasiýasyny almak mümkindir. Signalyň spektrini gaty giňeltmezlik üçin reňkleriň diňe ikisini iberýärler, üçünji reňk bolsa, ýagtylyk signalynyň kömegi bilen matrisada dikeldilýär. Kineskopyň ekrany hem üç sany reňkli dänejiklerden (triadalar) durýandyr. Däneleriň ölçegleri 0.3 mm umumy sany 500 müňdir. Olara Δ – delta kineskoplar diýilýär. Her şöhläniň diňe öz dänejegine düşmegi üçin ýörite maska goýulýar. Maskanyň deşijekleriniň diametri 0.25 mm. Maskadan ekrana çenli aralyk 12 mm. Planar kineskoplarda yşlar wertikal ýerleşen. Δ kineskoplarda projektorlaryň deňýanly üçburçlygy kineskopyň okuna perpendikulýardyr. Planarlarda projektorlar okdan geçýän gorizontal tekizlikde ýerleşen.

Gözün aýratynlygy reňleriň üýtgemesini saýgarmasy ýagtylandyryşyň üýtgemesini saýgarmagyndan pesdir. Reňkli telewideniýede ulgamlaryň ikisi ulanylýar: yzygider (kadrlaryňky) we bilelikdäki. Yzygider ulgamda üç reňkli şekiliň kadrlary yzly- yzyna iberilýär we görkezilýär. Kadrlar ýeterlik uly ýygrylyk bilen çalşylsa

professional sistemay; peýjing sistemay (pagiuşine – hat üsti bilen habar); hereketdäki hemraly baglanşyk sistemay; simsiz telefonlar sistemay.

Hereketdäki baglanşygyň öýjükli sistemasy.

1946 – nýy ýylda telekommunikasion (kommunikation – baglanşyk) kompaniýalaryň biri hereketdäki baglanşygyň ilkinji toruny dörettdi (Sent – Luis şäheri, Missuri şaty, ABŞ). Bu ýönekeý altykanally (ýagny alty sany äkidiji ýygrylykly) baglanşyk sistemanyň abonentleriň habaryny ibermek we kabul etmeklige niýetlenen esasy iberiji we kabul ediji stansiýasy bardyr. Bu baglanşyk toruny ýokary belentlikde antennasy we oňa birikdirilen uly kuwwatly iberijisi bilen gurdular. Olar max mümkin bolan territoriýany baglanşyk bilen üpjün etmäge mümkinçilik berdi. Yöne bu çemeleşmäniň iki sany esasy ýetmezçiligi bar. Birinjiden, hereketdäki we esasy stansiýalaryň iki taraplaýyn baglanşyk kuwwatlary deň bolmaly. Şonuň üçin hereketdäki abonentde uly sygymly akkumulýator we hemişelik toguň generatory bolmaly. Ikinjiden, baglanşyk torunyň esasy meseleleriniň biri onuň sygymydyr. Bu baglanşyk sistemayna ýygrylyklar çäkli bolany sebäpli, hyzmat ediljek abonentleriň sanyny artdyrmak üçin esasy stansiýanyň äkidiji ýygrylyklaryny deňşililikde artdyrmaklygy gerekdir.

Birinji mesele element esaslaryň çalt depginlerde ösmegi bilen çözüldi, ýagny bipolar we unipolar tranzistorlaryň döredilmegi sarp edilýän kuwwaty bir dereje kemelttdi. Ikinji mesele öýjükli baglanşyk sistemalaryny ulanmak arkaly çözüldi. Ähli hyzmat edilýän zona (territoriýa) ary maşgalasynyň ramkasyndaky ýaly biri – birine ýanaşyk alty granly öýjüklere (соты) bölünýär. Her öýjügiň merkezinde az kuwwatly esasy bir ýa – da birnäçe kesgitli äkidiji ýygrylykly (baglanşyk kanallary) iberip - kabul ediji stansiýa oturdylýar. Esasy stansiýalar simli, radiokanal baglanşygyň ýa – da süýmli optiki baglanşygyň kömegi bilen öýjükli terminalyň

çykyşyna birigen. Ol bolsa öz gezeginde köpçülikleýin telefon toruna birikdirilen. Öýjükli baglanşygyň estafeta iberijiligi bar, ýagny özara gepleşik signallary öýjükdən – öýjüğe geçip abonent öýjükleriniň çäklerini kesip, awtomatiki bir esasy stansiýadan beýlekisine geçip bilýär.

Öýjükli toruň täsir ediş radiusy 1...35 km deňdir, olara makroöýjükler diýilýär. Soňra olar radiusy 1000 m – e çenli bolan mikroöýjüklere transformirlenýärler. Kä halatlarda radiusy 10...100 m – e deň pikoöýjükler hem ulanylýar.

Öýjükli toruň esasy elementi *baglanşygy kommutirleýji merkezdir* – ol köpçülikleýin ulanylýan telefon tory bilen esasy stansiýanyň arasyndaky interfeýsdir (iki sistemanyň ýa – da hadysanyň galtaşmasyndaky özara täsirini üpjün edýän program gurluş serişdesidir; maglumatlary alyş – çalyş ediji gurluş ýa – da çatryk). Köpçülikleýin telefon tory bilen hereketdäki esasy stansiýa özara dürli görnüşdäki köpkanally baglanşyk sistemay bilen birikdirilen. Islendik öýjügiň her bir hereketdäki stansiýasynyň bir radiokanalý çagyryjy hökmünde ulanylyp, ýörüte anyklaýjy kanaly bardyr. Ähli abonentleriň hereketdäki stansiýalary çagyryş kanalynda elmydama “kabul etmäniň nobatynda” işleýärler. Hereketdäki abonent çagyryjy kodlanan anyklaýjy signal birbada hyzmat edilýän zonanyň ähli esasy stansiýalaryna birikdirilýär. Öz çagyryş signalyny alyp, hereketdäki stansiýa jogap ýygylýkly çagyryş kanalynda ony tassyklaýar. Bulardan soňra baglanşygy kommutirleýji merkez hereketdäki stansiýa haýsy esasy stansiýanyň zonasynada bolsa, baglanşyga şonuň gepleşik kanalyny birikdirýär. Eger çagyryş hereketdäki abonent tarapyndan edilse, onda hereketdäki stansiýa ony awtomatiki tapýar we ýakyn esasy stansiýanyň boş kanalyny ulanýar. Hereketdäki stansiýalaryň dürli atlary bardyr: abonent terminaly, radiotelefon, mobil telefon, öýjükli telefon.

radiostansiýa tarapyndan iberilýär, sesiň äkidiji ýygylýgy şekilňkiden 6,5 Mgs ýokarydyr. Spektriň ini 8 Mgs deňdir.

Antennadan kabul edilen signal ÝÝG soň garyjyda aralyk ýygylýga özgerdilýär. ÝÝG, garyjy we geterodine bilelikde PTK (SKM, SKD) diýilýär. Soňra şekilň ArÝG, WD geçip WSG-den kineskopa berilýär. Sesiň signaly WD, ArÝG, çäklendirijä, ýygylýk detektoryna, AÝG we dinamige berilýär. Sinchronizasiýa signaly kadrларыň we setirleriň razwertka öndürijisine berilýär. Ýokary woltly naprýaženiýe kineskopyň üçünji anodyna berilýär.

Reňkli TW ak-gara signal 3 reňke dargadylýar. Olaryň tolkun uzynlyklary

$\Lambda_{gyz} = 0,615 \text{ mkm}$, $\lambda_{yaş} = 0,532 \text{ mkm}$, $\lambda_{gök} = 0,470 \text{ mkm}$. Ondaky ýagtylyk signaly 3 düzüjiniň belli bir proporsiyadaky garyndysyndan ybaratdyr

$$U_{yagt} = aU_{gyz} + bU_{yaş} + cU_{gök} \quad (11.11)$$



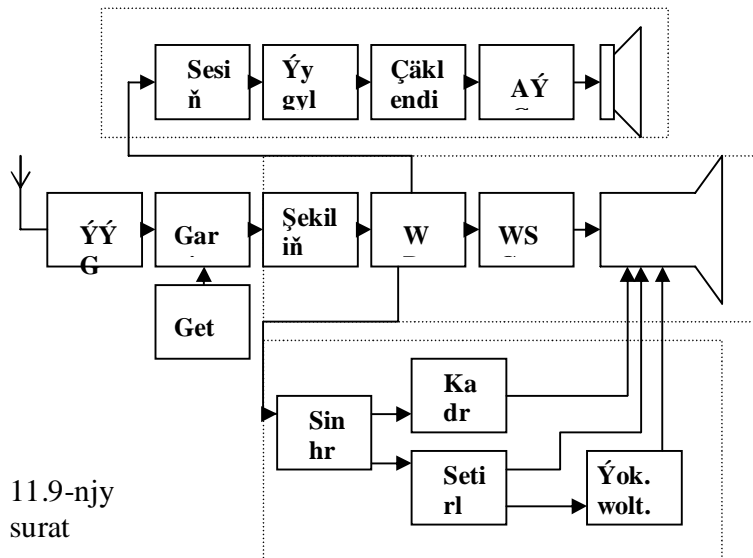
Has takygy olaryň gatnaşyklary

$$U_{yagt} = 0,3U_{gyz} + 0,593U_{yaş} + 0,11U_{gök} \quad (11.12)$$

deňdir. Onda esasy üç reňkiň garyşmagy bilen ak ýagtylygy alarys. Gyzy bilen

trubkanyň iç ýüzünde (ýuka 0,5 mkm Al gatlagy) ekrany metallaşdyrmak ulanylýar. Ondan elektronlar erkin geçýärler, ýagtylygy saklaýar we kontrsty artdyrýar. Bulardan başga-da galyndy gazlaryň hasabyna + we – ionlar döreýärler. Ionlar meýdan tarapyndan tizlendirilip, ekrany bombardirleýärler. Massasy uly bolany sebäpli gaty gyşarman ekranyň merkezine düşýärler. Uzak wagtdowam etse “ion tegmili” - garaňky tegelek emele gelderdi. Metallik ekran ýok mahaly ion tutuýy magnit ulanylýar. Al plenkasy ionlaryň ekrana düşmegine päsgelçili döredýär. Gyşarma burçunyň artmagy (52^0 - den 70^0 , 110^0 çenli) bilen trubkanyň bokurdagyndaky giňelýän bölegi kiçelýär.

Telewizion kabul ediji bir wagtda üç signaly kabul etmeli: şekiliň signaly, sesiň signaly, sinhronizasiýanyň signaly. Şekiliň we sinhronizasiýanyň signaly bir radiostansiýadan 25 gs - 6,25 Mgs spektr bilen iberilýär. Sesiň signaly ikinji



11.9-njy
surat

Hereketdäki baglanşygyň professional sistemasy.

Olar obonentler toparyna – tiz kömegiň brigadasyna, adatdan daşary ýagdaýyň işgärlerine, ot söndürüjilere, milli howpsuzlygyň işgärlerine, polisiýa we ş m niýetlenendir. Olar umumy ýygylk diapozonynda abonentlere islendik gepleşik kanalyňyň torunda “tranking” işlemäge mümkinçilik berýärler. Şeýlelikde islendik boş gepleşik kanaly takyk baglanşyk seansynda mobil abonente wagtlaýyn birikdirilýär. Onuň üçin mobil stansiýalaryň ýörite goşmaça mikroprocessory programmirlenen ýygylk toruny skanirläp, efire her gezek çykanda hususy koduny, sistemaa giriş koduny we çagyryan abonentinin nomerini iberýär. Eger abonent bir kanala berkidilen bolsa, eglenmesiz baglanşyga girmek ähtimallygy 50% - den hem azdyr, şol bir wagtda “tranking” (islendik boş kanala birikmek) usulynda ähtimallyk 80 – 90 % - e çenli artýar.

Gohlaryň ýokary derejesi peýda bolanda baglanşyk torunyň baglanşyk kanalyňy başga äkidiji ýygylga geçirmäge mümkinçiligi, a has takygy operatiw birikdirmesi esasy meselesidir. Bulardan başga – da baglanşyk sistemanyň ygtybarlygyny ýokarlandyrmak üçin işleýän baglanşyk kanaly hatardan çykanda ýa – da çykyş kuwwaty peselende abat kanala awtomatiki geçirmek göz önünde tutulandyr.

Personal radioçagyrys sistemasy.

Peýjing baglanşyk sistemay kesgitli zonanyň çäklerinde mobil abonente radiokanal boýunça göwrümi çäkli habarlary birtaraplaýyn ibermäni üpjün edýär. Ol birtaraplaýyn (simpleks) baglanşyk sistemay bolup, hereketdäki abonenti ikitaraplaýyn (“islendik wagtda, islendik ýere, islendik adama”) baglanşyga çagyryar. “Islendik ýere” hereketdäki baglanşyk torunyň hyzmat ediş zonasy bilen çäklenendir.

Baglanşyk sistemanyň mobil abonentleriniň ýanynda nobatçy kabul ediji ýagdaýynda kiçi gabaraly

personal çağyryşly (peýjer) kabul edijisi bardyr. Hyzmat edilýän ähli zona az kuwwatly iberijileriň tory bilen doldurylandyr. Bu iberijiler simli ýa – da radiokanal baglanşygy arkaly peýjiň terminalynyň çykyşyna birigendir we öz gezeginde köpçülikleýin ulanylýan telefon toruna baglanan. Personal radioçağyryş tory boýunça maglumatlaryň dürli görnüşleri iberilip biliner: tonal (ses) signallary, gepleşik sanlylar, harpylar we harp sanly habarlar.

Tonal signallar beýleki signallar bilen birlikde çağyrylýan abonentiniň ünsüni çekmäge ulanylýar. Çağyryş peýjiniň terminalyna telefon torundan ýa – da köpýyglykly nomerleriň yzygiderligi bolan köpkanally telefonda, ýa – da iberilen habarlary belläp, terminal kompýutere çykarýan hyzmat ediş merkeziniň dispetçerinden iberilip biliner. Habar telefon toruna simli modem arkaly birikdirilen tor kompýuteriniň peýjiniň terminalyna gös – göni düşüp biler.

Peýjiniň terminaly habary degişli kodlaryň formatyna özgerdýär, kompýuteriň bufer ýadyna geçirýär we öňki gowşan habarlaryň nobat hatarynda goýýar. Soňra kodlanan habar ähli iberijiler torunyň sistemay arkaly efire şöhlelendirilýär (“atylýar”). Kabul etmäge taýyn abonent peýjerleri gowuşan çağyryşlaryň adreslerini üznüksiz derňeýärler. Gowşan we hususy adresler gabat gelseler habar kabul edilýär, ýadyň buferine ýazylýar we peýjeriň displeýinde ýagtylanýar. Sol bir wagtda abonent habaryň kabul edilendigi barada sesli, ýagtylyk signaly bilen ýa – da kabul edijiniň korpusynyň wibrasiýasy arkaly duýdurulýar.

Hereketdäki hemraly baglanşyk sistemasy. Bu sistemalar köpçülikleýin telefon torunda, awtomobillerde, gämilerde, samolýotlarda we ş.m. ulanylýan mobil stansiýalaryň şeýle – de öýjükli toruň esasynda personal hereketdäki radiobaglanşygyň kömegi bilen abonentara gepleşikleri gurnamaga niýetlenen. Ýeriň emeli

Şekli ibermäniň in uly ýyglygyny tapalyň. Suratdan görnüşi ýaly her kwadratyň beýikligi H/N – dir. Her setirde

$$L:H/N = \frac{LN}{H}$$

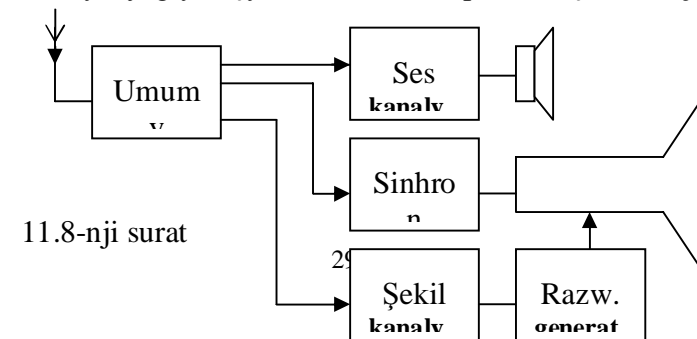
düzüji bar. Jemi N setir we LN^2/H düzüji. Ähli düzüjiler sekuntda 25 sapa iberilýär, ýagny $\frac{LN^2n}{H}$. Bir periodda

iki düzüjini ibermek üçin $\frac{LN^2n}{2H}$ gerse deň yrgyldy edilmeli. $L/H=3/4$ kadryň formaty, $N=625$, $n=25$. Bu ýerden

$$f = 6,5 \text{ Mgs} \quad (11.10)$$

In uly ýyglyk 12 Mgs. Eger $f_{\text{pes}}=6\text{Mgs}$, $f_{\text{yok}}=18 \text{ Mgs}$ bolsa, onda ol ýyglyklar diapozonynyň gysga tolkunlaryny doly tutardy, ýagny 50-16,5 m. Şonuň üçin telewideniýäniň 12 ulgamy (48,5-230 Mgs) metrler diapozonnydadyr. 19 ulgam DM diapozonynyň 470-890 Mgs aralygynda ýerleşendir. Telewizora çenli aralyk uzaldylan elin aýasynyň ýapýan aralygydyr.

Ekranyň ýagtylanmasy ak reňkdedir, ýagny bu ýagdaýda adam gözi in pes derejede ýadaýar. Ýagtylyk ýagtylanýan nokatdan dürli tarapa ýaýraýar. Trubkanyň iç tarapyndan serpilen ýagtylyk päsgel berýär. Garaňky zolaklaryň ýagtylanşy artar, kontrast peseler. Şonuň üçin

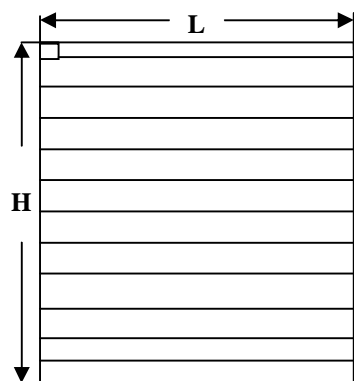


Has giň ýaýrany ak-gara tekiz we reňkli tekiz telewizion kabuledijilerdir.

Şekiliň düzüjilerini ýagtylyga öwürmege we ibermege razwertka diýilýär. Şekiliň düzüjileriniň ýagtylygyny birwagtda ibermek üçin olaryň sanyna deň bolan iberiji gerek bolardy. Görüş duýgysynyň inersiýasyna görä düzüjileriň ýeterlik tizlik bilen ibersek, adam gözi onuň yzygiderligini saýgaryp ýetişmeýär we tutuş kadr diýip kabul edýär. Inersiýa esasynda hereket edýän şekili – kadrlaryň çalyşmasyny hem ibermek mümkindir. Bu kinodaky usuldyr.

Şöhläniň gorizonta ugurdaky hereketine setirleriň razwertkasy, wertikal hereketine kadrlar razwertkasy diýilýär.

Indi şekildäki düzüjileriň sanyny tapalyň. Normal görýän adamlar üçin saýgarmak ukyby $1'$ deň. Görüş meýdançasyny wertikal ugurda 12° , gorizonta ugurda bolsa, 16° deňdir. Onda setirdäki düzüjileriň sany



$$Z_{\max} = \frac{\alpha}{\chi} = \frac{12 \cdot 60}{1} = 720$$

(11.8)

α - aýdyň görüş burçy (wertikal). Ähli düzüjileriň sany

$$n = n_{\text{wert}} n_{\text{gor}}$$

$$= Z \frac{3}{4} Z \approx 521000 \quad (11.9)$$

Kadrlaryň ýygylgy 25 Gs (Setirleýin razwertkada ol 50 Gs deňdir). Setiriň razwertkasynyň ýygylgy 15625 Gs. Şöhläniň diametri $10^{-1} - 10^{-2}$ mm.

hemrasynda (ÝEH) ýa – da hemrada (satellit hem diýilýär) baglanşygyň işjeň retranslyatory ýerleşen. Hemra Ýeriň üstünde görkezilen orbitada gün batareýalaryndan iýmittenip uzak wagtlap hereket edýär. Hemradaky retranslyatorda ýörite antenna sistemay we iberip - kabul edýän radiogurluş ýerleşen. Ol signallary kabul edýär, özgerdýär, gaýtadan işleýär (güýçlendirmek, äkidiji ýygylgy üýtgetmek we başgalar) we ýerdäki stansiýalara tarap iberýär. Baglanşygyň hemrasy sistemaynda 4...8 orbitada ýerleşen 70 – e çenli retranslyator – hemralary ulanylýar. Toparyň islendik hemrasy öz şöhleleri bilen birnäçe ýerüsti baglanşyk öýjüklerini döredýär. Netijede bir retranslyatoryň Ýerde döredýän zonasynyň diametri 4500 km deňdir. Doly orbital toparlanma ähli Ýer üstüni ýapýan tutuş hemrasy baglanşyk zonasyny emele getirýär.

Simsiz telefonlar sistemasy. Bu sistema

(radiouzaldyjylar) abonentlere hyzmat etmekligiň uzaklygy 25 – 1000 m bolanda öýjükli tora garşy çykdylar. Onuň gurluşy öýjükli baglanşyk sistemanyňka meňzeşdir. Simsiz telefonlar sistemanyň ulanylmagy personal baglanşygy ornaşdyrýar we gepeşikleri “elmydama we islendik ýerde” kiçi gabara abonent stansiýalaryny ulanyp üpjün edýär (eldäki telefon trubkalary). Ösüşiň ilkinji döwürlerinde simsiz telefonlar uly bolmadyk zonalara personal hyzmat etmäge (firmalaryň ofisi, jaýlar, basseýnler we ş..) ulanyldy. Baglanşyk ýygylgy modulýasiýaly 25 – 50 Mgs diapozonda amala aşyryldy. Baglanşyk sistemaynda kanallaryň ýygylgylary boýunça aýrylmasy ulanylyp, sany 10 – dan köp däl, a uzaklygy bolsa 300 m – den azrak boldy. 1985 – nji ýylda Ýewropada 40 kanally dupleks simsiz telefonlar sistemay işlenilip taýýarlanylady we 900 Mgs diapozonda işledi. Abonentleriň gepleşigi personal deňeşdirme kody bolan esasy stansiýa geçirildi 90 – nji ýyllaryň başynda Angliýada simsiz telefonlar sistemanyň sanly standarty 864 – 868 Mgs diapozonda işe girizildi.

Gramýazgy. Ses signallary mikrofonyň kömegi bilen elektrik signallaryna özgerdilenen soňra, güýçlendirilip, rekordere beriler. Ol elektrik yrgyldylaryny mehaniki yrgyldylara özgerdijidir. Rekorderiň kesijisi aýlanýan metallik disk – matrisada ýodajyk çyzar. Signal ýok mahaly ýodajyk spiraldyr. Signal bar mahaly ýodajyk tolkun görnüşinde bolup, maglumatlary äkidýän ses yrgyldylary bilen kesgitlener. Şeýlelikde maglumatlar matrisa ýazylar. Matrisanyň kömegi bilen maglumatlary özünde saklaýan plastinkalaryň birnäçesini çap etmek mümkin.

Elektrofonda plastina aýlanar, ses alyjynyň inňesi ýazylan ses yrgyldylarynyň ýodasyndan hereket eder. Ses alyjyda mehaniki ses yrgyldylary elektrik yrgyldylaryna özgerdiler. Ol signallar güýçlendirilip dinamige beriler. Dinamigiň kömegi bilen elektrik yrgyldylary ses tolkunlaryna özgerdiler we adamlar maglumaty kabul ederler. Çap edilende we aýtdyrylanda matrisanyň we plastinkanyň ýodajyklaryna tozan siňmegi netijesinde ýazgynyň hili peseler, ýagny, ýazylan maglumat kem – kemden ýitiriler.

Maglumatlaryň esasy aýratynlyklarynyň biri hem olaryň birnäçe gezek ulanyp bolýanlygydyr. Maglumatlary äkidiji signallary ýazmak mümkinçilgi hem bardyr (magnit we gram ýazgylar).

Magnit ýazgysy. Magnitofonlarda ses tolkunlarynyň täsirinde mikrofonyň çykyşynda elektrik signallary peýda bolarlar. Güýçlendirilenden soňra ýazyjy kellejigiň (golowkanyň) sarymyna düşer. Ol yerde elektrik signallaryna deňeçer magnit meýdany dörär. Kellejigiň önünden magnit lentasy hereket edende magnitlenme netijesinde lentada maglumatlar ýazylar. Okalanda magnit lentasynyň hereketi netijesinde okaýan kellejigiň sarymlarynda elektrik signallary dörär. Güýçlendiriler we dinamige beriler. Dinamikde adam kabul eder ýaly ses tolkunlaryna özgertmek bolup geçer.

1889 – 1972) 1933 – nji ýylda sowet alymlaryndan bir ýyl öň dörettdi. W. K. Zworykiniň işleriniň reňkli telewideniýäniň döremeginde ähmiýeti ulydyr. Dünýäde ol “Telewideniýäniň atasy” ady bilen meşhurdyr.

Rossiýada birsyhly telewizion gepeşikler 1939 – nji ýylyň 10 – nji martynda başlandy. Şol gün Moskwanyň Şabolowkadaky telemerkezi WKP(b) – niň XVIII gurultaýynyň açylyşy baradaky documental filmi efire berdi. Soňra gepeşikler hepdede dört gezek iki sagatdan alnyp barylady. 1939 – nji n ýazynda Moskwada gepeşikleri TK – 1 telewizorlaryň 100 –den gowragy Kabul etdi. XX asyryň ikinji ýarymynda telewizorlar giňden ýaýrady, BMG bolsa telewideniýäniň Bütündünýä gününü belledi.

1929 – nji ýylda W.K.Zworykin elektron – şöhle trubkasyny kämilleşdirip, kabul ediji telewizion trubkany – kineskopy dörettdi, a 1931 – nji ýylda (sowet alymy S. I. Kataýewe baglanşyksyz) iberiji telewizion trubka – ikonoskopy dörettdi.

Hyýaly ýagdaýda islendik şekil iberilende ol reňkli we göwrümleýin bolmaly, ýagny wagtyň dürli momentinde her bir $M(x,y,z)$ nokada käbir B ýagtylyk we reňk degişli bolmaly.

Elektron telewizoryň ilkinji patentini peterburgyň tehnologik institunyň professory Boris Rozing (1869 – 1938) aldy. Ol 1907 – nji ýylyň 25 – nji iýulynda ýollan “Şekili ibermegiň elektrik usuly” patente habarnamasydyr. Ýöne oňa 1911 – nji ýylyň 9 – nji maýynda diňe hereketsiz şekili aralyga ibermek başartdy. Hereketdäki şekil ilkinji gezek Daşkentde 1928 – nji ýylyň 26 – nji iýulynda Boris Grabowskiý we I.F. Belýawskiý tarapyndan iberildi. Ol sekil aýdyň däl gödeňsi hem bolsa, şol güni telewideniýäniň doglan güni diýip hasaplamak bolar. Ilkinji telewizion priýomnik “ telefot” diýlip atlandyryldy. 1925 – nji ýylyň 9 – nji noýabrynda Rozingiň talap etnekliginde B. Grabowskiý, N. Piskunow we W. Popow tarapyndan patente habarnama berildi. Ikonoskopyň açylmagy electron telewizorynyň şekiliniň aýdyňlygyny has – da ýokarlandyrdy. Onuň açylmagyny sowet alymy Semýon Kataýew patentledi (1931 – nji ýyl). Onuň işleýän modelini amerikan oýlap tapyjysy – emigrant, Rozingiň okuwçysy Wladimir Zworykin(

Wideosignallarda diňe bir elektrik signallary dälde optiki signallar hem ýazylar. Magnit ýazgylaryny birnäçe sapa okatmak mümkindir. Gaýtalanyp okadylanda lentadaky poroşok dökülýär, ýazgynyň hili ýaramazlaşýar, a maglumat kem – kemden ýitirilýär.

3. Kompakt diskler. Audio - we wideomaglumatlary saklamanyň usyllarynyň içinde optiki kompakt diskleriň ýazgylarynyň iň uly dyklyzlygy we sygymy bardyr (iňlisçe kompakt disk – CD). Kompakt diskler 1977 – nji ýylda СОНИ we ФИЛИПС firmalary tarapyndan taýynlanyp başlanyldy. Kompakt diskleriň esasy elementi ýuka metallik (adatça alýuminiý) ýagtylyk serpikdiriji gatlakdyr. Oňa ähli maglumat serpikdiriji meýdança (fletlere) we ownujak oýumlara (pitlere) ýodalar görnüşinde ýazylýar. Diske pit tarapdan alýuminiý plenkasy goýlan, onuň üstünden tutuk plenka bilen ýapylýar. Şunlukda maglumaty sanly ýazmak usuly ulanylýar: flet sanly signalyň bardygy, a pit onuň ýokdugy.

Pitiň çuňlugy – 0,1 mkm, ini – 0,6 mkm (adam saçyndan 30 esse ýuka). Maglumatlar ýazylanda pitleriň dokuz uzynlygy ulanylýar. Onuň minimal uzynlygy 0,9 mkm, soňraky pitleriň uzynlygy $4/3$, $5/3$, 2, $7/3$, $8/3$, 3, $10/3$, $11/3$ esse tapawutlydyr. Bir hatardaky pitler ýazgynyň ýodasyny emele getirýär. Kompakt diskde goňşy ýodalaryň aralygy 1,6 mkm, ýagny 1 mm – de 625 sany ýoda bardyr. Ony okamak lazer şöhlendirijisiniň, fotodiodyň we signaly sanly özgertmek tehnikasynyň kömegi bilen amala aşyrylýar.

Maglumatlar dikeldilende şöhlendirme meýdany $0,5 \times 0,5 \text{ mm}^2$, kuwwaty 2 – 3 mWt we tolkun uzynlygy 0,78 mkm bolan optiki ýarymgeçirijili lazer ulanylýar. Lazeriň şöhesi ýazgynyň ýodasyna fokusirlenýär (tegmiliň diametri 2 mkm) we metallik plenkanyň fletlerinden fotodiody serpilýär. Eger – de şöhle pite düşse ol ýaýraýar we fotodiody serpilmeýär. Şunlukda,

fletleriň we pitleriň kömegi bilen, serpilen signalyň modulýasiýasy we maglumatlaryň okalmagy bolup geçýär. Tutuk gorag plenkasyndaky çyzyklar gorkuly däl, eger – de pitler zaýalanmadyk bolsa, sebäbi lazeriň şöhlesi ol ýere ýetmeýär. Diskiň dury tarapyndaky 1 mm – den kiçi çyzyklar hem üns bererlik däl, sebäbi lazeriň şöhlesi diskiniň üstünde fokusirlenmedik bolup diametri 1 mm – e deňdir; ownuk çyzyklar şöhläniň geçmegine päsgelçilik döretmeýär we dikeldiş işlerinde gohlar ýüze çykmaýar.

Maglumat signaly sanly ýazgyda kompýuterdäki ýaly analog – sana özgerdijiniň kömegi bilen sanly görnüşe öwürülýär. Impulslaryň bu yzygiderligi signal kompakt diske ýazylanda ulanylýar, ýagny dürli uzynlykly fletleriň we pitleriň yzygiderliginiň emele gelmek hadysasy bolýar. Dikeldilende impulslar bilen modulirlenen serpigen optiki signal optiki dikeldiji sistemanyň fotodiodyna düşýär, güýçlendirilýär we san – analog özgerdijide ol analog görnüşine getirilýär.

Ýazgylar kompakt diskiniň bir tarapyna ýazylyp dowamlylygy 1 sag (74 minutdan köp däl). Soňky wagtlarda şulara meňzeş audio – we wideomaglumatlary saklaýjylar – *sanly wideodiskler – digital video disk (DVD)* peýda boldy. Olaryň daş görnüşi meňzeş bolup, içki gurluşy tapawutlydyr. Şol bir galyňlykda onuň dört sany maglumat gatlagy bardyr (her tarapynda iki). Şunlukda her jübütiň bir gatlagy (daşky) ýarym dury, a beýlekisi (içki) – doly serpikdirijidir. Häzir diametri 20 Sm deň bolan wideosesli plastinkalar peýda boldy, olarda wideoşekiller bilen sesli programmalar bardyr.

Nanoelektronika

Nanoelektronika – radioelektronikanyň ösüşindäki dördünji ugurdyr.

awtomobil radiogurluşlarynyň, liftiň, kompýuteriň, durmuşy abzallaryň bir bölegi bolmak bilen, diňe kesgitli adamyň komandalaryny (buýruklaryny) ýerine ýetirer. Buýrugy ýerine ýetirip MP jogap signalyny berer, adam gürrüňleriniň sintezatoryna düşer we dinamik jogaby aýdar.

37. Telewideniýe. Teleibermegiň we kabul etmegiň esaslary. Reňkli telewideniýe.

Telewizion ulgamyň üç görnüşü bolup, reňk baradaky maglumatlaryň kodlanmasydyr: NTSC, PAL we SECAM. Olaryň parametrleri şulardyr:

- PAL 625 setir, sekuntda 50 kadr, Ýewropa döwletleri;
- NTSC 525 setir, 59,94 kadr sekuntda, Amerika, Ýaponiýa;
- SECAM 625 setir, sekuntda 50 kadr, Fransiýa, Rossiýa, Hytaý we Ýakyn Gündogaryň käbir döwletleri.

Teiewizion signal teiewizion wyşkalaryň we 47 – 862 Mgs diapozondaky iberijileriň kömegi bilen ulanyjylara iberilýär. Signaly kabul etmek üçin eçerki we daşarky antenalar ulanylýar. Telewizor bir adam tarapyndan açylanok. Onuň esasynda 1873 – nji ýylda iňlis U. Smit tarapyndan açylan fotoeffekt hadysasy ýatyr. 1884 – nji ýylda Pael Nipkow tarapyndan skanirleýji diskiniň açylmagy mehaniki telewideniýäniň ösmegine itergi boldy, ol 1930 – njy ýyllara çenli ähmiýetini ýitirmedi. Bu usul 1925 – nji ýylda Welikobritaniýada Dj. Berd, ABŞ – da Ç. Djenkins, SSSR – de I.A. Adamýan we L.S. Termen (biri – birinden habarsyz) tarapyndan ornaşdyryldy.

gurnamaga mümkinçilik berýär. Hususanda mikroprossoryň kömegi bilen gohlar mahalynda kabul etmäniň optimal hilini, awtogözlegi dolandyrmaly, onlarça radiostansiýanyň elektron ýady, programma çeşmeleriniň kommutirlenmegini, taýmeriň işini, berilen programma boýuça kabuledijini birikdirmek we öwürmek.

Bir jaýyň içinde radio kabuledijini distansion dolandyrmak üçin ultrasesli we infragyzyl baglanşyk liniýalary ulanylýar (infragyzyl liniýalar has amatlydyr). Dolandyryjy signallar distansion dolandyryjynyň pulyndan kodirleýji gurluşa düşýär, ondaky generirlenen impulsaryň yzygiderligi fotodioda düşýär we infragyzyl şöhlelenmäniň impuls-kod modlýasiýasy bolýar. Modulirlenen şöhleler kabul edijä (fototranzistor) düşýär, soňra güýçlendirijä we dekodirleýji gurluşa, we iň soňunda dolandyryjy gurluşa.

Sanly radiogepeşikleri ulanmagyň artykmaçlyklary gümansyzdyr. Sesi ibermegiň sanly usuly hemra baglanşygynda, hemra radiogepeşiklerinde, şeýle hem ses ýazgylarynda eýýäm işleýär. Sanly gepeşikler sesiň praktiki taýdan ýoýulmasyz berilmegini üpjün edýär: 5...20000 Gs aralykdaky ýygyllyklar zolagyny, çyzykly däl ýoýulmalaryň koeffisiýentini 90 dB az bolmadyk, daşarky gohlaryň praktiki taýdan doly ýoklugyny, şeýe - de stereofoniki gepeşikleri amala aşyrýar. Sanly gepeşikler liniýasynyň ýetmezçiligi takmynan 8 Mgs deň bolan ýygyllyklar (bir stansiýanyň yutýany) zolagydyr.

Sanly radiogepeşiklerde maglumatlary displeýe çykarmak, gaýtalama düzgüni, habarlary ýatda saklama we ş.m. ýönekeý amala aşyrylýar.

Soňky wagtlarda durmuşy radioabzallarda adam sesi bilen dolandyrmaga we duýdurmaga (sözli komandalar bilen) köp üns berilýär. Operatoryň komandalaryny ulanmak sintezirlenen adam sesi bilen tassyklanylýar. Dolandyryjy signal sanly görmüşe öwrülýär we dolandyryjy MP düşýär. Sesi anyklaýjy ulgam



“Informasion sistemalar” düşünjesi maglumatlary almany, gaýtadan işlemäni we ibermäni üpjün edýän ähli gurluşlary öz içine alýar. Bu sistemalarda üznüksiz elektrik signallary görmüşinde berilýär –maglumatlary kodirlemegiň analog formasy, ya – da elektrik impulsalarynyň yzygiderligi görmüşinde – sanly kodirleme formasy. Analog kodirlemede zerur maglumat üzmüksiz elektrik sigmallarynyň yrgyldylarynyň amplitudasy ya - da ýygyllygy bilen berilýär. Sanly formada maglumat ikilik kodda aňladylýar. Ol elektrik impulsy bilen berilýär, logiki "0" ýagdaýda naprýaženiýaniň (togun) ýokludy, "1" ýagdaýda bolsa onuň barlygy degişlidir. Sanly kodlar ýalňyşlyklardan we gohlardan oňat goragly, gaýtadan işlemäniň ýokary tizligi, baglanşyk kanallaryndan ibermekligiň ýokary dykzlygy bolany üçin informasion sistemalarda giňden ulanylýar. Olaryň esasy elementi bolup iki sany durnukly ýagdaýy bolan elektron abzaly hyzmat edýär (logiki 0 we 1degişli). Olaryň iň ýönekeýi açar bolup, birikdirip we yazdyryp agzalan iki logiki ýagdaýy döredýär.

Ilkinji elektron birikdirip - yazdyryjy abzal wakuum diody 1904 - nji ýylda D.A. Fleming tarapyndan patentlendi. Soňra wakuum triody (1906 = nji ýylda L. De Forest we R. Liben), ýarymgecirişili tranzistor (1947

- nji ýyl U. Bratteýn, Dj. Bardin, U. Şokli) , kremnidaki integral mikrosHEMA (1958 - 1959 - nýj ýyllar. olar elektronikada täze ugry mikroelektronikanyň başlangyçlaryny goýdular.

Mikroelektronikada ölçegler birnäçe mikron we onuň ülüşlerine deň bolan bolsa, nanoelektronikada onlarça atomdan ybaratdyr. Olarda kwant bolejiklere mahsus tolkun häsiýetler agdyklyk eder. Bir tarapdan ol elektrona bölejik hökmünde seredilýän klassiki tranzistoryň işini bozsa, beýleki tarapdan maglumatlar sistemay üçin täze unikal ýazdyryjy, ýatda saklaýjy we güýçlendiriji elementleri döretmäge ýol açýar.

Elektron tolkunlarynyň nanoölçegli gurluşlar we endigansyzlyklar bilen özara täsirlerinde *interferensiýa* bolmagy mümkin. Elektronyň zarýady bolansoň interferensiýany local elektrostatik ya – da elektromagnit meýdany bilen dolandyrmak we elektron tolkunlarynyň ýaýramagyna tasir edip bolýar.

Elektronlaryň unikal hasiýetleriniň biri hem potensial barýerden pes energiýa bilen geçip bilmek ukybydyr. Muňa *tunnelirmek* diýilýär. Elektron E energiýaly klassiki bölejik bolan bolsa, U energiýany köp talap edýän pasgelçilik gabat gelende, ondan serpikmeli. Ýöne tolkun hökmünde energiýasyny ýitirip pasgelçilikden geçýär. Degişli tolkun funksiýa we ondan tunnelirmekäniň ahtimallygy Şrýodingeriň deňlemesinden tapylýar. Barýer geometriki näçe ýuka bolsa, elektronyň energiýasy bilen barýeriň beýikliginiň tapawudy näçe az bolsa, ahtimallyk şonça – da ýokarydyr. Elektronyň kwant hallary örän ýuka periodiki ýerleşen potensial çukurlarda tunnelirmek rezonans häsiýete eýe bolýar, ýagny bu gurluşdan tunnelli geçmek diňe kesgitli energiýasy bolan elektronlara başardýar.

Kulon blokadasy şertlerinde birelektronly tunnelirmekäniň aýratynlygy. Ony düşündirmek üçin elektronyň metall – dielektrik - metall gurluşdan

görnüşde alyp bolýar. Onuň ölçegleriniň ýeterlik kiçi bolmagy üçin spiralyň diametrini birnäçe mm bilen çäklendirmeli bolýar. Tegekke köp sarm etmek üçin simi has – da inçeltmeli. Kynçlyk inçe sim çaymakda dälde, hat – da gyzyly ulanylsa-da onuň udel garşylygy örän uly bolardy. Olaryň induktiwligi birnäçe mikrogenri bolup, saýlap alyjylyg pesdir. Şonuň çin olary giňden ulanmaýarlar. Ondameseläniň başga tehniki çözülerini – tegeksiz induktiwligi almak ýoluny gözlemäge mejbur etdi.

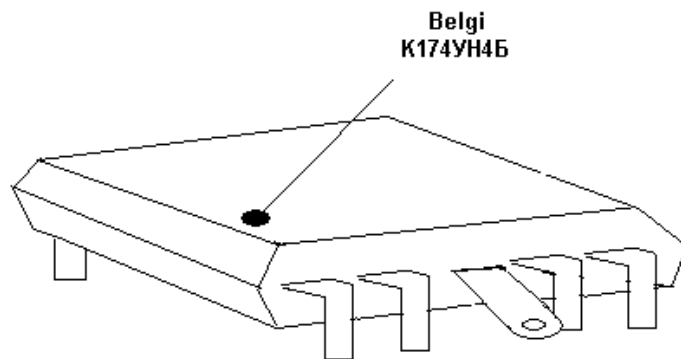
Ýygylyk saýlap alyjy zynjyrlarda kwars we keramiki esasdaky pýezoelektrik rezonatorlary ulanmaklyk meseläni çözmegiň bir ýolydyr.

Häzirki zaman radio kabuledijlerinde mikroprosessorlar giňden ulanylýar – pasgelçilikler mahaly ýokary hilli kabul etmäni üpjün etmek, onlarça radiostansiýa üçin elektron ýat, taýmeriň işini, kabul edijini gerekli wagty birikdirip ýazdyryp bilýär. Sanly sazlamany ulanýar. Sazlanylýan sygymly hökmünde warikaplar ulanylýar. Orta, ultragysga we desimetrler tolkunlarynda stereofoniki gepeşikleriň ulanylmagy. Onuň diapozony 30-15000 Gs.

Sanly radiogepeşikleriň aýratyn artykmaçlyklary bar. Sanly gepeşikleriň ses zolagy 5-20000 Gs, çyzykly däl ýoýulmalar $<0,01\%$, daşarky gohlaryň tas doly ýoklugy $\text{signal/goh} > 90 \text{ Db}$, şeýle-de stereofoniki gepeşikleriň berilmegi. Yetmezçiligi onuň giň ýygylyklar zolagydyr, bir stansiýa 8 Mgs zolagy tutýar. Sanly radiogepeşikleri displeýe çykaryp, habarlary gaýtalap, ýatda saklap bolýar. Soňky döwürde dolandyryjy ulgamlarda adam sesi bilen dolandyrmagy ulanýarlar.

Häzirki zaman kabuledijlerinde analog we sanly mikrosHEmalaryň (MS) girizilmegi bilen ýeterlik ösüş gazanyldy. Bar bolan MS – ler ýokary duýgurlykly, az ýygylyk we çyzykly däl ýoýulmalary bolan kabuledijini

signallary özgerdijiler, E – ikilenji iýmitlendiriş çeşmeleri, Y - güýçlendirijiler, Φ - süzgüçler, A - formirleýjiler, X - köpfunksiýalylar, Б – saklaýjy gurnama, C – deňeşdiriji gurnama, Л – logiki elementler, T - triggerler, И – sanly gurnamalar, P – ýatda saklaýjy gurnama, B – hasaplaýjy gurnama we ş.m. Dördünji element tagyrdaky tertip nomeri. Başınjy element rus elipbisiniň harplary bolup, seriýanyň içindeki parametrleriniň tapawudyny görkezýär. K2ЖА371 ÝÝG, geterodin we garyjydyr. K2ЖА372 aralyk ýygylgyň güçlendirijisi, GAS we detektor. K2YC371 pes ýygylgyň güçlendirijisi, K2ПП241 naprýaženiýe durnuklaşdyryjysydyr. Shemalarda mikroschemalar D harpy bilen elgilenilýär. Ýerine ýetirýän funksiýasyna görä analog we sanly IS – ler bardyrdy. IS – integrasiýa derejesi bilen häsiýetlendirilýär: 1 – 10 elemente çenli; 11 – 10-100; 111 – 100-1000; 1V – 10^3 – 10^4 ; V – 10^4 – 10^5 .



Suratda K174YH4B mikroschemanyň daş görnüşi we belgisi getirilen

Kabul edijiniň girişindäki we geterodin zynjyryndakytegegiň induktiwligi beýleki elementlere garanynda has ulydyr. Integral mikromodullarda adaty induktiwligi ýerleşdirmek mümkin däl. Ony inçejik spiral

geçmesine seredeliň. Ilkibaşda dielektrik bilen metallýň çägi elektrik taýdan neýtral. Metallik oblastlara potensial goýlanda araçäkde zarýadlar toplanyp başlayar. Bu hadysa dielektrikden bir elektrony goparyp we dielektrikden tunnelirlemäge ýeterlik bolýança dowam edýär. Tunnelirleme aktyndan soň sistema ilki halyna gaýdyp gelyär. Daşky naprýaženiýe saklansa, hadysa täzedan gaýtalanýar. Şeýlelikde, bu gurluşlarda zarýady gecirmek porsiyalaýyn, bir elektronyň zarýadyna deň bolanda bolýar. Zarýady toplamak prosesi we elektrony metall bilen dielektrigiň serhedinden goparmak bu elektron bilen metaldaky beýleki hereketdäki we gozganmaýan zarýadlaryň özara tasiriniň balansy bilen kesgitlenilýär.

Seredilip geçilen kwant hadysalary nanoelktron elementlerinde ulanylýar we gözleg işleri bu ugurda işjeň dowam etdirilýär.

Kwant hadysalary tranzistorlarda elektronyň tolkun tebigaty we oňa degişli hadysalar olaryň işiniň esasydyr. Olar ýarymgecirijili gurluşlaryň ölçegleri 10 nm we ondan hem azaldylanda bolup geçýär. Ilkinji elementler rezonans tunnelirlemegiň esasynda döredi. Rezonans tunnelirleme hadysasy ilkinji gezek 1958 – nji ýylda ýapon alymy L. Isaki tarapyndan ýazylady we 1974 – nji ýyla çenli birkemsiz öwrenildi. Ýöne hemmetaraplaýyn teoretiki esaslandyrylan rezonans tunnelirlemeli eksperimental tranzistorlar 90 – nji ýylaryň başynda peýda boldy. Rezonans tunnelirlemeli tranzistorlar kwant çukurlary bolan ikibarýerli diod bolup, çukurlaryň potensialy we degişli rezonans şertleri üçünji elektrod tarapyndan gözegçilik edilýär. Bu tranzistorlaryň ýazdyrma ýygylgy 10^{12} deň, ol bolsa hazirki zaman integral mikroschemalarynyň iň gowy kremniý tranzistorlarynyňkydan 100 – 1000 esse ýokarydyr. Şol tranzistorlarda hasaplaýjy sistemalaryň statiki ýadyny we beýleki elementlerini döretmäge teklipler bar. 1986 – nji ýylda sowet alymlary K.K.Liharýew we D.W. Awerin

birelektronly tunnelirlemäni öwrendilerdiler, soňra kulon blokadasy hadysaly birelektronly tranzistory hödürlediler. Onda yzygider birikdirilen iki sany tunnel geçişi bolup, individual elektronlara kulon blokadasy gözegçilik edýär. Ol bolsa, iki sany ýuka dielektrik gatlaklaryň ortasynda ýerleşen tranzistoryň işjeň oblastyna goýlan potensial bilen dolandyrylýar. Bu oblastdaky elektronlaryň sany 10 – dan köp bolmaly dal, has takygy az bolsa gowy. Ony ölçegleri 10 nm bolan kwant gurluşlarda gazanmak bolýar. Birelektronly sanly integral shemalarda bir bit maglumaty, ýagny 0 we 1 durýan iki mümkin ýagdaýy individual elektronyň barlygy ýa – da ýoklugy bilen görkezmek bolar. Onda hazirki zaman aşu uly integral shemasyndan takmynan 1000 esse uly we sygymy 10^{12} bit bolan birkristally ýat bary – ýogy meýdany $6,45 \text{ sm}^2$ meýdanly kristalda ýerleşerdi.

1986 – njy ýylda F. Şols we beýlekiler tarapyndan hödürlenen kwant interferension tranzistory wakuumdaky elektronlaryň faza interferensiýasyny ulanýar. Pribor meýdanly emitterden, kollektordan we olaryň arasyndaky segmentirlenen kondensatorlardan ybarat. Kondensatorlar wakuumdaky elektronlaryň traýektoriasyna we interferensiýasyna özündäki elektrostatik potensial bilen gözegçilik edýär. Bu priboryň işçi ýygylklarynyň bahasy $10^{11} - 10^{12}$ deň.

1993 – nji ýylda ýapon alymlary (Ýu. Wada we başgalar) atom we molekulýar şnuryndaky täze sanly ýazdyryjy abzallaryň toplumyny hödürlediler. Baza ýaçeýkasy atom şnuryndan, ýazdyryjy atomdan we ýazdyryjy elektroddan durýar. Bu gurluşyň umumy ölçegleri 10 nm – den az, a işçi ýygylklary 10^{12} gs – e deň. Onuň işleýşi aşakdaky ýalydyr. Ýazdyryjy elektroda elektrik meýdany ýazdyryjy atomy atom şnurynda hereket etdirýar. Rele ýapyk ýagdaýa geçýär. Atom şnuryndaky 0,4 nm deň yş ondaky elektronlaryň hereketini togtatmaga ýeterlidir. Hödurlenenleriň esasynda HE – II we HE-

tranzistordan hem elementlerden ybarat tutuş bir güçlendiriji, generator ýa da başga bir gurluş göwrümi takmynan 1 sm^3 bolan modul görnüşinde taýynlanyldy. Olara mikromodullar diýip at berdiler. Olaryň has giň ýaýrany özara parallel ýerleşen ýuka kwadrat keramiki plastinalardyr. Her plastinada tranzistor, diod we beýleki elementlerden başga biridirişi simler ýerleşdirilen. Plastinalar özara metal simler bilen birikdirilen we berkidilen. Ol gat – gat kitap goýulýany (etažerkany) ýadyňa salýar. On plastmas gapyrjaga salýalar. Mikromodulyň başga zynjyrlara birikdirmek üçin berk aýajyklary bolup, daş görnüşi kuba meňzeşdr. Tehnologiýanyň ösmegi bilen aýratyn elementleri birikdirmek we kebsirlemekden el çekildi. Şol plenkalardan elementleriň özüni hem ýasamak mümkin ekeni. Galyňlygy 1 mkm töweregi geçiriji, dielektrik, rezistiw ýa – da ýarymgeçirijili plenka taýynlanylýar. Geçiriji – dielektrik – geçiriji plenkadan kondensatory, uly udel garşylykly plenkadan garşylyk döreýär. Netijede birikmeler we elementler bir tehnologiýa usulda ýerine ýetirilýär. Bu tehnologiýa integral tehnologia, taýynlanan gurluşa bolsa, integral mikromodul diýilýär. Olaryň üç görnüşi bar: gibril, plenkalý we ýarymgeçirijili.

Integral mikroshemalaryň belgilenilişi. Ol baş simwoldan ybarat. Birinji simwoldan ön giňden ulanylýan IMS – ler üçin K harpy ýazylýar. E harpy eksporta taýynlanandygyny görkezýär. P, M onuň plastmassa we keramiki korpusynyň bardygyny aňladýar. Birinji element san bolup toparyny görkezýär. 1,5,6,8 – ýarymgeçirijili, 2,4,8 – gibril, 3 – plenkalýlar – ýuka plenkalý (1 mkm çenli) we galyň plýenkalý (1 mkm galyň) bolýarlar. we başgalar. Ikinji element iki-üç sany san seriýadaky tertip nomerini aňladýar. Üçünji element iki harp bolup funksional toparyny we onuň ulanylýan ýerlerini görkezýär: Meselem, Г - generatorlar, Д - detektorlar, К - komparatorlar, М - modulýatorlar, П –

0,1-den 0,16 Wt-a artdyryldy, ýagny 0,1 GD-12 dinamigi 0,25GD-10 bilen çalşyldy.

Radiokabuledijileriň baş klasy bar: ýokary, I, II, III we IV. Sazlanmagyň indikatorlary elektronoptiki we strelkaly bolup biler. Has ýygý kabul edilýän stansiýalara awtomatiki (fiksirlenen) sazlanmak ulanylýar. Bu hadysa fiksirlenen sazlanýşy bolan çalşylyan halkalar bilen amala aşyrylýar. Kabuledijileriň süýndirilen ýa-da ýarymsüýndirilen diapozonlary bolup biler. Tonkompensirlenen sesi sazlaýjylar, tembri (belentligini we pesligini sazlaýjylar) bardyr. Kä radiokabuledijiler stereofoniki gepleşikleri kabul edip bilýändirler. Monogepleşikde ähli sesler bir nokatdan çykyandyr. Sesler tebigy (natural) derejesinden has daşdadyr. Stereofoniyada gepleşikler giňişlikde berilýär, ses çeşmeleriniň orny has takyk kesgitlenilýär. Ol kanallaryň kömegi bilen amala aşyrylýar.

Geçen asyryň 50 – nji ýyllarynyň başlarynda modul gurluşlary ýaýrap başlady. Kabul edijiniň birmñzeş bölekleri – birmñçe tranzistorlar we oña birikdirilen garşylyklar, ondensatorlar we beýleki elementler özbaşdak gurluş bolup metal ýa – da dielektrik gapyrjaga gaplanýar. Tranzistorlaryň kiçi ölçegleri, toklary, pes napryženiýeleri modullaryň ölçeglerini örän kiçelttdi. Bu bolsa miniatýurlamagyň ilkinji basgançaklarydyr. Önümçilikde özara çalşyp bolýan, dürli görnüşdäki we dürli maksatlar üçin niýetlenilen abzallarda birmñzeş modullary taýynlamaga mümkinçilik berdi. Olaryň öndürilişini ýeňilleşdirmek, bahasyny arzanlatmak, awtomatlaşdyrmany giňden ornaşdyrmak mümkinçiligi döredi. Modul gurluşlar radioabzallary gurnamany hem ýeňilleşdirdi.

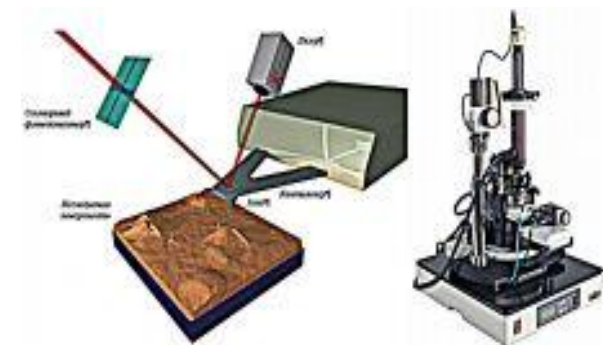
Ýarymgeçirijileriň tehnologiýasynyň kämilleşmegi görümi birmñçe mm³ deň bolan miniatýur tranzistorlaryň döredilmegine getirdi; beýeki elementleriň ölçglerini kemeltmekde üstünlik gazanyldy. Netijede birmñçe

ИЛИ logiki elementler, dinamiki ýat ýaçeýkasy taýynlanyldy. Olar 200 mkm² meýdanda operatiw ýady 10⁹ baýt bolan superkompýuteri döretmäge mümkinçilik berer diýip çaklanylýar. Atom relelerini döretmäge atomlary presezion manipulirleýji, unikal skanirleýji tunnel mikroskopy gerek bolar. Bu ugurdaky işler üstünlikli alnyp barylýar. Häzirki wagtda tehnika giňişlikde lokallaşdyrylan bir atomyň bir elektronynyň kömegi bilen 1 bit maglumaty (0 we 1) ýatda saklamaga we ibermäge nazary taýdan ýakynlaşdy. Bulara meñzeş birtotonly elementler hem öz amaly çözüwine garaşýar.

Häzirki zaman ýatda saklaýjy gurluşlar maglumatlaryň öran köp mukdaryny saklaýarlar, olaryň ölçegleri bolsa poçtanyň marskasy ýalydyr. Bu ölçegleriň şeýle kicelmegine ymtylyş birmñçe yyldan bit we baýt maglumatyň aýratyn molekulada ya-da atomda yazylmagynyna getirip bilerdi. Bu zatlar göräymage hyýaly bolup görünse-de, häzirki wagtda tehnologiýanyň ösüşine degişli bolan birmñçe mysallary görkezmek mumkin.

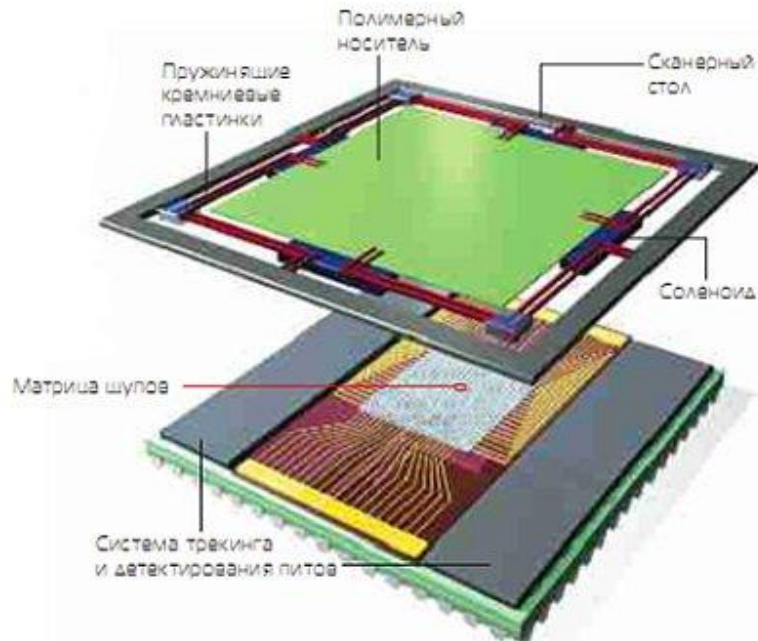
Atom-güýç mikroskopy.

1981-nji yylda IBM firmasynyň işgärleri öwrenilýan maddanyň üst relýefiniň suraty atomar derejede almaga mümkinçilik berýän açyşlary üçin nobel baýragyny aldylar. Olaryň döreden atom-güýç mikroskopy (AGM)



barlaglaryň düýpgöte r täze usulyny göz önünde tutýar: ulaldyjy linzalara

we zondirleyji elektronlara derek mikroskopik zondlary (kantilewer) ulanmakdyr, olaryň galyňlygy ýüzlerçe atom töweregidir. Üstüň skanirlenmegi netijesinde

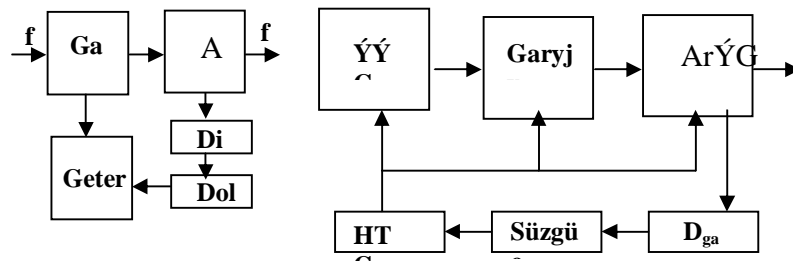


maglumatlaryň gaýtadan işlenmegi bolup geçýäär, olam öz gezeginde öwrenilýän maddanyň relýefiniň üýtgemesine görä zondyň gyşarmasyny fiksirläýär. Tasin faktlaryň biri kantilewer üst bilen duýdansyz çaknyşanda uly bolmadyk çukurlyk (pit) peýda bolýar. Eger pit logiki birlik diýip hasaplanسا onuň ýoklugy logiki nul bolsa, onda AGM iş prinsipini ýatda saklaýan gurluşy almakda ulanylyp boljak. Şeýlelikde atom-güýc mikroskopynyň tehnologiýasyny ulanmak arkaly, IBM kompaniýasy maglumatlary ýatda saklaýan gurluşy ornaşdyrdy we ol gurlus *Millipede* adyny aldy (latynçadan terjime edilende “kopaýakly” diýmek). Bu gurluşyn esasy elementi ýazyjy

üpjün edýär. Ýygylgy iki gezek zgerdýän superheterodiniň shemasy adaty superheterodiniňkä meňzeş, ýöne oňa ýene – de bir heterodin, garyjy we degişli güýçlendirijiler goşulandy. Birinji aralyk ýygylgy has ýokary (10.7, 17, 21, 45... MGs), a ikinji bolsa, has pesiräkdir (465 KGs). Ýygylgy iki gezek özgerdýän superheterodiniň blok – shemasy suratda görkezilen.

Kähalatlarda ýokary klasly radiosöýüjileriň priýomniklerinde we ýorite tehnikalarda ýygylgy üç gezek özgerdýän superheterodiniň shemasy ulanylyar. Onuň iş düzgüni adyndan bellidir.

Tranzistorly, mikroshemaly kabuledijileriň aýratynlyklary. Tranzistorly kabuledijileriň giriş garşylygy pesdir, bölüji sygymlyry bolsa, ulydyr (takmynan 10 mkf). Tranzistoryň ululyklary temperatura baglydyr. Ölçegleri kiçi bolany üçin uzyn we aralyk tolkunlarda ferrit antennalaryny ulanyarlar. Soňky radoikabuledijilerde täze dinamikler ulanylyp başlandy. Pýezokeramiki süzüçleriň, Si tranzistorlarynyň ulanylmagy bolsa, olaryň käbir ululyklaryny ýokarlandyrdy: gowy daşky görnşi, amatly dolandyrylyşy, ses çykarmagyň hiliniň ýokarlanmagy we ş.m. “Etýud – 603”-de pýezokeramiki süzgüjiň ulanylmagy onuň saýlap alyşyny ýokarlandyrdy. “Alpinist – 405” – iň çykyş kuwwaty artdy, duýgurlygy bolsa, uly ölçegli ferritiň ulanylmagy bilen ýokarlandyryldy. Ikinji gezek integral shemalar “Ural-301”-de ulanyldy we oňa ultragyssa tolkunlar diapozony goşuldy. Soňra “Ukraina-201” (“Meridian-201”) we “Geolog” (çykyş kuwwaty 0,75 Wt çenli artdyryldy) kabuledijilerimde IS – ler ulanyldy. “Orlyonok-605” – iň baza zynjyrynyň dumukaşdyryjysy, 0,1GD-3M kysymly modernizasiya geçen dinamigi bar. “Signal-601”-iň seslenmesiniň hili gowulandy, kuwwaty

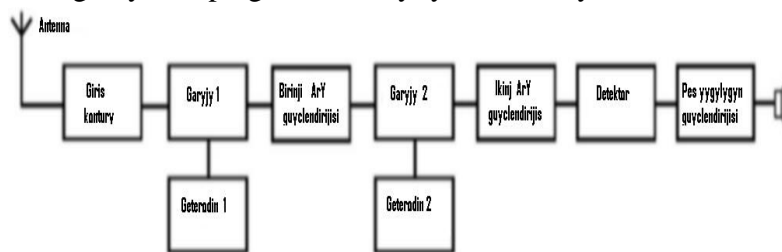


a 11.7-nji surat b

Diskriminator ýygýlygyň nominal bahadan gyşarmasyny hasaba alýar. Dolandyryjy bolsa, ýygýlygyň gerekli üýtgemesini üpjün edýär. Şeýlelik bilen geterodiniň ýygýlygy hemişelik saklanylýar. **Güýçlendiriji awtomatiki sazlaýjy (GAS).** Aralyk ýygýlyk detektirlenenden soňra süzülýär we güýçlendirilýär. Ol naprýaženiýe güýçlendirijä, garyja we aralyk ýygýlygyň güýçlendirijisine berilýär. Eger girişdäki signal kemelse, onda hemişelik naprýaženiýe artyp k kompensirlenýär we tersine (11.7 b surat).

“Super” supergeterodin ýa – da iki gezek özgerdýän supergeterodin.

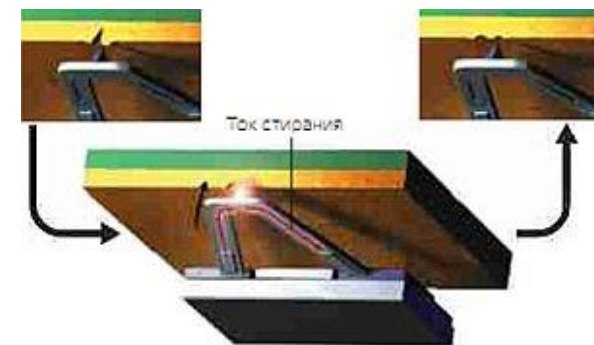
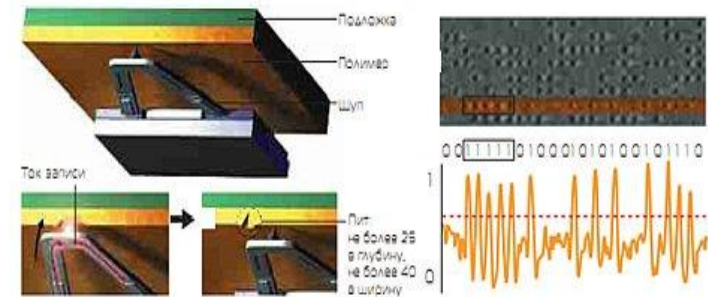
Häzirki zaman kabul edijilerinde supergeterodiniň has çylşyrymly shemasy ulanylýar. Olara ýygýlygy iki gezek özgerdýän supergeterodin diýilýär. Ol adaty



supergeterodinden ikinji özgerdijisi we ikinji aralyk ýygýlygy bilen tapawutlanýar. Bu bolsa, ýokary duýgurlygy, saýlap alyjylygy we gohlardan goraglylygy

matrisadyr, ýagny maglumatlary saklaýan sreda we manipulyatorlar. Bu ýerdäki ýörite polimer äkidiji üýgeşik platforma bolmak bilen, sanly berilenleri birnäçe gezek ýazmaga we pozmaga mümkinçilik berýär.

Berilenleri saklaýjy şeýle mehanizmi ugrukdyrmak üçin ulanylýan uniwersal matrisanyň 4096 sany şupy we olaryň her biriniň tok geciriji iňňesi bardyr. Informasiýany ýazmak polimer akidijiniň deformasiýasy netijesinde bolup geçýär.



Iňňaniň gyzgyn uýy kiçiräk kononiki formally çukurjygy emele getirýar

we onuň manysy logiki birlikdir. Suratdan görnüşi yaly şup äkidijä tarap egilende ondan ýazgynyň togu akýar we legirlenen oblasti 400 C⁰ çenli gyzdyrýar. Çukurjygyň bolmazlygy logiki nuly aňladýar.

Informasiýany pozmak üçin kononiki çukurjygy aýyrmak zerurdyr. Ony iki usul bilen ýerine ýetirmek bolýar. Birinjiden, tok bolen gyzdyrylan iňňe çukurjyga

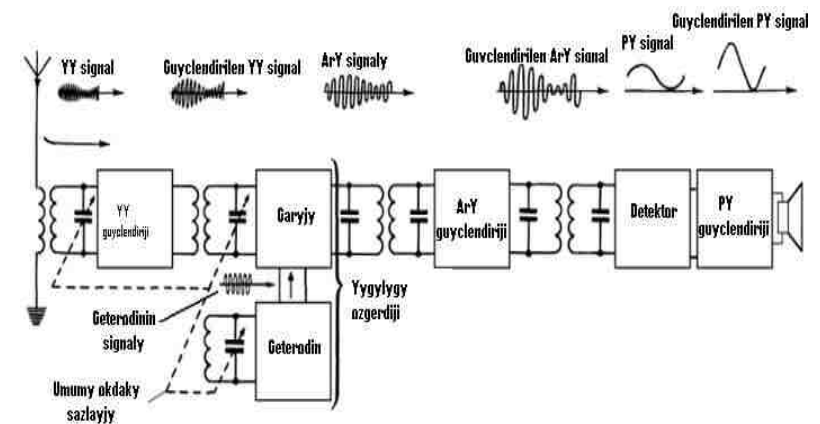
şeyle täsir etmeli, ýagny ol yzyna çykarylanda polimer çukurjyk yzyna çekilmeli we polimer platformanyň tekizlenmesi bolmaly. Ikinjiden, pit üçin köne pitiň gapdalyndan kiçirak çukurjygy eretmeli we onuň tekizlenmegini üpjün etmeli.

Informasiýany okamak polimer akidijini derňemek netijesinde bolup geçýär. Suratdan görnüşi ýaly skanirleýji iňňe pite düşende okaýan toguň akması bolup geçýär. Onda toguň barlygy logiki birlige, a onuň ýoklugy bolsa, llogiki nula degişli bolar. Şeýlelikde signalyň gowşajyk üýtgemeleri bitleriň akymyna özgerdilýär.

Ikilik sanly kod näme ? Näme üçin kompýuteri oýlap tapyjylar esas hökmünde şony ulanypdyrlar ? Onuň üçin mikroprosessoriň işine seredip geceliň. Gurluşyň aktiw elementleri hökmünde tranzistorlar ulanylýar, bir mikroschemada olaryň sany müňden millionlara çenlidir. Şeýle gurluşyň çaltlygy göniden – göni meýdan birligindäki aktiw elementleriň sanyna baglydyr. Onuň düýp manysy (şeýle mehanizmiň) açarlaryň (ýazdyryjylaryň) esasynda gurlanlygyndadyr, olar bolsa diňe iki ýagdaýda bolup bilýärler: birikdirilen we ýazdyrylan. Indi 0 – dan 9 – a çenli sanlara degişli nominal naprýaženiýeli onluk sanlarym kodirlemegi üçin ulanyan sistemanyň nahili çylşyrymly boljakdygyny göz önüne getiriň. Şu sebäplere görä maglumatlary kodirlemegiň ikilik sistemay saýlanyp alynan.. Program üpjimçiligi bolsa islendik meseläniň napraženiýanyň barlygynyň ýa-da ýoklygynyň yzgider ýerine ýetirilýän operasiýalara syrlykdyrylmagydyr. Bu bolsa hasaplamalaryň ýokary tizligini almaga mümkinçilik berýär we hiçbir problemsyz maglumatlary gaýtadan işleýär.

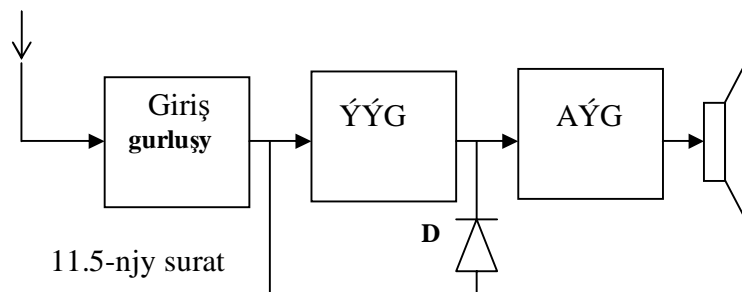
aralyk ýygylga degişlidir. Galan kaskadlar GKG- niňki ýalydyr. Olaryň duýgurlygy we saýlap alyjylygy ýokarydyr. Aralyk ýygylk hemişelik bolany sebäpli sazlanýlan elementler azdyr. Artykmaçlyklaryndan başga ýetmezçilikleri hem bardyr. Göni geçýän päsgel beriji signal. Ol aralyk ýygylkly signaldyr. Simmetrik ýa-da zerkal kanal hem päsgel berýändir. Sebäbi

$$f_g - f_s = f_{ar} ; f_{zk} - f_s = 2f_{ar} ; f_{zk} - f_g = f_{ar} \quad (16.1)$$



Suratda superheterodiniň blok – shemasy we ondaky signallaryň formalary görkezilen.

11.7 –nji a suratdaky ýygylgy awtomatiki sazlaýjy (ÝAS) diskriminatordan we dolandyryjydan ybarat.



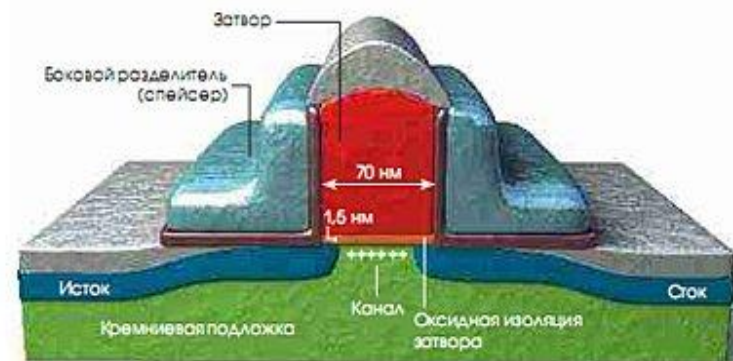
Käbir kabuledijilerde şol bir kaskad iki gezek ulanylýar: ýokary we aşak ýygylary güýçlendirmekde. Bulara **refleks** kabuledijiler diýilýär (11.5-njy surat). Aşak we ýokary ýygylar bir wagtda güýçlendirilse özara päsgelçilik döremezmi dýen sorag tebigydyr. Detektoryň çykyşynda signal gowy arassalansa päsgelçilik döremeýär, eger arassalanmak ýeterlik bolmasa, onda ýokary ýygylarlarda PTB sebäpli generasiýa ýüze çykar.

36. Supergeterodin kabuledijisi. Zerkal kanal. Sazlama işlerindäki kynçylyklar.

Supergeterodin priýomnigi amerikaly [Эдвин Армстронг](#) tarapyndan [1918 – nji ýylda](#) açyldy. Aralyk ýygylary [SOS](#) signalyny ihermekde ulanylýarlar. Görkezilen ýygylarlarda dünýäniň hiç bir stansiýasyna işlemek gadagandyr.

Ýygylary özgerdip esasy güýçlendiriş aralyk ýygylarda amala aşyrylsa oňa supergeterodin kabuledijisi diýilýär (11.6 –nji surat).Supergeterodin kabuledijisinde signal aralyk ýygylga özgerdilýändir (ýerli geterodiniň kömegi bilen). Onda $f_g - f_s = f_{ar} = 465 \text{ kGs}$ aralyk ýygylgy alarys.Esasy güýçlendiriş

Adam üçin logiki simwollar sanlaryň ýönekeý toplumy ýalydyr. Oňa düşünmek üçin ikilik kodda görkezilen maglumatlary sanly berilenlere dekodirlemeli, ýagny bize düşünlükli dile geçirmeli. Onuň üçin her bir elemente degişli (ol harp bolsun hala san) özüniň we diňe özüne



mahsus bolan nullaryň we birlikleriň kombinasiýasynyň hasabyna ýerine ýetirmeli. Olar baradaky maglumat dekodirleýji gurluşda saklanýar. Sanly koduň effektiwligi ýönekeýliginde bolman biler, prosesoryň ägirt uly tizlik bilen üpjün etýänligidir. Ony aşakdaky mysalda prosesoryň baza elementi bolan meýdan tranzistornyň mysalynda görmek bolar.

Zatwora goýlan napraženiýa elektrik zarýadyny induktirleýär, şol sebäpli istokdan stoka tok goýberýär. Zatworyň ýeterlik kiçi ölçeginde şeýle tranzistor sekuntda miliýonlarça gezek birikdirip ýazdyryp bilen we wagt birliginde miliýonlarça bit maglumaty berip bileris. Bu diňe ýene aktiw element, a olaryň sany bolsa milýardlara ýetýär.

Soňky wagtlara çenli mikroelektro gurluşlaryň esasy materiýallary diýip si we mis tok geçiriji ýodajyklary we kontorlary hasaplady. Metallaryň oňat elektrik togyny geçirijiligi kristallik gözenekde atomlaryň özara täsirinde gatnaşmak “elektron gazyny” emele getirýänligi bilen

düşündürilýär. Elektronlary tertipleşýän görnüşde hereket etmäge mejbur etdirýän potensiallar tapawudyny metallik geçirijiniň abzasyna döretmek ýeterlikdir. Şu günki döwürde nanoelektronika üçin sintetiki geçiriji polimer materiallaryň geljegi ulydyr. Ol XXI-nji asyryň geçiriji polimerlere esaslanan elektronikasyna giň ýol açýae. Polimerler birnäçe gezek gaýtalanýan birmeňzeş ülüşlerden (monomerlerden) durýan ägirt uly ölçegi molekulalardan-zynjyrlardan ybaratdyr. Tebigatda polimerler örän kän gabat gelyärler olar bize mälim bolan beloklar,kauçuklar, dürli tebigy smolalarlar. Adamlar emelipolimerleri sintezlemäni öwrenip olara aýratyn häsiýetleri mahsusdyr. Olaryň biri uly temperature çydaýan bolsa, beýleki birini mehaniki nerkligi poladyňka taýdyr, üçünji elektrik toguny geçirijidir. Geçiriji polimerler ikileýin uglerod birleşigi gezekleşip gelyän molekulalardyr. Arasda görnüşde olar tok geçirmeýär, sebäbi elektromlar lokallaşyp atomara baglanyşygy emele getirmäge gatnaşýandyrlar. Elektrogeçirijiligi üpjün etmek üçi garyndy, goşmaly legirlemeli. Ol lokallaşan elektronlary boşadyp,togy döredýär.

Biziň köpümüz internetden peýdalanýarys. Berilenleri ýokary bolmadyk tizlik bilen berilmegi bu g ün seti has doly ulanmaga örän köp çäklendirilmeleri goýýar. Ýakyn geljekde max muümkün bolan tizligi 100 esse artdyrmak meýilleşdirilýär, ýöne polimeriň we fullereniň hasabyna. Ýörite tehnologiýa esasyndataýýarlanan foton tranzistory ýagtylyk akymyny beýleki akymalaryň kömegi bilen dolandyrmaga ukyplydyr. Bu bolsa doly optiki marşmtlaşdyryjylaryň döredilmeginde ilkinji ädimdir. Häzir berlen akymyň dolandyrmak (optosüýmler arasynda) üçin olary optiki impulslardan electron görnüşe özgerdýärler. Şu hili ikileýin özgertmek setiň göýberiş ukybyny peseldýär.

Ýene-de bir giň spektrli häsiýetleri bolan üýtgeşik materillaryň biri hem fullerendir. Fulleriniň daş görnüşi

shemany ulanýar. Göni güýçlendirýän shema boýunça belli, ilkinji sowet telewizory KWN hem işledi.

Položitel ters baglanşykly kabuledijä **regeneratiw** diýilýär. Regenerasiýa (generasiýanyň öň ýany) mahalynda saýlap alyjylyk we duýgurlyk artýandyr. Gowşak signallarda güýçlendiriji 10-larça esse artdyrmak mümkin. Güýçli signallar üçin güýçlendirijiniň doýgun hala geçäymegi bilen generasiýa gorkusy bardyr. Suratda regeneratiw priýomnigiň shemasy görkezilen.

Artykmaçlygy:

- Göni güýçlendirýän priýomnik bilen deňeşdirilende ýokary duýgurlygy we saýlap alyjylygy
- Ýönekeýligi we arzanlygy
- Energiýany az harçlamasy
- Goşmaça kanallaryň kabul edilmezligi

Ýetmezçiligi:

- Gohlaryň şöhlendirilmegi
- Stabilligiň hasabyna ýokary duýgurlyk we saýlap alyjylyk gazanylýar

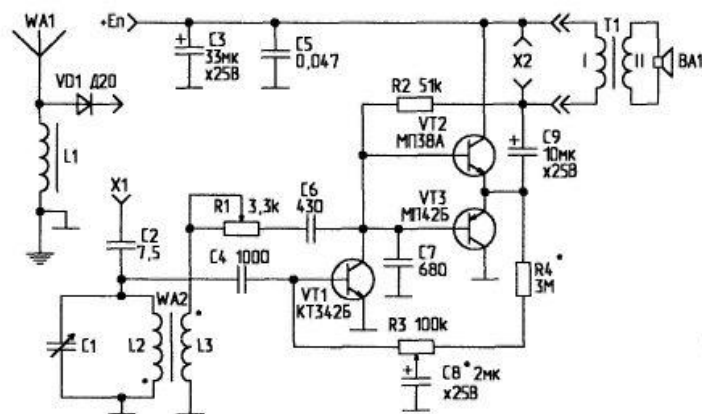
Regeneratiw priýomnikde yrgyldyly konturyň hili (Q) položitel ters baglanşygy girizmek bilen artdyrylýar. Konturyň hili rezonans garşylygynyň ýitgileriň garşylygyna bolan gatnaşygydyr, ýagny $Q = Z / R$ Položitel ters baglanşyk ýitgileriň belli bir mukdaryny kompensirlemek bilen kábir otrisatel garşylygy girizýär $Q_{reg} = Z / (R - R_{neg})$. Regenerasiýa koeffisiýenti: $M = Q_{reg} / Q = R / (R - R_{neg})$. Bu ýerden görnüşi ýaly ters baglanşygyň artmagy bilen regenerasiýa koeffisiýenti M we konturyli tükeniksizlige ymtylp biler, ýöne onuň artmasy shemanyarametrleri bilen çälenendir. Eger güýçlendiriş koeffisiýenti $1 / M$ uly bolsa, onda regenerator generasiýa geçer ýa – da duýgurlygynyarysyny ýiýtirer. Durnuklylygy ýokarlandyrmak üçin regeneratoryň signalyň derejesine bagly otrisatel ters baglanşygy bolmaly.

ýa – da metal turbanyň bölegi – wolnowddyr, bular göwrüm rezonatorlarydyr. Ýygylygy endigan üýtgetmek üçin üýtgeýän sygymly kondensator ulanylýar.

Radiosignallaryň ýygylygynyň artmagy bolen diňe bir saýlap alyjylyk ýaramazlaşman, güýçlendiriji elektron elementleriň güýçlendiriş ukyplary hem kemelýär. Ýokary ýygylyklarda ýeterlik güýçlendiriş koeffisiýentini we oňat saýlap alyjylygy gazanmak üçin örän köp yrgyldyly kontur we güýçlendiriji gerek bolardy. Ol gurluşyň çylşyrymlaşmagyna, gymmatlamagyna we ygtybarlygynyň peselmegine sebäp bolardy. Mundan başga – da saýlanyp alynýan ýygylyk ütgäinde goýberiş zolagy we saýlap alyjylyk hem ütgärdi.

Ultraýokary (dm tolkunlary) we aşýokary (sm tolkunlary) kabul edilende ýeterlik saýlap alyjylygy we güýçlendiriji gazanmak asla mümkin däl.

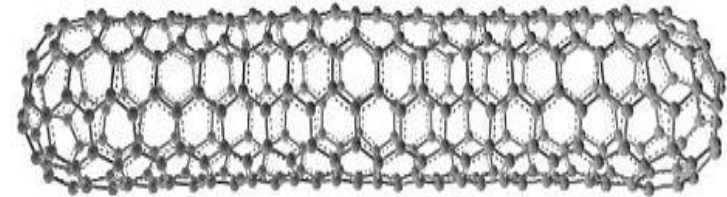
Magnit antennalarynyň ulanylmagy giriş gurluşynyň effektiwligini ep-esli ýokarlandyrýandyr. Göni güýçlendirýän priýomniğiň esasy artykmaçlygy ýönekeýligidir, hatda ony ýaňy başlan radiosöýüji hem ýygnap biler. Bulardan başga göni güýçlendirýän priýomniğiň efire zyýanly şöhlelemesi ýok. Göni güýçlendirýän priýomnik senagatda goýberilmeýär we esasan radiosöýüjileriň praktikasynda ulanylýar. Ýere birikdirmek we daşarky antenna zerurdyr. Üç programmaly priýomnikler hem göni güýçlendirýän



gök konfigurasiýaly bolup futbol pökgüsini ýadyňa salýar. Bu uglerod molekulasyň boşluk bolup, kapillýarlyk häsiýetlerine görä dürli atomlary geçirmek bolar.

Uglerod monotrubbkasy.

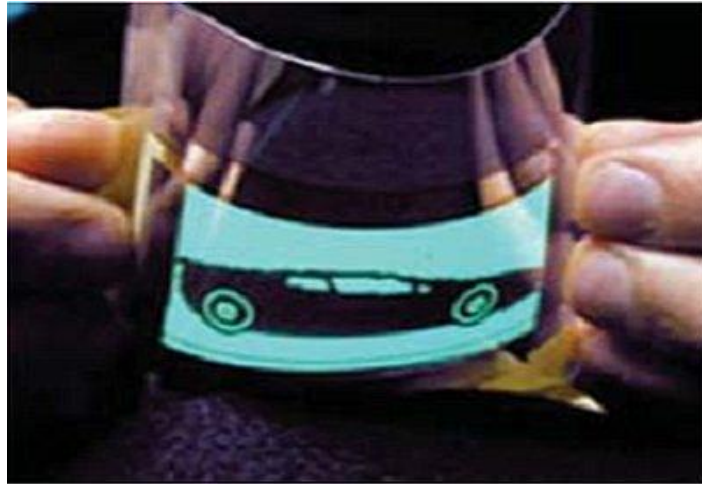
Million töweregi uglerod atomlaryny sanalyan uglerod nanotrubbkasyň uly gyzyklanma döredýär.



Alymlaryň aytmanlaryny görä nanotrubbkalar giňişlige hiç hili ýylylyk mukdaryny çykarman elektrik togunyň köp mukdaryny geçip bilýär. Adaty geçiriji toguň şol bahalarynda şol bada bugaryp giderdi. Uglerod trubkalary kompýuter industriyasyna gizden ulanylýar, olaryň kömegi bilen emission monitorlary aydyňlaşdyрма ukyby has yokarydyr, yagny pikseliň ölçegleri mikron töwreginde bolup, şekiliň hilini has ýokarlandyrar. Alymlar anotrubbkany ýarymgeçirijili geterogutlaryny döretmekde ulanmagy meýilleşdirýärler. Metal-ýarymgeçitijili sistemay alman üçin nanotrubbka ösdürilen mahaly kristallik gurluşa mehaniki kemlik (defekt) giritmek ýeterlikdir. Şeýlelikde materialyň bir böleginiň metallik, beýleki böleginiň bolsa yarymgeçirijili häsiýetleri bolar.

Ösüş bir ýerde durmaýar. Täze materiallardan başga olaryň esasynda taýynlanan elektron gurluşlar hem ebolýusiýa sezewar bolýar. Abzallaryň käbir bölekleri adaty printerler ýaly çap eder. Onuň üçin ýörite ýasalan öndürjiniň we aýratyn himiki garyndynyň syýa hökmünde ulanmak ýeterlikdir. Bu uly göwrimli gymmat bahaly integral shemalary öndürýän gurluşuň

bäsdeşidir. Suratda plastik displeyiň ekspermintal nusgasy görkezilen. Ol yagtylyk şöhlendiriji polimerde taýynlanyp, şöhlenme elektronlarynyň deşijekleriniň rekominasiýanyň hasbyna bolup geçýär.

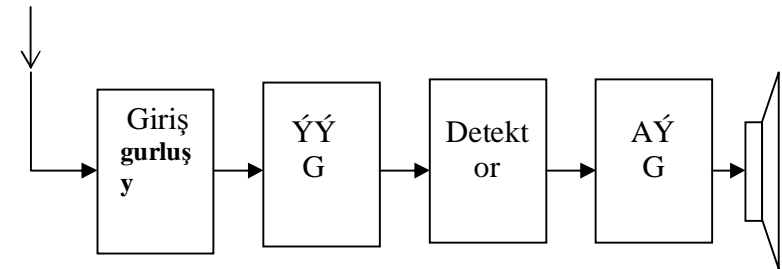


Önden aýdylyşy ýaly geljekde maglumatlary kodirlmek atomlaryň we malekulalaryň derjesinden



geçiriler. Bu ugurda hem real ädimle ädildi. Olaryň biri DRQ 17 molekulalardan (tetramebil we benzokwinon) durýan molekulýar maşyndyr. Bu gurluş prosessor ýaly işlemek bilen bir taktda 16 buýrugy ýerine ýetirmäge ukyply. OI maşynyň ölçegleri 2 mm. Onuň düş görnüşi dört sanly çişler halkadyr we giňişlikde ýerleşişini üýtgedip bilýär, netijede ilikod baradaky

detektordan we pes ýygylgyň güýçlendirijisinden



11.4-nji surat

ybaratdyr. GGP $N_{\text{ýý}}$ - ýokary ýygylgyň kaskadlarynyň sany, $N_{\text{aý}}$ - aşak ýygylgyň kaskadlarynyň sany bilen häsiýetlendirilýär. Bu kabuledijiler $N_{\text{ýý}} - V - N_{\text{aý}}$ görnüşde belgilenilýär (V - detektor kaskady). Radosöýüjlerde onuň 0-V-1, 1-V-2, 1-V-1 görnüşleri gabat gelýär. Detektorly priýomnik 0 - V - 0 onuň iň ýönekeýidir. Antenna bilen giriş gurluşy induktiw, sygym we garyşyk görnüşde baglansyp bilerler. Kilometrler, gektametrler we metrler diapozonynda selektiw element hökmünde yrgyldyly kontur hyzmat edip biler. Belli bolşy ýaly bu hili zynjyryň rezonans häsiýeti bardyr; ol rezonans ýygylgyna deň bolan yrgyldylary saýlap alýar we gohlary basyp ýatyrýar. Rezonans ýygylgy

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}, \text{Gs}$$

bu ýerde L - genrilerde, C - faradlarda. Has ýokary ýygylgylary saýlap almak üçin L we C - niň ululyklaryny degişlilikde kiçeltmeli. Desimetrler we santimetrler diapozonynda tegek bir saryma öwürüler ýa - da ýöne metal zolak bolup galar; kondensatoryň ölçegleri kiçeler ýa - da onuň ornuny tegegiň simi bilen metal plastina - guluşyň esasy tutar. Indi yrgyldyly konturyň roluny uçlarynyň bir tarapy birikdirilen metal turba we onuň okundan geçirilensim oýnar, bu koaksial rezonatordyr. Santimetrler diapozonynda rezonator boş metal gapyrjak

) ýa – da oňa kratnydyr. Olara gomodin ýa – da geterodin priýomnikleri (superheterodin bilen garyşdymaly däl) diýilýär. Ilkinji göni özgerdýän priýomnikler wakuum lampalary peýda bolmanka döredildi baglanşyk uzyn we aşa uzyn tolkunlarda alynyp barylady. Olaryň radioiberijileri uçgunly we dugaly, a kabul edijileri bolsa detektorlydy. Eger detektorly priýomnik kabul edýän ýygylgyna ýakyn ýygylkda işleýän öz hususy az kuwwatly generatory bilen bagly bolsa, onda onuň duýgurlygy gowşak signallara ep – esli artypdyr. Telegraf signallary kabul edilende signalyň ýygylgy bilen geterodiniň ýygylgynyň ses ýygylkly biýeniýesi eşidilipdir. Ilkinji geterodinler hökmünde awtomobil awtogeneratedlary ulanyldy, sonra olar wakuum lampalaryndaky generatorlar bilen çalşyldy. 40 – ný ýyllarda göni özgerdýän priýomnik göni güýçlendirýän we superheterodin priýomnikleri tarapyndan gysylp çykaryldy. 60 – ný ýyllarda täze elementleriň tranzistorlaryň we operasion güýçlendirijileriň ulanylmagy bilen göni özgerdýän priýomnikler gülläp ösdi. Ol operasion güýçlendirijileriň esasynda ýokary hilli aktiw süzgüçleriň ulanylmagy bilen mümkin boldy. Ýönekeýligine garamazdan göni özgerdýän priýomniker superheterodiniňkä ýakyn häsiýetnamalary görkezýärler. Bulardan başga – da göni özgerdýän priýomnikleriň geterodiniň ýygylgy signalyňkydan iki esse kiçi bolup bilýänligi üçin olary aýokary ýygylkly signallary kabul etmekde ulanmak amatlydyr. Göni özgerdýän priýomnik bilen Radiobaglanşygyň uzaklygynyň absolýut rekordy 1930 – ný ýylyň 12 – nji ýanwarynda sowet radisri E.T.Krenkel tarapyndan R.E. Byerdiň antarktida ekspedisiýasynda goýuldy.

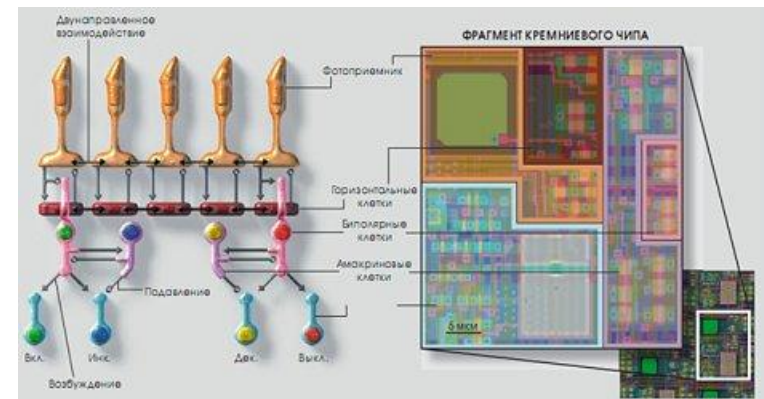
Kabul eden ýygylgynda güýçlendirýän kabuledijilere **göni güýçlendirýän kabulediji** (GGK) diýilýär (11.4 –nji surat). GGK antennadan, giriş gurluşyndan, ýokary ýygylgyň güýçlendirijisinden,

maglumat berilýär. Ýagny çişleriň kesgitli ýagdaýy logiki nul ýa-da birlik manyny aňladýar. Mikroskopik ölçeglerine garamazdan bu anoprosessor sekuntada 4 milliard Kombinasıýany kodilirlemeklige ukyplydyr. Bu tehnologiýa ýakyn geljekde molekulýar nanorobatlary döretmäge ýakynlaşdyrýar. Ony diňe bir ygtybarly funksionl mikroprosessor bilen dälde eýsem elektrik energiýasy bilen hem üpjün etmeklikdir. Seredilen gurluşda energiýany nanogenerator öndürýär, sinkiň oksidinde ýasalan tarlaryň gysarmasyna ultrasesli yrgyldylar täsir edýär. Öndürjiligini ýokarlandyrmak üçin onda müňe ýakyn bilelikde işleýän nanosapaklar ýerleşdirilen.

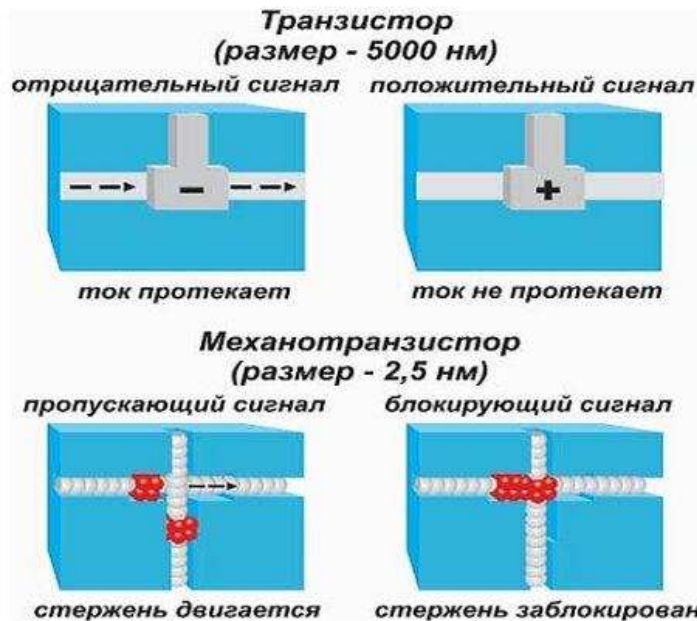
Nanogenerator

Adam bedeni özbaşdak nanogeneratoryň işe ukyplylygyny saklamaga ukyplydyr diýlen saklamalar bar. Diri materiýaň ownujak wibrasiýalary döredýär, ol bolsa nanoölçeqli dinamomaşynyň işjeň funksirlemegine ýeterlik bolmagy mümkindir.

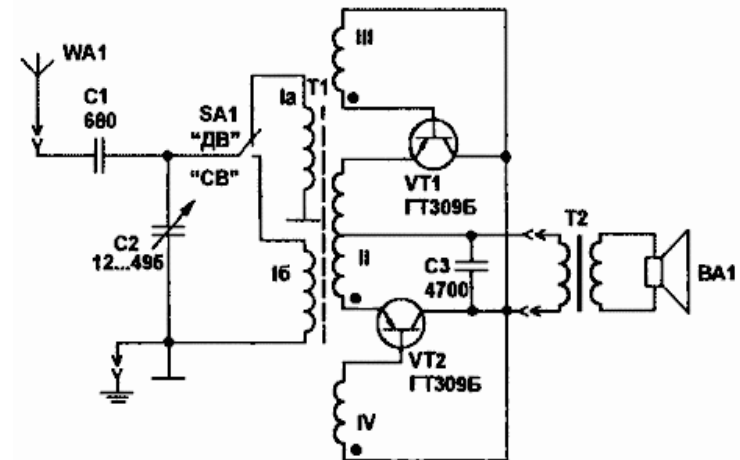
Kremniý setçatkasy



Şu günki medisinyň päsgeçilikleriniň biri görüşiň peselmegidir. Dažer koreksiýasy äýnekler we linzalar bilen hemişelik hoşlaşmaga mümkinçilik berýär. Häzirki zaman ylmyň ösüşleri diňe bir görüşi korektirlenmäge, eýsem gözüň setçatkasynyň biologiki analogyny döretmäge mümkinçilik bermän. Alymlar kremniý çipiniň esasynda biologiki setçatkanyň funksiýalaryny imitirlenäni ýerine ýetirýän modelini dörediler. Ýagtylyga duýgur elementler bolup (kletkalar) fototranzistorlar ulanyldy, beýleki aktiw elementler bilen gös-göni baglanyşykda bolup, nerw kletkalarynyň rolyny ýerine ýetirdiler. Olar ilkinji görülen maglumatlary gaýtadan işläp, soňra beýnä berýärler. Şeýle gurluşyň ölçegleri biz bir kynçylyksyz gözüň içinde ýerleşdirmäge mümkinçilik berýär. Olaryň geljekki ösüşlerine ser salsaň, organiki polimesleriň ulanylmagy geljekdäki implantatlary konstruirlenmegi has ýönekeýleşdirer, a molekulýar manorobatlaryň ulanylmagy bolsa, döredilen adam



("ТоH-1") has daşdaky radiostansiýalary hem eşitmek

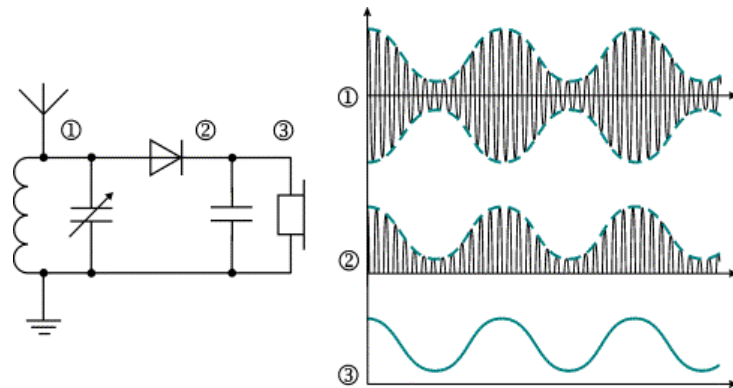


mümkin. Has güýçli sesi çykyşa peseldiji transformatoryň kömegi bilen 2-4 wattlyk dinamigi (4ГД-8Е) birikdirip alyp bolýar. Bu ýagdaýda sesi priýomnikden birnäçe metr daşlykdan hem eşitmek mümkin. Şeýle priýomnige oňat ýere birikdirilmek gerekdir. Priýomnigiň shemasynda güýçlendiriş koeffisiýenti 100...150 bolan ГТ108Г, ГТ109Г ýa – da ГТ309Б tipli tranzistorlary ulanmak bolar.

Saýlap alyjylyk – bir stansiýany beýlekileriň içinden saýlamak ukyby. **Duýgurlygy** – çykyşda nominal kuwwaty almak üçin girişdäki minimal naprýaženiýe. Göni özgerdýän priýomnik 1914 – nji ýylda kollejde okap ýören E. Armstrong tarapyndan patentlendi. Soňra 1916 – nji ýylda Li de Forest tarapyndan hem patentlendi. Bu bolsa 12 ýyla çeken sudlaşma getirdi, ABŞ – nyň Ýokary sudy işi Li de Forestiň haýryna çözdü.

Göni özgerdýän priýomnikde kabul edilen ýokary ýygylkly signaly geterodiniň signaly bilen garmak arkaly gös – göni pes ýygylkly çykyş signalyna özgerdiliýär. Geterodiniň ýygylkly signalyýygylklygyna deňdir (tas deň

bolany sebäpli girişe doly napryaženiye berilmän onuň bir bölegi berilýär. Kabul edilen signaly D diod detektirleýär we telefonda eşidýäris. Suratda dürli nokatlardaky signallaryň formalary görkezilen.



Çeşmesiz priýomnik

Käbir ýerde (nobatçylyk otagynda, ussahanada) radiopriýomnik adaja sutkanyň dowamynda işlemegi gerek bolýar. Batareýalary çalt çalyşmaly bolýar, a setden işleýän iýmitlendiriş çeşmesini birikdirilgi goýmak bolsa gorkulydyr.

Aşakdaky hödürlenýän radiopriýomnige iýmitlendiriş çeşmesi gerek däldir. Ol iki ýarym periodly detektorly priýomnik bolup, dine detektory diodly bolman tranzistorlydydyr. Sebäbi açyk tranzistoryň kollektor geçişiniň garşylygy diodyň göni garşylygyndan azdyr. Netijede has effektiw detector alynýar we priýomnigiň sesi gatalýar. Detektorly priýomnigiň işlemegi üçin ýeterlik amplitudaly signaly almaga gowy daşarky antennany ulanmaly bolýar. Uzynlygy 52 m we ýerden 16 m belentlikde priýomnik 40...50 km uzaklykdaky uzyn we aralyk tolkunlaryň stansiýalaryny ýeterlik gatlykda kiçiomly telefonlarda eşitdirýär. A ulyomly telefonlarda

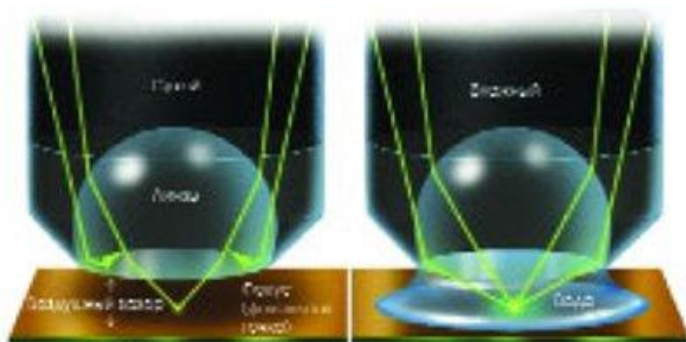
gözüni onuň bilologiki analogyna maksimal ýakynlaşdyrar, hatda funksional görkezijileri boýunça originaldan öňe geçer. Bu tehnologiýanyň fantastiki geljegi bardyr, adaty adam gözi bilen görüp bolmaýan şöhlelenmäniň spektrini derňemäge mümkinçilik berer.

NEMS tehnologiýa

Emeli nanogeçiriji mikroskopik şuplaryň örän köp mukdaryny özünde saklaýar we öz funksiýalaryny tok geçiriji inñneleriň mehaniki hereketiniň kömegi bilen ýerine ýetirýär. Elektron we mehaniki sistemalaryň doplumu NEMS-tehnologiýanyň işini gowy düşündirýär.- 7- NEMS obserwaroriýasy inñlisçeden terjime edilende nanoelektromehaniki sistemalary aňladýar.Şeýle gurluşlaryň tapawutly aýratynlygy olaryň elektronikadan başga dürli mehaniki täsirleri ýerine ýetirip bilmegidir.Şeýle gurluşlaryň mysaly mehaniko-tranzistorlardyr.Ilki bada mehanikanyň ulanylmagy ulanylmagy düşniksizdir,mehanikany ulanma nämä gerekdir,ýöne şeýle tranzistoryň mikroelektronlylardan birtopar artykmaçlyklary bardyr.Logiki nulyň ýa-da birligiň ýagdaýyny üpjün etmäge adaty transistor millionlarça elektron harçlaýar,mehaniki üçin bolsa ýekeje elektron ýeterlikdir.Energiýany tygşytlamanyň fantastiki bahalaryny göz önüne getirer ýaly däl. Şu zatlara esaslanan başlangyçlar dowam etdirilýär.

Suwuň damjasy

Agzalan ussalar oýlap tapyjylaryň prosesoryň kuwwatyny artdyrmagy aňli potensiyaly däldir.Barlagçylar aktiw elementlerini ölçeglerini kiçeltmegiň we ýerleşiş dykzylygyny artdyrmagyň ýene-de bir usuly – kiçi tolkun uzynlykly ýagtylygy ulanmakdyr.Tehnologiki kynçylyklar köplügini ýeňip



geçen alymlara tolkun uzunlygy 157 nm bolan ýagtylyk bilen işlemek başartdy.

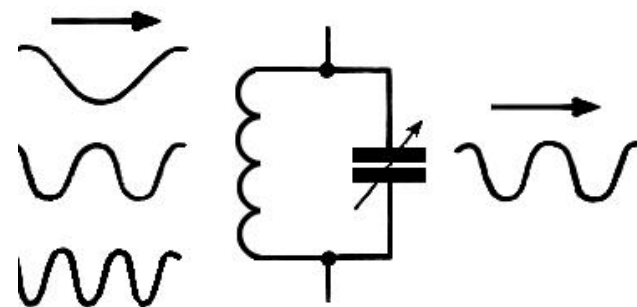
Öz wagtynda florensiýaly fizik Djowani Batista Amiçe şekiliň hilini ýokarlandyrmak üçin mikroskopyň okulyarynda suw damjasyny ulandy, ony öwrenilýän oýektiň üstünde ýerleşdirildi. Bu günki gün bu pikir ýarymgeçirjiler senagatynda täze ulanylyşyny tapdy. Suratda bu usulyň işleýiş mehanizmini görkezýän gurluş görkezilen. Ftor we argon esasynda gaz lazeri ýarymgeçirjeli podložka ölçegleri dördten bir tolkun uzynlygyna deň bolan ölçeglerden başlanýan elementleri



“çap etmäge” mümkinçilik berýär, ýagny 193 nm başlap suw damjasy linza bolup hyzmat edýär, netijede saýhallama mümkinçiligi artýar we durulyga, ýagny obýektiwe çenli aralyk diapazony, şol bahalarda şekil aýdyň bolup galyar. Bu tehnologiýany ulanmak

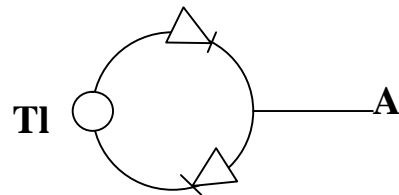
Induktiv tegege köplenç induktivlik hem diýilýär. Yrgyldyly konturyň daş görünüşü we shematik belgilenilişi suratda görkezilen.

Eger signalyň ýygylgy konturyň ýygylgy bilen gabat gelse rezonans bolup amplitude iň uly bahasyna ýeter. Bu hadysa bolsa radiokabul edijini kesgitli ýygylgy sazlap gerekli stansiýany Kabul etmäge mümkinçilik berýar. Aşaky suratda konturyň gerekli stansiýany saýlap alyşy shematiki görkezilen.



Kontury rezonansa sazlamak üçin onuň ýygylgyny üýtgetmeli. Ony konturyň induktivlini ýa – da sygymyny üýtgetmek bilen amal edýärler. Induktivligi üýtgedenden sygymy üýtgetmek tehnologik taýdan has aňsatdyr. Onuň mysaly üýtgeýän sygymly kondensatordyr. Häzir olaryň ýerine has amatly we ygtybarly warikaplary ulanýarlar. Bu kabuledijiniň iýmitlendiriş çeşmesi hem ýokdur. Ol elektromagnit tolkunlarynyň energiýasyny ulanýandyr. Onuň saýlap alyjylygyny ýokarlandyrmak üçin iki konturly görünüşini ulanýarlar (b surat). Pes duýgurlygy we saýlap alyjylygy bolany sebäpli diňe amplituda modulýasiýasy bolan kuwwatly stansiýalary kabul edýär (olary hem antennasy we ýere birikmesi gowy bolanda). Ýakyn ýerleşen stansiýalary bile kabul etmegi onuň ýetmezçiligidir. Konturyň rezonans garşylygy örän uly, güýçlendirijiniň giriş garşylygynyň kiçi (detektoryň)

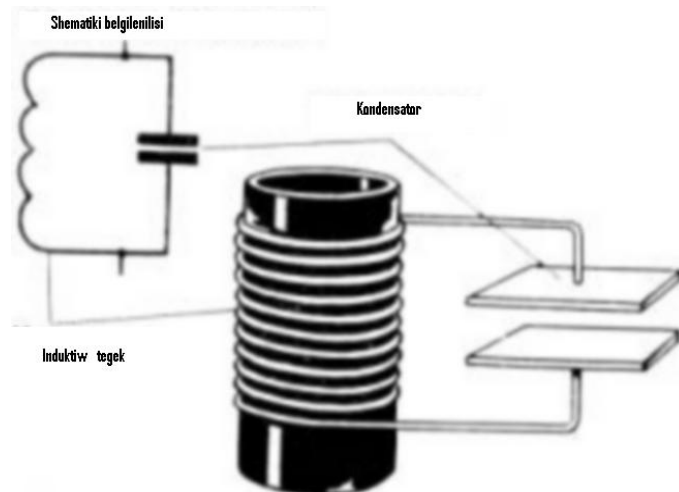
nji maýyny radionyň Gýni diýip bellemegi karar etdi. A.S.Popowyň işlerini müdimileşdirmek maksady bilen A.S. Popow adyndaky altyn medal döredildi. W.P. Wologdin, B.A. Wwedenskiý, A.L. Mins, A.I. Berg ýaly alymlar şol medalyň laureatlarydyr.



1926 – nji ýylda W.Ýe. Prihodko “Sazlanmaýan we ýere birikdirilmeýän kabul edýän gurluş” atly detektorly priýomnigiň

shemasyny hödürledi. Soňraky ýylda ýene – de şol oýlap tapyjy öňki priýomnigiň kämilleşen wariantyny patentledi. Bu shemada diodlaryň biri yrgyldyly kontur bilen çalşyldy. Kabul edişi ýokarlandyrmak maksady bilen iki kondensator we ýere birikme goşuldy. 1929 – nji ýylda F.A. Winogradow bir ýarym periodly naprýaženiýäni köpeldýän detektorly priýomnigiň shemasyny patentledi.

Iň ýönekeý kabulediji detektorly kabuledijidir (11.3a surat). Onuň stansiýalary kabul etmegi üçin stansiýanyň ýygylgyna sazlanmalydyr. Ähli radiokabuledijilerde bu maksat üçin yrgyldyly kontur ulanylýar. Ol induktiv tegekden we kondensatordan durýan ýapyk zynjyrdyr.

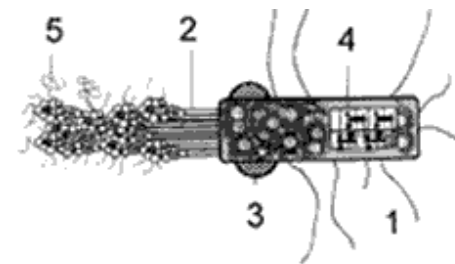


mikroçipleriň täze nesillerini göýbermage mümkinçilik berer, ondaky tranzistorlaryň arasy 31nm deňdir.

Nanovit bu awtomobil hereketlendirijisine guýulýan ýagyň şundysydyr. Bu kremniniň dioksidinden, alýumininiň trioksidinden we plazmaly giňeldilen grafitden durian ýörite garyndy bolup, hereketlendirijileriň işleýän mahaly sürtülýän üstlerinde antifriksion gatlak döredýär. Ol gatlak dowamly könelmezlik hadysasyny we örän pes sürtülme koeffisiýentini üpjün edýär. Gatlak metallic üst bilen berk birleşme emele getirýär, könelmäni we sürtülmäni peseldýär, detallaryň gulluk edýän wagtyny uzaldýar. **Nanovit** ulanylanda hereketlendirijiniň häsiýetnamalary gowylanýar, meselem, kompressiýa we CO mukdary. Ýangyjyň harçlanylyşy **5-20%** azalýar.

Nanotehnologiýa medisina.

Professor Robert Langer şeýle diýýär “ Biz organizme zyýan bermän keselli öýjükleri blokirläp bilýäris, şol bir wagtyň özünde beýleki ulanylýan serişdeler oňa ukyply dälidir”. Bu ýerde iň kyn meseleleriň biri transportirleme sistemadyr. RNk gana



düşen badyna gorag mehanizmleri onuň keselli öýjükleriň sitoplazmasyna barmagyna päsgel berýär. Kembridj uniwersitetiniň barlagçylary

transportirleýji molekulalary döretmegi başardylar. 2006 – nji ýylda Endrýu Faýer we Kreýg Melo genetiki maglumatlar akymyna gözegçilik edýän fundamental mehanizmi açyp, nobel baýragyny aldylar.

Medisinada nanobölejikler dermanlary takyk ýetirmekte we himiki reaksiýalaryň tizligini dolandyrmakda ulanylar. Nanobölejikler dermanlary gös – göni görkezilen öýjüklere we mikroorganizmlere ýetirer, syrkawýň halyna gözegçilik edip, ony görkezer, maddanyň alyş – çalşyna gözegçilik eder we başgalar.

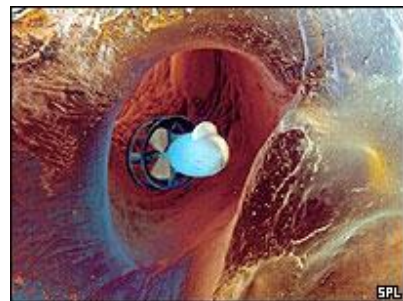


Granlary 100 – nM bolan kubda häzirki zaman mikroprosessori Intel Pentium II funksional taýdan gaýtalaýan nanomanipulirleýji gurluşlar döredildi.

Nanotehnologiýa ölüp barýan öýjükleri gaýtadan dikeltmek arkaly adamlary ölümden halas eder. Ýakyn wagtlarda poçtanyň markasy ölçegdäki gurluş peýda bolar. Ony ýaranyň üstünde goýsaň, olar ganyňy barlar, gerekli dermany saýlap alar we ony gana goýberer.

Kremniý çipiniň esasynda alymlar biologik setçatkanyň funksiýasyny imitirleýän modeli dörettdiler. Onuň ölçegleri gözüň içinde ýerleşdirmäge mümkinçilik berýär. Ol biologik setçatka maksimal ýakynlaşandyr, funksional mümkinçilikleri boýunça hatda öňe hem geýär. Bu tehnologiýa adama adaty göze görünmeýän spektri derňemeklige mümkinçilik berer.

Uzynlygy üç nanometer bolan gaýçy döredildi, onuň kömegi bilen genlerde, beloklarda we beýleki molekulalarda manipulýasiýalary geçirip bolýar.

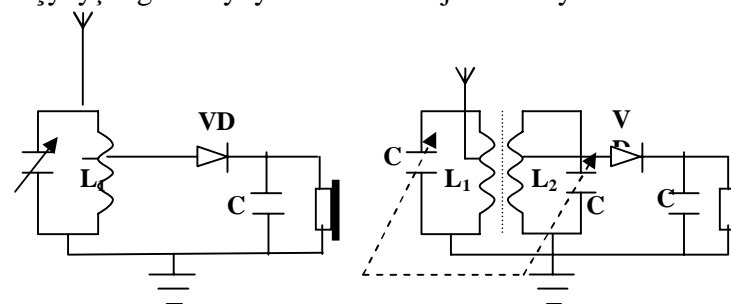


Gan damarlaryny arassalamaga niýetlenilen nanomehanizmleriň 89

Onuň ululygy ýokary hilli kabul edijilerde $10^{-8} - 10^{-12}$. Ol 30 MGs ýygylkda bir sutkada 0.3 – 0.003 Gs aralygynda üýtgäp biler.

5) Signaly dikeltmegiň hili. Kabul ediji iberilen habary berilen takyklyk bilen çykyşda dikeltmelidir. Ýygylk, faza we çyzykly däl ýoýulmalary hem hasaba almaly.

6) Güýçlendiriji awtomatiki üýtgediji (GAÜ). Ol gowşak we güýçli signallarda (aşa ýüklenmekden) çykyş signallaryny belli bir derejedesaklaýar. GAÜ – de



a 11.3-nji surat b

güýçlendirij kesgitli derejä baranson kaskadyň güýçlendiriji peseldilýär.

7) Geterodiniň ýygylgyny awtomatiki sazlamak. Gysga we UGT diapozonlarynda ulanylyp geterodiniň ýygylgynyň üýtgemesini sazlaýar. Geterodiniň ýygylgynyň üýtgemesi durnukly kabul edişi ýaramazlaşdyrýar, duýgurlygy we saýlap alyjylygy peseldýär. Ýygylgyň üýtgemesine temperatura, iýmitlendirij çeşmesiniň naprýaženiýesiniň, giriş signalyň derejesiniň üýtgemesi, şeýle – de shemanyň elementleriniň durnuksyzlygy täsir edip bilelerler.

Ilkinji kabulediji 1895-nji ýylda A.S.Popow (1859 – 1906) tarapyndan açyldy. 1945 – nji ýylyň 7 – nji maýynda radionyň döredilmeginiň 50 ýyllygy belenip geçilýär. Şondan soňra hökümet tarapyndan her ýylyň 7 –

antennanyň beýikligini bilip antennadaky e.h.g-eni hasaplamak mümkin. $E_A = h E$

2).Gohlaryň koeffisiýenti. Haýsydyr bir fiziki ululygyň orta bahasynyň töweregindäki haotik yrgyldylaryna fluktuasiýa diýilýär. Fluktuasion gohlaryň çeşmesi radiokabul edijide antenna, rezistorlar yrgyldyly konturlar, elektron we ýarymgeçirijili abzallardyr. Antennadaky gohlaryň netijesinde signal/goh gatnaşygy

$$\gamma_{gir} = (P_s / P_{Agoh})_{gir} \quad (11.4)$$

Cykyşda onuň üsüne kabul edijiniň hususy gohlary hem goşular

$$P_{cykgoh} = P_{gohcyk} + P_{Agoh}$$

Şonuň üçin cykyşdaky sig/goh gatnaşygy

$$\gamma_{cyk} = (P_s / P_{goh})_{cyk} \quad (11.5)$$

Radiokabul edijiniň gohlarynyň gatnaşygy

$$N = \gamma_{gir} / \gamma_{cyk} = P_{gohcyk} / P_{Agoh}$$

Bulardan başga-da ýygylyk gohlaryny hem nasaba almaly.

3) Saýlap alyjylyk. Ol şeýle hasaplanylýar

$$\sigma_i = K_0 / K\Delta f \quad (11.6)$$

bu ýerse K_0 – güýçlendirijiniň f_0 - rezonans ýygylygyndaky güýçlendiriş koeffisiýenti, $K\Delta f$ - f_0 – dan tapawutly ýygylyklardaky güýçlendiriş koeffisiýenti. Ölçeg birligi desibel [Db].

$$\sigma_i = 20 \lg \sigma_i \quad (11.7)$$

Meselem, 9 kGs gyşarmada saýlap alyjylyk 20 Db bolsa, kabul edilýän signala garanyňda 9 kGs gyşarmaly gohlar 20 Db, ýa-da 10 esse peseldilýär diýmekdir.

4) Sazlanmanyň ýygylyk takyklygy we durnuklylyk. Kabul edijiniň sazlanma ýygylygy bilen signalyň ýygylygynyň tapawudy

$$f_0 - f_{sig}/f_{sig} = \pm \Delta f/f_{sig}$$

sanysy garynjanyň kellesinde ýerleşip bilýär. Olary presslemek bilen tabletka görnüşine getirýärler, ony ýuwardaýmaly. Iýmitlendiriş çeşmesi hatardan çykandan soňra olary fermentler bilen bir hatarda bedeniň daşyna çykarylar.

Amerikanyň standartlar we tehnologiýa institutynyň we Kolorado uniwersitetiniň alymlar topary iki wolfram iňňesiniň arasynda ýerleşen uglerod atomlarynyň zynjyryndan durýan nanoskalpel dörettdiler. Bu “pyçajygyň” kömegi bilen mikroskop astynda aýratyn öýjükleri kesip boljak. Şeýle inçe operasiýalar üçin zerur beýleki hirurgiki instrumenler, şol sanda nanopinset sintezlendi.

Mikroçipleri adam bedenine goýbermek göz önünde tutulýar. Olarda adamyň saglygy, ýagdaýy baradaky ähli maglumatlar bolar. Olaryň ölçegleri tüwüniň dänesine ýa – da 12 mm uzynlygy we 2 mm diametri ruçkanyň sterženiniň ujyna deňeçerdir. Agramy grammdan hem azdyr. Chip organiki aýnadan kapsula görnüşinde ýasalyp, polipropilen bilen örtülendir. Neýtral aýna gapyrtjak kapsulanyň iteklenmesini azaldýar, şonuň üçin implantasiýa ýeri derrew bitýär. Plastmassanyň polimeri kapsulanyň töwereginde kollagen süýmleriniň döremegine itergi berýär we deriniň aşagynda implantantyň “gezmegine” ýol bermeýär. Düzgün boýunça Chip sag elniň aýasynyň ikinji we üçünji süňkleriniň arasynda ýaşaýar. Ýerli anesteziýa esasynda uly şprisiň kömegi bilen implantasiýa geilýär. Implantasiýadan ön adama anketa doldurmak hödürlenýär. Onda haýsy maglumatlaryň elýeterli bolmalydygyny görkezmek zerurdyr.

Michigan ştatyndaky uniwersitetiň alymlary nanotehnologiýanyň kömegi bilen adamyň gan öýjüklerinde mikroskopiki datçikleri oturtmak arkaly radiasion howpuň ýa – da keseliň ösüşiniň ilkinji alamatlarynyň ýüze çykmasyny duýduirmak bolar diýip

hasaplaýarlar. Biologiki nanotehnologiýa merkeziniň işgärleri doctor Djeýms Beýkeriň ýolbaşçylygynda soňky birnäçe ýylyň dowamynda bedendäki rak öýjüklerini tapmak we oňa garşy göreşmek üçin ulanylýan mikrodatchikleri döretmegiň üstünde işleýärler. Rak öýjüklerini tapmagyň täze usuly sintetiki polimerlerden ýasalan sferiki rezerwuarlaryň – dendremerleriň adam bedenine uýgunlaşmagyna esaslanandyr. Ol sferalaryň ýa – da nanosensorlaryň diametric 5 nM - e deňdir, ol bolsa, azajyk ýerde milliardlarçasyny ýerleşdirmäge mümkinçilik berýär. Endamyçindäki kiçijek datchikler ak gan öýjükleri- limfositlere girýärler we bedeniň infeksiýa we beýleki kesel getiriji faktorlara garşy goranmak reaksiýasyny üpjün edýär. Limfoid öýjükleriň kesgitli kesellere immune jogabynda öýjügiň belok gurluşy üýtgeýär. Her nanosensor ýörite himiki reaktiwler bilen örtüleni sebäpli şeýle üýtgeşmelerde ýagtylanyp ýa – da flýuressirläp başlaýar. Şu ýagtylanmagy görmek üçin alym we onuň ýoldaşlary gözüň setçatkasyny skanirleýän gurluşy döretmegi maksat edinýärler. Şikes ýeten öýjükleri ýüze çykarmak üçin 15 sekuntlyk skanirleme gerek bolardy. Bu ideýa NASA – nyň ýolbaşçylarynyň ünsini özüne çekdi we soňraky barlaglara 2 mln. dollar pul bölüp berdi.



Nanotehnologiýa maddanyň atomlaryny manipulirlmek bilen islendik obýekti döretmäge mümkinçilik berer. Ol tehnologiýany çalşyp, garrylygy we keselleri ýeňip geçmän, eýsem bize ölmezligi we ömürlik ýigitligi berer, adamzadyň ägirt material baýlyklar bilen üpjün etmäge, kosmiki giňişligi özleşdirmäge mümkinçilik bererdi. Adam

- kabul edilen signaly demodulýatoryň, dekoderiň, kabuledijini gohlardan goraýjy shemanyň ýokary hilli işlemegini üpjün etmek üçin özgertmäge we güýçlendirmäge;
- peýdaly radiosignalda bar bolan maglumaty kabul edilen signaldan demodulirlmek;
- kabul edilen signaly dekodirlmek;
- kabul edilen signallardan emeli we tebigy gelip çykyşly päsgelberiji täsirleriň peselmegi üçin gaýtadan işlemek.

Niýetlenilinişine görä – proffessional we gepleşiklerinki(durmuşy). Professionallara baglanşyk, radiolokasion, radionawigasion we başg. degişlidir. Durmuşy kabuledijiler sesli we telewizion gepleşikleriň programmalaryny kabul edýär.

Ulanlyş şertlerine görä – stasionarlar, bortdakylar (kosmiki, gämilerdäki, awtomobillerdäki) we göterilýänler (portatiwler) ýa-da mobiller. Radiokabulediji gurluşlar 150 kGs-den 75 Mgs aralygyndaky ýygylklarda işleýärler. Ol ýygylklary birnäçe bölege bölýärler: Uzyn tolkunlar 150÷415 kGs, aralyk tolkunlar 520÷1600 kGs, gysga tolkunlar 3,95÷12,1 Mgs we ultragysga tolkunlar diapozonynda radiogepleşikler Sowet Soýuzynda we Ýewropanyň öňki sosialistik döwletlerinde (GDR – den galany)65,8÷73 Mgs, GDR we Günbatar Ýewropanyň döletlerinde 87.5÷104 MGs, ABŞ – da 87.5 ÷ 108 MGs we Ýaponiýada 76 ÷ 90 MGs. Häzirki wagtda UGT kabul edijileriň örnüşlerine we klaslaryna girizilýär. Bu özgeriş Ýeropynyň we Ýaponiýanyň radiokabul edijilerinde has – da duýlýar. Kabul edijileri häsiýetlendirýän ululyklar aşadakylar:

1)Duýgurlugyň ölçeg birligi metrler tolkunlaryna çenli milliwołtlar we mikrowołtlar. Desimetrler we ondan hem gysga tolkunlar üçin ol mikrowatlardyr. Onuň ululygy 10^{-9} – 10^{-19} Wt. Elektrik meýdanynyň güýjenmesini we

Ultraýokary ýygyllyklar (UYÝ)	Desimetrler tolkunlary (DMT)	3-30 gGs	10-1 sm
Has ýokary ýygyllyklar (HYÝ)	Millimetrler tolkunlary (MMT)	30-300 gGs	1-0,1 sm
Giper ýokary ýygyllyklar (GYÝ)	Submillimetrler tolkunlary (OT)	0,3-3 tGs	1-0,1 mm
	Uzyn infragyzyl tolkunlar	3-30 tGs	100-10 mkm
	Uzyn infragyzyl tolkunlar	30-300 tGs	10-1 mkm
	Optiki tolkunlar	300-3000 tGs	1-0,1 mkm
	Rentgen sohlelenmesi	>3000 tGs	<0,1 mkm

Radiokabuledijiler radiostansiýalary kabul etmäge we ondaky peýdaly maglumaty ulanar ýaly özgertmäge niýetlenendir. Islendik radiokabulediji gurluş *kabul ediji antennadan* we hususy radiokabuledijiden (kabuledijiden) durýandyr.

Radiokabulediji gurluş bloklaryň we düwünleriň ulgamy bolmak bilen aşakdaky operasiýalary ýerine ýetirýändir:

- giriş antennasynyň kömegi bilen signaly radiosignala özgertmäge we peýdaly radiosignalyň giňişlikde we polýarizasion saýlap alynmasyny üpjün etmäge;

R

- peýdaly signallary beýleki (päsge beriji) signallardan we gohlardan çykarmaga (ýygyllyk boýunça süzmäge), ol signallar peýdaly signalyň ýygyllyklary bilen gabat gelmän kabulediji antennanyň çykyşynda täsir edýändir;

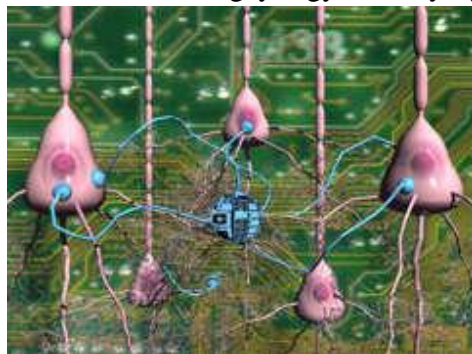
öz sesi bilen buýruk berende islendik zat şol bada taýýar bolar. Ýagny jyn ýa – da jadyly taýajyk baradaky erteki hakykata öwürüler. Nanomedisina entäk döränok, diňe nanoproýektler bar. Onuň medisina ornaşmagy bilen ahyrda öz netijesini berer. Ýene – de birnäçe ýyldan nanomedisina durmuşa ornaşar. Onda name bolar. Siz gripläpsiňiz diýip göz önüne getireliň (siz ony entäk bileňzogam). Şol bada immuniteti güýçlendiriji sistema işe girişer – onlarça mün nanorobotlar grippiň wirusyny tanamaga (öz içki maglumatlar bazasyny laýyklykda) başlar we sanalgýja minutlardan Siziň ganyňyzda ýekeje wirusam bolmaz. Ýa – da... Sizde irki ateroskleroz başlapdyr, emeli öýjükler mehaniki we himiki ýpl bilen Siziň gan damarlaryňyzy arassalap başlar. DNK – nyň zynjyrynda şikes netijesinde adaty genetiki kesel – çalt garramak başlanar.

Bu ýerde has çylşyrymlyrak sistema hereket edýär. Siziň bedeniňizdäki kompýuter maglumatlary derňemäge başlar. Siz name sebäpli garraýarsyňyz? Bu meseläni çözüp bilmese golaýda ýerleşen Merkezi Medisina kompýuterine ýüzlener. Siziň DNK – nyzdaky “döwük” tapylyan we garrylyga jogapkär belok ýüze çykarylan badyna has çylşyrymly operasiýa başlanar. Münlerçe DNK – remontçylary Siziň DNK – nyzy öz analizatorlaryndan geçirip, “garrylyk genini” kesip aýrar. Bu ýerde Siziň bedeniňizdäki ähli öýjükler doly çaşylýar diýip düşünmeli däl. Siz elmydama 20 – 30 ýaşyňyzda ýaly görünersiňiz. Goraýan medisina hüjüm, hatda hokum edýän görnüşe geçer. Nanorobotlar öýjükleri remony etmäge ukyply bolarlar. Olar Adam bedeniniň atom takyklygyndaky ýazgylary bilen üpjün edilip, has garran adamy hem ýigitlik ýagdaýyna gaýtaruo getirip biler. Agzalaryň operasiýalaryndan molekulalaryň operasiýasyna geçmek bilen biz praktiki taýdan ölmeýän bolarys. Syçanlarda geçirilen tejribelere laýyklykda bedeniň temperaturasynyň ýarym gradusa peselmegi ýaşyny 12 – 20 % artdyrýar.

Ýapon alymlarynyň hasaplamalaryna görä bedeniň temperaturasynyň bir gradus peselmegi adamyň ýaşamak möhletini 20 – 40 ýyla artdyrar.

Nanotehnologiýany medisnada ulanmak öýjügiň gurluşyny molekulýar derejede üýtgetmeklige düşünilýär, başgaça aýdanymyzda “molekulýar hirurgiýany” amala aşyrmaly. Ol operasiýalar kesgitli molekulalar fragmentiniwe öýjükleri tanamak, molekulalaryň böleklerini aýyrmak we birleşdirmek. Molekulýar fragmentleri goşmak we ýok etmek, kesgitli proramma bilen molekulalary we öýjükli gurluşlary doly dargatmak we ýygnamakdyr. Bu ýerde esasy mesele öýjüge ýetmeýän funksiýalaryny bermek we onuň işini “paýhasly” dolandyrmakdyr. Molekulýar hirurgiýanyň gurluşlaryna adaty molekulýar robotlar diyyäler has umumy nanotehnologik gurluş bolan assemblerleriň analoglarydyr.

Robert Fraýtas kör adamlaryň görüşini inisirlemek üçin gözüň setçatkasyna birtopar nanogurluşlaryň implantasiýasyny öňünden gördi. Nanorobotlar diri öýjükler şol sanda nerw öýjükleri bilen hem maglumatlary alyş – çalyş edip biler. Olar öýjükler arasynda öň ýok signallary “goýup” bilerler; aýry – aýry öýjüklerden we nerw süýmlerinden geçýän signallary öçürüp ýa – da üýtgedip bilerler; has gyzyklysy, kesgitli signaly iberip, adam bedeniniň gaýtargy reaksiýasyny döredip bilerler.



1999 – ný ýylda başlanan “emeli setçatka” proýekti 2004 – nji ýylda soňraky ösüşlere sezewar boldy. ABŞ – nyň Energetika Ministerliginiň täze

Apertur antenna çyzyklylardan tapawutlydyr. Ýokary ýygyllykly elektrik toklary ölçegleri tolkun uzynlygy bilen ölçegdeş ýa – da ulurak geçiriji üstlerden geçýär.

35. Detektorly we göni güýçlendirýän kabulediji.

Baglanyşyk ulgamynyň sanynyň artmagy, EM tolkunlarynyň kömegi bilen maglumatlary ibermekde efir darlyk edýär. Her baglanyşyk ulgamyna kesgitli zolagy bölüp bermek, täze ulgamlar üçin täze diapozonlary özleşdirmek zerur.

Ýygyllyklaryň ady	Tolkunlaryň ady	Ýygyllyklar	Tolkun uzynlyklary
Örän pesler(ÖPÝ)	Meriametrler-aşa uzyn tolkunlar	3-30 kGs	100-10 km
Pesler (PÝ)	Kilometrler, uzyn tolkunlar (UT)	30-300 kGs	10-1 km
Orta ýygyllyk(OÝ)	Gektometrler, orta olkunlar (OT)	0,3-3 mGs	1-0,1 km
Ýokary ýygyl (ÝÝ)	Dekametrker, gysga tolkunlar (GT)	3-30 mGs	100-10 m
Örän ýokary ýygyllyklar (ÖÝÝ)	Ultra gyga tolkunlar (UGT)	30-300 mGs	10-1 m
Aşa ýokary ýygyllyklar (AÝÝ)	Santimetrler tolkunlary (SMT)	0,3-3 gGs	1-0,1 m

bilen, olary simmetrilemek bilen azaldylýar. Açyk ulgamlaryň ýetmezçiligi olar EM we meteorologik täsirleriň düşmegidir. Bu täsirleriň garşysyna göreşilende simler ekranlanylýar.

Olaryň içinde has giň ýaýrany ekranlanan simlerdir. Olaryň içki simi “göni” we daşky simi “ters” geçirijidir. Olar dielektrik bilen doldurylan bolsa, oňa *koaksial kabel* diýilýär.

Aşa ýokary ýygylklarda wolnowodlar giň ýaýrandyr. Ol elektrik geçirijili gowy bolan içi boş turbadyr. Olaryň göniburçly we tegelek kesigi bardyr.

Antennalara talaplar örän köp dürlidir radiogepeşikler stansiýasynyň antennasy gorizonta tekizlige endigan şöhlelenmäni döretmeli, ýagny her bir radio kabul ediji şol stansiýanyň täsirindäki islendik zonasýndan signallary kabul edip bilmeli. Radiolokasion stansiýalaryň antennalary tersine öz şöhlelendirmesini örän kiçi burça jemlemeli, nyşananyň burç koordinatalaryny mümkin boldugyça takyk ölçemeli. Şoňa meňzeşiräk talaplar kabul ediji antennalara hembildirilýär.

Tolkunlar diapozonlarynyň giňligi, antennalara goýulýan talaplaryň dürli – dürlligi olary alamatlary boýunça bölmäge we häsiýetlendirmäge getirdi. Olary iberiji we kabul ediji antennalara bölmeklik maksada laýyk däl. Häzirki wagtda olary tolkunlar diapozony we şöhlelendiriji elementleriniň görnüşi boýunça bölýärler: çyzyklylar, aperturlar we üst tolkunlar antennasy.

Çyzykly antennalarda tok kese kesiginiň ölçegleri uzynlyk ölçegleri we tolkun uzynlygy bilen deňeşdirilende kiçi bolan kanallardan geçýär. Bulara ähli simli antennalar deňişli bolup, metallik simde ýokary ýygylkly üýtgeýän elektrik togy oýandyrylýar. Bu topara ysly antennalar hem deňişlidir. Oýandyrylan wolnowodlaryň we rezonatorlaryň metallik üstlerindäki inçejik yşdan tolkunlar şöhlelendirilýär.

programmasyna laýyklykda “emeli setçatka” 2007 – nji ýylda kliniki praktika ornaşdyrylar. Onuň işleýşi ýönekeý: ol optiki signaly kabul edip, elektrik signalyna özgerdýär we görüş nerwlerine translirleýär. “Emeli setçatkanyň” implantaty iki bölekden durýar: olaryň göz almasynyň içinde, beýlekisi bolsa, pasiyentiň äýneginde ýerleşdirilen. Äýnegiň linzasynda miniatur kamera oturdylan, ol şekili kabul edýär we äýnekdäki mikroprosessora berýär. Mikroprossessor kameranyň signallaryny göz nerwlerine “düşnükli” bolan elektrik impulslarynyň toplumyna öwürýär. Äýnegiň linzasynda iberij radioantenna oturdylan, ol alynan kodlary göz almasyna translirleýär. Kabul ediji antenna kiçijek implantat bilen baglanşykly, ol bolsa, kesgitli elektrodлары bilen göz nerwlerine birikdirilen. Implantatyň kömegi bilen pasiyentiň beýnisine signal berilýär.

2004 – nji ýylyň 14 – nji oktyabrynda Çikagoda “emeli setçatkanyň” ösüş tehnologiýasynyň netijeleri aýdyňlaşdyryldy. 2002 – nji ýylda taýynlanan “emeli setçatka” goýlan iki pasiyent iri harlary “görüň” we käbir predmetleri tapawutlandyryp bilipdir: çaşka, pyçak, tagta we ş.m. Olaryň biri operasiýa çenli 50 ýyllap körlükden ejir çekipdir. 2004 – nji ýylda mikroelektron implantat “emeli setçatkany” alty adam dakyndy. Ilkinji gezek “emeli setçatka” tehnologiýasy ABŞ – da 2002 – nji ýylda görkezildi. Alty adama görmäni sowgat eden implantatlaryň 50 – den 100 – e çenli elektrodлары bar. Olaryň ilkinjisinde bary – ýogy 16 elektrod bolupdyr. Täze emeli setçatka 100 – e golaý elektrody özünde saklar.

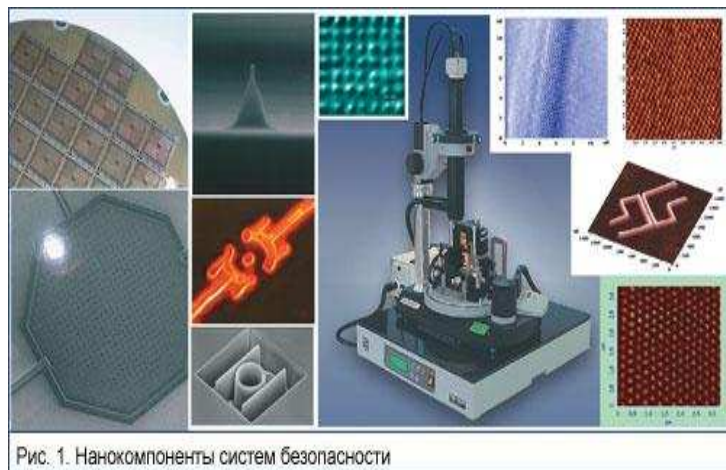
Nanotehnologiýa oba hojalygynda hem rewolýusiýa eder. Molekulýar robotlar iýmitleri öndürer we ösümlikleri we haýwanlary bu işden “boşadar”. Bu maksat üçin olar elýeterli islendik materialy ulanarlar: suw bilen howada esasy gerekli elementler bolan uglerod, kislorod, azot, wodorod, alýuminiý, kremniý bar, a

galanlary bolsa, janly organizmler üçin mikromukdarda gerekdir. Bu hili “oba hojalyk” howa şertlerine bagly bolmaz, agyr fiziki zähmeti talap etmez. Onuň öndürüjiligi azyk problemany birbada we ömürlük çözer.

2025 – nji ýylda nanotehnologiýa esasynda ilkinji assemblerler peýda bolar. Olar taýýar atomlardan islendik predmeti konstruirlap biler. Islendik önümi kompýuterde proyektirlap, nanorobotlar bilen ýygnaý, köpeldip bolar.

Nanotehnologiýa harby maksatlarda.

Ýewropanyň kosmiki agentliginiň (ESA) alymlary aýda ösümlik we bakteriýa ýetişdirmegiň



tejribesini goýdular. Aýdaky şertleriň modeli döredilip, käbir ösümlikler we bakteriýalar ýetişdirildi. Bu bolsa aýa göçüp barjaklar üçin amatly şertleri döretmeli. Indi şol ösümlikleriň tohumlaryny aýda barlaýmak galdy.

Kosmiki lift uzynlygy onlarça müň kilometr bolan trosdyr (36 müň kM). Ony ilkinji gezek K.E. Siolkowskiý hödürledi (1895 ý.). Ol ýene – de 10 – 15 ýyldan hakykata öwürüler. Berk we ýeňil tros uglerod nanotrubkalarynyň esasynda dörediler. Onuň kömegi bilen

baglanşykda kemelýär. Wibratoryň magnit meýdany uzaklyga görä $1/R^2$ baglanşykda kemelýär.

Iberiji we kabul ediji gurluşlar özara ep – esli daşlykda ýerleşendir. Şonuň üçin aralyk ýokary ýygylkly signallary geçirýän ulgam *fiderler* bilen doldurylmaly.

Agzalanlara laýyklykda iberiji antenna ýokary ýygylkly toklaryň energiýasyny EM tolkularynyň energiýasyna özgerdýän gurluş, a kabul ediji antenna ters özgertmäni, ýagny EM tolkularynyň energiýasyny ýokary ýygylkly toklaryň energiýasyna özgerdýän gurluşlardyr.

Iberijiden antenna we antennadan kabul edijä ýokary ýygylkly signallary geçirýän ulgama (liniýa) fider diýilýär. Radiotekniki gurluşlarda bilelikde ulanylany sebäpli olara *antenna – fider gurluşlary* hem diýilýär.

Fiderlere aşakdaky talaplar bar:

1. fiderden geçende ýokary ýygylkly ýitgileri minimalbolmaly, ýagny ýüke maksimal kuwwat berilmeli;
 2. radiosignallaryň ýoýulmazlygyny üpjün etmek maksady bilen berilen ýygylklar zolagynda ýygylk häsiýetnamasy endigan bolmaly;
 3. fideriň ýeterlik elektrik berkligi bolmaly;
 4. fider şöhlelendiriji ulgama (“antenna effekti”) öwrülmeli däl;
 5. fideriň konstruksiýasy ýönekeý, ulanylyşy ygtybarly we ykdysady taýdan elýeterli bolmaly.
- Radionyň ösüşiniň ilkinji döwürlerinde açyk iki we dört simli ulgamlar giüden ulanyldy. Olaryň konstruksiýasynyň ýönekeýligi, tygşytlylygy we giň zolaklylygyartykmaçlygydyr. Bu ulgamlar bilem EM yrgyldylarynyň islendik ýygylgyny ibermek mümkin. Ýöne gysga tolkunlarda ýylylyk we şöhlelenme ýitgileri sebäpli mümkinçilik çäklenendir. Ýylylyk ýitgilerini elektrik geçirijiligi gowy materiallary (mis, bürünç, alýuminiý) ulanyp azaldýarlar. Şöhlelenmäniň ýitgileri simleriň aralygyny gysgaltmak

diýeliň. Onda ýokarky bölekden aşak tarapa razryad togy akar we elektrik meýdanynyň energiýasy magnit meýdanynyň energiýasyna geçer. Öndürijiniň energiýasynyň giňişlige şöhlelenmegi üçin:

- 1) Ulgam açyk bolmaly
- 2) Açyk ulgamynyň ölçegleri λ bilen ölçegdeş bolmaly.

Elektromagnit tolkunlaryny şöhlelendirýän ýönekeý ossilýator ilkinji gezek G.Gers tarapyndan döredildi, şonuň üçin oňa Gersiň wibratory, ýa – da Gersiň dipoly diýilýär. Onuň gurluşy suratda görkezilen: merkezleriniň arasyndaky uzaklyk l – e deň bolan iki sany metallik şar garmoniki yrgyldylaryň e.h.g-niň çeşmesine birikdirilen. l aralygyň tolkun uzunlygy bilen deňeşdirilende kiçi bolany üçin Gersiň wibratoryny takmynan haýsydyr bir halka diýip hasaplamak bolar, ondaky sygymyň roluny şarlar, induktiwligiň roluny olary birikdirýän simler oýnaýarlar. Wibrator üýtgeýän e.h.g – den ýmitlendirilende ondaky toklar we zaryadlar periodiki üýtgeýärler. Ol wibratoryň töwereginde üýtgeýän elektrik we magnit meýdanlarynyň bardygyny aňladýar. Suratdan görnüşi ýaly elektrik we magnit meýdanlarynyň max toplumy gabat gelýär, şonuň üçin bu gurluş oňat şöhlelendirýär. Adaty yrgyldyly halka induktiwlikden we sygymdan ybarat bolup ýapyk yrgyldyly halkadyr: ondaky elektrik meýdany kondensatorda, magnit meýdany bolsa, induktiwlikde jemlenendir, ýagny, meýdanlar giňişlikde özara bölünendir. Halkanyň daşyndaky giňişlikde elektrik we magnit meýdanlary praktiki taýdan ýokdur, şonuň üçin yrgyldyly halka ýaramaz şöhlelendirýär. Giňişlikde EM tolkunlaryny almak üçin ýeterlik güýçli elektrik we magnit meýdanlaryny döretmeli. Bu wezipäni şöhlelendiriji antenna ýerine ýetirýär. Islendik hakyky şöhlelendiriji ulgamyň EM meýdanyny elementar wibratorlaryň superpozisiýasy hökmünde seretmek bolar. Wibratoryň elektrik meýdany uzaklyga görä $1/R^3$

20 T ýük her üç günden Ýeriň üstünden orbital stansiýa çykarylýar.

Harby nanobarlaglara diňe 2003 – nji ýylda 201 million amerikan dollary harçlandy. 2008 – nji ýylda harby nanomehanizmler görkeziler.

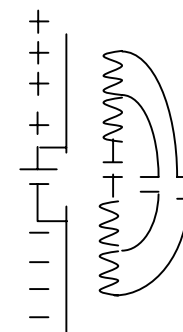
Nanotehnologiýa uruşyň tebigatyny düýpgöter üýtgeder. Birinjiden nanotehnologiýa geçmişdakilere garanyňda uruşy has gorkuly eder. Ikinjiden ýurtlar arasyndaky uruş parahatçylykly döwürde alynyp barylýar. Nanogurnawlaryň we molekulýar konstruirlemäniň mümkinçiliklerine essaslanyp, göze görünmeýän ýaraglary ýasamak howpy dörär (biologiki we himiki ýaraglar ýaly). Beýleki tarapdan nanotehnologik ýaraglar biologiki ýa – da himiki ýaraglara garanyňda has takykdyr. Nanoýaraglar atom takyklygynda döredileni üçin biologiki ýaraglardaky bakteriýalardan kiçi robotlary döretmäge mümkinçilik berer. Bulardan başga – da bu nanorobotlary bakteriýalardan tapawutlylykda programmirläp bolar. Bu bolsa, nanoýaraglaryň garşydaşynyň gorawyndan aýlanyp geçip, ganatly raketalaryňky ýaly kesgitlenen nokatlara görünmän urgy ederdi. Ýaraglaryň biologiki we himiki görnüşleri ýakalaşmanyň masgaraçylykly görnüşidir. Hakykatdanam, oňa adalatly ýarag diýip bolmaýar, olary erkinlige goýberenler soňra gözegçilik edip bilmeýärler. Olar şemal bilen ýaýrap, önünden çykan zatlaryň hiç birini seljermän (harby esger ýa – da parahat ýaşajy) öldürýär. Bu ýaragyň önünde ýesir düşmek hem bolmaýar, has beteri olar ýesirleri almaýarlar. Olar özüniňkini başganyňkyny hem tapawutlandyрмаýarlar. Biologiki we himiki ýaraglaryň diňe öldürmek maksady bardyr. Ýaraglaryň köp bölegini uruşy ölümsiz gutarmakda ulanýarlar: fabrikleri we zawodlary bombalap, top okuna tutmak bolýar; tanklary hatardan çykaryp bolýar; köprüleri dinamitleriň kömegi arkaly ýaryp bolýar; şahtalary raketalaryň kömegi bilen ýerden ýarmak bolýar. Şol

wagtyň özünde biologiki we himiki ýaraglar genosid serişdesidir, garşydaşyny boýun egdirmän yer ýüzünden ýok etmekdir. Nanotehnologiýa “hapa” ýaraglaryň mümkinçiliklerini has – da giňeldip biler, ýagny genosidi şemalyň ugruna däl – de goýlan programma laýyklykda. Şeýle ýaraglaryň mümkinçiliklerini göz önüne getirmek kyn däl. Meselem, garşydaş döwletini perimetri boýunça gaban nanoýarag ýuwaşlyk bilen halkany gysyp, kim gabat gelse ýok eder. Molekulýar tehnologiýa häzirkilere garanynda has gorkuly ýaraglary döretmäge ýol açar. Biz diňe olaryň öndürilişine we ýaýradlyşyna gözegçilik etmäge synanyşyklara garaşyp bileris. Has dogrusy olaryň doly ýok edilmegine synanyşykdyr, ýöne onuň amala aşjagy ikiuçledyr. Geçmişde ýaraglanyşygy doly gadagan etmek baradaky synanyşyklaryň hiç biri hem işlemedi. Goý ol ok – ýaý bolsun ýa – da ýadro ýaragy bolsun tapawudy ýok, onda nanotehnologiýanyň hem öňki döwürdeşlerinden tapawutlanar diýer ýaly hiç hili esas ýok. Ýöne ýaragsyzlanmak we ýaraglanma gözegçilik galýar. Ýaragsyzlanmak soňky birnäçe ýylyň dowamynda bolup geçdi. Ol esasy maksadyna ýetmedik hem bolsa, umuman alanynda ýaragsyzlanmagyň mümkin dädigini aňlatmaýar. Dünýäniň ýadro bombasyz ýaşajak bolmasy düşnükli; ýadro bombalarynyň we raketalaryň häzirkiki mukdary ähli adamzady birnäçe gezek ýok etmäge ýeterlikdir. Adaty uruşda garşydaşyňy tanklaryny, samolýotlaryny we s.m. ýok etmek bilen ýeňip bolýar. Nanotehnologiýalar zamanasyndaky superýaraglar görünmeýän bolsa, onda urgy ediljek nyşanalar hem ýokdur. Nanotehnologiýa güýçleriň balansyny düýpgöter üýtgeder. Kiçijek jandar görmüşindäki gurluş (takmynan 200 mikron) goragsyz adamlary tapyp, olara awy sepmäge ukyplydyr. Botulizm toksiniň ölüm howply mukdary (dozasy) 100 nanogrammdyr ýa – da gurluşyň bütin göwrüminiň takmynan 1/100 bölegidir. Şeýle ýaragyň 50 milliard birligi Ýer ýüzündäki her bir adamy

sintezatorlarynyň ýetmezçiliklerine garalyň. Birinjiden, ähli gurluşlar (garyjylar, kömekçi generatorlar we süzgüçler) dürli ýygylklara sazlanýandygy sebäpli gurnalanda we sazlama işlerinde amatsyzlyklar döredýär. Ikinjiden, shemada induktiw tegekleriň köpligi olaryň mikrominiatýurlaşdyrylmasyny kynlaşdyrýar. Şol sebäpli soňky döwürde *sanly ýygylklar sintezatorlary* işlenip taýynlanyldy. Olarda çykyş generatorynyň ýygylgyny ölçemeklik wagty (yrgyldynyň periody) ölçemek bilen çalşyldy. Sanly sintezatorlaryň garmoniki yrgyldylary generirleýän iki gurluşy bar: sütün kwars generatory we diapozony sazlanýan generator. Bu generatorlaryň yrgyldylary impulslara özgerdilýär, shemanyň soňraky işinde impulsaryň yzygiderligi ulanylýar. Ýygylk sintezatorlarynyň bu shemasy diskret tehnikanyň elementlerini integrirlenen görnüşde ulanmaga amatlydyr.

Antenna – fider gurluşlary

Ýapyk yrgyldy ulgamlarda L we C ölçegleri λ bilen deňeşdirilende örän kiçidir; şol wagtyň özünde



11.2-nji surat

magnit we elektrik meýdanlary örän kiçi giňişlikde jemlenendir. Bu ulgamlar elektrik signalyny güýçlendirmek we öndürmeklige niýetlenendir. Olar energiýany giňişlige şöhlelendirmäge ukyply däl. Bu wezipäni açyk ulgamlar yerine ýetirýändir, olaryň paýlanan ululyklary bardyr. Has sada antenna hökmünde geçiriji simiň bölegini ulanmak bolar.

Onuň yönekey mysaly simmetrik wibrator – uçlary izolirlenen simdir (11.2-nji surat). Onuň uzynlygynyň her metrini 6,7 pf sygym we 2 mkgn induktiwlik düşýändir. Goý zaryadlanan wibratoryň iki ýarymy özara birikdirilen

4) kwars rezonatorlarynyň sany bilen;
5) zyýanly yrgyldylary söndürmegiň derejesi bilen;
ýagny ýygylyklar sintezatorynyň işi kwars generatorynyň yrgyldylaryny bölende, köpeldendewe özgerdende çyzykly däl özgertmelere esaslanany üçin goşmaça yrgyldylar ýüze çykar, zyýanly bolany üçin olary süzmelidir; zyýanly yrgyldylaryň söndürilişi desibellerde bahalandyrylýar we 60 – 80 dB köp bolmaly däldir;

6) bir ýygylykdan beýleki ýygylyga geçme wagty $t_{\text{geç}}$
Ýygylyklar toruny almakda sintez we analiz usullary ulanylýar. Sintez usulynda işçi ýygylyklar sütün kwars generatorlarynyň ygylyklaryny köpeldip, bölüp we özgerdip alynýar. Analiz usulynda işçi ýygylyklar ýörite sazlanýan LC awtogenatoryndan alynýar. Bu generatornyň işçi ýygylygy $f_{\text{işçi}}$ f_{pes} bilen $f_{\text{ýok}}$ aralykdaky islendik bahany alyp biler, a onuň durnuklylygy bolsa, sütün kwars generatorynyň yrgyldylary bilen deňeşdirýän awtomatiki sazlaýjy ulgamyň kömegi bilen saklanylýar.

Häzirki zaman sintezatorlary diskret ýygylyklar toruny döredýärler we onuň fiksirlenen durnukly ýygylyklarynyň sany birnäçe müňe ýetýär. İşçi ýygylyklaryň durnuklylygyny ýokarlandyrmak üçin ýeke kwars generatory we çyzykly däl özgertmeleriň ýeterlik çylşyrymly shemasy ulanylýar. Ulanmak üçin amatly ýygylyk sintezatorlarynyň şeýle dolandyryjy organlarynyň bolmagy gerek, meselem, olaryň birinjisi onlarça megagers, ikinjisi – birlik megagers, üçünjisi – yüzlerçe kilogers we s. m. Şonuň ýaly sintezatorlara *dekadaly ýygylyk sintezatory* diýilýär. Bu sintezatorda ilki kwars generatorynyň ýygylygyny bölüp, köpeldip ýygylyklaryň birnäçe topary alynýar. Bu shemada toparlar on ýygylykdan ybarat bolup, interwaly 1 Kgs, 10 Kgs, 100 Kgs, 1 Mgs we 10 Mgs deň.

Garmonikalar süzgüjini sazlamak arkaly 1 Kgs – den 99,999 Mgs aralygynda 1 Kgs interwal bilen üýtgeýän işçi ýygylyklary almak mümkin. Ýygylyklar

öldürmäge ýeterlik mukdaryny çemodana ýerleşdirip bolýar.

Pyçagyň ýa – da okuň urgusy netijesinde nanobölejikleriň suwuk garyndysy gataýar. Olar adaty bronjiletlerden has ygtybarlydyr. Ol suwuk halyna derä çalynýar we güýçli urgy mahaly moment gataýar. Amerikan barlagçylary gaty nanobölejiklerden we suwuk garyndydan ybarat ýörite gelaçdylar. Islendik urgy netijesinde biri – birleri bilen birleşip, gaty jisimleriň içine girmegine päsgeçilik berýärler. Jisimiň suwuk haldan gaty hala geçmegine bir millisekuntadan hem az wagt gerek. Ony çümýän we ok atýan ýaraglardan goranmakda ulanyp boljak. Adaty bronjiletleri şol gel bilen gaýtadan işläp alymlar onuň goranma häsiýetnamalaryny has gowyladylar. Ol urgynyň energiýasyny uly meýdana paýlap, goşmaça garşylyk döredýär, sebäbi diňe urgy nokady gataman onuň töwerekleri hem gataýar. Bulardan başga çumen predmetiň tendäki döreden süýmleriniň dargamagyna ýol bermeyär. Täze tehnologiýa bilen diňe döşüni we bilini däl - de, eýsem elleriňi hem aýaklaryňy effektiw goramak bolar. Gel çalynan endam normal şertlerde maýyşgakdyr we hereketiňe päsgeç bermeyär, atylan okuň ýa –da sünjülen pyçagyň urgysyna gaty brona öwrüler. Şeýle barlaglar Rossiýada hem alyhyp barylýar. Ýekaterinburgyň kärhanalarynyň biri ony ýakyn wagtlarda goýberip başlar.

Nanotehnologiýa elektronikada.

Nanotehnologiýa ulanylan ýagtylyk diodlary adaty lampalardan onlarça esse az energiýa harçlaýar we ýüzlerçe esse ygtybarlydyr.

Piter Barkeniň ýolbaşçylygyndaky Amerikanyň barlagçylar topary adam saçynyň diametrinden münlerçe esse kiçi radiodetal görkezdi, ol radiotolkunlary sese öwürýän demodulýatordyr. Düýp manysynda ol gelejekdäki “nanoradionyň” ilkinji işleýän detalydyr. Ony

miniatýur radiosistema birikdirip, işläp duran apparaty aldylar we isleg bildirenler görkezdi. Nanoradiony diňe Kabul etmekde däl – de eýsem radioibermekde hem ulanyň boljak. Has ýokary energetiki tygşytlylygynda ol häzirki analoglaryndan 100 milliard esse kiçidir. Diametri takmynan 10 nM bolan bir nanotrubkany antenna, selector we amplitudasy we ýygylgy modulirlenen yrgyldylaryň demodulýatory hökmünde ulandylar. Nanoradionyň esasynda adaty radipriýomniklerdäki tapawutly mehanizm oturdylan. Eger adaty priýomnikde radotolkunlar antennada gowşajyk tok döredip, selektoryň kömegi bilen güýçlendiriji işläp ýaly gerekli ýygylgy saýlap alynýan bolsa, onda nanotrubkanyň özi müňden million gers aralygynda wibrirleýär. Onuň özi gerekli tolkuna “mehaniki” sazlanýar, şeýle – de yrgyldynyň ýygylgytrubkanyň içindäki naprýaženiýelere baglydyr (kirşiň çakilişiniň rezonans ýygylgyny üýtgedişine çalyndaş). Trubka wakuumda ýerleşen we bataryýa birikdirilen we trubkanyň ujynda otrisatel zarýadlanan elektronlaryň gatlagyny döredýär. Naprýaženiýäni üýtgedip otrisatel zarýadlanan ujyny položitel elektroda garşy dartyp trubkany “çekdirmek” ýada “gowşatmak” arkaly gerekli ýygylgy sazlap bolýar.

Intel kompaniýasy 45 nm tehprosesi bolan prosessory goýberýär, 32 nM goýbermegiň üstünde işleýär.

Nanoelektromehaniki sistemalar elektronikadan başga mehaniki hereketleri hem edip bilýär. Oňa mysal edip mehanotranzistory almak bolar. Bu ýerde mehanikanyň näme roly bar diýilmegi tebigydyr. Ondaky mehaniki gurluşyň birnäçe artykmaçlyklary bardyr. Logiki nuly we biri kesgitlemek üçin adaty tranzistor millionlarça elektron harçlaýar, a mehaniki üçin bir elektron ýeterlikdir. Diýmek näçe elektrik energiýasynyň tygşytlanyljakdygyny göz önüne getirmek kyn däl.

kwars generatory ulanylany üçin ýörite çäreleri görüp 10^{-8} durnuklylyk alyp bolýar. Sintezatorlar aşadaky esasy ululyklary bilen häsiýetlendirilýärler:

- 1) $f_{\text{pes}} \div f_{\text{yok}}$ ýygylklar diapozony aralygynda fiksirlenen ýygylklar ýerleşen;
- 2) fiksirlenen ýygylklaryň umumy sany N we olaryň arasyndaky ýygylklar interwaly; real sintezatorlarda N onlarçadan onlarça müň aralygynda, a diskretlik ädimi Δf – onlarça kilogersden onlarça gers aralygyndadyr. Şol sebäpli sintezatorlarda ýygylgy üýtgetmegiň berilen diapozony interwaly Δf bolan diskret ýygylklar hataryna bölünýär onda ýygylklaryň f_{pes} (pes) – den f_{yok} (yok) aralykda endigan üýtgemesini Δf interwal bilen üpjün edýär. Bu hatara *diskret ýygylklar tory* diýilýär.

Eger fiksirlenen sazlanmada nokatlaryň sany ýeterlik uly bolsa, onda diapozonyň üzüksiz sazlanmasyndan diskret nokatlara geçmeklik tehniki nukdaý nazardan amatlydyr, ýagny her bir diskret nokadyň ýygylgynyň ýokary durnuklylygy bilen häsiýetlendirilýär, a sintezatoryň shemasy bolsa aşa çylşyrymly bolmaz. Has kämilleşen ýygylk sintezatorlarynda bir kwars generatory ulanylyp, oňa “daýanç” (OPORA) diýilýär. Bu ýagdaýda çykyşdaky yrgyldylaryň ýygylgynyň durnuklylygy diňe daýanç generatorynyň durnuklylygy bilen kesgitlenilýär. Diňe bir kwars generatory ulanylany üçin ýörite çäreleri görüp 10^{-8} durnuklylyk alyp bolýar. Sintezatorlar aşadaky esasy ululyklar bilen häsiýetlendirilýär:

- 1) $f_{\text{pes}} - f_{\text{yok}}$ ýygylklar diapozony aralygynda fiksirlenen ýygylklar ýerleşen;
- 2) fiksirlenen ýygylklaryň umumy sany N we olaryň arasyndaky ýygylklar interwaly; real sintezatorlarda N onlarçadan onlarça müň aralygynda, a diskret lik ädimi Δf – onlarça kilogersden onlarça gers aralygyndadyr;
- 3) diskret ýygylklar köplügiň ýygylk durnuklylygy;

Munda özkompensirlenen elementler ulanylýar. Meselem, gyzmak netijesinde plastinalaryň meýdany ulalyp sygym artýan bolsa, aralyklarynyň uzaklygyny artdyrmak bilen kompensirlemeli.

Köplenç termokompensirleme usuly giňden ulanylýar. Temperaturanyň artmagy bilen tikond dielektrikli kondensatoryň sygymy kiçelýär, şol wagtda howa dielektrikli kondensatoryň sygymy artýar,

Ýygylgyň üýtgemesini kompensirlemek awtomatiki üýtgediji ulgam bilen geçirilip biliner. Generatoryň we etalonyň ýygylgy ýygyluk tapawutlandyryjyda (diskriminator) ýalňyşlyk signalyna öwürülýäryň yrgldylarynyň ýygylgyny dolandyryň gurluşa täsir edýär.

Durnuklaşdyrmanyň kwarsly usulynda awtogeneratedlaryň köp bolmadyk mukdary we durnukly ýygylklaryň köp mukdaryny alyp bolýan çyzykly däl özgertmeleri geçirýän ýörite shemasy bardyr. Bu gurluşlara ýygyluk *sintezatorlary* diýilýär. Ýygylgy giň ýygylklar diapozonynda we endigan üýtgeýän ýokary durnukly yrgyldylary almak üçin çyzykly däl özgertmeleriň örän çylşyrymly shemasy bardyr.

Şol sebäpli sintezatorlarda ýygylgy üýtgetmegiň berilen diapozony interwaly Δf bolan diskret ýygylklar hataryna bölünýär. Onda ýygylklaryň f_{pes} (pes) – den $f_{\text{ýok}}$ (ýokary) aralygynda endigan üýtgemesi Δf interwal bilen ýerine ýetýär. Bu hatara *diskret ýygylklar tory* diýilýär.

Eger fiksirlenen sazlanmada nokatlaryň sany ýeterlik uly bolsa, onda diapozonyň üzüksiz sazlanmasýndan diskret nokatlara geçmeklik tehniki nukdaý nazardan amatlydyr, ýagny her bir diskret nokat ýygylgynyň ýokary durnuklylygy häsiýetlendiriler we sintezatoryň shemasy bolsa, aşa çylşyrymly bolmaz. Has kämilleşen ýygyluk sintezatorlarynda bir kwars generatory ulanylyp, oňa sütün (“опора”) diýilýär. Bu çykyşdaky yrgyldylaryň ýygylgynyň durnuklylygy diňe sütün generatorynyň durnuklylygy bilen kesgitlenilýär. Diňe bir

Kwant hasaplamalarynda kwant bitleri ulanylýar; gysgaça – kubitler. Kubit kwantmehaniki iki derejeli sistemanyň tolkun funksiýasydyr (meselem, elektronyň spininiň $\pm 1/2$ ýagdaýy). Kwant kompýuterleri parallel işlemek bilen birbada 2^N ýagdaýyň amplitudasyny gaýtadan işläp bilýär. Adaty kompýuterde bu meseläni çözmek üçin 2^N ädim gerek bolardy. Ýene – de bir mysal. 30 kubit registrli kwant kompýuteri $2^{30} \approx 10^{10}$ elementi bolan sistemany hasaplamaga ukyplydyr, a adaty kompýuter 30 elektronly elektronly sistemany hasaplap bilmeýär.

2015 – nji ýylda molekulýar kompýuterler peýda bolar diýilýär. Molekulýar kompýuterde her transistor bir molekula bolsa, 10^9 tranzistorly prosessoryň ölçegleri çägäniň dänesi ýaly bolardy. Onuň öndürilijiliği yüzlerçe, hatda müňlerçe esse artardy.

1 sM^2 üstde $\sim 10^{13}$ molekulýar logiki element ýerleşdirip boljak. Onuň dyklylygy häzirki çipleriňkiden 10^4 esse ýokarydyr. Eger esasy elementler hökmünde organiki molekulalar ulanylsa, kyn meseleleriktlar bolup galar. Islendik ýagdaýda “molekula – birikdiriji sim” aralykdaky elektrik garşylygyny bilmek zerurdyr.

Rezonans tunnel diodlarynyň esasynda birnäçe gigagers ýygylkly analog – sanly özgerdijiler, logiki elementler, ýatda saklaýan gurluşlar taýynlanylda. Olary prosessorlarda we beýleki sanly gurluşlarda ulanmak mümkin.

Nanotehnologiýa beýleki pudaklarda.

Nanogurluşlaryň täze häsiýetleri peýda bolýar. Meselem, altyn adatça 1063^0 C –a ereýär, 5 nM ölçegli 800⁰ C – a, 2 nM – lisi 300⁰ C –dan hem pes temperaturada ereýär.

Ekologiýada nanorobotlar ekologik ýagdaýy dyrnuklaşdyrar. Senagatda galyndylar bolmaz, köne

hapalary ýok eder, ozon gatlagyny dikelder, topragy, derýalary, okeanlary, atmosferany arassalar.

Ýokary okuw jaýynda okaýan talyp özüne absolýut ynamly dälidir. Ol baş ýyl okap, baş – on ýyldan hiç kime gerekmejek hünärmen bolup galaýmagy mümkindir.

Nanowit awtomobil motorynyň ýagyna goşulyp, antifriksion gatlak emele getirýär. Netijede ýangyç harçlanylyşy 5 – 20% azalýar. Sürtülme peselýär we gulluk edýän wagty artýar.

Emeli polimerleriň käbiri ýokary temperaturalara çydaýar, beýlekisiniň mehaniki berkligi poladyňky ýaly, üçünjisi elektrik toguny geçirýär. Internet sistemalarynda maglumatlary bermek birnäçe sebäplere görä çäklenendir. Ýörite polimerleri we fullereni ulanmak bilen ýakyn gelejekde maglumatlary bermegiň maksimal tizligini ýüz esse artdyrmak göz önünde tutulýar. Fullereniň gurluşynda boşluklary bolany üçin ony dürli atomlary transportirlemekde ulanyp boljak.

Uglerod nanotrubkalary uly gyzyklanma döredýändir. Nanotrubkalar ýylylyk bölüp çykarmasyz ägirt köp mukdardaky togy geçirip bilýär. Adaty geçiriji toguň bu bahalarynda bada – bat bugaryp gitmeli. Nanotrubkalary emission monitorlarynda giňden ulanarlar, pikseliň ölçegleri bir mikron töweregi bolar. Nanotrubkalary ýarymgeçirijili geterogurluşlarda ulanmak göz önünde tutulýar. Ösdürilende kristallik gurluşyna şikes ýetirilse onuň bir bölegi metallik, beýlekisi ýarymgeçiriji häsiýete eýe bolýar. Nanotrubkalar misden oňat elektrik toguny, almazdan oňat ýylylygy geçirip bilýär. Nanowallary we nanoporşenleri döretmek mümkinçiligi bar. Birinji ýagdaýda nanotrubkalar biri- biriniň içinde sürtülmesiz aýlanýar, ikinjide bolsa, biri- biriniň içinde sürtülmesiz öňe – yza hereket edýär. Nanotrubkalary ftorlap ýarymgeçirijiden metala we tersine tä dielektrige çenli häsiýetlerini üýtgetmek bolýar. Fullereniň boş öýjüklerini aşgar

gyşarma derejesine örän berk çäklendirmeler goýulýar. Onuň ululygy halkara ylalaşygy tarapyndan kesgitlenilip, bary – ýogy onlarça gersdir. Ýörite çäreler görmek bilen kwars generatorlarynyň durnuklylygyny 10^{-8} ýetirmek bolýar. LC generatorlarda ol 10^{-5} töweregidir. Radioiberijileriň ýygylgyny çalt we giň diapozonda üýtgetmeli, şeýle – de ýygylgyň durnuklylygyny 10^{-7} – 10^{-8} , sazlanmanyň ýokary takyklygyny saklamaly bolanda, ýygylgy durnuklaşdyrmanyň diapozonda kwarsly usuly ulanylýar.

1. İşjeň elementleriň (lampa, tranzistor) parametrleriniň absolýut üýtgemesini azaltmak. Muňa durnuklaşdyrylan iýmitlendiriş çeşmelerini ulanmak we awtogeneratedlaryň ýüküni hemişelik saklamak degişlidir. Çeşmäniň naprýaženiýesiniň $\pm 20\%$ üýtgemesi awtogeneratedlaryň ýygylgynyň 10^{-4} dereje gyşarmasyna getirýär.

2. Yrgyldyly ulgamyň parametrlerine täsir edýän daşky şertleriň üýtgenesini azaltmak. Meseläni çözmek üçin generatorlary gorag torlaryna salýarlar, mehaniki täsiri azaltmakda amortizatorlary ulanmak, hatda ýeriň astyndaky jaýlarda ýerleşdirmek ulanylýar. Temperaturanyň täsirini azaltmak üçin olary termostatlara salýarlar. Kä şertlerde çygylgy sorujylary ulanýarlar.

3. Daşarky täsirleriň netijesinde yrgyldyly ulgamyň durnuklylygyny saklanak. Kondensatorlary kiçi temperatura koeffisiýenti bolan (inwar) garyndylardan taýynlamak, tegekleri kiçi temperature koeffisiýenti bolan sütünlere (KARKASLARA) saramaly; ähli dielektrikler çygylgyga duýgur bolmaly däl we daşky täsir aýrylansoň başky ýagdaýa gaýdyp gelmeli. Bu nukdaý nazardan organiki gelip çykyşy bolan dielektrikleri ulanmakdan gaça durmaly.

4. Parametrleriň üýtgemesini awtomatiki kompensirleýji ulgamlary ulanmak.

ýüzünde elektromagnit meýdany döremänsoň, öz – özünden ekranlanma bolýar.

Disk we silindrik çykyşly ýörite lampalaryň ulanylmagy yrgyldyly ulgam bilen işjeň elementniň umumylaşan gurluşyny döredýär. Şunlukda birikdiriji simler gerek bolmaz, a yrgyldyly ulgamyň metallik gurşawy bolsa, lampadan bölünip çykýan ýylylygy işjeň sowmaga kömek edýär.

AÝÝ gurluşlary gurnalanda birtopar kynçylyklar ýüze çykýar. Radioiberijiniň ýygylgynyň artmagy bilen tolkun uzynlygy diňe elementleriň gabarasy bilen şlçegdeş bolman, eýsem olaryň ölçegleriniň goýberilýän ululygyna (dopusk) hem ýakyndyr. Diňe elementleriň formasynyň ujypsyz gyşarmasy däl – de eýsem onuň üstüniň hili hem hasaplamalardan tapawutlansa, onda ýitgiler artar, çykyş kuwwaty kemeler ýa – da zyýanly yrgyldylar dörrär.

Baglanyşyk iberijileriniň telegraf, telefon we fototelegraf görnüşleri ulanylýar. Olar gozganmaýan we hereketdäki bolup bilerler (samolýotlaryňky, gämileriňki, kosmiki baglanyşygyňky we elde göterilýänler).

Radiogepleşikleriň iberijileri uzyn, aralyk, gysga we ultragysga tolkunlaryňkydyr.

Radiolokasion iberijiler radiotolkunlaryň kömegi bilen hereket edýän we etmeýän jisimleriň koordinatalaryny kesgitlemäge niýetlenendir. Iberiji zondirleýji radioimpulslary şöhlelendirýär. Olaryň kuwwaty 100 hatda 1000-lerçe kWt-dyr. Impulslaryň iberilmegi üçin giň zolak (10 Mgs) gerekdir. Ony bolsa diňe aşa ýokary ýygyllyklar diapozonynda alyp bolýar.

Radioreleý baglanyşygy köpkanally (1000-lerçe) ulgamdyr.

Awtogeneratorlaryň ýygylgyny durnuklaşdyrmak .

Ähli radioiberijiler öz görkezilen (nominal) işçi ýygylgynda işlemeli. Radioiberijileriň öz nominal ýygylgyndan islendik gyşarmasy radiostansiýalar üçin päsgelülilik dörederdi Radioiberijileriň ýygylgynyň

metallarynyň atomlary bilen doldursak onuň geçirijiligi dielektrik, soňra ýarymgeçiriji, a pes temperaturalarda bolsa, aşageçiriji häsiýete eýe bolýar.

Uglerod nanotrubkalarynda sowadyjy radiator döredildi, olary kompýuterleriň, durmuşy tehnikaanyň, mobill telefonlaryň sowadyş sistemaynda ulanmak göz önünde tutulýar.

Nanoswarkanyň täze tehnologiýasy işleri taýynlanyldy. Galyňlygy 50 nanometr bolan uglerod nanotrubkasy mis bilen doldurylyp, robotlaşdyrylan swarka menizminde goýulýar. Soňra kiçiwooltly tok goýberip, misi eredýärler. Bu mehanizmiň kömegi bilen iki sany uglerod nanotrubkasy birikdirilen (paýat edilen). Elektron mikroskopynyň kömegi bilen nanoswarka etmek usuly hem oýlany tapyldy.Ol bolsa nanoskalpeliň döredilmegine getirdi.

Alymlar iň inçe iňňäni dörettiler. Metallik sterjeniň uýynda wolfram atomlarynyň piramidasy gurnaldy we berklilik üçin azot atomlarynyň monogatlagy bilen ýapyldy. Olary electron mikroskoplarynda giňden ulanýarlar. Iňňäniň ujynyň galyňlygy bary – ýogy bir atom, a materially bolsa, 900⁰ C çenli durnuklydyr.

Mikroskoplaryň kömegi bilen alymlar atomlary isleglerine görä ýerleşdirip bilerler. Şeýle hadysa adamzat taryhynda bolan zat däl. Şol sebäpli skanirleýji zond mikroskoplaryna nanotehnologiýanyň gözleri we barmaklary diýilýär. Senagatda öndürilý äň gurluşlaryň berkliligi poladyňkydan 100 – lerçe esse ýokarydyr.

Himiki preparatlary ulanyp suwy diňe bir arassalamam eýsem onuň hilini hem ýokarlandyrýarlar.

Rus alymlary nanotehnologiýany ulanyp aşaberk ýüp dörettiler. 1 millimetrden inçe sapak 24 kilogramlyk ýüki göterip bilýär.

Alymlar aşa dykyz metally aldylar. Onuň otlyçöpüň gapyrjagy ýaly böleginiň agramy 500 kG – a deňdir. Häzir nanotehnologiýany futbolda hem ulanýarlar.

Pökgüniň içindeki howa atomlarynyň ýekejesi hem daşky gatlagyndan çykyp bilmez ýaly ýasalandyr. Onuň aerodinamikasy hem gowylanandyr.

Italiýanyň Turindäki politehniki institutynyň alymlary goşmaça alpinistiň gurallaryny ulanmazdan wertikal üslerde hereket etmäge mümkinçilik berýän ýörite ellikleri we aýakgaplary döretmegiň üstünde işleýärler. Onuň prinsipi tebigardaky gekon hažžyklaryndan alynan. Gekonlar wertikal we ýapgyt tekiz diwarlara penjelerindäki millionlarça tüýjagazlaryň kömegi bilen çykмага ukyplydyr. Her tüýjagazyň müňe golaý mikroskopik ýassyjaklary molekulýar derejede üst bilen birleşdirýär (Wan der Waalsyň güýçleri täsir edýär). Italiýan alymlary mikroskopik tüýjagazlar hökmünde uglerod nanotrubkalaryny ulanjaklar. Olar elliklere we aýakgaplara üstde adamyny saklamaga ýeterlik ilteşme döreder dyen tama bar.

Rossiýanyň alymlary adaty betondan ähli parametrleri boýunça öňe geçýän superbetony dörediler. Olar aşa ýeňil, örän berk we temperature üýtgemelerine durnuklydyr. Ol täze obýektleriň gurluşygyny 2 – 3 esse arzanladar. Täze nanobetonyň fiziki häsiýetleri gowylandyrylandyr. Nanobetonyň mehaniki berkligi adaty betonyňkydan 150% ýokary, sowuga çydamlylygy 50% ýokary, a jaýryklaryň döremek ähtimallygy üç esse pesdir. Şol betondan taýýarlanan konstruksiýa alty esse ýeňildir. Bu beton demirbetonly konstruksiýada ulanylanda ähli mikroöýjükler we mikrojaýryklar doldurylyp, onuň berkligi dikeldilýär. Eger armature poslan bolsa, ol korroziýaly gatlak bilen reaksiýa girip, ony çalyşýar we beton bilen ýelmeşmesini dikeldýär. Onuň bahasy hem arzandyr.

Nanotrubkalaryň esasynda döredilen matanyň berkligi poladyňky, geçirijiligi bolsa alýumininiňki ýalydyr.

Şonuň üçin izolýatorlar diňe bir kämilleşen bolman, eýsem gowy materiallardan ýasalan bolmalydyr. Yrgyldyly ulgamlara aýratyn üns berilýär. Olaryň hususy ýitgilerini minimuma getirmeli. Ol ýokary hilli elementleri, elektrik geçirijiligi gowy metallary ulanmak bilen ýetilýär. Yrgyldyly ulgamlary köplenç ekranlaýarlar. Ýokary ýygylklaryň energiýasynyň ýitgilerini ýok etmek üçin dürli ýşlaryň ölçeglerini iberijiniň işleýän tolkun uzynlygyndan kiçi saýlap alyarlar. Blokardaky elementleriň özara ýerleşişiniň ähmiýeti ulydyr. Ýokary ýygylkly uly tok akýan simleriň uzynlygyny gysgaltmaly. Yrgyldyly konturyň induktiwligi bilen sygymyny birikdirýän we yrgyldyly kontur bilen işjeň elementleriň elektrodларыny birikdiriji simleri gysgaltmaly. Elementleriň ýerleşiş ýygnama, gurnama, gözegçilige, çalyşmaga we bejermäge amatly bolmalydyr. Temperatura iş düzgüni hem wajypdyr. Elementleriň ýerleşiş ekranlama meselesi bilen hem berk baglanykdadyr. Elementleriň elektrik parametrlerine element bilen ekраныň aralygy ýeterlik täsir edýändir. Gysga aralyk blogyň gabarasyny we agramyny kiçeltmäge amatlydyr. Ýöne ýakyn ýerleşen ekran zyýanly sygymlary artdyrýar, tegekleriň induktiwligini azaldýar, yrgyldyly kontura goşmaça ýitgiler girizýär we elektrik böwsülmäniň ähtimallygyny artdyrýar.

Aşa ýokary ýygylklaryň (AÝÝ) iberijileriniň özboluşly aýratynlyklary bardyr olaryň impuls kuwwaty megawattlar bolsa – da, onuň orta kuwwaty kilowatlara deňdir. Olarda pes kuwwatly, kiçi gabaraly iýmitlendiriş çeşmeleri ulanylýar we ýeňilleşen iş düzgüni bolýar. Başga tarapdan uly impuls kuwwaty uly naprýazeniýeleri we toklary döreder. Bu bolsa, elementleriň elektrik berkligini ýokarlandyrmagy talap edýär.

Yrgyldyly ulgamlarda koaksial kabeliň we wolnowodlaryň ulanylmagy ýitgileri azaldýar, daş

bolmagy tranzistoryň p – n geçişini böwser. Ýüküň üýtgemegi netijesinde çykyş kaskadynyň iş düzgünini üýtgär. Eger ýük üýtgeşe, ylalaşyk pozular, serpiglen tolkun peýda bolup, kuwwat peseler. Netijede kollektorda bölünip çykýan kuwwat artar. Kollektor geçişiniň temperaturasy artyp, tranzistor böwsüler.

Amplitudasy modulirlenen yrgyldylar äkidiji yrgyldylardan we iki gapdal zolakdan ybaratdyr. Peýdaly maglumat gapdal zolaklarda saklanýar. Gapdal zolaklaryň ikisi hem şol bir maglumaty saklany üçin olaryň birini ulanmak bolar. Onda energiýada ep – esli utuş gazanarys. Mundan başga – da baglanşygyň ýygylýk zolagy iki esse gysylar. Birzolakly signalyň birtopar kynçylyklary iberiji we kabul ediji abzallaryň çylşyrymlaşmagy bilen baglydyr. Birzolakly signaly döretmeklik ýokary ýygylýkly yrgyldylary modulirlemekde has kyndyr. Olar kabul edilende äkidiji ýygylýgyň takyk bahasy, äkidiji ýygylýgyň yrgyldylaryny we ikinji gapdal zolagy dikeltmegiň shemasy barada maglumatlar gerekdir. Diňe şu ýörite shemalarda gaýtadan işlenilen ýokary ýygylýkly signal adaty kabul edijä berlip biliner. Indi olaryň konstruksiýasyna degişli käbir meselelere seredeliň. Radioiberijilerde izolirlenmedik mis we alýuminiý simler giňden ulanylýar. Izolýasiýa bolmansoň ýokary ýygylýklara garşylygy az, ýylylyk berijiligi gowy, öteräk gyzdymak bolýar. Dielektriklere umumy talaplardan (elektrik we mehaniki berklik, kiçi dielektrik ýitgileri we sygymy) başga ε –nyň temperatura baglylygy örän gowşak bolmalydyr. Sebäbi, ýitgiler ýygylýga bagly, ýokary ýygylýklaryň gyzdymagyndan dielektrigiň ýylylyk böwsülmesi bolmagy mümkin.

Gowy dielektrikleriň uzyn we aralyk ýygylýklardaky ýitgileri we gyzmasy uly däl Impuls düzgüninde – de izolýatorlar az gyzar. Has gatyrap gyžýanlary üznüksiz düzgünde işleýän gysga we ultragysga tolkumlaryň iberijileriniň izolýatorlarydyr.

Tebigatyň özi ýeriň, dersiň we suwyň kömegi bilen dürli gök önümleri, miweleri döredýär. Bu örän täsindir. Tebigatdaky jisimleriň köpüsi giňden ýaýran şol bir atomlardan ybaratdyr we diňe olaryň tertipleri, ýagny gurluşy üýtgeşikdir. Ine şu ýerden hem ajaýyp bir piker ýüze çykýar: arzanjak maddalardaky atom gurluşyny üýtgetmek ýoly bilen öz işleýän zatlarymyzyň barysyny döretmek. Kem – kemden ylmyň dürli pudaklarynda gazanylan düşüňjelerine esaslanyp adamzat taryhda entäk bolmadyk öwrülişige golaý geldi.

NanoSonic amerikan kompaniýasy tebigatda mümkindäl häsiýetleri bolan materially polimer listlerini dörediler. Olar rezin ýaly maýyşgak we metallary ýaly tok geçirijidir. Täze önüme *metallaşdyrylan rezin* diýip at berdiler. Metallik kauçukdan plastinany almak tas molekulýar derejede alynyp barylýar. Täze materially birnäçe gezek towlap bolýar, 200°C – ä çenli temperature çydaýar.

Amerikanyň Klemson uniwersitetiniň barlagçylary “ öz - özüni arassalaýar” örtük dörediler , olar adaty matalara garanyňda köp suwy we hapany yzyna itekleýärler. Fil Braunýň sözlerine görä örtük öz – özüni arassalaman, häzirki wagtda belli bolan matalara garanyňda hapany has oňat yzyna itekleýär. Onuň işleýiş prinsipi tebigatdan alynan. Lotosyň ýapraklarynyň “özbaşdak arassalanmak” häsiýeti bardyr, olaryň üstleri hapanyň we suwyň köp bölegini yzyna itekleýär. Lotosyň ýapragynyň üsti suw damjasy togarlananda hapany ýygnap gider ýaly gurnalandy. A tekiz üstde damja togarlanmak bilen hapany ýerinde galdyryp gidýändir. Barlagçylar bu mehanizmi gaýtaladylar, matanyň ýüzüni taýýarlanan gatlak ördüler. Soňra kümüşiň nanobölejikleri bilen ördüler. Soňra üstde ýene bir polimer gidrofob gatlak ösdürildi. Ol gatlak suw damjasyny iteklemek bilen matanyň ýüzünde togarlanyp, hapa çöplemäge mejbur edýär. Arassalananda we mehaniki täsirlerde gatlak

zaýalanmaýar. Eger – de matany güýçli hapalajak bolsaň, onda ol öl hapanyň esasy bölegini yzyna iteklär. A galanyň adaty suw bilen aýryp bolýar. Onuň peýdaly häsiýetleri bardyr: oňaysyz yslary siňdirmekden tä mikroorganizmleri öldürmäge çenli. Bu matany 2010 – njy ýylda bazara çykararlar.

Molekulýar şesternalaryň modeli barlagçylar tarapyndan hödürlenildi. Şesternanyň wallary bolup uglerod nanotrubkalary, dişleri bolup benzol molekulalary hyzmat edýärler. Olaryň aýlaw ýygylklary onlarça gigagers. Bu gurluşlar otag temperaturasynda wakuumda ýa –da inert gazlarynyň atmosferasynda “işläp bilerler”.

Fullerenler 1985 – nji ýylda açyldy we öz adyny arhitektör Bakminster Fulleriň hatyrasyna aldy. 1991 – nji ýylda uglerod nanotrubkalary açyldy. Ýakyn geljekde tekiz ekranly emission monitorlar peýda bolarlar, olaryň elektronlarynyň emitterleri nanotrubkalar bolar. Başga bir mysal, atom güýç mikroskopynyň ideal iňnesi bolup diametri birnäçe atom bolan nanotrubkadyr.

Nanotehnologiýanyň birnäçe gorkylary hem bardyr. Emeli ýol bilen adamlaryň ölmezligini gazanyp, adamzat dünýädäki sazlaşygy bozmazmyka? Eger adamlar ölmese, günleriň birinde planetamyzda boş ýer galmaz. Adamlar köp ýaşasalar jemgyýetiň ösüşiniň togtamagyna getirmegi mümkin. Wagtyň geçmegi bilen durmuşyň gyzylanmasy peseler, ýadawlyk artar, toplan bilimleriniň we gýançlarynyň agramy saldamly bolar. Tebigatdaky ähli hadysalaryň başy we aýagy bardyr. Diňe stasionar we siklikli hadysalar tükeniksizdir. Ýaşayşyň esasy atributy ösüş, onda islendik ýaşayş ölüm bilen gutarmaly.

3. Radiotehniki signallar.

Radiotehniki gurluşlarda dürli elektrik prosesleri bolup geçýär. Naprýaženiýäniň, toguň we zaryadyň wagta görä üýtgemesine elektrik yrgyldylary diýilýär. Informasiýany

suratda nominal naprýaženiýe. Gyzyşandan soňra awtomatiki (wagt relesi) ýokary naprýaženiýäniň zynjyry birikdirilýär. Gorag ulgamynda max toguň relesi, EM relesi we ýylylyk relesi bardyr. Iberiji gurluşda EM meýdanyndan gorag, rentgen şöhlelenmesinden ekranlanmak göz önünde tutulan bolmalydyr.

Tranzistorly radioiberijileriň aýratynlygy.

Radioelektron shemalarda elektron lampalary tranzistorlar bilen çalşyldy. Ýöne “ tranzistorlaşdyrmanyň” kynçylyklary bardyr. Olaryň esasysy ýokary ýygylkly uly kuwwaty almak. üçin lampaly shemalarda mesele kuwwatly generator lampalaryny ulanmak bilen çözülýär. Gynansagam aşa kuwwatly tranzistorlar ýokdur. Şonuň üçin tranzistorly radioiberijiler gurnalanda gerekli kuwwaty almak üçin bir kysymly tranzistorly kuwwat güýçlendirijileriniň köp sanlysyny ulanmaly bolýar. Ýükdäki kuwwaty ýokarlandyrmak üçin birnäçe güýçlendirijini birleşdirmeli bolýar. Parametrleriniň üýtgeşikligi, öz – özünden oýanmaga meýilli bolany sebäpli tranzistorlaryň köp mukdaryny birikdirip bolmaýar. Şu usul bilen ýükdäki kuwwaty ikeldip ýa – da üçeldip bolýar, a gerekli kuwwat bolsa, bir tranzistoryň berip bilýän kuwwatyndan birnäçe tertip ýokarydyr. Bu meseläni çözmekde kuwwatlary goşmanyň ýörite shemasy – jemleýjiler ulanylýar. Jemleýjiler aşakdaky talaplary ödemelidir. Birinjiden, jemleýji N sany güýçlendirijiniň işini ylalaşdyrmaly, çykyşdaky kuwwat $P_{um} = NP$ deň bolmaly. Ikinjiden, jemleýjiniň çykyşlary biri – birine bagly bolmaly däl. Onda islendik güýçlendirijiniň iş düzgüniniň üýtgemesi, galan güýçlendirijileriň işine täsir etmeli däl, ýagny olaryň her biri ýüke P kuwwaty bermeli.

Kuwwatly ýokary ýygylkly tranzistorlar predel iş düzgünine ýakyn şertlerde işleýärler. Şonuň üçin bu düzgüniň gysga wagtlaýyn we az mukdarda artmasy tranzistoryň hatardan çykmagyna getirer. Çeşmäniň zynjyryndaky impuls aşa naprýaženiýeleriň peýda

Diapozonyň giňligi onuň ýapylyşy bilen häsiýetlendirilär

$$K = \frac{f_{\max}}{f_{\min}} \quad (11.3)$$

Ol 1,1 – den 6÷7 aralygyndadyr. Iberijileri ýygylýk spektriniň haýsy böleginde ýerleşişine görä birnäçe topara bölýärler: aşa uzyn ($\lambda > 10000\text{m}$), uzyn ($\lambda = 1000-10000\text{m}$), aralyk ($\lambda = 100-1000\text{m}$), gysga ($\lambda = 10-100\text{m}$), metrler ($\lambda = 1-10\text{m}$), desimetrler ($\lambda = 10-100\text{ sm}$), santimetrler ($\lambda = 1-10\text{ sm}$), we millimetrler ($0,1-1\text{ sm}$) tolkunlarynyň iberijileri.

P.T.K az kuwwatly iberijileriňki pesdir- 10-20%, aralyk we uly kuwwatlylarda ol 25-50% ýetýändir.

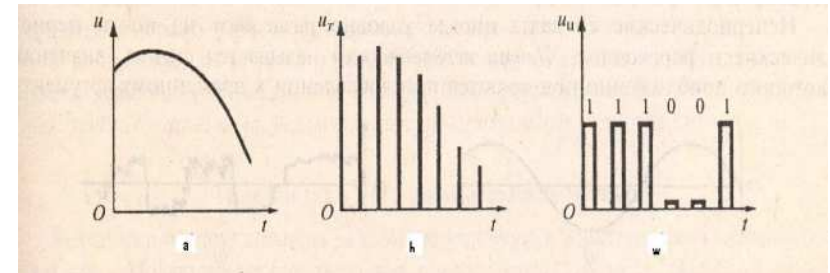
Iberijilerde modulýasiýanyň koeffisiýenti 100% ýetýändir, çyzykly däl ýoýulmalar 10-12% uly bolmaly däldir.

Iberijiniň blok-shemasynda 1- ýokary ýygylýkly durnukly yrgyldylaryň çeşmesi (generator), aralyk güýçlendirijiler ýa-da ýygylýkly köpeldijiler 2, kuwwat güýçlendirijisi 3, antenna-fider gurluşy 4 bardyr. Modulýasion gurluşda 5 mikrofon we güýçlendirijiler bar.

Radiogepleşikler we baglanyşyk radioiberijilerinde amplituda modulýasiýasy adaty çykyş kaskadynda, a kähallatlarda bolsa aralyk güýçlendirijilerde geçirilýär.

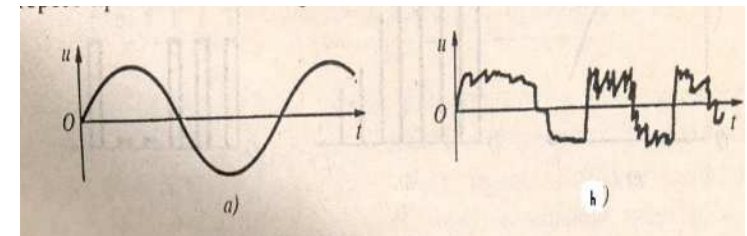
Iberijini iýmiltlendirmek dolandyryş, gözegçilik we gorag ulgamynyň (DKGS) üstünden amala aşyrylýar. DKGS hyzmat ediji adamlaryň goragyny, mehaniki we elektron blokirlýjileriň kömegi bilen ýokary ýygylýkly we ýokary woltly zynjyrlary çeşmeden aýyrmak üçin hyzmat edýär. Iýmiltlendiriji naprýaženiýeler gidro- we aerokontaktlaryň üsti bilen gerekli suw basyşy ýa-da ýeterlik howa akymy alynandan soňra berilýär. Soňra lampalaryň nakal zynjyry birikdirilýär. Generator lampalarynyň nakaly iki derejede birikdirilýär: ilki peseldilen naprýaženiýe, biraz gyzandan soň awtomatiki

ibermek üçin ulanylýan elektrik yrgyldylaryna bolsa, signal diýilýär. Matematiki nukdaý nazardan signallar **birölçegli** we **köpölçegli** bolýar. Köpölçegli ýa – da



wektor signallary birölçegli signallaryň köplüğinden durýandyr.

Ähli radiotekniki signallar **analog** (üznüksiz), **diskret** (bölünen, üznükli) we **sanly** signallara bölünýärler. “ Analog” (a) düşüňjesi signalyň islendik mgnowen bahasynyň analog boýunça degişli fiziki ululygyň wagta görä üýtgemesini gaýtalaýandygy bilen baglydyr. Diskret signalda (b) wagt okunda üznüksiz signala degişli nokatlaryň yzygiderligidir. Diskret signalyň başga birgömişi sanly (w) signaldyr. Sanly signalda diskret bahalar sanlar bilen çalşylýar (1 we 0). Radiotekniki signallary **determinirlenen** we **tötän** signallara bölýärler. Determinirlenen signalyň islendik wagt momentinde mgnowen bahasy anyk bellidir. Determinirlenen signallar **periodiki** we **periodiki dällere** (impuls) bölünýärler. Impuls signalynyň çäklendirilen wagt interwalynynda noldan tapawutly gutarnykly energiýasy bolýar. Periodiki signallar **garmoniki** (a), ýagny bir garmonikany



saklaýarlar ýa – da poligarmoniki bolmak bilen garmonikalar köplüginde özünde saklaýarlar. Garmoniki signallara sinus we kosinus funksiýalary bilen aňladylýan signallar degişlidir. Galan ähli signallar poligarmonikidir. **Tötän** (b) signalaryň mgnowen bahalary islendik wagt momentinde belli däl, bire deň ähtimallyk bilen önünden aýdyp bolmaýar.

Informasiýa iberilen wagtynda signallar ol ýa – da beýleki özgertmelere sezewar edilip bilner. Ol adatça atларыndan bellidir: modulirlenen (modulirleýji we modulirlenýän), demodulirlenen (detektirlenen), güýçlendirilen, eglenen, diskretleşdirilen, kwantlaşdyrylan we başgalar.

Haýsy sistema degişlidigine görä telefon, telegraf, radioeşitdiriş, telewizion, radiolokasion, dolandyryjy, ölçeýji we beýleki signallary tapawutlandyryrlar.

4. Elektrik zynjyrynyň elementleri we häsiýetnamalary. Iýmitlendiriş çeşmesi. Çeşme bilen ýüküň ylalaşygy.

Islendik elektrik zynjyrynyň işi aýry – aýry düzüjileriň üstündäki naprýaženiýe pese düşmeleri we şol böleklerdäki tok bilen häsiýetlendirilýär. Käbir elektrik zynjyrynda naprýaženiýe ýa-da tok öz ululygyny uzak wagtlaýyn üýtgetmeýär ýa-da kesgitli kanun boýunça üýtgedýär. Bu ýagdaýa elektrik zynjyrynyň **durnuklaşan** işi diýilýär.

Haýsydyr bir sebäbe görä elektrik zynjyrynyň öz durnuklaşan bahasyndan wagtlaýyn gyşarmasy bolup geçse, onda elektrik zynjyrynyň bu işine **geçiş prosessleri** diýilýär.

Geçiş prosessleri adatça naprýaženiýe birikdirilende ýa-da ýazdyrylanda bolup geçýär. $t \rightarrow \infty$ wagtdan geçiş prosessleri nazary taýdan gutarýar, ýöne ol çalt söneni sebäpli $t = t_1$ wagtdan geçiş prosessi sönýär we

tolkunlaryňkyda – klistronlar, magnetronlar, ylgaýan we ters tolkunly lampalary ulanylýar.

Iberijiniň kuwwady onuň täsiriniň uzaklygyny, radiobaglanşygyň ygtybarlygyny kesgitleýär. Iberijiniň kuwwady diýip, iberijiniň antenna ýa-da fider gurluşyna berýän kuwwadyna aýdylýar

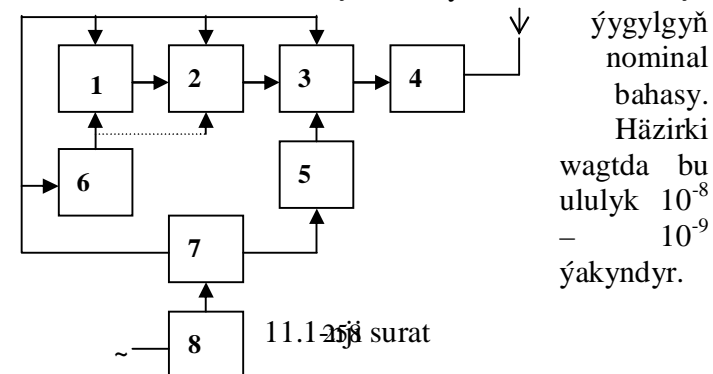
$$P_A = P_{\eta_{yk}} \quad (11.1)$$

P - çykyşdaky güýçlendirijiniň yrgyldyly ulgamyndaky kuwwat, η_{yk} - çykyşdaky güýçlendirijiniň yrgyldyly ulgamynyň p.t.k-sy. Häzirki zaman iberijileriniň kuwwatlary dürli-dürlidir: pes kuwwatlylar (bir we onlarça Wt), aralyk kuwwatlylar (10 kWt çenli), kuwwatlylar (100 kWt çenli) we aşakuwwatlylar (100 kWt ýokarylar).

Ýygylgyň stabilligi (hemişeligi) radiobaglanşygyň durnuklylygyny kesgitleýär. Ýygylgyň ýeterlik durnukly dälligi iberijiniň ýygylgyk zolagynyň “üýtgemesine” getirer we goňşy radiostansiýalara päsgelçilikleri köpelder, baglanşygyň ygtybarlygyny peselder. Ýygylgyň **stabil dälligi** esasy görkezijileriň biridir. Ýygylgyň stabil dälligi ýygylgyň nominal bahadan jemi gyşarmasydyr

$$q = \pm \frac{\Delta f}{f} \quad (11.2)$$

q - otnositel stabil dällik, Δf - absolýut stabil dällik, f -



Has ýokary ýygyllykly kwarsly radioiberijileri taýynlamagyň tehnologik kynçylyklary bardyr.

Radioiberijiniň kaskadlarynda ýygyllyk köpeldijileri ulanyp aşa ýokary ýygyllykly (AÝÝ) yrgyldylary 1 – 100 Ggs almak bolýar. Onuň stabilligi generatoryň kwarsyna bagly. Pes ýygyllyklar diapozonynda radioiberijilerde adatça tranzistorly ýygyllygy köpeldijiler ulanylýar, ýöne äkidiji ýygyllyklaryň artmagy we AÝÝ – a geçilmegi bilen tranzistorly ýygyllygy köpeldijileriň we kuwwat güýçlendirijileriniň parametrleri ýaramazlaşýar. Şol sebäpden radioiberijileriň çykyş kaskadlarynda waraktorly ýygyllygy köpeldijileri ulanmak amatlydyr. Ýygyllyk köpeldijileriň esasy görkezijileri köpeldiş koeffisiýenti, çykyşdaky yrgyldyly kuwwat, garmonikalar koeffisiýenti we p.t.k.

Çykyş kuwwatynyň gerekli derejesi çykyş kaskadlarynyň birnäçe identik bölekleriniň kuwwatlaryny goşmak usuly bilen alynýar. Onuň has ýönekeý usuly parallel goşmakdyr: haçanda tranzistorly kuwwat güýçlendirijileri ýüke biri – birine görä parallel birikdirilende. Ýöne bu halda çykyş kaskadlarynyň durnuklylygy çüört – kesik ýaramazlaşýar, a çykyş kuwwaty bolsa, jemi kuwwatdan ep – esli azdyr. Çykyş kuwwatyny artdyrmak, tranzistorly güýçlendirijileriň özara baglanşygyny aýyrmak üçin kuwwatlary goşmanyň köprüli shemasyndan peýdalanylýar. Bu jemleýji shemalarda her güýçlendiriji abzal özbaşdak öz optimal ýükünde işleýär, a kaskadlaryň iş düzgünleri bolsa, biri – birine bagly bolmaýar. Şunlukda radioiberijiniň işiniň ygtybarlygy artýar, sebäbi birnäçe güýçlendiriji kaskadlaryň biriniň hatardan çykmagy diňe iberiji antennadaky kuwwatyň peselmegine getirýär.

Uzyn, aralyk, gysga we metrik tolkunlaryň iberijilerinde elektrowakuum, ýarymgeçiriji abzallar ulanylýar. DM tolkunlarda ýörüte gurluşly lampalardan başga-da klistronlar we magnetronlar, a SM

durnuklaşan ýagdaý emele gelýär. Geçiş prosessiniň bolup geçmegine elektrik meýdanynyň energiýasynyň toplanmagy ýa-da gaýtarylyp berilmegi sebäp bolýandyr. Diňe omiki garşylykdan ybarat zynjyrdaky geçiş prosessleri bolup bilmez, sebäbi olarda elektrik energiýasynyň ýylylyk energiýasyna ovrülşiksiz geçmegi bolýar. Eger zynjyrdaky reaktiw elementler bar bolsa, onda geçiş prosessleriniň bolmagy mümkin. Ýöne adatça rezistor, sygym, induktiwlik aýry – aýrylykda gabat gelmeýär. Meselem, birnäçe sarymdan ybarat tegegiň aktiw garşylygy, induktiwligi we paýlanan sygymy bardyr. Eger ýygyllyk pes bolsa, onda sygymy hasaba almasa bolar. Eger tegegiň kiçi induktiwligi we uly garşylygy bolsa, onda ony pes ýygyllykda rezistor hökmünde ulanyp bolar. Tegegiň kiçi garşylygy we uly induktiwligi bolsa, onda tegek induktiwlikdir. Şeýlelikde, islendik radioteknik zynjyrdaky ol ýa-da beýleki ölçeglerde geçiş prosessleri bolup biler.

Garmoniki yrgyldynyň deňlemesi aşakdaky ýalydyr

$$i = I_m \sin \omega t \quad (2.1)$$

Sinusoidal toguň orta bahasy ýarym period üçin hasaplanýlar

$$I_{ort} = \frac{Q}{T/2} = \frac{2}{T} Q = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} i dt = \frac{2I_m}{T} \cos \omega t, \omega T = 2\pi$$

$$\cos(\omega T / 2) = \cos(2\pi / 2) = 1, \cos 0 = 1$$

onda

$$I_{ort} = \frac{2I_m}{\pi} \approx 0.637 I_m . \quad \text{Bir ýarym}$$

period göneidilende orta baha

$$I_{\text{orgn}} = \frac{1}{T} \int_0^T i dt = \frac{I_m}{\pi},$$
 iki ýarym period
 göneldilende ol iki esse köp bolar

$$I_{\text{orgn}} = \frac{2 I_m}{\pi} \approx 0.637 I_m.$$
 Toguň täsir
 edýän bahasy

$$I_{\text{tas}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I_m^2 \sin^2 \omega t dt} = I_m \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \sin^2 \omega t dt} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \approx 0.707 I_m$$

Zynjyrdaky aktiw garşylyk üçin Omuň kanuny aşakdaky ýaly ýazylýar

$$u = I_m R \sin \omega t \quad (2.2)$$

Ya-da $I_m R = U_m$ bolany üçin

$$u = U_m \sin \omega t \quad (2.3)$$

Ýagny, aktiw garşylyk üçin naprýaženiýe bilen toguň arasyndaky fazalar tapawudy nula deňdir.

Radiodüzüjileriň iň köp ýaýrany *rezistorlardyr* (50%). İşleýşi akyp geçýän toga garşylyk görkezmeğidir. Olar umumy maksatlar üçin, prezezion, ýokary ýygyllykly, ýokary omly we ýokary woltly, ýörite maksatlar üçin bolup bilerler. Tok geçiriji elementine görä simli we simsiz, garşylygynyň üýtgeýşine görä hemişelik, üýtgeýän we sazlanýanlara bölünýärler. Hemişelik garşylyklarda ulanma wagty olaryň garşylygyny üýtgetmek göz önünde tutulan däl. Üýtgeýän we ýarymüýtgeýän garşylyklarda ýörite gurluşlaryň kömegi bilen garşylygy üýtgetmek bolýar. Integral mikroshemalaryň rezistorlary ýörite äpişgelerden dielektrik esasa rezistiw gatlak sepilýär. Gurluşlary boýunça silindrik, aýajyksyz we aýajykly (radial we aksial) bolýarlar. Sazlanýan garşylyklaryň

Islendik baglanşyk kanalynyň ilkinji halkasy radioiberiji gurluşdyr. Şol sebäpli radioiberijiniň peýdaly signala goşýan ýoýulmalaryny hasaba almaly we mümkin boldygyça minimuma getirmeli. Ýoýulmalar modulýasiýada, güýçlendirilende we radioiberijiniň, baglanşyk kanalynyň zynjyrlaryndan geçilende ýüze çykýar. Bularyň ählisi kabul edilýän tarapda maglumatlaryň ýoýulmasyna ýa-da bir bölegiň ýitmegine getirýär.

Radioiberijidäki çyzykly däl we parametrik zynjyrlar iberilýän radiosignalda *çyzykly däl* ýoýulmalaryň peýda bolmagyna getirýär. Netijede radiosignalyň ýokary garmonikalary beýleki radiotehniki ulgamlaryň işleýän ýygyllyk diapozonyna düşmek bilen päsgeçilik döredýär. Bulardan başga – da radioiberijide çyzykly (ýygyllyk) ýoýulmalar hem ýüze çykýar. Olar radiosignallaryň ideal amplituda ýygyllyk häsiýetnamasy bolmadyk we kütäk çyzykly faza-ýygyllyk häsiýetnamasy bolan zynjyrlar bilen baglanşyklydyr. Çyzykly ýoýulmalar diňe öz kanalyndaky gepleşikleriň hiline täsir edýär.

Häzirki zaman radioiberijileriniň kaskadlarynyň esasy bölegi diňe san we analog mikroshemalarynda ýerine ýetirilýär. Elektron (kuwwatly güýçlendiriji lampalar) we diskret ýarymgeçirijili abzallar (esasan meýdan tranzistorlary) diňe kuwwatly we aşu kuwwatly radioiberijileriň güýçlendirijileriniň çykyş kaskadlarynda ulanylýar.

Eger radioiberiji fiksirlenen bir ýygyllykda işleýän bolsa, onuň ýeke ýokary stabilligi bolan kwars generatory we birnäçe güýçlendiriji kaskady bolýar. Radioiberijiniň işçi ýygyllyklary 10 –dan köp bolmasa, birnäçe kwars generatory ýa-da kwars rezonatorlary çalşylýan bir awtogenerator ulanylýar. Häzirki wagtda oýandyryjynyň generatory häkmünde sanly ýygyllyk sintezatorlary ulanylýar. Ýokary stabilligi bolan ýygyllyk sintezatorlarynyň ýygyllyk diapozony 100 – 200 Mgs – dir.

Radioiberiji gurluşlar *niýetlenilişine görä*: gepeşikleri beriji (radio- we telewizion gepeşikler), baglaşdyryjy, radiolokasion, nawigasin, telemetrik we başgalar bolup bilerler.

Işçi tolkunlarynyň diapozony boýunça: kilometrler, gektometrler, metrler we desimetrler tolkunlarynyňky bardyr. Birinji üç tolkunlarda amplituda modulýasiýasy (işçi tolkunlarynyň torunyň ädimi 10 kgs), a soňky ikisinde giň zolakly ýygylýk modulýasiýasy (işçi ýygylýklarynyň torunyň ädimi 250 kgs) ulanylýar. Telewizion gepeşigi m, dm, sm tolkunlaryny peýdalanylýan ses kanalynda ýygylýk modulýasiýasyny, a şekil kanalynda bir gapdal zolakly amplituda modulýasiýasyny ulanylýar. Radioiberiji gurluşlar biri – birine päsgel bermez ýaly olaryň her birine kesgitli ýygylýk bölünip berilýär.

Niýetlenilişine laýyklykda radioiberijide iberilýän maglumat goýberiş zolagynyň giňligini we modulýasiýanyň görnüşini üýtgedýär. Iň kiçi goýberiş zolagynyň giňligi telegraf signallary iberilende gerekdir. Ol ýüzlerçe gersden geçmeýär. Telefon baglanşygynyň diapozony 6 Kgs – e çenlidir (adaty ýagdaýda 3,3 Kgs ýygylýk bilen çäklenen). Ýokary hilli radiogepeşikler üçin 20 – 30 Kgs diapozon gerek. TW gepeşiklerini goýberiş zolagynyň giňligi Mgs – ler bilen ölçenilýär.

Gulluk edýän möhleti, gabarasy we massasy şohlelendirýän kuwwaty bilen kesgitlenilýär. Stabilligi we durnuklylygy daşky sredanyň täsirinde (temperatura, basyş, çyglylyk, mehaniki täsirler we ş.m.) şeýle-de çeşmäniň parametrleriniň üýtgemesinde öz elektrik häsiýetnamalaryny saklap bilmek ukyby bilen kesgitlenilýär.

Modulýasiýanyň görnüşleri: amplituda, amplituda balans, ýygylýk, faza, impuls, impuls-kod we başgalar.

Ulanylýan şertlerine görä: stasionar, bortdakylar (kosmiki, gämilerdäki, samolyotlardaky, awtomobillerdäki) we göterilýänler (portatiwler).

göniburçlyk formasynda bolup, süýşýän kontakt göniçyzykly ýa-da töwerek boýunça “mikrometrik wint - gaýka “ ýaly hereketdedir. Esasy parametrleri:

Nominal garşylygy $R = \rho l/S$. Onuň ululygy 10 Om- dan 1 TOm aralygyndadyr. Goýberilýän gyşarmalary $\pm 5, \pm 10, \pm 20\%$. Häzirki zaman radioabzallarynda ýokarlandyrylan takyklygy bolan rezistorlar gereklenilýär. Şonuň üçin senagatda goýberilýän garşylyklaryň takyklyklary $\pm 2; \pm 1; \pm 0.5; \pm 0.2; \pm 0.1; \pm 0.05; \pm 0.02$ we $\pm 0.01\%$ deňdir.

Nominal kuwwat $P = I^2 R$ rezistoryň uzak wagtlap serpikdirip biljek kuwwaty. Senagatyň goýberýän rezistorlarynyň nominal kuwwaty 0.01 – den 500 Wt aralygyndadyr. Adatça rezistorlaryň ygtybarlygyny ýokarlandyrmak maksady bilen öz nominal kuwwatyndan 3 – 10 esse az kuwwatlarda ulanylýarlar. Käbir rezistorlary nominal kuwwatyndan 10 – 20% uly kuwwatlarda hem işletmek mümkin. Ýöne onuň gulluk etjek wagty onlarça esse azalar.

Predel işçi napryženiýesi – rezistoryň uçlaryna goýulan maksimal napryženiýedir.

Garşylygyň temperatura koeffisiýenti $TK_R = \Delta R/R_0 \Delta t$. Ol daşky gurşawyň temperaturasy 1 $^{\circ}C$ – ä üýtgände rezistoryň garşylygynyň näçe üýtgeýändigini görkezýär.

Üýtgeýän garşylyklarda soňky harp A – çyzykly, B – logarifmik, B – ters logarifmik üýtgeýişini görkezýär.

Umumy maksatlara niýetlenen garşylyklar. Olaryň ortalyk takyklygy bardyr 5 – 20%, nominal garşylygy 1 Om – dan 1 GOm aralygynda, nominal kuwwaty 0,125 – 2 Wt.

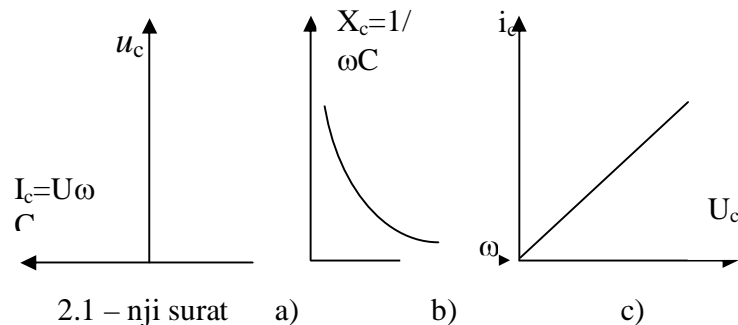
Presezion garşylyklar aşa takyk (0,005—0,5%) we stabil (10^{-4} 1/ $^{\circ}C$) bolup, nominal garşylygy 10 Omdan 1 Mom çenlidir. Olary takyk ölçeyji we ýörite abzallarda ulanylýarlar (garşylyklar magazini, datçikler, ýokary takyklygy bolan şuntlar, nagruzkalar).

Ýokary ýygylgyň garşylyklarynda joýajyk ýokdur, ol parazit sygymdan goraýar. Olar öz funksiýalaryny 10 MGs – den uly ýygylklarda hem ýerine ýetirýärler. Nominal kuwwaty 0.1 – 200 Wt aralygynda, gyşarmalary 5-15%. Simsiz çykyşlary parazit induktiwlige azaldýar. Emal gatlagyň aýrylmany dielektrigiň şuntirlemesini azaldýar, Yylylyk serpilmesini gowylaýar.

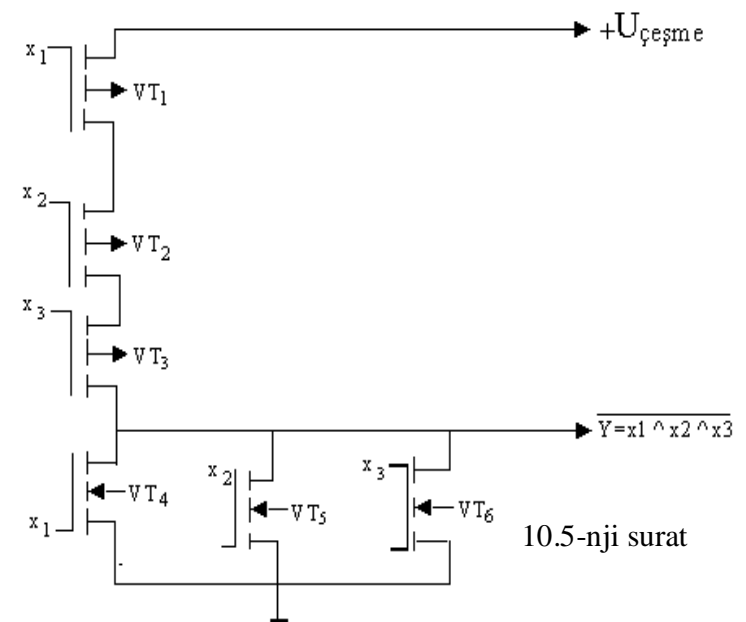
Yokary omlylaryň garşylygy 1000 GOM deňdir. Bularyň nominal kuwwaty örän kiçidir – onlarça milliawat. Yokary woltlylar naprýaženiýe bolujisi we siňdirijiler hökmünde ulanylýar. Takyklyklary 10 – 25% deňdir. Işçi naprzeniýesi onlarça kilowolt.

Ýorite maksatlar üçin garşylyklarda garşylyk goýulan naprýaženiýä bagly (waristorlar), ýagtylandyryşa bagly (fotorezistorlar), temperatura bagly (termorezistorlar), kuwwata görä (termistorlar) üýtgeýändir. Integral shemalarynda sitall esasa metall ýa-da beýleki material sepilýär.

Kondensatorlar. Elektrik energiýasyny toplaýjylardyr. Onuň obkladkalaryndaky naprýaženiýe



$U_c = q/C$ ýa-da $\Delta q = C \Delta U_c \cdot \Delta t$
bölüp alarys $\Delta q / \Delta t = C \Delta U_c / \Delta t$ Eger
naprýaženiýe garmoniki kanun boýunça üýtgeýän bolsa
 $U_c = U_m \sin \omega t$, onda



TTJL - logika arzanlygy, çaltlygy, gohlara durnuklylygy bilen giň ýaýrandyr. MĐP - logika meýdan tranzistorlary ulanany sebäpli giriş garşylygy uly bolup, logiki signalyň çeşmesinden az kuwwat harçlaýar. Logiki elementleriniň meýdany ujypsyz bolany sebäpli integrasiýa koeffisiýenti ýokarydyr. MĐP - logikanyň bahasy arzan, tizligi TTJL - logikanyňkydan pesdir. Meýdan tranzistorlarynyň ulanylmagy çeşmedeň harçlanylýan kuwwaty peseltdi, bu bolsa hereketdäki abzallar üçin zerurdyr.

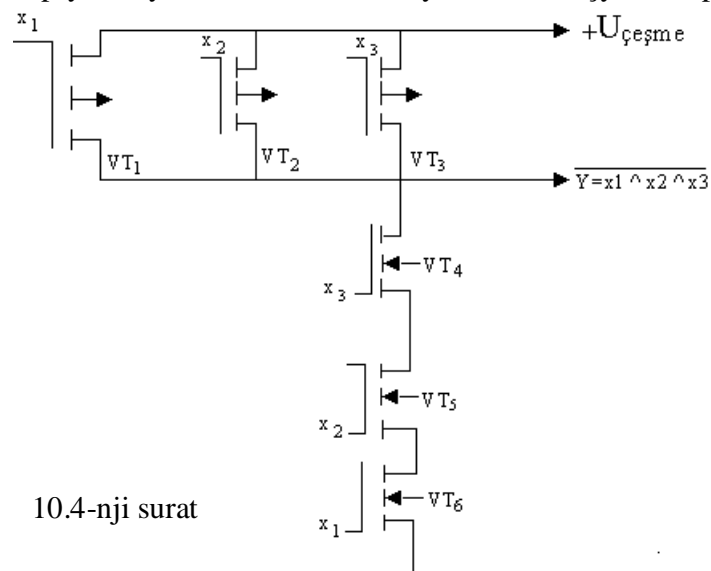
34. Radioiberiji. Radioiberijiniň blok – shemasy.

Antenna gurluşlary.

Radioiberiji gurluş peýdaly maglumatly äkidiji elektromagnit şöhlelenmesini döretmeklige niýetlenendir.

Radioiberiji radiobaglanşygyň, radionawigasiýanyň we radiolokasiýanyň wajyp bölegidir.

Ýazdyryjynyň girişine ýokary derejeli naprýaženiýe berilende n- kanally tranzistor açylar we p-



10.4-nji surat

kanally tranzistor ýapylar. 10.4-nji suratdaky “И – HE” we 10.5-nji suratda “ИЛИ – HE” elementleriň esasy shemasy görkezilen. Haçanda X1-X3 ähli girişlere ýokary derejeli naprýaženiýe (logiki 1) birkada berilen bolsa, onda И – HE elementiň çykyşynda pes derejedäki naprýaženiýe (logiki 0) bolar. Eger girişleriň haýsyda bolsa birinde (meselem X1) pes derejeli naprýaženiýe bolsa, onda n – kanally VT6 tranzistor ýapylar we p – kanally VT1 tranzistor açylar, elementiň çykyşy kanalyň üsti bileniýmitlendiriş çeşmesine biriger. Şeýlelikde çykyşda logiki 1 – e degişli ýokary derejedäki naprýaženiýe alynar. КМДР gurluşlarda elementi almak üçin parallel we yzygider birikdirilen tranzistorlaryň orunlaryny çalyşmaly.

$$I_c = C \Delta U_c / \Delta t = - \omega C U_m \cos \omega t = \omega C U_m \sin(\omega t + 90^\circ) \quad (2.4)$$

Fazasy boýunça tok (a) naprýaženiýeden 90° öňe düşýär. Onuň amplitudasy $I_m = \omega C U_m$

Kondensatordaky toplanýan energiýa $W_c = C U_m^2 / 2$ Naprýaženiýäniň toguň amplitudasyna bolan gatnaşygy $X_c = U_m / I_m = 1 / \omega C \{ \Omega m \}$ sygym garşylygyna deňdir. X_c sygyma we ýygylga (b) ters proporsionaldyr. Eger $f=0$ bolsa, $X_c = \infty$, diýmek sygymdan hemişelik tok akmaýar. Sygymynyň üýtgeýşine görä hemişelik, üýtgeýän, ýarymüýtgeýän kondensatorlar bardyr. Konstruksiýasy boýunça paket (slýudaly, aýna keramiki, aýna emally we käbir keramiki kondensatorlar), turba (keramiki kondensatorlara mahsus), disk (hemişelik we ýarym üýtgeýän keramiki kondensatorlar), rulon (kagyzly, plenkalý we gury elektrolitik kondensatorlar), guýma (keramiki kondensatorlar) we köpplastinkaly (howa dielektrikli üýtgeýän sygymly kondensatorlar) görnüşli bolup biler.

Esasy parametrleri: Tekiz kondensatoruň sygymy

$$C = 0,0884 \varepsilon S / d,$$

bu ýerde ε – otnositel dielektrik syzyjyluk; S – obkladkanyň meýdany, Sm^2 ; d – dielektrigiň galyňlygy, Sm . Köpplastinaly kondensatorlaryň sygymy

$$C = 0,0884 \varepsilon S(n-1) / d ,$$

bu ýerde n – plastinalaryň sany. Formulalardan görnüşi ýaly sygym materialyň dielektrik syzyjylugyna we obkladkalaryň meýdanyna göni proporsional we olaryň arasyndaky dielektrik ysa ters proporsionaldyr. Kondensatoryň sygymynyň onuň göwrümine bolan gatnaşygy udel sygymdyr

$$C_{ud} = C / V.$$

Udel sygym kondensatorlaryň hilini deňeşdirmekde wajyp häsiýetnamadyr. Kiçi gabaraly we miniatýur

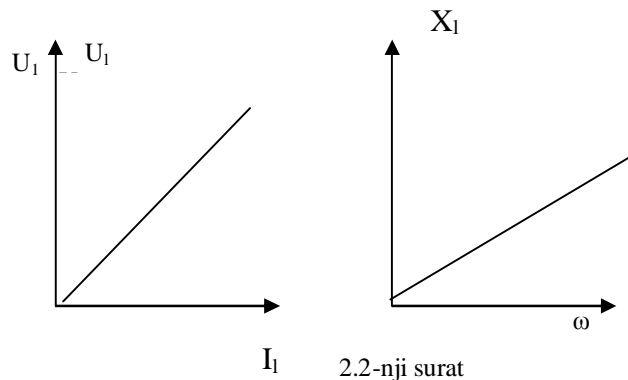
kondensatorlaryň udel sygymy uly bolup, işçi naprýaženiýesi kiçidir. Nominal sygym elektrolitik kondensatlarda 0,1 - 10000 MKf, kagyzyly we plenkaly kondensatorlarda – 0,1 – 1000 MKf. İşçi naprýaženiýesi – uzak wagt işläp bilýän in uly naprýaženiýesi, izolýasiýanyň garşylygy slýudaly we plenkaly kondensatorlarda $10^4 - 10^5$ Mom, kagyzyly kondensatorlarda $10^2 - 10^3$ Mom. Elektrolitik kondensatorlaryň kiçi göwrümde uly sygymy bardyr. Olar polýar we polýar däl bolýar. Ýörite kondesatorlara warikaplar we warikondlar degişlidir. IS sygymy p-n geçiş döredýär. Sepilen iki sany obkladka(Al) we dielektrik sygym emele getirer. Sygymyň temperatura koeffisiýenti

$$TKE = \Delta C / C_0 \Delta t$$

C_0 – normal temperaturadaky sygym, Pf; ΔC – temperaturanyň Δt ululyga üýtgänindäki sygymyň üýtgemesi.

Induktiwlik. Induktiwlikden üýtgeýän tok geçen mahaly $i_1 = I_m \sin \omega t$ onda induksiýanyň e.h.g. doreýär.

$$e_1 = -L \frac{\Delta I_m}{\Delta t} \quad (2.5)$$



2.2-nji surat

Bu ýerde L – induktiwlík. Eger tok garmoniki kanun boýunça üýtgeýän bolsa, onda

ýagdaýlarda 0-a deň bolan otrisatel naprýaženiýe peýda bolar. Eger $U_{gir} > (127/128) E_{et}$ bolsa, operasion güýçlendirijileriň çykyşlarynda logiki 1 peýda bolar. Şifratoryň çykyşynda ýedi sany birlik alynar. Eger $U_{gir} < (127/128) E_{et}$, ýöne $< (126/128) E_{et}$ uly bolsa, onda ýokarky komparator 0 galanlary bolsa 1 bolar.

Tranzistor – tranzistor logikasy (TTL).

Tranzistor-tranzistor logikasy 10.2-nji suratda görkezilen. TTL-in “И-НЕ” logiki elementiň shemasy suratda görkezilen. Girişe köp emitterli VI tranzistor birikdirilen. Onuň ähli emitterlerine ýokary derejeli naprýaženiýe bersek, onda tranzistoryň emitter geçişi ýapylar. Şunlukda R_1 garşylykdan we VT1 tranzistoryň kollektor geçişinden akýan tok VT2 tranzistory açar. R_3 -däki naprýaženiýe pese düşmesi VT5 tranzistory açmaga ýeterlik bolar. VT2 kollektoryndaky naprýaženiýe VT3 tranzistory ýapar, degişlilikde VT4 tranzistor hem ýapykdyr. Netijede elementiň çykyşynda logiki 0-a degişli pes derejedäki naprýaženiýe peýda bolar. Eger girişleriň haýsyda bolsa birine pes derejeli naprýaženiýe berilse, onda VT1 tranzistoryň emitter geçişi açylar, a VT2 we VT5 tranzistorlar bolsa ýapylarlal. VT3 tranzistor R_2 garşylykdan akyp geçýän toguň hasabyna açylarda doýgun hala geçer. Şeýlelikde VT4 tranzistor açylar we logiki 1 – e degişli ýokary derejeli naprýaženiýe peýda bolar. Şu seredilen shema “И-НЕ” funksiýany ýerine ýetirýändir.

Emitter baglanşykly logika.

Emitter baglanşykly logika ýa-da komplementar MDP (metall-dielektrik- poluprowodnik) tranzistorly gurluşlary ulanýandyr (KMDP). Olaryň kanallary p- we n- görnüşlidir. KMDP-niň gurluşy ideal naprýaženiýe ýazdyryjysydyr. bu ýazdyryjy- we p- görnüşli kanallary bolan iki sany n MDP tranzistory saklaýandyr.

we A açarlaryň ýere birikmesi degişlilikde 4 we 8 esse liçi naprýaženiýe döreder.

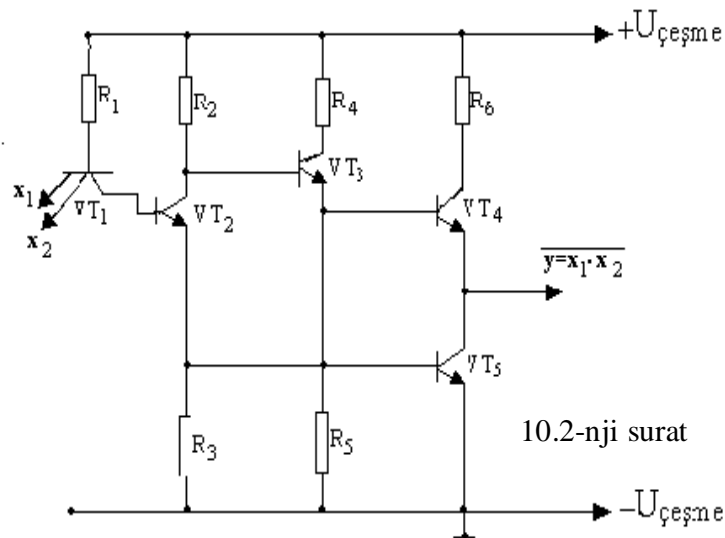
ASÖ (b) analog signalyny n-ražýadly ikilik sana özgerdýär. 2^n rezistoryň kömegi bilen etalon naprýaženiýe 2^n gradasiýa bölünýär we 2^n-1 operasion güýçlendirijiniň inwertirleýji girişine berilýär. Ähli inwertirlemeýji girişler birikdirilip özgerdilyän naprýaženiýe berilýär. Etalon naprýaženiýe maksimal mümkin bolan analog naprýaženiýesine deň saýlanyp alynýar. Eger

$$N=7, 2^7=128, U=(127/128)E_{et} \quad (14.1)$$

Ýokarky güýçlendirijiniň inwertirleýji girişindäki naprýaženiýe

$$U = [(2^n-1)/2^n] E_{et} \quad (14.2)$$

Eger analog naprýaženiýesi operasion güýçlendirijiniň inwertirlemeýji girişindäki naprýaženiýeden uly bolsa,



onda çykyşda 1-e degişli položitel naprýaženiýe, beýleki

$$e_i = -L \omega I_m \sin(\omega t + 90^\circ), U = -e_i \quad (2.6)$$

Naprýaženiýe tokdan 90° öňe düşýär (a). $U_m = I_m \omega L$ bolany üçin $X_L = \omega L$ induktiw garşylykdur. Onuň ölçeğ birligi bolsa omlardyr. Induktiv garşylyk ýygylga göni proporsionaldyr (b). Solenoidiň induktiwligi

$$L = \pi^2 D^2 N^2 / t \cdot 10^{-3}$$

Elektrik energiýasyny toplaýjylar. Olar karkasly, sedeçnikli, ekranlanan, birgatlakly we köpgatlakly bolup bilerler. Esasy parametrleri: nominal induktiwligi (Ölçeğ birligi **genri**.- Gn) – ultragysga tolkunlarda ýüzden bir, gysga tolkunlarda birlikler, aralyk tolkunlarda yüzlerçe Mkn; uzyn tolkunlarda bimäçe Mgn; drosseliňki onlarça Mgn; eger serdeçnik bar bolsa onda induktiwlik μ esse artar.

Hili $Q = \omega L / R$, adaça 30-300 töweregidir. Sarymlaryň arasyndaky dielektrigiň we howanyň üstünden hususy sygym $C_1 = C_{lh} + C_{ld}$, ol 0,5 – den 30 Pf çenli bolup biler.

Induktivligi saramak “uniwersal” ýa-da “çem gelşine” bolýar. Karkaslar polietilen, polistirol, keramikadan bolýar. Baglaşdyryjy tegekler aýratyn kaskadlary özara induktiv baglaşdyrýar. Wariometrler ulanylan mahaly induktivligini üýtgedýär. Integral shemalaryň induktivlikleri ferrit serdeçnikli toroidal tegeleklerdir ýa-da kwadrat spiral görnüşinde bolýar. Olaryň hili 30 köp dälidir.

Içki garşylygy nula deň bolmadyk e.h.g. çesmesi üçin optimal ýükde $R_c = R_{nag}$ bölünip çykýan kywwat maksimaldyr. Bu halda çesme bilen ýük ylalaşan diýilýär. Ýükiň iki esse artmagy ýa-da kemelmegi ýükdäki kuwwadyň 11% kemelmegine getirer.

Kä ýagdaýlarda ylalaşyk düýbünden gerek dälidir. Meselem, elektrik setinde lampalar parallel birikdirilýär we generatoryň garşylygyndan bimäçe esse ulydyr. Ýaramaz setlerde şu ylalaşmazlyk gazanylmadyk ýerinde

her bir lampanyň birikdirilmegi ýa-da ýazdyrylmagy galan lampalaryň körek ýa-da ýagty ýanmagyna, a her bir birikdirilme we ýazdyrylma bolsa lampalaryň gyrpydamagyna getirer.

Elektron güýçlendirijisinde ylalaşdyryjy transformatory ulanmak gerekdir, ýöne ol $R_c = R_{nag}$ üçin däl-de, nagruzka garşylygyny özgerdip çykyşda maksimal kuwwat almaga niýetlenendir.

Kä halatlarda ylalaşyk hökmandyr. Meselem, priýomnigiň, telewizoryň giriş garşylygy bilen antenna gurluşynyň tolkun garşylyklary. Iki simli uzyn sistemalarda özara we nagruzkalar bilen ylalaşyk gazanylýar.

5. Differensirleýji we integrirleýji zynjyrlar.

Garşylygyň we kondensatoryň ýa-da garşylygyň we induktiw tegegiň kömegi bilen giriş signalyny differensirläp bolýar. Garşylyk we sygym standart ulylyklar bolany sebäpli köplenç RC zynjyrlar ulanylýar. Şeýle zynjyra aşadaky differensial deňlemelriýazmak

bolar: $U_1 = Ri + \frac{1}{C} \int idt, U_2 = Ri$ bolansoň $i = U_2/R$

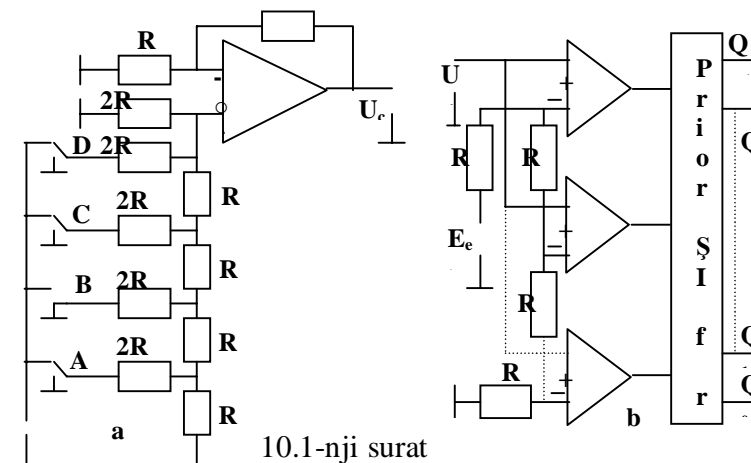
we $U_1 = U_2 + \frac{1}{RC} \int U_2 dt$ ýa-da

$\frac{dU_1}{dt} = \frac{dU_2}{dt} + \frac{1}{RC} U_2$; $\frac{dU_2}{dt}$ bilen $\frac{1}{RC}$ arasyndaky

gatnaşykda iki ýagdaýyň bolmagy mümkin: eger

$\frac{dU_2}{dt} \gg \frac{1}{RC} U_2$, onda $\frac{dU_1}{dt} \approx \frac{dU_2}{dt}$ ýa-da $U_1 \approx U_2$:
(2.7)

- maglumatlary görkezmekde, gaýtadan işlemekde, ylmy-tehniki, inženerçilik meselelerini çözmekde
- ölçeg ehnikasynda ölçegleriň takyklygyny ýokarlandyrmakda
- fiziki tejribeler tehnikaşynda
- transport serişdelerini dolandyrmagy awtomatlaşdyrmakda
- hojalyk abzallarynda we elektron oýunlarynda



San-analog we analog-sana özgerdijiler (SAÖ we ASÖ). EHM-iň işlemegi üçin ululyklary analog görnüşden ikilik ulgamyň sanly görnüşine geçirmek gerekdir. Birnäçe ýerine ýetiriji gurluşlar üçin sanly görnüşden analoga geçirmek gerekdir. 10.1-ji a suratdaky SAÖ opeasion güýçlendirijiden we R-2R merdiwan şekilli bölüjiden ybaratdyr. DCBA açar 2R rezistorlaryň çep tarapyny etalon naprýaženiýä birikdirýär, eger-de deňişli razrýad 1-e deň bolsa, 0-a deň bolsa ýere birikdirýär.

Açaryň görkezilen ýagdaýynda 1101 san alynar. Eger D açary çeşmä, galanlaryny bolsa, ýere birikdirsek, onda “+” girişdäki naprýaženiýe $E_{el}/3$ deň bolar. C açary çeşmä birikdirmek girişde iki esse kiçi naprýaženiýe, a B

kopýuteriň ýadynda goýmaklyga ýazgy, ondan almaklyga bolsa okamak diýilýär. Okalanda ýazylan maglumatlar bozulmaýar, a ýazgy mahalynda ýazylan maglumatlar ýazylýan maglumatlar bilen çalsylýar. Merkezi prosessor, ýat we daşarky gurluşlar özara birikdiriji simler arkaly birigendirler. Merkezi prosessor mowzukly dolandyryj gurluş bolup, maglumatlary işläp taýýarlaýar, dolandyrýar we bir ýa-da birnäçe uly integral çyzyda gurnalandyr. Mikroprosessor (MP) özünde arifmetiki – logiki gurluşy, dolandyryjy gurluşy, giriş – çykyş gurluşyny, taýmeri we başgalary saklap biler. Arifmetiki – logiki gurluş sanlar bilen arifmetiki we logiki operasiýalary geçirýär. Onda arifmetiki we logiki goşmak we köpeltmek, süýşürmek, deňeşdirmek we ş.m. ýerine ýetirilýär. Dolandyryjy gurluş arifmetiki – logiki gurluşy we beýlekileri dolandyrýar. Ýatda saklaýan gurluşy iki topara: tizligi pes, kiçi sygymly daşky we ýeterlik tizligi bolan kiçeňräk sygymly içki ýada bölýärler. Olardaky maglumatlar mowzuklar, dürli fiziki ululyklar görnüşinde kitaphana emele getirýärler. MP-niň mowzuk üjünçiliginde mowzuk dilleri uly orun tutýandyr. MP-lerde beýleki hasaplaýyş serişdelerine niýetlenen mowzuklary hem ulanmak bolýandyr. Olar mowzuk-translýatorlaryň kömegi bilen öz MP-siniň diline geçirilýär. Mowzuk dileri adamlar bilen hasaplaýyş ulgamynyň arasynda durýandyr. Ol diller adam diline ýakyn bolup, sähel taýynlygy bolan adam ulanyp bilýändir. Has pes derejeli dil **assemblerdir**. Pes derejeli diller uniwersal däl, sebäbi olar belli bir MP ulgama niýetlenendir. Ýokary derejeli diller uniwersaldyr. Dillerden giň ýaýranlary Fortran IV, Beýsik, PL, Paskal we ş.m. MP – leriň esasy görkezijileri: razrýadlygy, ýadyň sygymy, uniwersallyg, tizligi, harçlaýan kuwwady, gabarasy, massasy, ygtybarlygy, bahasy we ş.m. MP – leriň ulanylýan ýerleri:

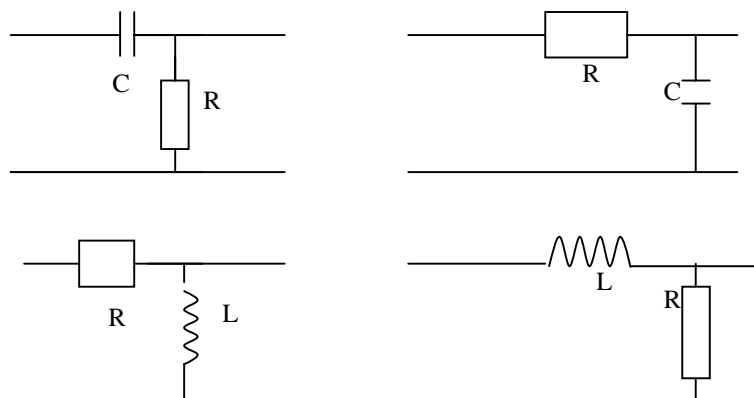
- önümçilikde gözegçilik we dolandyrmakda

$$\text{eger } \frac{dU_2}{dt} \ll \frac{1}{RC} U_2, \text{ bolsa, onda } \frac{dU_1}{dt} \approx \frac{1}{RC} U_2 \text{ ýa} \\ - \text{ da } U_2 \approx RC \frac{dU_1}{dt} \quad (2.8)$$

Şeýlelikde shemanyň parametrlrine we U_1 funksiýanyň häsiýetlerine baglylykda RC – zynjyr giriş signalyny käbir kesgitli ýoýulmak bilen geçirer (1), ýa – da kesgitli takyklyk derejesinde differensirlär RC zynjyrdan göniburçly impulsalaryň yzygiderligi geçse (onuň dowamlylygy t_i we gaýtalanma periody T) C kondensator zaryadlanar. Onuň tizligi $\tau = RC$ wagt hemişeligine baglydyr τ bilen t_i arasyndaky baglanşyga görä çykyş signalynyň formasy dürli bolar. $\tau > t_i$ bolanda, wagtyň başlangyç momentinde R garşylykda naprýazeniýäniň böküşü bolar, soňra kondensator zaryadlanyp başlar we U_R kemeler Birinji impulsyň dowamynda C kondensator az – kem zaryadlanar. Çykyş naprýazeniýesi U_0 – a ýakyn bolar. Impuls gutarandan soňra R garşylykda ýene – de böküş bolar, kondensator çykyşa parallel birigendir. Kondensatoryň zaryadlanmasybaşlanar, ol hem çykyşdaky naprýazeniýäniň formasyny kesgitläär.

Indiki impuls başlaýança kondensator doly zaryadsyzlanyp ýetişmez we $U_{çyk} \neq 0$ bolar. Ýene – de naprýazeniýäniň böküşü bolsa – da $U_{çyk} < U_0$ ikinji impulsda kondensatordaky galan naprýazeniýe has hem artar we ş. m. Bu proses RC zynjyrdaky dinamiki deňagramlylyk bolýança dowam eder.

$\tau \ll t_{in}$ bolanda hadysalar öňki ýalydyr, ýöne impuls mahalynda kondensator U_0 – a çenli doly zaryadlanar, a arakesmede doly razrýadlanar. Her impuls gelende RC zynjyrdaky prosesler birmeňzeş bola. Elektrik zynjyrynyň R , L elementleriniň kömegi bilen differensirleýji gurluş almak mümkin.



2.3 – nji surat

$$U_1 = L/R \frac{dU_{gir}}{dt} \quad (2.9)$$

RC we RL zynjyrlar bilen giriş signalyny integrirlemek bolýar Integrirlemekde hem RC zynjyr ulanylýar. Bu zynjyryň differensial deňlemesi

$$U_1 = Ri + \frac{1}{C} \int idt \quad \text{Bu ýerde} \quad U_2 = \frac{1}{C} \int idt, \quad a$$

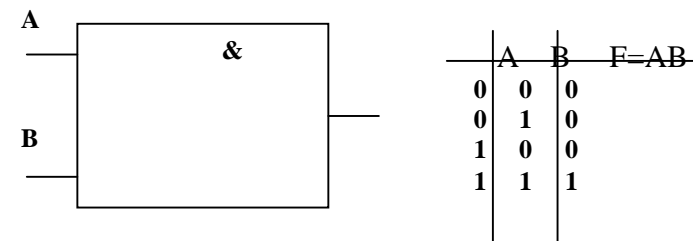
$$i = C \frac{dU_2}{dt} \quad \text{onda} \quad U_1 = RC \frac{dU_2}{dt} + U_2$$

Sag tarapdaky goşulyjylaryň özara gatnaşyklaryna görä iki ýagdaýyň bolmagy mümkin: eger $RC \frac{dU_2}{dt} \ll U_2$, onda

$$U_1 = U_2; \quad \text{eger} \quad RC \frac{dU_2}{dt} \gg U_2, \text{onda}$$

$$U_1 \approx RC \frac{dU_2}{dt}, \quad a \quad U_2 \approx \frac{1}{RC} \int U_1 dt; \quad U_2 \approx$$

$$\frac{R}{L} \int U_1 dt \quad (2.10)$$



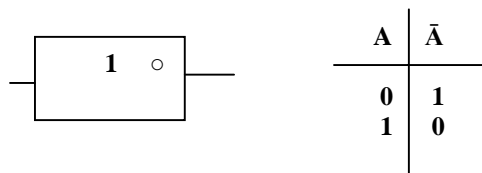
3.“WE”. Logiki köpeltmek (konjunksiýa “И”) F =AB.
Belgilenilişi & ýa – da köpeltmek belgisi. Diňe ähli
üýtgeýän ululyklar bire deň bolanda F=1 bolar.

Has çylşyrymly elementler “WE-DÄL”(“И-НЕ”),
 “ÝA-DA – DÄL”(“ИЛИ-НЕ”) üçin logiki özgertmeleriniň

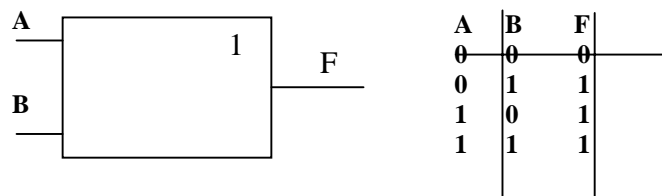
A	B	F=A + B	A	B	F=AB
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1
1	1	0	1	1	0

tablisasy şeýle ýazylýar.

EHM maglumatlary gaýtadan işleýän elektron gurluşdyr. Maglumatlary kopýutere girizmek giriş gurluşlary bilen amala aşyrylýar: klaviatura, perforirlenen we magnit lentalary, magnit diskleri. İşlenilen maglumat çykyş gurluşlaryna berilýär: printer, displeýiň ekraný, magnit lentalaryna we magnit disklerine ýazýan gurluş. Giriş-çykyş gurluşlaryna töwerekdäki gurluşlar diýilýär. Merkezi prosessor maglumatlary gaýtadan işleýär we kompýuteriň işini dolandyryr. Kompýuter ýadyndaky mowzuklaryň we maglumatlaryň kömegi bilen maglumatlary işläp taýýarlaýan ulgamdyr. Maglumatlary



Logiki funksiya diýip birnäçe üýtgeýän ululyga görä x_1, x_2, \dots, x_n funksiya aýdylýar. Özem funksiya we üýtgeýän



ululyklar diňe iki bahany alýandyr: 0 we 1 (ýalan we hakyky). Logiki element göniburçlyk görnüşindeberilip içinde funksiýanyň görkezijisi şekillendirilýär. Göniburçlygyň çep tarapyndaky çyzyklaronuň girişi, a sag tarapyndakylar bolsa çykyşydyr.

1. “Logiki inkär etmek” ýa-da “inwersiýa” (“DÄL”). A funksiýanyň logiki inkär etmesi \bar{A} bilen bellenilýär we A däl diýilip okalýar. Logiki özgertmeleri logiki düzüjiler ýerine ýetirýärler.

2. “ÝA-DA” (“ИЛИ”). Logiki goşmak dizýuksiya. $F=A+B$. Belgilenilişi v ýa – da goşmak belgisi +. (okalanda “A ýa-da B”). Bu özgertmäni üç we ondan hem köp argument üçin ulanmak bolar. $F=1$, haçanda baglanşyksyz argumentleriň iň bolmanda biri bire deň bolsa.

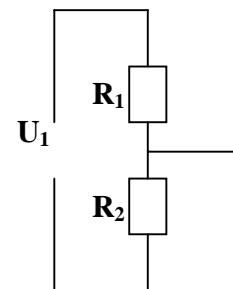
Şeýleleikde shemanyň parametrlerine we U_1 funksiýanyň häsiýetlerine laýyklykda RC zynjyr giriş signalyny kesgitli ýoýulmalar bilen geçirer, ýa – da kesgitli derejedäki takyklykda integrirlär. Goý RC zynjyrdan dowamlylygy t_i we gaýtalanma periody T bolan göniburçly impulsalaryň yzygiderligi geçsin. Bolup geçýän hadysalar RC differensirleýji zynjyryňky ýalydyr.

Şeýleleikde integrirleýji RC zynjyr $\tau \gg t_i$ bolanda giriş signalyny kesgitli takyklykda integrirlär, a $\tau < t_i$ bolanda käbir ýoýulmalar bilen geçirer. τ bilen t_i dürli gatnaşyklarynda ýoýulmalar we integrirlemäniň takyklygy üýtgär.

Differensirleýji we integrirleýji zynjyrlaryň kömegi bilen:

1. Matematiki operasiýalary elektrik zynjyrynyň elementleriniň kömegi bilen ýerine ýetirmek;
2. Impulsalaryň dowamlylygy boýunça seleksiýasyny amala aşyrmak mümkindir.

Naprýaženiýe bölüjisi



Diňe rezistorlaryň kömegi bilen meseläni çözmek mümkin.

Eger naprýaženiýäni n esse kiçeltmeli, ýagny $U_2 = U_1/n$ bolsa, onda iki sany R_1 we R_2 garşylyklary yzygider birikdirmek bilen ulanyp bolar. Bu shema üçin

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_1 = \frac{U_1}{n} \quad \text{bu ýerden}$$

$$n = \frac{R_1 + R_2}{R_2}; R_1 = (n-1)R_2 \quad \text{Ýöne bu çözügüt kesgitsizdir,}$$

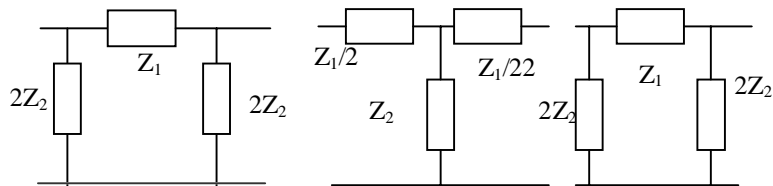
ýagny $R_2 = 1 \text{ Om}$ we 1 Mom almak mümkin. Keskitsizligi

aýyrmak üçin tok çeşmesiniň içki garşylygyny hasaba almaly. Onda U_1 naprýażeniýe çeşmäniň içki garşylygy R_i bilen R_1+R_2 umumy garşylyklaryň özara gatnaşyklaryna baglydyr. $(R_1+R_2) \ll R_i$ bolanda U_1 nula ýakyndyr we hiç hili bölmekligi R_1 we R_2 . Bilen alyp bolmaz. Tersine $(R_1+R_2) \gg R_i$ bolanda $U_1 = E$ we bölüji ygtydarly işälä. Şeýlelikde soňky baglanşyk R_1 we R_2 garşylyklaryň absolýut bahalaryny saýlap almaga mümkinçilik berýär.

Agzalan shema diňe hemişelik naprýażeniýe bölünende kanagatlanarly işleýär. Eger girişe üýtgeýän naprýażeniýe berilse, aýratynam onuň ýygylgy üýtgeýän bolsa, onda bölme koeffisiýenti üýtgär, sebäbi islendik shema bölüjä birikdirilende zyýanly C sygym goşular.

6. Elektrik süzgüçleri.

Elektrik süzgüçleri sinusoidal däl yrgyldylaryň ýygylgy spektrinden birnäçe garmoniki düzüjini saýlamaga niýetlenendir. Süzgüç kesgitli ýygylgy interwalyny goýbermeli (**durulyk** zolagy), galanlaryny



2.4 – nji surat

bolsa goýbermeli däldir (**tutuklyk** zolagy). Zolaklary çäklendirýän ω_c ýygylgy **bölme** ýa-da **çäk** ýygylgy diýilýär.

Ýygylgyklar şkalasynda durulyk we tutuklyk zolaklarynyň ýerleşişine görä süzgüçleri pes, ýokary ýygylgyklaryň, zolaklaýyn goýberýän we goýbermeýän

33. Logiki funksiýalar we elementler. EHM we mikroprosessor. Analog-san we san- analog ozgerdijiler.

Logiki habar hakykydygyny ýa - da ýalandygyny anyk aýdyp bolýan habardyr. Meselem: "Generator birikdirilen", "Zynjyrdan gysga utgaşmanyň togy akýar", "Girişdäki naprýażeniýe gerekli derejesinden pes". Her bir logiki habary matematiki deňeçerligi bolan logiki funksiýa bilençalyşmak bolar. Logiki funksiýa $A = 1$, eger logiki habar hakyky bolsa, (Meselem, "Generator birikdirilen" eger ol hakykatdanam birikdirilen bolsa) we $A = 0$, eger bu habar ýalan bolsa (Generator hakykatdanam birikdirilmedik). Şeýlelikde logiki funksiýalar adaty funksiýalardan tapawutlylykda diňe iki bahany alyp bilýärler: 0 we 1.

Awtomatiki dolandyryjy gurluşlaryň, fiziki hadysalaryň baglanşygyny, hasaplama işleriniň tertibini ýazanymyzda biz logiki habarlary giňden ulaýarys. Ýöne bize diňe logiki habarlar däl - de olaryň arasyndaky baglanşyk hem zerur. Meselem: "Generator birikdirilen, eger - de dolandyryjynyň ýazdyrgyjy we gorag ýazdyrgyjy birikdirilen bolsa". Logiki habarlaryň we funksiýalaryň arasyndaky baglanşygy matematiki ýazmak üçin logiki operasiýalary girizýärler. Olaryň esasy üç görnüşi bardyr. Logiki operasiýalar logiki elementler atlandyrylýan elektrik shemasynda gurnalýar. Logiki integral mikroschema (IMS) senagatda elementleriň toplumy görnüşinde goýberilýär we birnäçe logiki funksiýalaryň ýerine ýetmegini üpjün edýär. Bir IMS - iň çykyşy bilen beýleki IMS - iň girişi özara ylalaşandyr.

aktiw elementiň roluny magnet meýdanynyň täsirindäki electron akymy oýnaýar. Magnetronlar 300 Mgs – den 300 Ggs ýygyllyklar diapozonyňy generirleýär. Magnetron generatorlarynyň p.t.k – sy 85% ýetýär. Adatça magnetronlar impuls düzgüninde Mwt kuwwatly we üznüksiz düzgünde onlarça Kwt kuwwatly yrgyldylary almakda ulanylýar. Klistron generatorynyň hem göwrüm rezonatory bolup, onda yrgyldylar electron akymy tarapyndan oýandyrylýar we saklanylýar. K katoddan goýberilýän elektronlaryň akymy elektrik meýdany bilen tizlendirilýär. Serpikdiriji klistronda elektronlar göwrüm rezonatorynyň C torundan geçýär we otrisatel potensialy A anoda ýetmän serpilýärler, hemde rezonatorda yers ugurda uçup geçýärler we ş.m. Eger elektronlar rezonatordan tutuş akym bolup geçýän bolsa, yrgyldynyň bir ýarym periodynyň dowamynda energiýasyny rezonatora bererdi, a ikinji ýarym periodyň dowamynda bolsa, şol mukdardaky energiýany yzyna alardy we elektrik yrgyldylaryny generirlemek mümkin bolmazdy. Eger elektronlar rezonatora aýratyň “ topbaklar “ bolup rezonatoryň togtadýan mahaly uçup girseler, onda olaryň rezonatora berýän energiýalary alýanlaryndan köp bolardy. Şunlukda elektron akymy rezonatordaky tötän dörän yrgyldylary güýçlendirip hemişelik amplitudada saklar. Elektron akymynyň topbaklanmasy yrgyldynyň birnäçe periodynyň dowamynda bolýar we topbaklanma giňişliginiň dowamlylygy elektronlaryň tizligi we generirlenýän yrgyldynyň ýygyllygy bilen berilýär. Klistron generatorlary santimetrler we millimetrler diapozonynda köp ýaýrandyr. Klistronlaryň kuwwaty uly däl, millimetrler diapozonynda birnäçe mWt, sanyimetrler diapozonynda hem birnäçe wattdyr.

süzgüçlere bölýärler. Süzgüçler Γ - ,T-we Π - görnüşli bolup bilerler (2.4 – nji surat). Γ - görnüşli süzgüç olaryň iň ýönekeýidir. Eger-de T – görnüşli süzgüçde Z_2 -ni iki sany parallel birikdirilen $2Z_2$ bilen, a Π -görnüşlide bolsa, Z_1 -i iki sany yzygider birikdirilen $Z_1/2$ garşylyk bilen çalşyrsa, onda olaryň her biri iki sany Γ - görnüşlä deňeçerdir.

Durulyk zolagynda signal max peseldiler ýaly, zynjyrdaky garşylyklar reaktiw bolmalydyr.

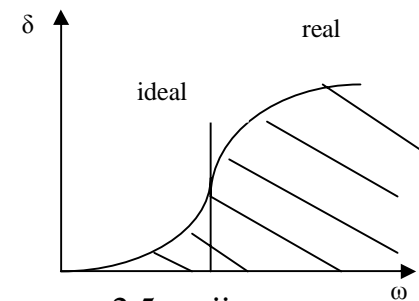
Eger $Z_1 Z_2 = k$ ($k = \text{const}$) saýlanyp alynsa, olara k tipli süzgüç diýilýär (meselem, $Z_1 = j\omega L$, $Z_2 = 1/j\omega C$). Süzgüçleriň esasy hil görkezijileri sönmeçlik we ýygyllyk häsiýetnamasydyr. Sönmeçlik amplitudanyň girişden çykyşa peselme derejesini görkezýär. Onda sönmeçlik bilen geçiriş koeffisiýentiniň arasyndaky baglanşyk

$$k = \frac{U_{2m}}{U_{1m}} = e^{-\delta} \quad \text{ýa-da} \quad e^{\delta} = \frac{1}{k} \quad (2.11)$$

Ölçeç birligi desibel, esasy bolsa onluk logarifmdir.

$$\delta[\text{dB}] = 20 \lg \frac{1}{k} = 20 \lg \frac{U_{1m}}{U_{2m}} \quad (2.12)$$

Süzgüjiň ýygyllyk häsiýetnamasy δ sönmeçligiň girişi signalynyň ω ýygyllygyna baglylygydyr (2.5 –



2.5 – nji surat

nji surat). Hyýaly süzgüç üçin durulyk zolagynda $\delta=0$, a tutuklyk zolagynda bolsa, $\delta \rightarrow \infty$, ýagny bir zolakdan beýleki zolaga geçmeklik ω_c ýygyllygynda birden bolup geçmeli. Hyýaly süzgüçleriň durulyk zolagynda hiç hili

ýitgi bolmaly däl. Bu mümkin däldir, sebäbi, arassa reaktiw garşylyk ýokdur. Ikinjiden, şol zolakda energiýa bir tarapa, öndürjiden ýüke berilmelidir. Süzgüjiň giriş garşylygy indiki zynjyryň giriş garşylygyna deň bolanda, oňa ylalaşan diýilýär. Ylalaşan süzgüjiň giriş garşylygyna **harakteristik** ýa-da tolkun garşylygy diýilýär. Ol Z_0 bilen belenilýär. Onuň ululygy $Z_0 = \sqrt{L/C}$. $Z_0 = Z_{\text{gir}}$

bolanda T- görnüşli süzgüjiň karakteristik garşylygyny tapalyň

$$Z_{0T} = 0,5Z_1 + \frac{Z_2(0,5Z_1 + Z_{0T})}{Z_2 + 0,5Z_1 + Z_{0T}} = \sqrt{0,25 Z_1^2 + Z_1 Z_2} \quad (2.13)$$

II-görnüşli süzgüjiň karakteristik garşylygy

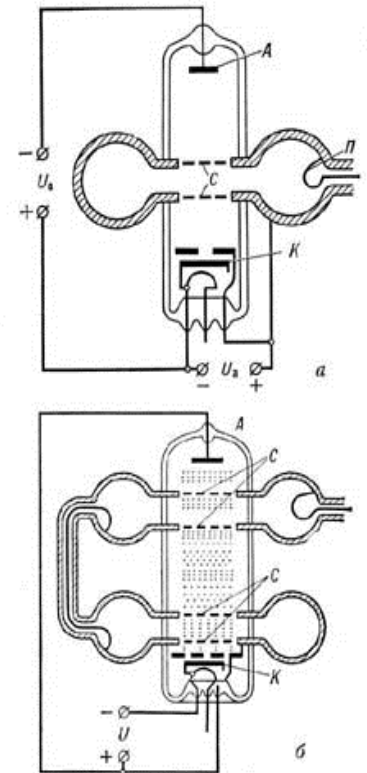
$$Z_{0II} = \sqrt{\frac{Z_1 Z_2}{1 + Z_1/4Z_2}} \quad (2.14)$$

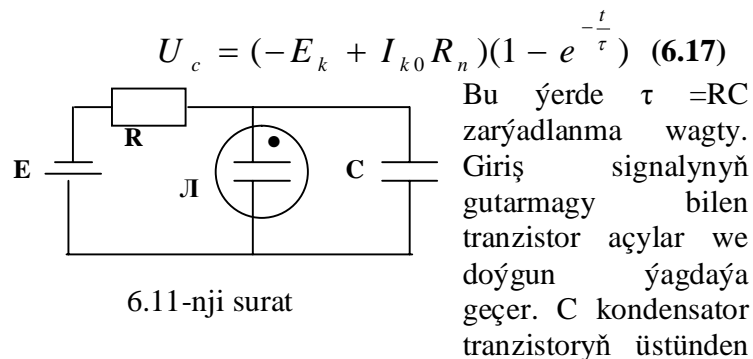
(2.13) we (2.14) aňlatmalaryň sag tarapyndaky Z_1 , Z_2 garşylyklar ýygylga baglydyrlar. Emma Z_0 durulyk zolagynda R_n aktiw nagruzka garşylygyna deň bolmalydyr. L we C saýlap almak bilen islendik wagt momentinde Z_0 -y aktiw garşylyk etmek mümkindir. Ýöne ony ω bagly däl etmek mümkin däldir, şonuň üçin $Z_0 = R_n$ durulyk zolagynyň diňe bir ýygylgynda gabat geler. Bu bolsa real we hyýaly häsiýetnamalaryň gabat gelmezliginiň ikinji sebäbidir.

Üçünji sebäp – tutuklyk zolagynda tükeniksiz uly sönmeklik alynmaly. Şeýlelikde, yzygider birikdirilen Z_1 tükeniksiz uly, a parallel birikdirilen Z_2 -i bolsa nula deň bolmaly. Z_1 , Z_2 -niň bu bahalary tutuklyk zolagynyň diňe bir ýygylgynda alynýar.

ýşlara tas galtaşýan traýektoriyalar bilen hereket eder ýaly saýlanyp alynýar. Rezonatorlarda tötän toklaryň hasabyna gowşak elektrik yrgyldylarynyň ýüze çykýandygy gutulgysyzdyr we ýşlaryň golaýynda gowşak E üýtgeýän elektrik meýdany bardyr. Şol meýdanlardan geçen elektronlar E meýdanyň ugryna baglylykda rezonatoryň energiýasyny alyp tizlenýärler ýa – da energiýasynyň bir bölegini bermek bilen tormozlanýarlar. Birinji rezonatoryň meýdany bilen tizlendirilen elektronlar katoda gaýdyp gelýärler. Haýallan (işçi) elektronlar indiki rezonatorlaryň meýdanyna düşüp elektromagnet meýdanyň tormozlaýjy ýarymperiodyna düşseler tormozlanýarlar.

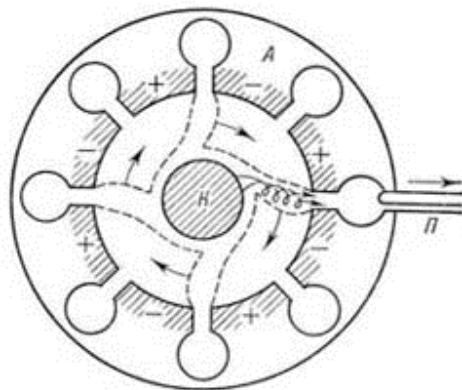
Elektronlaryň tizligini degişlilikde saýlamak arkaly (U_a anod naprýaženiýesi we H magnet meýdany) rezonatorlara energiýalaryny alýanyňdan köpüräk berer ýaly etmek mümkin. Onda rezonatordaky yrgyldylar artarlar. Magnetronyň häsiýetnamasynyň çyzykly däldigi netijesinde generirlenýän yrgyldylaryň amplitudasynyň hemişeligini gazanmak mümkin. Energiýany islendik rezonatordan baglanşyk halkasy arkaly almak bolýar. Magnetronda iýmitlendiriş çeşmesi U_a anod naprzeniýesidir, a yrgyldyly sistema bolsa rezonatorlardyr. Hemişelik energiýany elektrik yrgyldylaryna özgerdýän





U_{ke} çenli razýadlanar.

Byçgydiş naprýaženiýäni neon lampasynyň kömegi bilen hem almak mümkin (6.11-nji surat). C kondensator Π lampanyň ýanyş naprýaženiýesine çenli zaryadlanar we lampa söňýänçä razýad geçer. Soňra prosess gaýtalanar.

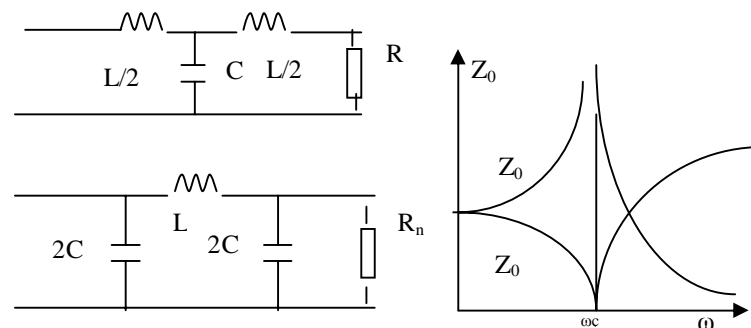


Magnetron

generatorynda aşa ýokaryýyglyklar göwrüm rezonatorlar (geçiriji diwarlary bolan boşluklar) sistemaynda oýandyrylýar. Rezonatorlar massiw anoddan töwerek boýunça ýerleşip, olaryň rezonans ýyglygyboşluklaryň diametric we merkezinde katod ýerleşen umumy giňişlik bilen birleşdirýän ysýň ini bilen kesgitlenilýär. Magnit meýdany K katoddan A anoda tarap hereket edýän elektronlaryň traýektorýasyny gýşardýar we rezonatoryň yslyryndan yzygider geçip umumy elektron akymyny döredýär. Magnit meýdany elektronlaryň esasy bölegi

Pes ýyglygyň süzgüçleri (PÝS).

Olaryň durulyk zolagy 0-dan ω_c çenli, a ω_c -den tükeniksizlige çenl bolsa tutuklyk zolagydyr.



2.6 – njy surat

Bu ýerde $Z_1 = j\omega L$ we $Z_2 = \frac{1}{j\omega C}$. T- görnüşli süzgüjiň karakteristik garşylygy

$$Z_{0T} = \sqrt{\frac{L}{C} - \frac{\omega^2 L^2}{4}} \quad (2.15)$$

Eger $\omega=0$ bolsa, onda $Z_{0T} = \sqrt{\frac{L}{C}}$, a $\omega = \omega_c$ bolanda $Z_{0T} = 0$, bu ýerden

$$\omega_c = \frac{2}{\sqrt{LC}} \quad (2.16)$$

Π -görnüşli süzgüjiň karakteristik garşylygy

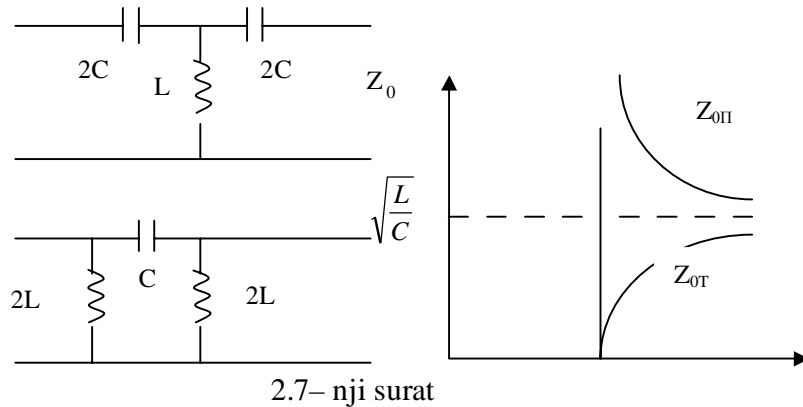
$$Z_{0\Pi} = \sqrt{\frac{L/C}{1 - \frac{\omega^2 LC}{4}}} \quad (2.17)$$

(3.17) aňlatmadan $\omega=0$ bolsa, $Z_{0\Pi} = \sqrt{\frac{L}{C}}$, a $\omega=\omega_{\zeta}$ bolanda bolsa, $Z_{0\Pi} = \infty$ bolar (2.6 – nji surat).

$$\omega_{\zeta} = \frac{2}{\sqrt{LC}} \quad (2.18)$$

Ýokary ýygylgyň süzgüçleri(ÝÝS).

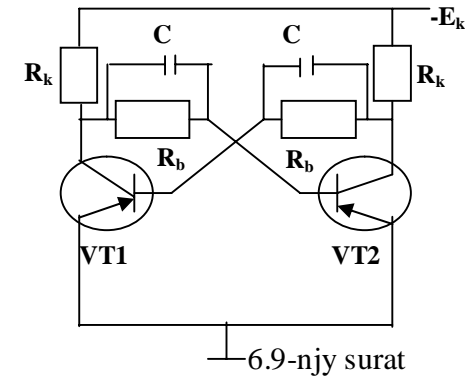
Olaryň görnüşleri we häsiýetnamalary aşakdaky ýalydyr.



Bu ýerde $Z_1 = \frac{1}{j\omega C}$, $Z_2 = j\omega L$. Olary (2.13) we (2.14) formulalarda ýerine goýup alarys

$$Z_{0T} = \sqrt{\frac{L}{C} \left(1 - \frac{1}{4\omega^2 LC}\right)}; \quad Z_{0\Pi} = \sqrt{\frac{L}{C \left(1 - \frac{1}{4\omega^2 LC}\right)}} \quad (2.19)$$

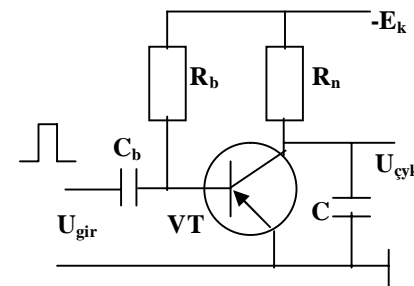
Bir dumukly ýagdaýdan ikinji ýagdaýa geçmek diňe daşarky impulsalaryň kömegi bilen mümkindir.



Daşyndan täsir edilmese gurluş dumukly ýagdaýynda tükeniksiz köp wagt saklanyp biler. Olary EHM – leriň

ýatda saklaýan gurluşy hökmünde ulanýarlar.

Byçgydiş naprýaženiýeleriň generatorlary. Bu generatorlar byçgy dişine meňzeş impulsary formirleýärler.



6.10-nji surat

Byçgydiş naprýaženiýeleriň generatorlary (6.10-nji surat) RC integrirleýji zynjyrdan we tranzistor açaryndan ybaratdyr. Çeşmä birikdirilen badyna tranzistor doly açylýar we doýgun hala geçýär.

Kondensatordaky naprýaženiýe 0-a ýakyndyr (doýgun haldaky tranzistoryň üstündäki naprýaženiýe U_{ke} deňdir). Girişe položitel polýarlygy bolan ýapyjy impulsar berilse, VT tranzistor ýapylar we C kondensatoryň E_k çeşmeden zarýadlanmagy başlanar. Ondaky naprýaženiýe eksponensial kanun esasynda artýandyr

tranzistoryň baza togy artar. Ol hem öz gezeginde kollektor togynyň öňkünden hem artmagyna getirer. Şeýlelikde VT1 açylar, VT2 bolsa, dly ýapylar. Bu ýagdaý t_0 wagt momentine degişlidir. VT1 tranzistor açylyp kollektor togy akar we kollektor potensialy artar, C_2 kondensator iki strelkaly ştrih çyzyklar bilen görkezilen zynjyr arkaly zarýadsyzlanar. C_2 naprýaženiýesi kiçeler, şunlukda U_{b2} nola ymtylar. t_1 momentde $U_{b2} = 0$, VT2 açylar, kollektor zynjyrdaky I_{k2} tok dörär, kollektor potensialy böküş arkaly artar. Kollektorda dörän naprýaženiýeler tapawudy C_1 üstünden VT1 beriler we ony ýapar. Onuň kollektoryndaky potensial böküş arkaly kiçeler. Bu üýtgemeler C_2 kondensatoryň üsti bilen VT2 bazasyna beriler we ony öňkünden hem gaty açar. Netijede VT2 doly açylar, a VT1 ýapylar. Ondan soňra $t_1 - t_2$ interwalda C_1 kondensatoryň zarýady $\tau = R_{b1}C_1$ wagtda C_2 kondensatoryňka meňzeş bolup geçýär. Shema başlangyç ýagdaýyna gaýdyp gelýär. Soňra prosess gaýtalanýar.

Multiwibratoryň çykyşyndaky impulsalaryň dowamlylygy

$$T_1 \approx 0,7 R_{b2}C_2; \quad T_2 \approx 0,7 R_{b1}C_1$$

Yrgyldylaryň periody

$$T = T_1 + T_2 = 0,7(R_{b2}C_2 + R_{b1}C_1)$$

Simmetrik multiwibratorüçin $R_{b1} = R_{b2} = R_b$ we $C_1 = C_2 = C$ onda

$$T = 1,4 R_b C \quad (6.16)$$

Impulsalaryň gaýtalanma ýygylgynyň ululygyny üýtgetmek baza zynjyryndaky garşylygy we U_b naprýaeniýäni üýtgetmek arkaly amala aşyrylýar. Uly U_b naprýaeniýä yrgyldylaryň ulý ýygylgy degişlidir.

Trigger – galwaniki baglanşygy bolan iki kaskadly güýçlendirijidir (6.9-njy surat). Çeşme birikdirilen badyna böküş esasynda VT1 açylar, VT2 bolsa ýapylar (ýa-da tersine). Onuň iki sany durnukly ýagdaýy bar. Olaryň ikisi hem deň ähtimallykly. Bularda geçiş prosesi ýokdur.

Çäk ýygylgynda $\omega = \omega_c$, $1 - \frac{1}{4\omega^2 LC} = 0$ bolar, onda çäk ýygylgy (2.7 – nji surat)

$$\omega_c = \frac{1}{2\sqrt{LC}} \quad (2.20)$$

Haçanda $\omega = \omega_c$ bolanda $Z_{0T} = 0$, a $Z_{0\Pi} = \infty$. Ýygylgyň artmagy bilen olaryň bahasy ýakynlaşar we $\omega = \infty$ bolanda $Z_{0T} = Z_{0\Pi} = \sqrt{\frac{L}{C}}$;

Zolaklaýyn goýberýän we goýbermeýän süzgüçler.

Adatça halkalaryň rezonans ýygylklary meňzeşdir

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}} = \frac{1}{\sqrt{L_2 C_2}} \quad (2.21) \quad \text{Ýa-da} \quad \frac{L_2}{L_1} =$$

$$\frac{C_1}{C_2} = p \quad (2.22)$$

Z_1 we Z_2 bahasyny goýup alarys

$$- \frac{Z_1}{4Z_2} = - \frac{(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2})^2}{4j\omega C_1 j\omega L_2} = \frac{(1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2})^2}{4\omega L_2 C_1} = 1$$

$\omega = \omega_c$ bolanda

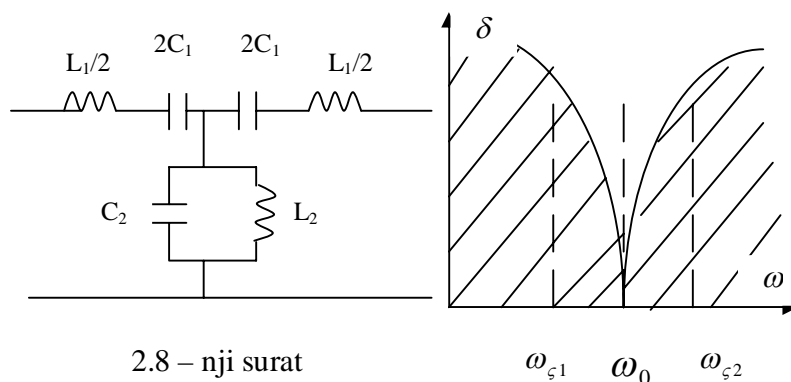
$$1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} = \sqrt{4\omega^2 L_2 C_1} = \pm 2\omega \sqrt{L_2 C_1} = \pm 2\omega \sqrt{\frac{L_2}{\omega_0^2 L_1}}$$

$$= \frac{2\omega}{\omega_0} \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \text{ ýa-da } \omega_{\zeta}^2 \pm 2\sqrt{p}\omega_{\zeta} - \omega_0^2 = 0, \text{ onda}$$

$$\omega_{\zeta 1} = -\sqrt{p}\omega_0 + \sqrt{p\omega_0^2 + \omega_0^2} = \omega_0(\sqrt{p+1} - \sqrt{p}) \quad (2.23)$$

$$\omega_{\zeta 2} = \sqrt{p}\omega_0 + \sqrt{p\omega_0^2 + \omega_0^2} = \omega_0(\sqrt{p+1} + \sqrt{p}) \quad (2.24)$$

Çäk ýygylklaryň orta kwadratik bahasy rezonans ýygylgyna deňdir (2.8 – nji surat).

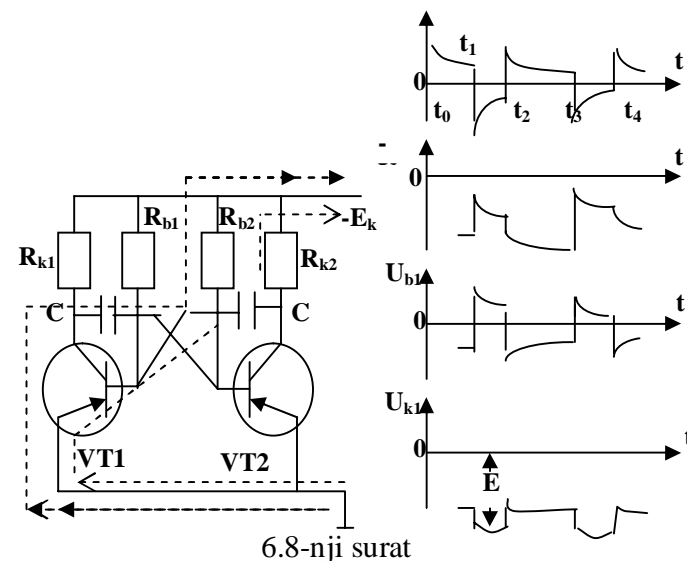


$$\sqrt{\omega_{01}\omega_{02}} = \omega_0 \quad (2.25)$$

Durulyk we tutuklyk zolaklary

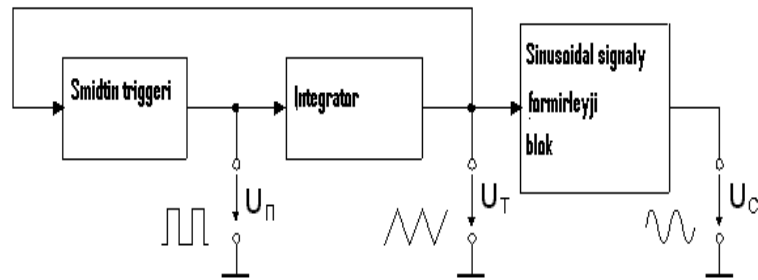
$$\omega_{\zeta 2} - \omega_{\zeta 1} = 2\omega_0\sqrt{p} = \frac{2}{\sqrt{L_1 C_2}} \quad (2.26)$$

sinusodal däl ýa-da *relaksasion* (lat. kiçelmek, peselmek) yrgyldylar diýilýär. Multiwibrator bu çykyşy giriş bilen birikdirilen, iki kaskadly rezistorlardaky güýçlendirijilerden ybaratdyr. Her kaskadyň ýeterlik uly ýygylklar spektrini goýberýändigine görä, öz-özünden oýanmak bir wagtda birnäçe ýygylkda bolup geçýär. Eger multiwibratora (6.8-nji surat) naprýaženiýe berilen



bolsa, VT1, VT2 tranzistorlaryň parametrleriniň meňzeş bolmany üçin olaryň baza toklary dürlidir. Goý VT1 tranzistoryň kollektor togy artsyn. Ol VT1 kollektor potensialynyň artmagyna we C₂ sygymyň üsti bilen VT2 baza potensialynyň ulalmagyna getirer. Şunlukda VT2 ýapylyp başlar, kollektor potensialy kiçeler we netijede VT1 bazasynda naprýaženiýe kemeler. VT1 tranzistor açylar we onuň kollektor togy ulalar. VT2 kollektor potensialynyň kemelmegi bilen C₁ kondensatoryň E_k çeşmeden zaryadlanmasy başlar.1 bir strelkaly ştrih çyzyklar bilen görkezilendir. Munuň hasabyna VT1

generatorlardyr. Olaryň kiçi göwrümi, tygşytlylygy we ýönekeöligi bolup, 100 – lere Ggs ýygylklary generirläp bilýär. Yrgyldyly kontur L we C ybarat. R_1 R_2 bölüjiniň kömegi bilen işçi nokat häsiýetnamanyň aşak gaçýan böleginiň ortasynda ýerleşdirilýär. Tunnel diody ýokary ýygylklarda kontura parallel biriger ýaly onuň anody bilen “ýeriň” aralygyna C_{bl} uly sygymly kondensator birikdirilýär, ω ýygylkda onuň garşylygy nula ýakyndyr. Kähalatlarda dürli formally yrgyldylary almak üçin funksional generatorlary ulanýarlar. Suratda funksional generatoryemasy görkezilen.



32. Sinusoidal däl yrgyldylaryň generatorlary. Multiwibratorlar.

Multiwibrator - giň spektri bolan göniburçlyga ýakyn elektrik yrgyldylaryny generirleýän gurluşdyr. Generasiýanyň şerti $k \cdot \beta \geq 1$ yrgyldylaryň giň spektrinde ýerine ýetýär. Oňa poliowibrator diýilýär. Onuň iki sany durnukly ýagdaýy bardyr. Bir durnukly we wagtlaýyn durnukly ýagdaýy bolan sistema odnowibrator (garaşyjy) diýilýär. Yazdyryjy impulsar berilen mahaly birstabil multiwibrator durnuksyz ýagdaýa geçýär we $t = \ln(2) \cdot R_2 \cdot C_1$ period wagtdan soňra durnukly halyna gaýdyp gelýär. Formasy boýunça garmoniki yrgyldydan tapawutlanýan yrgyldylara

7. Egleyji sistemalar. Olaryň radioteknikada ulanylyşy.

Egleyji liniýa diýip signaly gereklži wagt aralygyna T_{egl} egläp, giriş signalyny takyk gaýtalaýan çyzykly dörtpolýuslyga aýdylýar. Impulsary eglemäni bir ýa – da birnäçe gurluşy wagt aralygyna saklap işletmekde meselem, telewideniýede, radiolokasiýada, ölçeyji we hasaplaýjy tehnikada giňden ulanýarlar. Impulsary formany saklap we saklaman eglemek meňzeş däl. Birinji ýagdaýda egleyji liniýalar, ikinji ýagdaýda impulsaryň ýörite garaşyjy generatorlary ulanylýar.

Signaly ýoýulmasyz eglemek üçin egleyji liniýanyň $\Delta\omega$ ýygylklar zolagynda hyýaly ýygylk häsiýetnamasy bolmaly we şol ýerde signalyň esasy spektri jemlenmeli. Görkezilen ýygylklar zolagynda dörtpolýuslygyň geçiriş koeffisiýenti hemişelik bolmaly, a faza – ýygylk häsiýetnamasy çyzykly artýan bolmaly.

Uzyn birmeňzeş liniýanyň bölegi impulsary eglemekde ideal gurluşdyr, ony ylgaýan tolkun düzgüninde ulanmaly. Şeýle uzyn liniýa $R_n = \rho$ ýüke birikdirilen, ideal ýygylk häsiýetnamalary bar we praktiki taýdan giriş signalynyň formasyny ýoýanok. Signalyň eglenme wagty tolkunynyň liniýanyň boýuna

ýaýrama wagtyna deňdir; $T_{egl} = \frac{l}{v} = l\sqrt{L_0 C_0}$, bu ýerde

l – liniýanyň uzynlygy: $v = \frac{1}{\sqrt{L_0 C_0}}$ – liniýanyň

boýuna tolkunynyň ýaýrama tizligi; L_0 , C_0 – liniýanyň uzynlyk birligindäki parametrleri.

Endigan uzyn liniýa hökmünde ýokary ýygylgyň kabellerini ulanmak mümkin. Ýöne bu kabelleriň L_0 , C_0 bahalarynyň az wagta eglamak üçin gaty köp mukdary gerek. Meselem, signaly 1 mks eglemek üçin kabeliň 200

m uzynlygy gerek. Şonuň üçin real gurluşlarda parametrleri jemlenen emeli egleýjin liniýalar ulanylýar.

Eglenen signalyň kanalynda ultrasesli egleýji sistemalar (VJI3) ulanylýar. Sesi äkidijiniň başynda hem aýagynda iberijiniň we kabul edijiniň wezipesini ýerine ýetirýän pýezoelektrik özgerdiji bardyr. Iberiji signaly ultrases yrgyldylaryna geçirýär, ses äkidijiniň kabuledijisine 64 mks-da baryp ýetýär we elektrik signalyna özgerdilyär.

Impulsly 1 mks eglemek üçin howa dielektrikli simiň 300 m gerekdir. Eger howanyň ýerine dielektrik ulanylsa, onda uzynlyk $\sqrt{\varepsilon}$ esse kemeler. Emeli egleýji sistemalaryň olcegerlerini kemeltmek üçin köpkonturly pes ýygylgyň süzgüçlerini ulanýarlar. Eglenmek wagty

$$t_{eg} = n \sqrt{LC} \quad (2.27)$$

n- konturlaryň sany, L,C – bir konturyň induktiwligi we sygymy. Emeli egleýji sistemalaryň tolkun garşylygy ulydyr, şonuň üçin ony beýleki abzallar bilen ylalaşdyrmak ýeňildir.

Ýetmezçiligi olaryň çäklendirilen goýberiş zolagydyr. Goýberiş zolagyny giňeltmek üçin konturlaryň arasynda induktiw baglansyk ulanýarlar (tegekler ýakyn ýerleşeni üçin olaryň ölçegleri hem kiçidir.

8. Yrgyldyly konturlar. Ideal yrgyldyly kontur. Erkin we mejbury yrgyldylar.

Ýitgisi bolmadyk L we C ybarat ýapyk zynjyr ideal konturdyr (2.9 – nji surat). Açaryň 1 ýagdaýynda C kondensator çesmeden zarýadlanyp başlar. Onuň obkladkalarynyň arasynda elektrik meýdany ýüze çykar. Eger açary 2 ýagdaýa geçirsek C-niň razrýady başlanar. Razrýad togunyň birden artmagyna tegekde döreýän öz induksiýanyň togy garşylyk görkezzer we kem – kemden artmagyna elter. Razrýad togunyň ulalmagy

$\rho = \sqrt{L/C}$. Onuň differensial deňlemesi

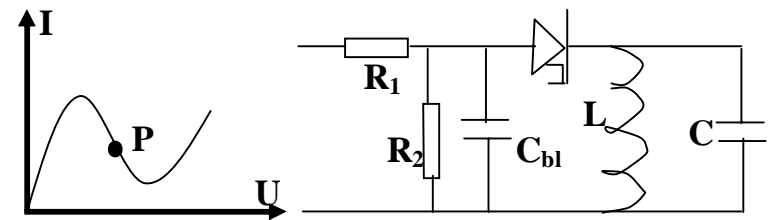
$$L \frac{di}{dt} + (r + r_-)i + \frac{1}{C} \int i dt = 0.$$

Bu ýerden otrisatel içki garşylykly awtogeneratoryň öz – özünden oýanma şerti

$$|r_-| = \left| \rho^2 / R_- \right| > r$$

Ilki başda awtogeneratoryň yrgyldylarynyň amplitudasy kiçidir, häsiýetnamanyň gaçýan böleginden çykmaýar we garmoniki yrgyldylara ýakynadyr. Amplitudanyň artmagy bilen WAH – yň položitel garşylykly bölegi ulanylýar, bu bolsa otrisatel garşylygyň ululygynyň kiçelmegine getirip dinamiki deňagramlyk alynýar, ýagny

$|r_-| = r$. Yrgyldylaryň durnuklaşmagy PTB – li awtogeneratoryňka meňzeşdir, birinji ýagdaýda otrisatel garşylygyň ululygy, a ikinji ýagdaýda häsiýetnamanyň



6.7-nji surat

ýapgytlygy üýtgeýär. İşjeň elementdäki tok garmoniki yrgyldylardan tapawutlydyr we konturyň hiline laýyklykda garmonikilere ýakynadyr.

Ilkinji otrisatel içki garşylykly awtogenerator tetrody ulanýan *dinatron* generatorydyr. Pentodlary ulanýan tranzitron generatorlary giňden ulanyldy. Has köp gyzyklanma döredýäni tunnel diodlaryndaky

çykyş naprýaženiýesiniň bir bölegi berilýär we çykyşda generirlenýän yrgyldylaryň uly amplitudasy ýüze çykýar. napryazenryasynyň bir bölegi berilýär we çykyşda generirlenýän yrgyldylaryň uly amplitudasy ýüze çykýar. Naselýonnostyň inwersiýasy halnda daşky şöhlelenmäniň täsirinde atamlardaky oýandyrylan elektronlaryň oýandyrylmadyk derejä gecmegi netijesinde indusirlenen şöhlelenme ýüze cykyar. Şöhlendirilyän yrgyldylaryň özüni doreden yrgyldylar bilen ýygylgy ,fazasy ,polýarizasiýasy we ugry boýunça takyk gabat gelýär. Ýa-da indusirlenen şöhlelenme özuni doreden şöhlelenme bilen kogorentdir.

Soňky döwürde ylymda we tehnikada gaty jisimli, yarymgeçirijili, gaz görnüşli we beýleki lazerleri ulanýarlar.

Gaz lazerlerinde işjeň madda neon, argon, kripton, ksenon we geliý-neon garyndysy we CO - dyr.

Gaty jisimde işjeň sreda rubin, sapfirdir Ýarymgeçirijili OKG – lerde ýarymgeçirijili dioddyr (arsenid galliden edilen). Ýarymgeçirijili lazerleriň 10 Wt, impulslaryň dowamlylygy 10-1 mks. Suwuk OKG-leriň çykyş kuwwaty 1,2 Gwt impuls we 4,5 kWt üznüksiz düzgünde. Otrisatel içki garşylygy bolan awtogeneratedorlar.

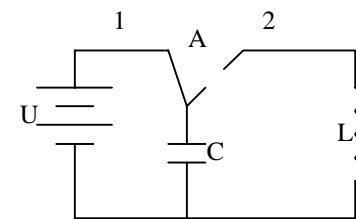
Seredilip geçilen ähli awtogeneratedorlaryň güýçlendiriji zynjyry we PTB zynjyry bardyr. Häzirki zaman radioelektronikasyndaky käbir işjeň elementler ulanylsa položitel ters baglanşygyň geregi hem ýokdur (6.7-nji surat). Bu işjeň elementleriň WAH – nyň aşak gaçýan bölegi bolup, olar otrisatel içki garşylykly elementlerdir. Goý işjeň element R yrgyldyly kontura parallel birikdirilen bolsun. WAH – da ortasynda P işçi nokat çeşmäniň kömegi bilen saýlanyp alynýar. $r = \rho^2 / R$,

kondensatoryň zarýadynyň, başgaça aýdylanda onuň elektrik meýdanynyň energiýasynyň kemelmegine we tegegiň magnit meýdanynyň güýjenmesiniň artmagyna getirer. Netijede elektrik meýdanynyň energiýasy magnit meýdanynyň energiýasyna öwürüler. Periodyň $1/4$ böleginde razrýad togy maksimal bahasyna ýeter. Kondensator doly razrýadlanar. Razrýad togunyň kemelmegi tegekdew ugry boýunça şol tok bilen gabat gelýän öz induksiýa togunyň döremegine alyp barýar. Bu tok kodensatory öňküsine garanynda ters alamatly zarýad bilen zarýadlandyrýar we magnit meýdanynyň energiýasy elektrik meýdanynyň energiýasyna öwürüler. Bu öwürülme periodyň $1/2$ wagtynda, konturdaky tok nula deň bolanda tamamlanýar. Konturda elektrik meýdanynyň energiýasy magnit meýdanynyň energiýasyna we tersine öwürülmegi elektromagnit yrgyldysyny ýüze çykarar. Doly bir yrgyldynyň etmek üçin gerek bolýan wagta yrgyldynyň periody, bir sekundaky yrgyldylaryň sanyna bolsa, onuň ýygylgy diýilýär. Elektrik meýdanynyň energiýasy

$$W_c = CU_m^2/2 \quad (2.28)$$

magnit meýdanynyň energiýasyna geçär

$$W_L = LI_m^2/2 \quad (2.29)$$



2.9 - nji surat

Naprýaženiýe we tok garmoniki kanun boýunça üýtgeýändir. $U = U_m \cos \omega t$
 $= U_m \sin(\omega t + 90^\circ)$; $i = I_m \sin \omega t$ (2.30)

U bilen i-niň arasynda 90° faza süýşmesi bardyr.

1. Hyýaly konturda amplituda üýtgeýän

däldir.

$$P = \frac{W_{top}}{W_{yit}} = \frac{2\pi LI^2}{I^2 RT} = \frac{\omega L}{R} = \frac{Z_0}{R} \cos 90^\circ = 0 \quad (2.31)$$

2. (2.28) we (2.29) deňliklerden alarys

$$\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}; \quad U_m = I_m \omega L \text{ goýup}$$

$$\text{alarys } \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (2.32)$$

konturyň hususy ýygylgy diňe konturyň parametrlerine baglydyr (L we C).

3. (2.32) aňlatmany ulanyp alarys

$$\frac{U_m}{I_m} = \sqrt{\frac{L}{C}} = Z_0 \quad (2.33)$$

konturyň **harakteristik** ýa-da **tolkun** garşylygy. L genrilerde, C faradalarda alynsa, onda Z_0 –yň birligi omlardyr. Ideal konturda bolup geçýän yrgyldyly prosesini matematiki deňlemesini Kirhgofyň ikinji kanunyny ulanyp

$U_L + U_C = 0$ ýazmak bolar. Bu ýerde $U_L = L \frac{di}{dt}$, $U_C =$

$\frac{1}{C} \int i dt$ onda $L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt = 0$. Deňligiň iki tarapyny

hem L – e bölüp, ýene bir sapar differensirläp, $\frac{1}{LC} = \omega_0$

bilen belläp alarys. $\frac{d^2 i}{dt^2} + \omega_0^2 i = 0$. Bu deňligiň çözüwi

$i = i_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$, bu ýerde i_m –toguň amplitudasy, φ – onuň başlangyç fazasy. Diýmek ideal konturda sönmeýän garmoniki yrgyldy döreýändir.

Bu ýerde $\frac{dL}{L} \text{ we } \frac{dC}{C}$ - induktiwligiň we sygymyň

otnositel üýtgemesi. RC generatorler üçin

$$\frac{d\omega}{\omega} = -\left(\frac{dR}{R} + \frac{dC}{C}\right) \quad (6.15)$$

Daşky ýük garşylygynyň generatorniň ýygylgyna täsirini azaltmak üçin ýükden öň bufer kaskadyny ulanýarlar. Amplitudanyň üýtgemesiniň täsirini azaltmak üçin halkanyň hilini ýokarlandyryýarlar (garmoniki düzüjileri azaltmak arkaly).

Eger generatoryň yrgyldylarynyň ýygylgyna aýratyn ýokary talaplar goýulsa, onda durnulaşdyrmak üçin pýezoelektrik elementleri ulanýarlar. Olaryň effektiw hili takmynan $10^3 \div 10^5$ ululykdadyr. Bu bolsa adaty halkanyňkydan 100 hatda 1000 esse ýokarydyr.

Optiki kwant generatorlary (OKG).

Süýmli -optiki baglanşyk bilen bie hatarda häzirki zaman radio-tehnikasy lazer lokasiýasy, lazer medisinasý, mametiallary lazerli gaýtadan işlemek, lazr ýaraglary, optiki golografiýa sistemalaryne hem taýynlap başladyler. Bu gurluşlaryň ählisinde generator hökmünde optiki kwant generatory -lazer ulanylýar. Onuň esasy elementi işjeň maddadyr. Lazeriň ýönekeý işleýşi şular ýalydyr. Atomdaky elektronlar ýadro görä dürli energetik derejelerde bolup biler. Adatça atom oýandyrylmadyk halýnda bolup, ähli elektronlar energetik derejelerde minimal energiýaly energetik derelelerde ýerleşýärler. Daşky şöhlelenmäniň ýa-da elektrik zaryady netijesinde elektronlatyň bir bölegi energiýanyň minimal bahasyna deň bolmadyk has daşky elektron orbitalaryna geçip bilerler. İşjeň maddanyň oýandyrylan atomlarynyň inwersiýasy ýüze çykýar. äwtogeneratoryň shemasýnda şeýle işjeň sreda güýçlendirijiniň rolyny ýerine ýetiýär. Haçanda güýmçlendirijiniň girişine fazasy gabat gelýän

awtogenatoryň shemasynyň degişli bölegine birikdirilýär.

31. Ýygylgynyň gyşarmasy we ony hemişelik saklamagyň ýollary.

Generatorleriň yrgyldylarynyň ýygylgynyň üýtgemesi dürli ululyklaryň we daşky täsirleriň hemişelik däl bolmagyndan gelip çykýar (L,C, naprýaženiýäniň, tranzistoryň häsiýetleriniň, ýük garşylygynyň we beýlekileriň üýtgemegi). Ony mukdar taýdan kesgitlemek üçin iş prosesinde generatormiň ýygylgynyň otnositel üýtgemesini ulanýarlar. Mümkün bolan umumy durnukly dälilik generasiýanyň şertlerinden çykarylýar

$$\varphi = \varphi_k + \varphi_p = 2\pi n \quad (6.10)$$

φ – ters baglanyşygyň faza süýşmesi. Bu faza süýşmesi ýygylga we başga-da bimäçe ululyklara (naprýaženiýä, ýüküň ululygyna, yrgyldynyň amplitudasyna, temperatura) görä funksiýadyr. Şol ululyklary P_i bilen belläp alarys

$$\varphi = \varphi(\omega, P_1, P_2, P_3, \dots, P_m) \quad (6.11)$$

Ululylaryň üýtgemegi netijesinde faza süýşmesiniň mümkin bolan üýtgeýşi onuň doly differensialy bilen kesgitlenilýär

$$d\varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial \omega} d\omega + \sum_{i=1}^m \frac{\partial \varphi}{\partial P_i} dP_i \quad (6.12)$$

Öndürmegiň şertleriniň ýerine ýetmegi üçin faza süýşmesiniň üýtgemesi nola deň bolmaly, ýagny

$$\varphi + d\varphi = 2\pi n, d\varphi = 0$$

$$\text{haçanda } \omega = \omega_0 \quad (6.13)$$

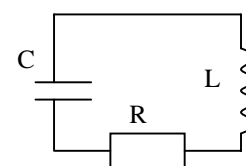
Bu ýagdaýda yrgyldynyň ýygylgynyň otnositel durnukly däliligi $d\omega/\omega$ görnüşde tapylar. LC generatorler üçin

$$\frac{d\omega}{\omega} = -\frac{1}{2} \left(\frac{dL}{L} + \frac{dC}{C} \right) \quad (6.14)$$

Real yrgyldyly konturlar. Real konturda erkin yrgyldy sönýändir (2.10 – nýj surat). Kirhgofyň 2-nji kanunyna

$$L \frac{di}{dt} + ri + \frac{1}{C} \int i dt = 0 \quad (2.34)$$

Ýene-de bir gezek differensirläp we L-e bölüp



2.10 – nýj surat

göra $U_L + U_R + U_C = 0$
ýa $\frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{r}{L} \frac{di}{dt} + \frac{i}{LC} = 0$
(2.35)

Bu ýerde $r/L = 2\delta$;

$$\frac{1}{LC} = \omega_0^2. \text{ Deňlemäniň çözüwi}$$

$$i = I_m e^{-\delta t} \cos \omega t \quad (2.36)$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{r^2}{4L^2}} = \sqrt{\omega_1^2 - \alpha^2} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \sqrt{1 - \frac{r^2}{4Z_0^2}} \quad (2.37)$$

Diňe $r < 2Z_0$ bolanda erkin yrgyldy ýüze çykýar. (2.36) görä yrgyldy sönýän ($e^{-\delta t}$) garmoniki yrguldydyr ($I_m \cos \omega t$).

Konturyň hili Q bir periodyň dowamynda toplanan energiýanyň ýitgilere bolan gatnaşygyna deňdir

$$Q = \frac{W_{top}}{W_{yit}} = \frac{2\pi L I^2}{I^2 R T} = \frac{\omega L}{R} = \frac{Z_0}{R} \quad (2.38)$$

Naprýaženiýeler rezonansy.

Rezonans mahaly giriş garşylygynyň reaktiw düzüjisi nola deň bolup, aktiw garşylyga eýe bolýar.

1. Rezonans mahalynda $x = \omega L - \frac{1}{\omega C} = 0$, reaktiw garşylyk 0 –a deň bolup, doly garşylyk minimaldyr. şonuň üçin

$$\omega^2 = \frac{1}{LC} \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad (2.39)$$

Bu ýerden **rezonans** generatoryň ýygylgy konturyň hususy ýygylgyna deň bolanda bolup geçýär.

$$2. \omega L - \frac{1}{\omega C} = 0 \text{ deňlikden } \omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \text{ alarys}$$

$$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C} = \sqrt{\frac{L}{C}} = Z_0 \quad (2.40)$$

Rezonans wagtynda induktiw we sygym garşylyklar onuň karakteristik garşylygyna deňdirler. Eger $\omega L > \frac{1}{\omega C}$ bolanda garşyluk induktiw häsiýete eýe bolýar. $\omega L < \frac{1}{\omega C}$ bolsa, garşylygyň sygym häsiýeti bolar.

3. $x=0$ bolany sebäpli

$$\text{tg } \varphi_{gir} = \frac{x}{R} = 0, \varphi_{gir} = 0 \quad (2.41)$$

Rezonans mahaly generatoryň togy we e.h.g-si fazalary boýunça gabat gelýändir. (2.40) we (2.41) deňliklerden

$$U_{Lm} = I_k \omega_0 L = I_k \rho, U_{Cm} = I_k \frac{1}{\omega_0 C} = I_k Z_0; E_{gen} = I_k R, \frac{U_{Lm}}{E_{gen}} = \frac{U_{Cm}}{E_{gen}} = \frac{I_k Z_0}{I_k R} = \frac{Z_0}{R} = \zeta$$

(2.42) (2.42) deňlikden, yzygider konturdaky rezonansda induktiwlikdäki we sygymdaky naprýaženiýeleriniň amplitudasy özara deňdirler we generatoryň e.h.g-sinden Q esse ulydyr. Doly garşylyk aktiw garşylyga deň bolýar. Şonuň üçin oňa **naprýaženiýeler** rezonansy diýilýär.

ýerdenikinji netije gelip çykýar: durnukly garmoniki yrgyldylary almak üçin, awtogeneratoryň ähli elementleriniň iş düzgünü ujypsyz üýtgemelidir.

Ýokary takyklygy bolan awtogeneratorlary gurnamak üçin ýörite çäreler görülyär. Olardan ýokary takyklygy bolan induktiw tegekleri we kondensatorlary ulanmak. Awtogeneratorlar çyzykly iş düzgüninde işlemek bilen, ýüke ujypsyz mukdardaky kuwwaty bermeli. Awtogeneratorlary ýokary durnuklylygy bolan çeşmelerden iýmitlendirmeli. Ýük bilen awtogeneratoryň aralygynda ýörite bufer kaskadyny ulanmaly. Onuň uly giriş garşylygy awtogeneratoryň yrgyldyly konturynyň ýokary hilini saklaýar we öz gezeginde ýygylgyň durnuklylygyny artdyrýar. Temperaturany hemişelik saklamak maksafy bilen olary termostata salmaly. Ýygylgyň durnuklylygynyň soňraky ýokarlanmagy üçin yrgyldyly konturyň hilini artdyrmaly. Gereki durnuklylygy almaga bu çäreler ýeterlik däl. Ýygylgyň durnuklylygynyň 10^{-5} – den uly bahalary gerek bolsa, awtogeneratorda LC kontura derek elektromehaniki yrgyldyly sistemalary – kwars rezonatorlaryny ulanýarlar. Olaryň ýokary mehaniki berkligi we häsiýetleriniň temperatura gowşak baglylygy bardyr.

Kwars generatorynyň esasy ýetmezçiligi ýygylgy häsiýetnamalarynyň geometriki ölçeglerine baglylygydyr. Ýagny onuň ýygylgyň işleýän wagty üýtgedip bolmaýar. Bulardan başga – da kwars rezonatorlarynyň hususy ýygylyklary kesgitli ýygylklar diapozonyna degişli bolansoň ony giňeldip bolmaýar. Ýene – de diňe $\omega_2 - \omega_1$ dar zolakdan galan ýygylklaryň islendiginde kwars rezonatorynyň garşylygy sygym häsiýetdedir, a $\omega_2 - \omega_1$ zolakda induktiw häsiýetdedir. Bu ýagdaýlar kwars generatorynyň ossilýator shemalaryny gurmaga mümkinçilik berýär. Ossilýator shemalarda kwars rezonatory induktiwlik hökmünde ulanylyar we

ýygylygynyň $\Delta\omega$ ululyga üýtgemegine getirer we indi fazalar balansy üçin aşakdaky şert ýerine ýeter $\sum \varphi(\omega_1 + \Delta\omega) = 2\pi n$. Ýygylygyň durnukly dälligini kesgitlemek üçin $\Delta\omega$ ululygyna täsir edýän ähli faktorlary bilmeli.

LC generatoryň elementlerindäki faza süýşmeleriniň ýygylyga baglylygy dürli – dürlidir. Güýçlendirijiniň φ_s we ters baglanşygyň φ_k zynjyryndaky faza süýşmeleriýygylyga bagly däl diýip hasaplamak bolar. Ol ikisini birikdirip $\varphi = \varphi_s + \varphi_k$, (1) deňlikde $n=0$ goýup, ω_1 ýygylykda fazalar balansyny ýazars $\varphi(\omega_1) + \varphi_z(\omega_1) = 0$ $\varphi_z(\omega_1)$ egriniň we $\varphi(\omega_1)$ göniniň kesişme nokady generirlenýän ýygylygy kesgitleýär. Faza häsiýetnamasynyň uly ýapgytlygynda we $\varphi_z(\omega)$ nula ýakynlananda ýygylygyň üýtgemesi örän azdyr. Bularyň esasynda birinji netije çykarylur: awtogenatoryň ýygylygynyň ýokary durnuklylygy talap edilýän bolsa, ýokary hilli yrgyldyly konturlary ulanmaly.

Faza häsiýetnamasynyň ýapgytlygy yrgyldyly konturyň hiline baglydyr. Konturyň hili hususy ýitgiler r , ýüküň garşylygy R_y we ýşjeň elementiň içki garşylygy R_i (ýa – da çykyş) bilen kesgitlenilýär. r , R_y , R_i ululyklaryň islendik üýtgemesi awtogenatoryň ýygylygynyň üýtgemesine getirýär. Ýitgiler daşky gurşawyň temperaturasynyň ýokarlamagy bilen artar. R_y awtogenatordan soňky kaskadyň iş şertlerine bagly üýtgär. R_i içki garşylyk işjeň elementiň iş düzgünine bagly bolup, oňa çeşmäniň naprýaženiýesiniň üýtgemesi täsir edýär. Çeşmäniň naprýaženiýesiniň durnukly dälligi awtogenatoryň işjeň elementiniň iş düzgünine täsirini ýetirýär. Çeşmäniň naprýaženiýesiniň fluktuasiýasyndan başga – da φ_s – iň üýtgemesine çykyşdaky ýokary garmoniki düzüjileriň täsiri ulydyr. Olar girişdäki naprýaženiýe bilen çykyşdaky 1 – nji garmonikanyň arasynda goşmaça faza süýşmesini döreder. Bu

Rezonas egrileriniň ýitiligini deňeşdirmek üçin olary otnositel ölçeglerde çyzmaly

$$\frac{I}{I_{rez}} = \frac{E}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}} :$$

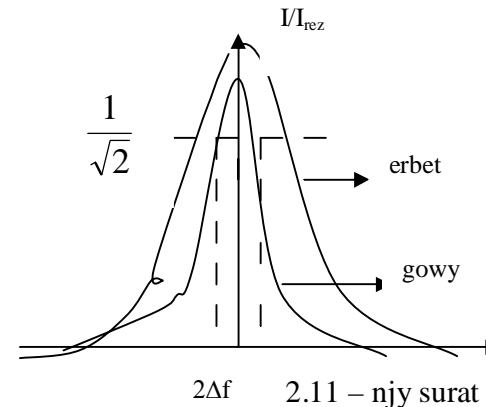
$$\frac{E}{R} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}} \quad (2.43)$$

Şu masştabda egrileriň ordinatasy 1-e deňdir

$$\frac{I_{rez}}{I_{rez}} = \frac{R}{R} = 1 \text{ Özgertmelerden soň}$$

$$\frac{I}{I_{rez}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 4Q^2 \left(\frac{\Delta f}{f}\right)^2}} \quad (2.44)$$

Alynan grafiklerdäki egrileriň görnüşi diňe Q -a baglydyr (2.11 – nji surat). Hili gowy kontur has ýiti rezonans egrisini berer.



Konturyň ýygylyklar zolagynda toguň $\sqrt{2}$ esse kemelmegi onuň goýberiş zolagyny görkezzer.

$$\frac{I_k}{I_{rez}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + Q^2 \left(2 \frac{\Delta f}{f}\right)}} \quad (2.45)$$

Bu ýerden
$$\frac{\Delta f_{\max}}{f_0} = \frac{1}{2Q}$$

Rezonans egrisiniň simmetrikdigine görä

$$2 \Delta f = \frac{f_0}{Q} \quad (2.46)$$

$2 \Delta f$ - konturyň goýberiş zolagydyr.

Toklaryň rezonansy.

Parallel konturyň görnüşi 2.12 – nji suratdaky ýalydyr. Kondensatordaky tok $I_c = U/x_c = U \omega C_k$

Induktiv tegekdäki tok
$$I_L = \frac{U}{\sqrt{R_k^2 + (\omega L_k)^2}}.$$

Napryäženiýäniň generatoryň toguna bolan gatnaşygy halkanyň giriş garşylygydyr $Z_{gir} = U/I$. Bu garşylyk parallel birikdirilen iki şahadan ybaratdyr $Z_1 = R + j\omega L$

we
$$Z_2 = \frac{1}{j\omega C}.$$

$$Z_{gir} = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{(R + j\omega L) \frac{1}{j\omega C}}{R + j\omega L - \frac{1}{j\omega C}} = \frac{(R + j\omega L) \frac{1}{j\omega C}}{R + jx}$$

Bu ýerde $x = \omega L - \frac{1}{\omega C}$ kontuyň reaksiw garşylygy.

Adatça $R \ll \omega L$, onda

Daşky täsirler, napryäženiýäniň üýtgemegi we ş.m. netijesinde geçiriş koeffisiýentleriniň haýsydyr biriniň ujypsyz kemelmegi yrgyldylaryň sönmegine getirer. Ululyklaryň üýtgemesi yrgyldylaryň sönmegine getirmese-de, onuň amplitudasy has durnuksyz bolar. Hemişelik amplitudaly yrgyldylary almak üçin $k\beta > 1$ saýlap almaly. RC generatorlarda bir wagtda yrgyldylaryň stasionar amplitudalarynyň ýeterlik drnuklylygny we olaryň oňat gömüşi alyp bolanok, ýagny çykyş napryäženiýesindeki ýokary gamonikalary azaltmak kyndyr. Şonuň üçin generatormiň çyzynda inersion çyzykly däl elementi ulanýarlar. Bu häsiýet nakal çyrasynda, barettorda we termistorda bardyr. Ony OTB zynjyryna birikdirýärler. Amplituda artsa, termistoryň garşylygy kiçelýär we OTB artýar, diýmek geçiriş koeffisienti kemelýär. Amplituda kemelende, tersine, OTB kemeler we geçiriş koeffisienti artar. Bu prosesin yrgyldynyň görnüşine täsiri ýokdur.

LC awtogeneratorlaryň ýygylgyny durnuklaşdyrmak. Absoýut durnukly dälilik Δf ölçelen ýygylk f bilen onuň nominal bahasynyň f_0 arasyndaky tapawut $\Delta f = f - f_0$. Otnositel durnukly dälilik $\Delta f / f_0$.

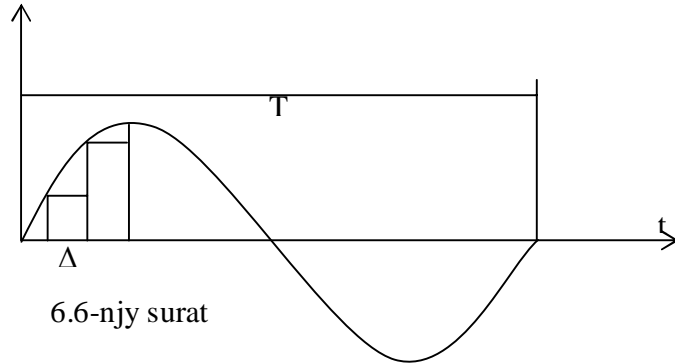
Oňa täsir edýän faktorlar: daşarky täsirler (esasan temperatura), mehaniki täsirler, awtogeneratoriň yüküniň üýtgemesi, çeşmäniň napryäženiýesiniň fluktuasiýasy, işjeň abzallaryň gohlary.

LC generatoryň ýygylyna täsir täsir edýän faktorlar fazalar balansyndan

tapylýar
$$\sum \varphi(\omega_n) = 2\pi n, n = 0, 1, 2, \dots,$$

bu ýerde $\sum \varphi(\omega)$ - ω_1 ýygylkda güýçlendirijiniň, yüküň we ters baglanşygyň zynjyryndaky faza süýşmeleriň jemi. Ýokardaky faktorlaryň täsirinde awtogeneratoriň aýry – aýry elementlerinde faza süýşmeleri $\Delta \varphi$ ululyga üýtgär. Netijede ω_1 ýygylkda faza balansyny bozar we generirlenýän yrgyldylaryň

$\omega \Delta t$) görnüşde ýazyp bolar, p – ni we $\omega = 2\pi / T$ hasaba almak bilen ýazarys; $U(i \Delta t) = U_m \sin(i 2\pi / p)$.



6.6-njy surat

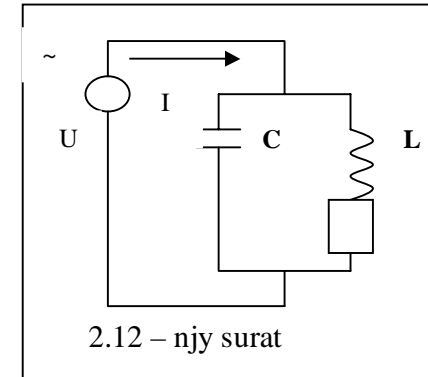
Bulardan başga basgançakly gömüň basgançaklaryň sany näçe köp bolsa sinusoida takyk ýakynlaşýandyr. Haçanda bu san ýeterlik uly bolsa, emele gelen basgançakly naprýaženiýäni pes ýygyllykly sinusoidal naprýaženiýe hökmünde seretmek bolar (az derejede ýoýulan emeli döredilen ýokary ýygyllykly päsgelçilikler goşulan).

Naprýaženiýäniň spektral düzüminde praktiki taýdan diňe esasy ýygyllygyň garmonikasynyň bardygyny görmek bolar. Furýeniň hataryna dargadyp ýakyn ýokary garmonikanyň nomeri $p - 1$, $p + 1$, soňra $2p - 1$, $2p + 1$ we ş. m. Meselem $p = 25$ esasy garmonikanyň ýygyllygynda ýakyn ýokary düzüjiler 24, 26 we 49, 51 garmonikalar, ýagny 24f, 26f, 49f, 51f ýygyllykly garmonikalardyr. Esasy garmonika bilen ýokary ýygyllykly garmonikalar arasyndaky baglanşyk ýokary ýygyllykly süzmeği ýeňilleşdirýär. Ýokary ýygyllykly düzüjileri ýeterlik peseldip, kiçi çyzykly däl ýoýulmalary bolan sinusoidal naprýaženiýe alyp bolýar.

LC we RC generatorlerde geçiriş koeffisiýentiniň modullary üçin öz-özünden oýanmagyň şertleriniň ýerine ýetmeginde sistemanyň durnuksyz boljakdygy şertsizdir.

$$Z_{gir} = \frac{L/C}{R + jx} \cdot \frac{R - jx}{R - jx} = \frac{LR}{C(R^2 + x^2)} - j \frac{Lx}{C(R^2 + x^2)}$$

Aňlatmanyň kompleks karakteri onuň aktiw we reaktiv düzüjilerden ybaratdygyny görkezýär



2.12 – njy surat

Rezonans mahaly reaktiv düzüji nola deň ($x_{gir} = 0$). Ol diňe $x = 0$ bolanda bolýar.

$$R_{gir} = \frac{LR}{C(R^2 + x^2)};$$

$$x_{gir} = - \frac{Lx}{C(R^2 + x^2)}$$

Şeýlelikde komplitny rezonans giriş garşylygynyň aktiw häsiýeti bardyr.

$$R_{gir} = \frac{L}{CR} = \frac{Z_0^2}{R} = Z_0 Q \quad (2.47)$$

$$\text{Konturdaky tok } I_k = C = \omega C U = \frac{U}{Z_0} \quad (2.48)$$

Çeşmäniň togy

$$I_{gen} = \frac{U}{R_{gir}} = \frac{U}{Z_0 Q} \quad (2.49)$$

Olaryň gatnaşygy

$$\frac{I_k}{I_{gen}} = \frac{UZ_0Q}{Z_0U} = Q \quad (2.50)$$

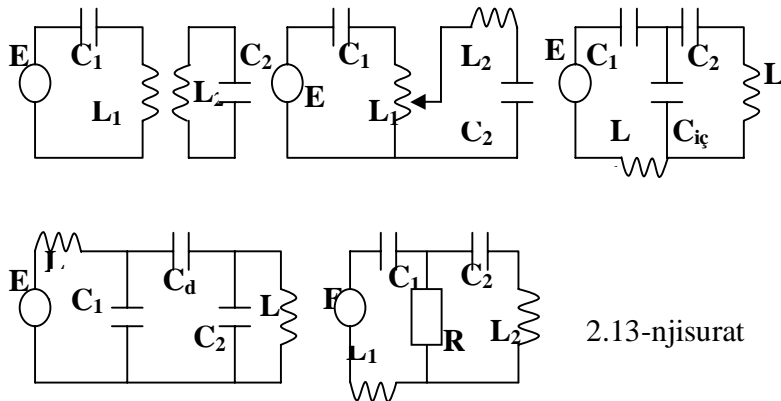
Q- konturyň hili, ol konturdaky toguň öndürjiniň togundan näçe esse ulydygyny görkezýär. Şol sebäpli muňa **toklaryň rezonansy** diýilýär.

9. Baglanşykly konturlar. Baglanşygyň görnüşleri. Zolaklaýyn süzgüçler.

Biri-biri bilen göni elektrik täsiri bolan zynjyrlara **baglanşykly** zynjyrlar diýilýär.

Energiýa çeşmesi bilen oýandyrylýan zynjyr birinji, energiýany alýan kontur ikinjidir.

Baglanşygyň induktiw, awtotransformator, içki sygym, daşky sygym we galwaniki görnüşleri bardyr (2.13 – nji surat).



2.13-njisurat

Baglanşygy häsiýelendirmek üçin baglanşyk koeffisiýenti ulanylýar

$$k_1 = \frac{e_{L2}}{e_{L1}} = \frac{M}{L_1}; k_2 = \frac{e_{L1}}{e_{L2}} = \frac{M}{L_2}; k = \sqrt{k_1 k_2} = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

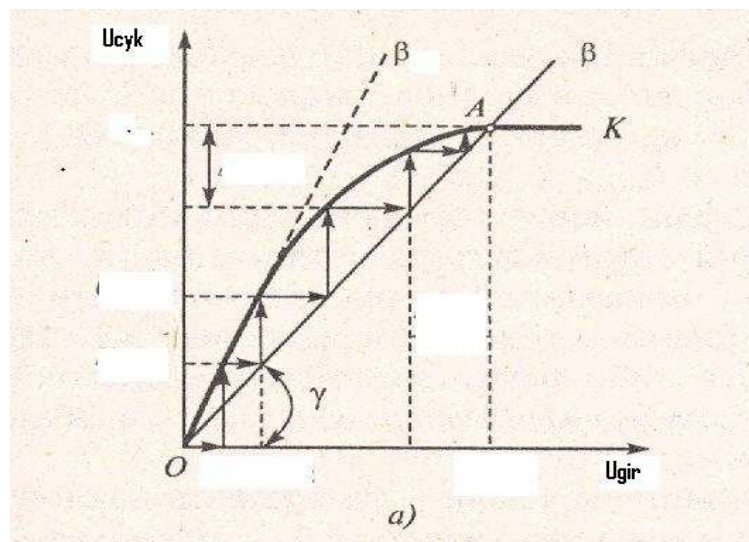
Tersine, $P''_{\text{çeş}} > P_{\text{harç}}$ bolsa, onda amplituda tükeniksi artyp giderdi. a) suratda üçin A nokat durnuklydyr. Sistemany ýerinden gozgap bolsa, durnukly amplituda alynar. 2-nji suratda C nokat durnukly däl, A nokat bolsa, durnuklydyr.

Ýöne $I^2 > I_b^2$ bolan itergi hökmandyr. 1 – nji surat

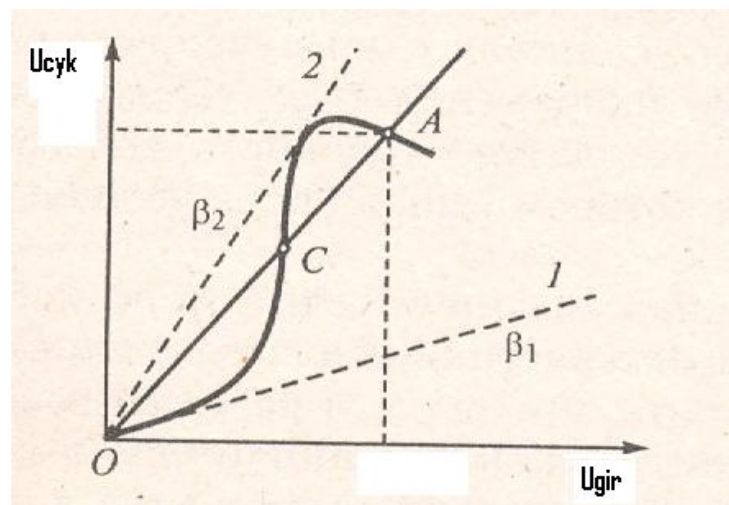
oýanmagyň ýumşak, 2 – nji surat oýanmagyň gaty düzgünini görkezýändir.

Sanly garmoniki yrgyldylaryn generatorlarynyň analog generatorlary bilen deneşdirilende effektiv häsiýetnamalary bardyr, ýygylgyň durnuklylygynyň we sazlanşygynyň ýokary takyklygy, kiçi çyzykly däl ýoýulmalar koeffisienti, çykyş signalynyň hemişelik derejesi bardyr. Sanly generatorlar analoglara garanynda ulanmaga amatlydyrlar. Çaltlygy ýokary, gerekli ýygylyklary tapmak has ýönekeý, görkezmek has aýdyň. Sanly generatorlaryň ýygylgyny öňden belli programma esasynda awtomatiki üýtgetmek mümkinçiligi, maglumatlary gaýtadan işleýän sanly sistemalar bilen bilelikde ulanmaklyk mümkinçiligi bardyr. Garmoniki signaly approksimirmegiň iň ýönekeýi basgançaklydyr. Ol garmoniki yrgyldylary sinisoidal egriden az tapawutlanýan basgançakly naprýaženiýe bilen çalyşmakdan durýandyr (6.6-njy surat). Approksimirlenýän garmoniki naprýaženiýe $M(t) = U_m \sin \omega t$ wagta görä diskretleşdirilýär (ädimi Δt). Iki goňşy t_i we t_{i+1} , wagt momenti sinisoidal naprýaženiýäniň hemişelik togy-basgançak bilen çalyşylýar. Onuň beýikligi approksimirlenýän naprýaženiýä deň $U(t_i) = \sin \omega t_i$. Netijede sinusoida görnüşli basgançakly çyzyk alarys T periodda basgançaklar diskretleşme ädimi bilen kesgitlenilýär $p = T / \Delta t$. Eger basgançaklaryň sany berilen bolsa, onda diskretleşme ädiminiň üýtgemegine geljek naprýaženiýäniň periodynyň üýtgemegine getirer, sebäbi $T = p \Delta t$ $t_i = i \Delta t$ bolany üçin $U(i \Delta t) = U_m \sin(i \Delta t)$

30. Oýanmagyň ýumşak we gaty düzgüni. Pes ýygylgyn sanly generatorlary



Indi konturdaky ýitgiler bilen çeşmeden gowuşýan



energiýanyň baglanyşygyna seredeliň. Eger çeşmäniň enenergiýasy $P_{\text{harç}}$ kiçi bolsa, onda yrgyldy sönerdi.

Induktiv baglanyşyk üçin

$$E_2 = I_1 \omega M$$

I_1 – birinji zynjyryň togy, M – özara induksiýa koeffisiýenti. M -iň maksimal bahasy $M = \sqrt{L_1 L_2}$ deňdir.

Onda

$$E_2 = I_1 \omega M < I_1 \omega \sqrt{L_1 L_2}$$

2-nji zynjyrdaky tok

$$I_2 = \frac{E_2}{R_2} = \frac{I_1 \omega M}{R_2}$$

1 – njiden 2 – ä berilýän kuwwat

$$P_2 = I_2^2 R_2$$

Öz gezginde I_2 birinji zynjyrdaky goşmaça e.h.g. döreder

$$E'_1 = I_2 \omega M \text{ ýa-da } E' = \frac{I_1 \omega^2 M^2}{R_2}$$

Bu e.h.g. çeşmäniň e.h.g-si bilen ters fazadadyr. Birinji zynjyr üçin Omuň kanunyny ulansak

$$I_1 = \frac{E - E'_1}{R_1} = \frac{E - \frac{I_1 \omega^2 M^2}{R_2}}{R_1} = \frac{E}{R_1} - I_1 \frac{\omega^2 M^2}{R_1 R_2}$$

$$I_1 = \frac{E}{R_1 (1 + \frac{\omega^2 M^2}{R_1 R_2})} = \frac{E}{R_1 + \frac{\omega^2 M^2}{R_2}}$$

(2.51)

(2.51) aňlatmadan görnüşi ýaly ikinji kontur birinji kontura goşmaça aktiw garşylyk girizýär. Onuň ululygy

$$\Delta R_1 = \frac{\omega^2 M^2}{R_2} \quad (2.52)$$

Harçlanylýan kuwwat

$$P = I_1^2 \Delta R_1 = I_2^2 \frac{R_2^2}{\omega^2 M^2} \frac{\omega^2 M^2}{R_2} = I_2^2 R_2 = P_2 \quad (2.53)$$

ikinci zynjyra berilyan kuwwata deňdir. Birinji konturdaky kuwwat

$$P = I_1^2 (R_1 + \Delta R_1) = P_1 + P_2 \quad (2.54)$$

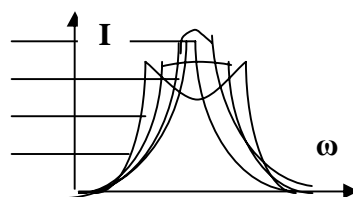
Birinji konturdan ikinjä berilýän kuwwat goşmaça girizilen garşylykdaky bölünip çykyan kuwwata deňdir.

Birinji zynjyryň p.t.k.

$$\eta = \frac{\Delta R_1}{R_1 + \Delta R_1} \quad (2.55)$$

Maksimal kuwwat $\Delta R_1 = R_1$ bolanda alynýar. Onda $\eta = 0.5(50\%)$, oňa kritiki baglanşyk diýilýär (2.14-nji surat).

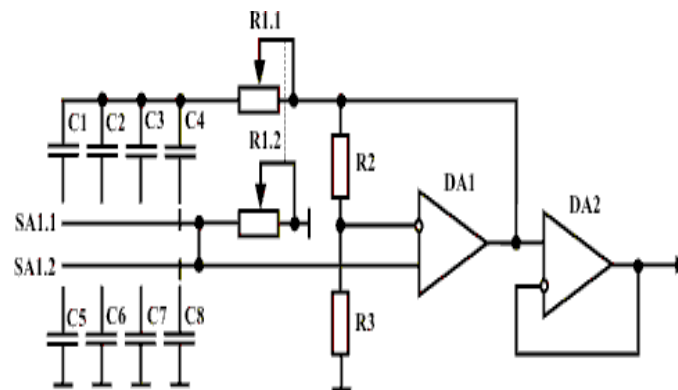
1. $\Delta R_1 \ll R_1$ örän
gowşak baglanşyk
2. $\Delta R_1 < R_1$ gowşak
baglanşyk
3. $\Delta R_1 = R_1$ kritiki
baglanşyk
4. $\Delta R_1 > R_1$ güýçli
baglanşyk



2.14-nji surat

üýtgeder. Güýçlendirijiniň we ters baglanşygyň zynjyrynyň degişli elementlerini saýlap, Winiň köprüsini ulanýan RC generatorda bimäçe gersden 100 – lerce kilogers ýygylkly yrgyldylary generirlemek bolýar. Ýygylklary C_1 we C_2 ýa – da R_1 we R_2 birbada üýtgedip almak bolýar. Şunlukda çykyşdaky yrgyldylaryň ýygylgynyň we amplitudasynyň durnuklylygy kanagatlanarlydyr.

Operasion güýçlendirijilerdäki RC generatop. Ýönekeý RC generator Winiň zynjyry bilen gurnalýar (6.5-nji surat). Awtogenerator bolmak üçin amplituda we faza şertleriniň ýerine ýetmegi zerurdyr. Faza şerti signaly inwertirlemeýji girişe bermek ýoly bilen aňsat gazanylýar. Amplituda şertiniň ýerine ýetmegi üçin otrisatel ters baglanşygyň degişli bahalaryny bermeli. Gerekli güýçlendiriş bir ýygylkda alynsa, onda sinusoidal yrgyldy generirlener. PTB – niň zynjyryna Winiň zynjyry birikdirilýär. Onuň geçiriş koeffisiýentiniň iň uly bahasy $\beta = 1/3$, ýygylgy bolsa, $f_0 = 1/2\pi RC$. Galan ýygylklarda β kiçelýär. f_0 ýygylkda giriş we çykyş signallarynyň arasyndaky faza süýşme nula deň.



Winiň köprüsini ulanýan shemanyň ýetmezçiligi onuň çylşyrymlylygydyr, özem iki kaskadly güýçlendirijiniň ulanylmagy bilen baglanyşykly bolup, ikinji kaskada diňe zerur faza süýşmesini gazanmaga gerekdir.

Üç sany RC zynjyr üçin deňlemeler sistemasyny düzeliň

$$\begin{cases} (\frac{1}{wc} + R)I_1 - RI_2 = U_1 \\ -RI_1 + (\frac{1}{wc} + 2R)I_2 - RI_3 = 0 \\ -RI_2 + (\frac{1}{wc} + 2R)I_3 = 0 \\ RI_3 = U_2 \end{cases}$$

Toklary yok edip alarys

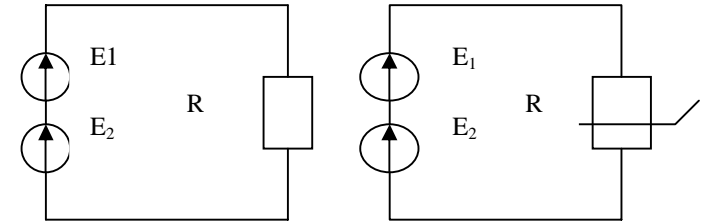
$$\frac{1}{\beta} = \frac{U_1}{U_2} = 1 - \frac{5}{(Rwc)^2} + j \left[\frac{1}{(Rwc)^3} - \frac{6}{Rwc} \right]$$

Awtogeneratoryň yrgyldylary ω_0 ýyglykda bolar we RC zynjyryň faza süýşmesi π -e deň, deňlemäniň hyýaly bölegi nula deň bolar.

$$w_n = w_0 = \frac{1}{\sqrt{6}} * \frac{1}{RC}, \quad \beta = \frac{1}{29} \quad (6.9)$$

RC generatoryň çykyşyndaky yrgyldylar garmoniki däl. Ol yrgyldynyň amplitudasynyň artmagy bilen işjeň elementleriň WAH – nyň çyzykly däl böleginiň ulanylýandygy bilen baglanyşyklydyr. Ýokary hilli yrgyldyly sistemalar bolmany sebäpli ýokary garmoniki düzüjiler süzülmeýär. RC generatorlarda garmoniki yrgyldylara ýakyn yrgyldylary almak üçin ikinji OTB zynjyryny ulanmaly. Onuň işjeň işlemegi üçin OTB zynjyryna garşylygy goýlan naprýaženiýä güýçli bagly bolan termistorlar ulanylar. Termistoryň garşylygynyň üýtgemegi OTB – niň çuňlygyny we k – ny

Superpozisiýa prinsipi. Goý E_1 we E_2 aýratynlykda, soňra bilelikde täsir etsinler.



2.15-nji surat

$$i_1 = \frac{U_1}{R} \quad \text{we} \quad i_2 = \frac{U_2}{R_2}$$

E.h.g.-ler bilelikde $E_1 + E_2$ täsir etseler onda

$$i = \frac{1}{R} (U_1 + U_2) = i_1 + i_2 \quad (2.56)$$

Superpozisiýa prinsipi- jemlenen täsir aýratynlykdaky täsirleriň jemine deňdir.

Çyzykly däl garşylygyň naprýaženiýä baglylygyny

$\check{R} = \alpha \frac{1}{U}$ hasaplalyň. Onda R-e her e.h.g aýratyn täsirinde

$$i_1 = \frac{1}{R} U_1 = \frac{1}{\alpha} U_1^2 \quad \text{we} \quad i_2 = \frac{1}{R} U_2 = \frac{1}{\alpha} U_2^2$$

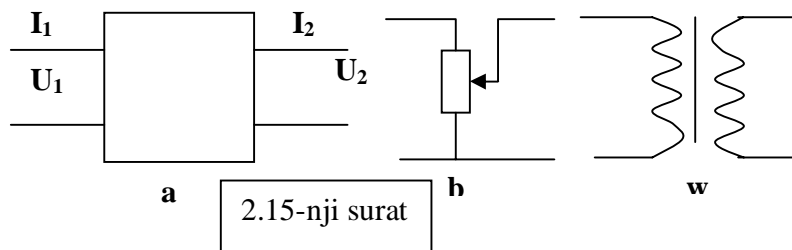
E.h.g – leriň bilelikdäki $E_1 + E_2$ täsirinde

$$i = \frac{1}{\alpha} (U_1 + U_2)^2 = \frac{1}{\alpha} U_1^2 + \frac{1}{\alpha} U_2^2 + \frac{2}{\alpha} U_1 U_2 \neq i_1 + i_2 \quad (2.57)$$

Çyzykly däl elementlerde bu prinsip ýerine ýetýän däl.

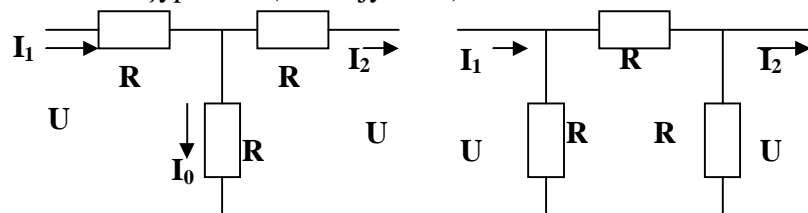
10. Dörtpolýuslyklar, olaryň ekwiwalent shemalary.

Iki jübüt gysajy bolan elektrik zynjyryna *dörtpolýuslyk* diýilýär. Meselem (2.15 – nji a, b, w suratlar



Girişe U_1 çeşme, çykyşa R_2 garşylykly harçlaýjy birikdirilip biliner. Bu ýagdaýda birinji gysaclar giriş, ikinjiler bolsa çykyş bolarlar. Eger zynjyryda e.h.g. bar bolsa aktiw, bolmasa passiw 4-polýuslykdyr. Naprýaženiýe bölüjisi, transformator onuň mysallarydyr. Ony häsiýetlendirýän ulylyklar giriş naprýaženiýesi U_1 , togy I_1 we garşylygy R_{gir} , çykyş naprýaženiýesi U_2 we togy I_2 .

Islendik passiw 4- polýuslygy ýyldyz (T- görnüşli) ýa-da üçburçlyk (Π- görnüşli) ýaly deňeçer üç garşylyk bilen çalşyp bolar (2.16-njy surat).



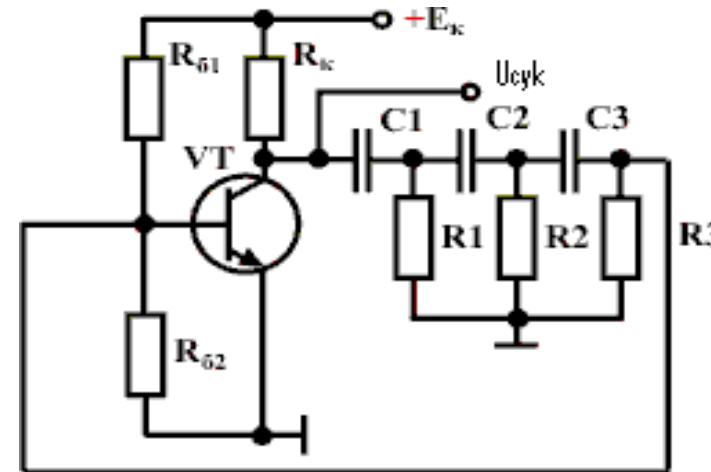
2.16-njy surat

4-polýuslygynyň deňlemelerinde I_1 , U_1 we I_2 , U_2 arasynda çyzykly baglanyşyk bardyr.

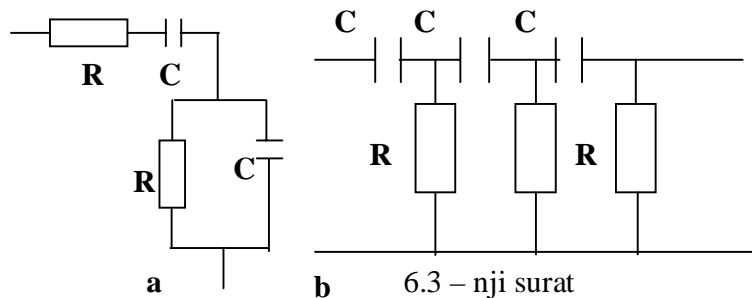
Şeýlelikde generasiýanyň şerti ($k\beta = 1$) $k=3$ we fazalar süýşmesi 2π -e kratny bolanda kanagatlandyrylar. Bu görnüşli generatorlerde güýçlendirijileriň ýüki aktiw garşylykdyr. Onda bir kaskadyň faza süýşmesi π bolar. Garalyp geçilen RC görnüşli generatorlerde kaskadlaryň sany jübüt bolmalydyr. Gereкли güýçlendiriji almak üçin 2 kaskad ýeterlikdir.

Generatorleriň beýleki bir shemasynyň artykmaçlygy faza öwürüji RC zynjyrlary ulanmak arkaly bir kaskadly güýçlendiriji bilen çäklenýärler (6.4-nji surat). Bu sistema 3 sany RC zynjyrdan ybaratdyr. Generasiýanyň şertleriniň ýerine ýetmegi üçin RC zynjyryň faza öwürmesi π -e, a k_0 -yň moduly bolsa, geçiriş koeffisiýentiniň ters ululygyna deň bolmaly.

Ýokary hilli yrgyldyly sistemay bolmansoň, ýokary garmonikalardan saplanmaga mümkinçilik ýokdur. Pes ýygyllyklary birnäçe gersden 100-lerçe kilogers aralygynda generirlenmäge ukyplydyr.



Ýygyllygy üýtgetmeklik C_1 we C_2 ýa-da R_1 we R_2 bilelikde üýtgedip alynýar. Şunlukda ýygyllygynyň we amplitudanyň durnuklylygy kanagatlanarlydyr.



6.3 – nji surat

Shemanyň
koeffisiýenti

$$\beta = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \quad (6.4)$$

Z_1, Z_2 – yzygider we
parallel birigen zynjrlaryň
doly garşylyklarynyň
kompleks aňlatmasy.

$$Z_1 = R + \frac{1}{j\omega C} \quad \text{we}$$

$$Z_2 = \frac{R}{1 + j\omega RC} \quad (6.5)$$

Bulary (12.4) goýup alarys

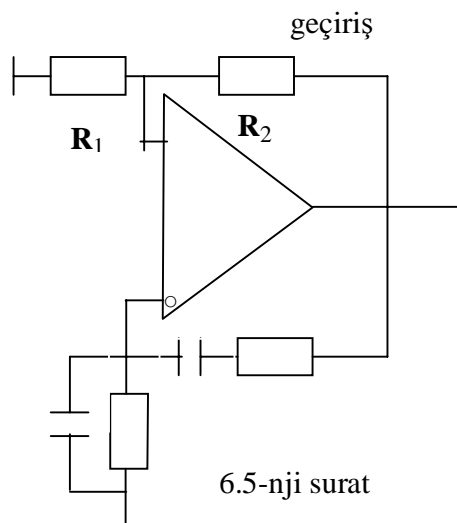
$$\beta = \frac{1}{3 + j(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega})} \quad (6.6)$$

Bu ýerde

$$\omega_0 = \frac{1}{RC} \quad (6.7)$$

Geçiriş koeffisiýentiniň maksimal bahasy $\omega = \omega_0$ bolanda
alynýar. Ol ýagdaýda

$$\beta_{\max} = 1/3 \quad (6.8)$$



6.5-nji surat

$$I_1 = I_0 + I_2 = I_2 + \frac{(U_2 + I_2 R_2)}{R_0} = \frac{U_2}{R_0} + I_2 \left(1 + \frac{R_2}{R_0}\right)$$

$$U_1 = I_1 R_1 + I_2 R_2 + U_2 = \left[\frac{U_2}{R_0} + \left(1 + \frac{R_2}{R_0}\right) I_2 \right] R_1 + I_2 R_2 + U_2 = \left(1 + \frac{R_1}{R_0}\right) U_2 + \left(R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_0}\right) I_2$$

Onda

$$U_1 = A U_2 + B I_2 \text{ we } I_1 = C U_2 + D I_2$$

A, B, C, D – dörtpolýuslygyň koeffisiýentleri. Bu
hemişelikler özara aşakdaky baglanşykdadyr.

$$AD - BC = 1 \quad (2.58)$$

Giriş bilen çykyş özara çalşylanda çeşmäniň we
harçlaýjynyň düzgünleri üýtgemese onda dörtpolýuslyk
simmetrikdir. Simmetrik 4-polýuslyk üçin $A = D$.

1. Boş işleme üçin $I_2 = 0$,

$$U_{1b} = A U_2 \text{ we } I_{1b} = C U_2$$

2. Gysga utgaşmada

$$U_2 = 0, U_{1g} = B I_2 \text{ we } I_{1g} = D I_2$$

Bu ýerde giriş garşylygy

$$R_{1b} = \frac{U_{1b}}{I_{1b}} = \frac{A}{C} \quad \text{we}$$

$$R_{1g} = \frac{U_{1g}}{I_{1g}} = \frac{B}{D}$$

Giriş bilen çykyşy çalşyp (A we D ýerini çalşar)

$$R_{2b} = \frac{U_{2b}}{I_{2b}} = \frac{D}{C} \quad \text{we} \quad R_{2g} = \frac{U_{2g}}{I_{2g}} = \frac{B}{A} \quad (2.59)$$

A, B, C, D – hemişelikleri (2.59) taparys. C-ni
kesgitlemek üçin

$$R_{1b} - R_{1g} = \frac{1}{CD} \quad \text{we}$$

$$R_{2b} (R_{1b} - R_{2g}) = \frac{1}{C^2} \quad (2.60)$$

ulanyp taparys

$$C = \frac{1}{\sqrt{R_{2b} (R_{1b} - R_{2g})}} \quad (2.61)$$

Indi (2.60) we (2.61) aňlatmalardan galan hemişelikleri taparys.

$$R_0 = \frac{1}{C}; R_1 = \frac{(A-1)}{C}; R_2 = \frac{(D-1)}{C} \quad (2.62)$$

II-görnüşli çyzgy üçin hem şol görnüşde taparys.

11. Çyzykly däl elementler. Çyzykly däl elementleriň häsiýetnamalary we parimetrleri. Çyzykly däl elementleriň häsiýetnamalaryny approksimirlemegiň usullary.

Çyzykly elementler süzmek, kanallaşdyrmak, EM tolkunlaryny şöhlendirmek we kabul etmek üçin ulanylýar. Olarda energiýa artmaýar, gowy ýagdaýda ol hemişelik galýar. Radiotolkunlar iberijiden kabul ediji tarapa ýaýranda energiýa kemelýär we olary güýçlendirmek zerurlygy döreýär. Elektrik signallaryny güýçlendiriji energiýa çeşmesini saklamalydyr.

Signalyň wezipesi güýçlendirilen signal alynýan ýükden akýan çeşmäniň toguny dolandyrmakdan ybaratdyr (4.1-nji surat). Signalyň täsirinde haýsydyr bir ululygy üýtgeýän (garşylygy) dörtpolýuslyga – birnäçe talaplar goýulýar:

durnuklaşan hemişelik amplitudaly generasiýa peýda bolar. $k\beta < 1$ bolanda generasiýa ýokdur.

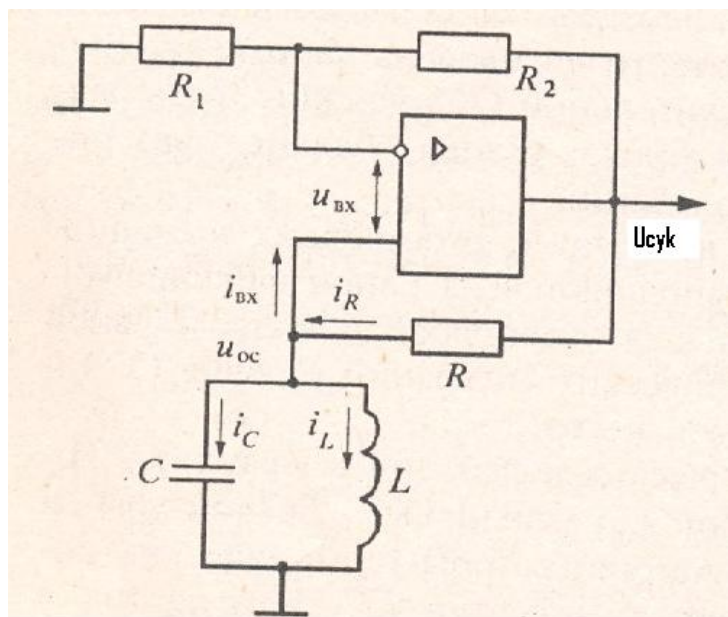
Ilkibaşda U_{gir} kiçi bahalarynda kiçi amplitudaly generasiýa döreýär. β - niň soňraky artmasynda amplitudalar balansy U_{gir} barha artýan bahalarynda ýerine ýeter, ol bolsa generirlenýän yrgyldylaryň amplitudasynyňartmagydyr. Şeýlelikde bu yrgyldylaryň amplitudasy güýçlendirijiniň häsiýetnamasynyň çyzykly dældigi bilen kesgitlener we egriniň görnüşi sinusoidadan tapawutlanar. Ýöne kiçi amplitualarda bu egriniň sinusoidallygynyň ýoýulmalary ujypsyzdyr. Şonuň üçin sinusoidal yrgyldylaryňgeneratorlarynda $k\beta$ - niň başlangyç bahasy birden sähelçe ulydyr (1.2-1.5).

Umumy halda k we β , şeýle - de φ_k we φ_β ýygylyga baglydyr. Şol sebäpli generasiýa amplitudalar we fazalar balansynyň ýerine ýetýän ýygylygynda ýüze çýkar. Eger şertler birbada birnäçe ýygylykda ýerine ýetse, sinusoidal düzüjilerden ybarat egrisiniň çylşyrymly görnüşi bolan generasiýa peýda bolar.

$k\beta$ - uly baç bahalarynda generirlenýän sinusoidal yrgyldylaryň çyzykly däl ýoýulmalary netijesinde peýda bolýan ýokary garmoniki düzüjleriň goşulmagy sebäpli generirlenýän yrgyldylaryň egrisiniň görnüşi has çylşyrymly bolar,

Relaksasion gneratorlarda $k\beta$ - niň başlangyç bahasy birden ýeterlik ulydyr we amplituda mümkin bolan iň uly bahasya ýeter. Netijede çyzykly däl ýoýulmalar has - da artar, generirlenýän yrgyldylaryň ýygylygy RC zynjyrdaky bolýan geçiş hadysalary bilen kesgitlener.

RC generatorlar. Ýygylygyň kiçelmegi bilen garalan shemalarda L we C -niň ölçegleri çäksiz artýar. Pes ýygylyk generatorlarynda saýlap alyjy element hökmünde R, C -den ybarat zynjyrlar ulanylýar. Olaryň hili $Q=1/2$. Meselem, 6.3-nji suratdaky shema



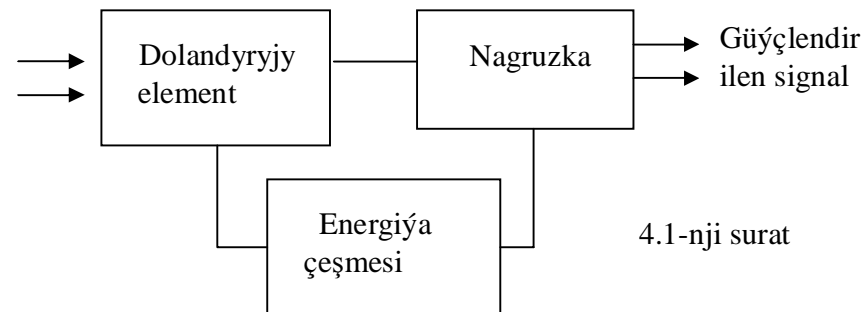
Ýokarky suratda operasion güýçlendirijide ýerine ýetirilen awtogenerator görkezilen.

Awtogeneratorlaryň öz-özünden oýanmagy üçin amplitudalar we fazalar balansy ýerine ýetmelidir. Ol şeýle ýazylýar

$$k\beta \geq 1 \quad (6.2)$$

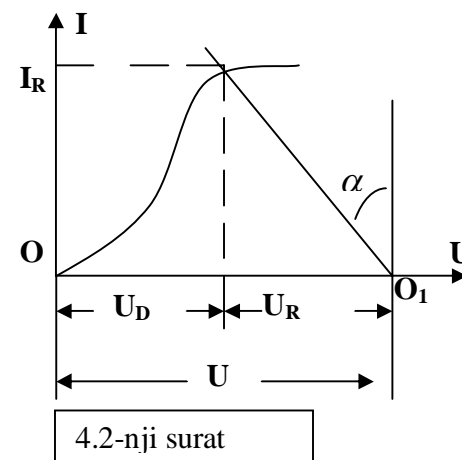
$$\varphi_k + \varphi_\beta = 2\pi n (n = 0, 1, 2, \dots) \quad (6.3)$$

Sinusoidal yrgyldlaryň geneatorlarynda generirlemegiň şerti bir ýerine ýetýär. Ol ýygylýk saýlap alyjy elementleriň güýçlendirijiniň shemasynda ýa - da ters baglanşygyň zynjyryndaky dörtgysaçlygyň ulanylmagy gazanylýar. Generasiýanyň ýüze çykmagy üçin $k\beta$ - ni birdn biraz ulurak saýlaýarlar. Onda çeşme birikdirilen mahaly shemada amplitudasy artýan generasiýüze çykar ($k\beta > 1$), ol artdygyça güýçlendirijiniň güýçlendiriş koeffisiýenti kemeler we $1/\beta$ deň bahasyna ýeter. Netijede amplitudalar balansy awtomatiki



1. Dolandyrylýan düzüji daşarky täsire *ýeterlik duýgur* bolmaly. Ýagny onuň garşylygy kiçi üýtgeýän naprýaženiýä uly üýtgemeli.
2. Dolandyrylýan düzüji *inersiýasyz* bolmaly. Ýagny onuň garşylygy signalyň ýygylýgyna ýetişmelidir.
3. Dolandyrylýan düzüjiniň garşylygy signalyň *ýtgeýiş kanunynyna* görä üýtgemelidir.

Dolandyrylýan düzüji hökmünde elektron (lampaly) we ýarymgeçirijili abzallar (diodlar, tranzistorlar, mikroschemalar) ulanylýar. Belli bolşy ýaly, olaryň çyzykly däl garşylygy bardyr. Bu düzüjileri



çyzykly däl radiotekniki operasiýalary ýerine ýetirmekde ulanýarlar: modulýasiýa, demodulýasiýa. Çyzykly däl sistemalaryň aýratynlygy yrgyldynyň görnüşini we spektral

düzümini üýtgetmegiir. Shemanyň çyzykly däl düzüjileriniň ululyklary (garşylygy) akyp geýýän toga ýa-da goýulan naprýaženiýä baglydyr. Meselem, ferroserdeçnikli induktiwlik, p-n geçişine ýapyjy naprýaženiýe goýuan diodyň sygymy.

Çyzykly däl düzüjiniň häsiýetleri akýan toguň goýulan naprýaženiýä baglylygy bilen kesgitlenilýär.

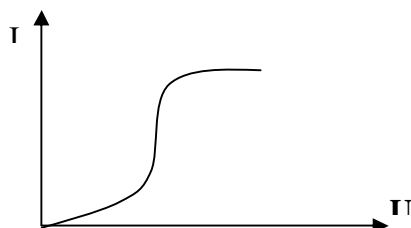
$$I = f(U) \quad (4.1)$$

Çyzykly we çyzykly däl düzüjilerde naprýaženiýe paýlanşygyny grafiki görkezmek bolar. Her düzüjidäki naprýaženiýe pese düşmesiniň mgnowen bahasyny kesgitlemek üçin, absissalar okunyň nominal naprýaženiýä deň bolan nokadyndan α burç bilen göni geçirmeli (4.2-nji surat). Onuň tg α -sy san taýdan R-e deň bolmaly. Ol çyzykly düzüjiniň WAH-dyr. Onda onuň çyzykly däl düzüjiniň WAH-y bilen kesişme nokadynyň koordinatalary düzüjilerdäki togy we naprýaženiýeleriň paýlanşygyny görkezär.

$I = f(U)$ häsiýetnama we onuň önümleri üznüksiz bolsalar, onda olar n derejeli polinom bilen approksimirlenip (takmynan görkezmek) biliner

$$I = I_0 + \alpha U + bU^2 + cU^3 + \dots + eU^k \quad (4.2)$$

Praktiki hasaplamalarda $k \leq 3$ bilen çäklenilýär. 4.3 - nji suratda çyzykly däl düzüjiniň WAH-yň umumy görnüşi, radioteknikada ulanmagyň esasy häsiýetlerini görkezýän formasy çakylendir.

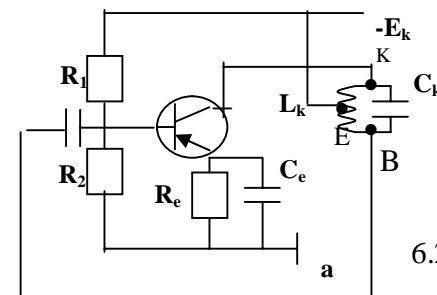


4.3-nji surat

- Çyzykly däl düzüjiniň
- häsiýetnamasynyň birtaraplaýyn geçirijiligi bardyr ($R_{u>0} \ll R_{u<0}$)
- Koordinatalar başlangyjynda

ýeterlik ýokary ýygylklarda yrgyldyly kontularyň hili Valydyr we yrgyldylaryň görnüşi siniusadadyr.

Awtogeneratorlar induktiw ýa-da sygym ters baglanşykly bolup bilerler. Konturdaky erkin yrgyldylaryň ýygylgy



6.2-nji surat

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_k C_k}} \quad (6.1)$$

deňdir. L_k induktiwlikden akýan tok özara induksiýanyň e.h.g.-sini L_b tegekde döreder. Baza – emitter aralygynda kollektor togunyň üýtgemegine getirýän ters baglanyşygyň üýtgeýän naprýaženiýesi täsir eder (6.1 b surat). Bu yzygider iýmitlendirilýän çyzydyr, ýagny çeşmä görä tranzistor we yrgyldyly halka yzygider birigendir. Olaryň üstünden kollektor togunyň hemişelik düzüjisi hem akyp geýýändir. Olarda $L_k C_k$ halka eliň golaýlaşmagy bilen sygym üýtgär (ýagny ýygylgy üýtär).

Parallel iýmitlendirilýän çyzyda çeşme, halka we tranzistor özara parallel birigendir. Üýtgeýän we hemişelik düzüjileri bölmek Dr drosseliň we C_b sygymyň üsti bilen amala aşyrylýar (6.1 c surat).

Üç nokatly çyzyklarda yrgyldyly kontur tranzistoryň elektrodaryna üç nokat arkaly birikdirilýär (E, B, K). Ters baglanyşygyň naprýaženiýesi L_{tb} (6.2 a surat) we C_{tb} üstünden alynýar.

birleşmeginden, zynjyrlaryň birleşmesinden, güýçlendiriji abzalda toklaryň we napraženiýeleriň bölmeginden we ş.m. sebäpli bolýar. Ýörite girizilen PTB-niň zynjyry arkaly yrgyldylaryň energiýasynyň bir bölegi çykyşdan girişe berilýär. Yrgyldyly sistema darzolakly (hökmany ýokary hilli) bolany üçin agzalan hadysalar diňe W_{rez} bir ýygylkda bolup, özgeleri çalt sönýärler.

Başda awtogeneratorda çeşme birikdirilende signal çyzykly güýçlendirilýär, a soňra amplitudanyň artmagy bilen güýçlendiriji elementiň üzykly däl häsiýetleri esasy roly oýnaýar. Netijede, awtogeneratoryň çykyş yrgyldylary artyp, käbir durnuklaşan derejä ýeter we praktiki taýdan üýtgemän galar. Shemanyň güýçlendirijisiniň bir periodyň dowamynda iýmitlendiriş çeşmesinden alýan energiýasy şol wagt aralygynda ýükde harçlanýan energiýa deň bolýandyr. Bu ýagdaýa awtogeneratoryň stasionar iş düzgünü diýilýär.

Çykyşdaky yrgyldylaryň ýüze çykması we amplitudasynyň üýtgemesi β we k parametriň ululygyna we alamatyna baglydyr. Awto-generatoryň işleýişine üç sany ýagdaý mahsusdyr,

1) $\beta=0$ ($k=0$). Çykyşdaky generirlenýän garmoniki yrgyldylaryň amplitudasy we ýygylgy hemişelikdir.

2) $\beta<0$ ($k>1$). Çykyşda amplitudasy exp kanun esasynda artýan yrgyldylar ýüze çykar.

3) $\beta<0$ ($k<1$). Generatoryň çykyş yrgyldylaryň amplitudasy exp kanun bilen sönýär.

Ýönekeý derňewler awtogeneratoryň oýanması güýçlendiriş koeffisientiniň diňe $k>1$ bahasynda mümkindir. Bu ýagdaýda çykyşdaky amplituda güýçlendiriji çyzykly däl düzgüne ýetýänçä artar. Amplituda häsiýetnamasy çyzykly bolansoň K awtomiki bire çenli kiçeler we awtogeneratyň stasionar iş düzgüne geçmegi bilen tamamlanar. Çykyşdaky yrgyldylaryň sinusoidadan az kem tapawutlydygyny bellemelidir. Ýöne

häsiýetnama çyzykly däl bolup kwadratik parabola ýakynlaşandyr.

d) Häsiýetnamanyň praktiki taýdan çyzykly bölegi ($S=dI/dU=\text{const}$) bardyr.

e) $U>0$ bolanda häsiýetnamanyň ýapgytlygy kiçelýär, tok max ýetýär we onuň pese düşmesi başlanýar. Approksimirleýji funksiýany saýlamak U_0 bilen kesgitlenilýän iş ýagdaýyna baglydyr (U_0 -süýşme napraženiýesi). U_0 işçi nokadyň ýagdaýyny kesgitleýär. Eger çyzykly däl düzüjide U_0+U täsir etse, ($U=U_m \cos \omega t$), U_m -e baglylykda prosess häsiýetnamanyň o ýa-da beýleki bölegini ulanardy. U_0 -y ütgetmek arkaly işçi nokady häsiýetnamanyň islendik nokadyna süýşürüp bolar.

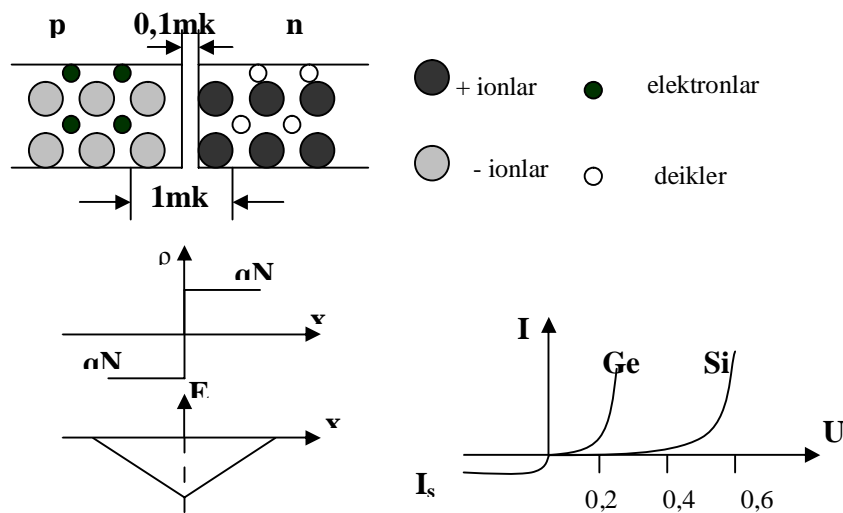
Ýarymgeçirijili diod. Yarmgeçirijiler toparynyň 2000-den gowrak wekili bardyr. Olaryň geçirijiligi temperatura we ýagtylyga baglydyr. Olar ýagtylyk energiýasyny elektrik energiýasyna öwürmäge ukyplydyr. Ýarym geçirijilere udel garşylygy $10^{-3} \div 10^9 \text{ Om} \cdot \text{sm}$ bolan materiallar degişlidir. Häzirki wagtda ÝG abzallary taýynlamak üçin esasan Si we galliniň arsenidi ulanylýar. Öňler Ge giňden ulanylýardy. Garyndy hökmünde köplenç fosfor, surma, myşşak, bor, alýuminiý, indiý we galliý ulanylýar. YG himiki taýdan arassa bolsa, oňa hususy diýilýär. Garyndy girzilende oňa garyndyly (legirlenen) diýilýär.

Diffuzion we dreýf toklary bar. Diffuzion tok konsentrasiónyň peselýän tarapyna akýar. Dreýf togy elektrik meýdanyň güýjenmesine baglydyr. Bulardan başga zaryadlary döremesi (generasiýa) ýok. Ol kristalyň islendik böleginde zaryadlaryň mukdaryny saklamak kanunyna boýun egýär.

P-n geçişň häsiýetleri donorlaryň we akseptorlaryň gatnaşygyna, n we p oblastlaryň göwrümünde paýlanyşyna we oblastlaryň geometriýasyna baglydyr. Eger n we p oblastdaky konsentrasiónlar deň bolsa, onda geçiş

simmetrikdir. Eger konsentrasiýalar dürli bolsa ($N_a \neq N_d$) onda geçiş simmetrik däldir. ÝG abzallarda simmetrik geçiş simmetrik däle garanynda seýrek gabat gelýär. Eger garyndylaryň konsentrasiýasy bir tertip tapawutlansa, onda geçişler birtaraplaýyn diýilýär we + indeks görkezilýär ($n^+ - we - p^+ - oblastlar$).

Birnäçe gurluşlar üçin onlarça gGs işçi ýygylary



4.4-nji surat

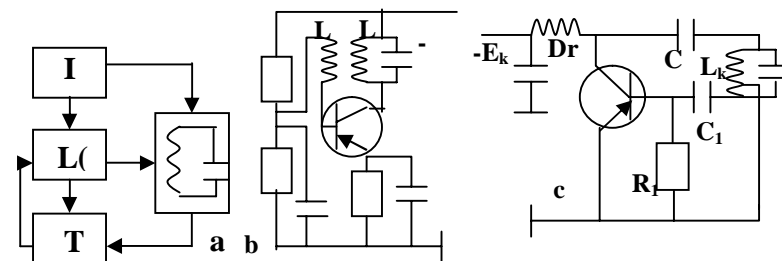
bolan diodlar gerek bolýar. Olar ýokary ýygylly diodlardyr. Ýygylly diapazonyny giňeltmek üçin geçişni sygymyny azaltmaly we deňşlilikde onuň meýdanyny, garşylygyny we çykyşlarynyň induktiwliligini kiçeltmeli.

Ýokary ýygylly diodlarynda nokatlaň konstruksiýa ulanylýar. P-n geçiş metallik iňňäniň ýarym geçirijili kristal bilen kontaktynda alynýar. Kontaktyň meýdany 50 mkm^2 bolansoň sygym kiçidir. Nokatlaň diodlara kiçi ters naprýaženiýe mahsusdyr.

p- we n- tipli geçirijili bolan ýarymgeçirijileriň kontaktynda konsentrasiýanyň üýtgemesi takmynan

- Göniburçly impulsaryň generatory, takt generatorlary.
- Funktsional generatorlar – göniburçly, üçburçly we sinusoidal impulsar.
- Ýygylly diapozony boýunça:
 - Pes ýygylly
 - Ýokary ýygylly
- İşleýän prinsipine görä:
 - Kwars rezonatorly stablizirlenen, Pirsni generatory.
 - [Blokir](#) generatorlar.
 - LC-generatorlar.
 - RC-generatorlar.

Awtogeneratorlar özünde sönmeýän yrgyldylaryň oýandyrylýan $L_k C_k$ yrgyldy konturyny, gerekli oýandyryjy naprýaženiýäni çykyşdan girişe bermek üçin



6.1-nji surat

ters baglanyşygyň düzüjisini, konturdaky yrgyldylaryň sönmezligini üpjün edýän iýmitlendiriş çeşmesini, çeşmeden kontura berilýän energiýany sazlaýjy elektron abzalyny (çyra, tranzistor ýa-da MS) saklaýar (6.1 – nji a surat).

Yrgyldylaryň ýüze çykmagyny ýönekeý aşakdaky ýaly düşündirmek bolar. Awtogenerator işläp başlanda yrgyldyly sistemada özbaşdak gowşak amplitudaly yrgyldylar ýüze çykýar. Olar iýmitlendiriş çeşmesiniň

29. LC görnüşli generatorlar. Amplitudalar we fazalar balansy. Üç nokatly generator.

1887 - nji ýylda Genrih Gers Rumkorfyň tegeginiň esasynda elektromagnit tolkunlarynyň uçgun generatoryny oýlap tapdy.

1913 – nji ýylda Aleksandr Meýsner (Germaniýa) umumy katodly kaskadda anod zynjyrynda yrgyldyly kontury bolan tor transformator ters baglabşykly Meýsneriň generatoryny oýlap tapdy.

1914 – nji Edwin Armstrong (ABŞ) giriş zynjyrynda položitel ters baglanşykly umumy katodly kaskadda elektron generatoryny patentledi.

1915 – nji ýylda amerikan Western Electric Company injeneri Ralf Hartli Hartliniň generatory ady bilen belli bolan shemany taýynlady. Bu shema induktiv üçnokatly hem diýilýär.

1919 – nji ýylda Edwin Kolpits electron lampasynda sygym üçnokatly shemany işläp taýynlady.

1932 – nji ýylda amerikaly Garri Naýkwist generatorlaryň durnuklylyk teoriýasyny taýynlady (Naýkwist – Mihaýlowyň durnuklylyk kriteriýasy). Soňra electron generatorlarynyň başga – da birtopary açyldy.

Awtogeneratorlar diýip daşarky täsirsiz hemişelik toguň energiýasyny üýtgeýän elektrik togunyň yrgyldylaryna özgerdýän gurluşa aýdylýar. Awtoöndürjiler bir ýygylgy we ýygylklar diapozony endigan üýtgedilýän ýygylgy öndürüp bilerler. Çykyş naprýaženiýesiniň döremek ýagdaýyna **generasiýa** diýilýär. Generatorlary birnäçe topara bölmek bolar. Çykyş signalynyň formasyna görä:

○ Garmoniki ýa – da sinusoidal yrgyldylaryň generatorlary (Meýsneriň generatory), Hartliniň generatory (induktiv üçnokatly), Kolpitsanyň generatory (sygym üçnokatly) we başgalar.

0,1mkm daşlykda bolup geçýär. Bu aralyga metallurgik geçişiniň diýilýär. 4.4-nji suratda akseptor atomlar sag, donor atomlar bolsa, çep tarapda görkezilendir. Geçişniň golaýyndaky atomlar elektronlardan we deşiklerden aýrylandyrlar, sebäbi olar serhetden geçip rekombinirlenendirler. Netijede erkin äkidijileri bolmadyk gedaýlaşan gatlak döreýär. Onuň ini 1 mkm-e deňdir. Metallurgik gatlakda $N_a = N_d$, garyndylaryň effektiv konsentrasiýasy nula deňdir. Abzallarda simmetrik däl p – n geçişler giňden ulanykly, onda bir oblastyň konsentrasiýasy beýkisiniňkiden ep – esli köpdür. Eger akseptorlarysiýasy donorlarysiýasyna deň bolsa, p – n geçiş simmetrikdir.

P-n geçişe položitel naprýaženiýe berilse (p-polojitel, n-otrisatel), onda gedaýlaşan gatlak daralar. Potensial barýeriň ini $\varphi = U_k - U_{göni}$ kemeler, bu ýerde U_k – kontakt potentsiallaryň tapawudy. Ters naprýaženiý berilse, gatlak giňeler, sebäbi indi $\varphi = U_k + U_{göni}$. Polojitel naprýaženiýe berilende p-n geçiş göni ugurda, otrisatelde bolsa, ters ugurda süýşýär. Süýşme göni ugurda elektronlar we deşikler üçin potensial barýeri peseldýär, ters ugurda – galdyrýar. Onuň ululygy süýşme naprýaženiýesine deňdir. P-n geçiş omiki kontaktlar bilen üpjün edip adaty diody alýarlar. Onuň wolt-ampere häsiýetnamasy suratda görkezilendir. Otrisatel naprýaženiýede ters tok doýgun toga deň bolýar. Naprýaženiýäniň artmagy bilen tok artmaýar. Ters tok esasy däl äkidijiler tarapyndan döredilýär: p – gatlakdaky elektronlar we n- gatlakdaky deşikler. Ters naprýaženiýäniň ýeterlik bahasynda p-n geçişniň böwsülmesi bolýar. Böwsülmäniň elektrik we ýylylyk görnüşleri bardyr. Elektrik böwsülme öwrümli hadysadyr. Elektrik böwsülmesiniň iki görnüşi bar: lawina we tunnel. Ol urgy ionizasiýasy netijesinde elektronlaryň lawina görnüşinde artmagydyr. Onuň naprýaženiýesi onlarça ýa-da ýüzlerçe wolt. Tunnel böwsülme tunnel hadysasyna

esaslanan. Az galyňlygy bolan p-n geçişde elektrik meýdanynyň güýjenmesi 10 B/sm geçende käbir elektronlar energiýasyny üýtgetmezden geçişden geçýärler. Tunnel hadysasy mümkin bolan ýuka geçişli garyndynyň ýokary konsentrasiýasynda alynýar. Tunnel böwsülmäniň naprýaženiýsi birnäçe woltdan köp däl. Ýylylyk böwsülmesi gaýtarymsyz hadysadyr. Onda p-n geçişniň gurluşy bozulýar. Yagny bölünip çykýan ýylylyk mukdary geçişden ters toguň artmagyndan aýryp bolýan ýylylyk mukdaryndan has köpdür. Netijede geçişniň temperaturasy artar garşylygy azalar tok bolsa köpeler geçiş has gaty gyzar we onuň ýylylyk böwsülmesi bolar. WAH noldan geçip, ýeterlik tok Ge üçin 0,1-0,2W, Si üçin -0,5-0,6 W naprýaženiýede ýüze çykýar.

Differensial garşylygyň ölçeg birligi omlardyr.

$$R_d = \frac{\partial U}{\partial I} \quad (4.3)$$

Ýapyk p-n geçişniň sygymyna barýer sygymy diýilýär. Ýapyjy naprýaženiýäniň artmagy bilen gedaýlaşan gatlagyň ini artýar, şonuň üçin barýer sygymy kiçelýär. Bu hili diodlara **warikaplar** diýär.

$$C(U) = C(0) \left(\frac{U_k}{U_k + U} \right)^{\frac{1}{n}} \quad (4.4)$$

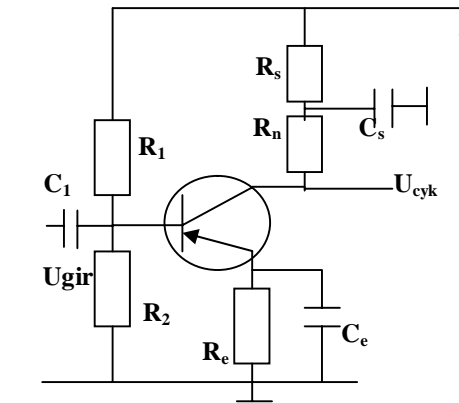
Bu ýerde $C(0)$ $U=0$ bolandaky sygym; U_k – kontakt potensiallar tapawudy; U – ýapyjy naprýaženiýe; $n=2,3$, ol p-n geçişniň häsiýetlerine bagly koeffisiýent. Warikaplaryň materially kremniý we galliniň arsenididir. Olar maksimal we minimal sygymlar bilen häsiýetlendirilýärler.

Diodlar max göni tok we max ters naprýaženiýe bilen häsiýetlendirilýär. Göni tok käbir maksimal bahadan köp bolmaly däl, ýogsam diod gyzyp hatardan çykar.

Diodlaryň belgilenişi:

çeşmeleri ulanmagy talap edýär.

Ýörite güýçlendirijiler has gowşak signallary güýçlendirmäge niýetlenendir. Ol signallaryň amplitudasy kaskadyň girişindäki “gohlaryň” derejesi bilen meňzeşrär. Esasy ululyklarynyň biri girişindäki “signal/goh” gatnaşygydyr. Elektrometrik



5.15-nji surat

güýçlendirijiler örän kiçi toklary ($10^{-8} - 10^{-15}$ a) duýmak we güýçlendirmek üçin gerekdir.

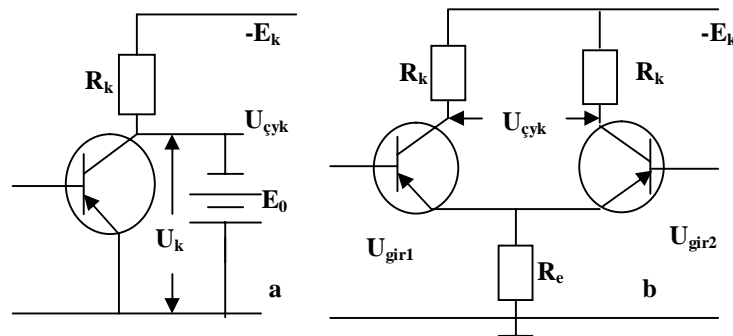
Aperiodik güýçlendirijiler. Ýüki rezistor (aktiw garşylyk) bolan kaskad (5.15-nji surat) **aperiodik** güýçlendirijidir. Aperiodik güýçlendirijiler reaktiw düzüjileri hem saklap bilerler. Reaktiw düzüjiler amplituda ýygylýk häsiýetnamasyny (AÝH) korrektirlemek üçin birikdirilýär. R_1, R_2, R_n, R_e garşylyklar tranzistoryň iş düzgünini üpjün edýärler. C_e üýtgeýän düjini şuntirleýär. R_s, C_s çeşmäniň zynjyryndaky aýyryjy

süzgüç. Ozem $\frac{1}{\omega C_f} \ll R_f$. Aralyk ýygylýklarda C_b

täsiri ýokdur, ýagny k ýygylýga bagly däl. Ýokary ýygylýklarda $C_{çyk}, C_{mon}$ täsiri bardyr (Olar çyzylarda C_0 bilen bellendir), k pese gaçar. Pes ýygylýklarda C_b täsiri ulydyr. Ýygylýgyň kemelmegi bilen k pese gaçýandyr.

28. Hemişelik toguň güýçlendirijileri.

Hemişelik toguň güýçlendirijilerini (HGT) göni we özgerdip güýçlendirýänlere bölýärler. Özgerdip güýçlendirýän HGT - lerdä güýçlendirilýän hemişelik tok üýtgeýän toga özgerdip güýçlendirilýär, soňra göneldilýär (modulýasiýa demodulýasiýaly güýçlendirmek).



5.14-nji surat

Hemişelik toguň güýçlendirijilerinde yzygider we parallel balans shemalar ulanylýar (5.14 a,b suratlar). Kollektordaky naprýaženiýe $U_{\text{ç}} = U_{k0} + U_k$. Eger $E_0 = U_{k0}$ saýlap alsak, onda $U_{\text{çyk}} = U_k$.

Çeşmäniň durnukly dälidiği, elektron abzallaryň ululyklarynyň, çyzynyň düzüjileriniň hemişelik bolmany üçin deňeçerlik bozulýar we $U_{\text{çyk}} = U_k$ bolman çykyşda dreýf naprýaženiýesi U_{dr} döreýär. Simmetrik kaskadda bu görkezijiler has ýokarydyr. Kollektor ýükleri $R_{k1} = R_{k2} = R_k$ meňzeşdir. Bu gurluşlarda meňzeş tranzistorlary ulanylýarlar. Bu diňe tranzistorlaryň bir kristalda bir usul bilen taýýarlanmagynda (Integral shemalar) gazanylýar(b). Olara **differential** güýçlendirijiler hem diýilýär. a) çyzgy köp kaskadly bolsa, onda indiki kaskadlaryň emitter naprýaženiýelerini her gezek galdyrmaly bolýar. Bu bolsa has uly e.h.g-si bolan

1981 – nji ýylyň standartyna görä 1 element abzalyň taýynlanan görkezýär: 1 ýa-da Γ -Ge, 2 ýa-da K –Si, 3 ýa-da A –galliniň arsenidi, 4 ýa – da Π indiniň birleşmeleri (meselem indiniň fosfidi).

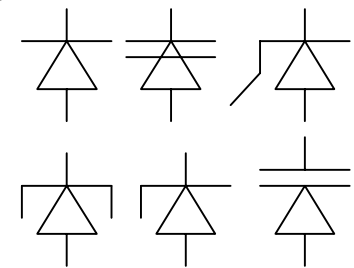
2 element, ulanylýan çäkleri: D – umumy maksatlar üçin diodlar, Π - göneldiji bloklar we sütünler, B – warikaplar, H – dinistorlar, Π – tunnel diodlary, Y- tiristorlar, C – stabilitronlar, A - aša ýokary ýyglygyň diodlary, Б – Gannyň diodlary, K – togy dumuklaşdyryjylar, O optronlar (P –rezistor, Π – diod, Y – tiristor, T – transistor optronlary), Γ – doh generatorlary we ş.m. 3 element,funksional mümkinçilikleri.

4 element, tertip nomeri, 01 -99 çenli ikibelgili sanlar ulanylýar, eger sanlar 99 – dan artyk bolsa, onda 101 – 199 aralygyndaky üçbelgili sanlar ulanylýar.

5 element harp, bir tehnologiýa boýunça taýynlanan abzallaryň şertli klassifikasiýasy.Onuň üçin rus elipbisiniň harplary (З, О, Ч, Ё, Ъ, Ы, ІІ, ІІІ, ІО, Я, Ь, Ъ, Э harplardan başgalyr). Meselem: tertip nomerine görä

Aşa ýokary ýyglygyň diodlary

garyjylar	101 – 199
detektorlar	201 – 299
parametrik	401 - 499
üýtgedijiler	501 – 599
köpeldijiler	601 – 699
generirleýjiler	701 – 799



Warikaplar

sazlanýanlar	101 – 199
köpeldijiler	201 – 299

Tunnel diodlary

güýçlendiriji	101 – 199
generirleýji	201 – 299
ýazdyryjylar	302 – 399
öwrülenler	401 – 499

Stabilitronlar

10 W çenli	101 – 199	401 – 499	701 – 799
------------	-----------	-----------	-----------

10 W – 99 W	201 – 299	501 – 599	801 – 899
100W – 199W	301 – 399	601 – 699	901 – 999

Göneldiji diodlar

pes kuwwatlylar	101 – 199
aralyk kuwwatlylar	201 – 299
1 GGs – e çenli ýygyllykly	
uniwersal diodlar	401 – 499

Bellik: uniwersal diodlary ýokary we pes ýygyllykly üýtgeýän togy göneltmekde, köpeldijilerde, ýygyllygy özgerdijilerde, detektirlemekde ulanyrlar. Göneldiji sütünlerde 4 – den 16 – a çenli kremniý diodyny yzygider birikdirip, mikroelektronikanyň toparlaýyn usuly ulanylýar. Suratda diod, dinistor, tiristor, tunnel diody, stablitrone we warikap şekillendirilen.

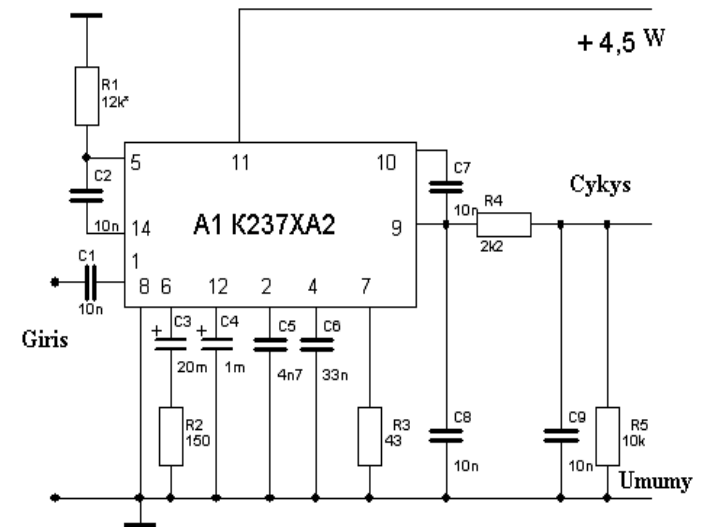
1982 – nji ýyla çenli taýynlanan abzallaryň başgarak belgilenişi bar. Olarda 1 element Δ harpy Ýarymgeçirijili diodlaryň ählisine degişli. 2 element san, ulanylýan oblastyny görkezýär. Meselem, 1-100 nokatlaň Ge, 101-200 nokatlaň Si, 201- 300 tekizlikli Si didlaryny aňladýar. 3 element harp, birkysymly abzallaryň dürli toparlaryny aňladýar.

12. Elektrowakuum diody. Häsiýetnamasy we parametrleri. 3/2 derejäniň kanuny.

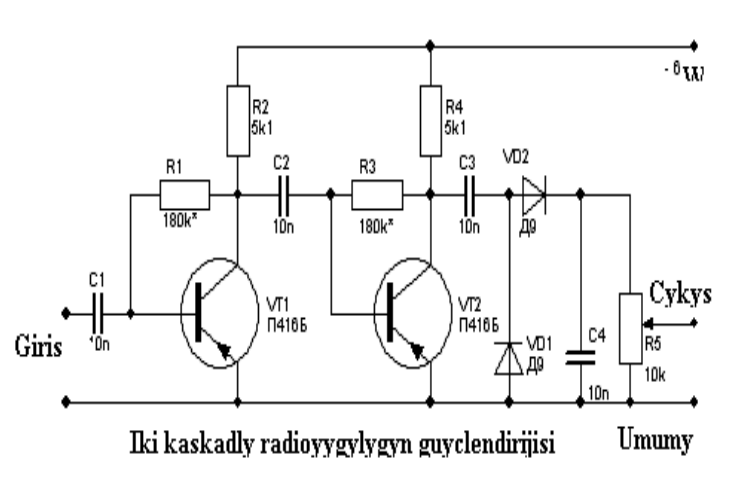
Wakuum abzallary diňe käbir gurluşlarda ulanylýar. Häzirki zaman gurluşlarynda olary ýarymgeçirijili abzallar bilen çalşyýarlar. Ýöne wakuum abzallarynyň käbir ýerlerde ýarymgeçirijilerden artykmaçlygy bardyr. Wakuum abzallarynyň kömegi bilen kuwwaty $\sim 10^6$ watt bolan generatorlary gurnamak mümkin, a ýarymgeçirijili abzallar bilen bolsa, 1000 esse kiçi kuwwaty alyp bolýar. Mundan başga-da teleiberiji we kabulediji elektron-şöhle turbalary wakuum abzallarydyr. Indi wakuum abzallarynyň işleýşine seredip geçeliň. Diod iki elektrodly elektron lampasydyr (4.5-nji surat). Bu

çylşyrymly bolup, cüýçlendiriji on müňe çenli ýetip biler. Çäk ýygyllygy pes tranzistorlar ulanylsa (meselem KT315) ol 2-3 müňe çenli peselip biler.

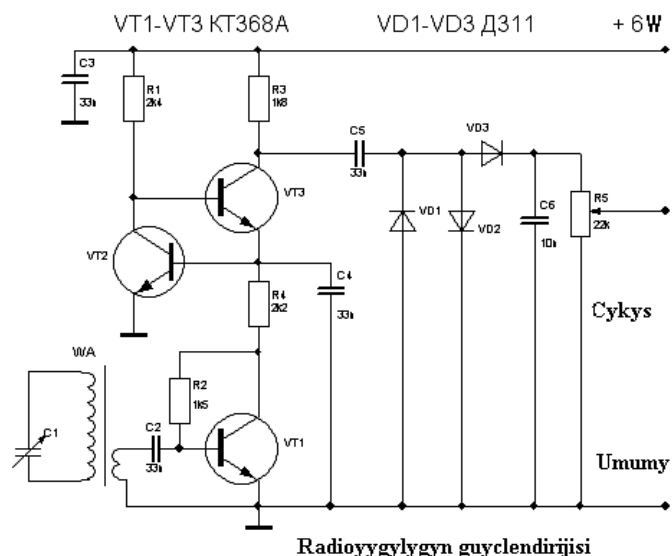
Schema üç tranzistorda dinamik ýükli shemada ýygılan. Dinamiki ýüküň manysy kollektordaky ýük rezistorlarynyň deregine aktiw elementleriň (tranzistoryň) ulanylmagydyr. Şeýle birikdirilende mümkin bolan maksimal güýçlendirij alynýar. Detektor VD1-VD3 diodlarda ýygılan. Bu diodlar çykyş signalyny goşmaça çäklendirmek bilen, gataldyş awtomatiki sazlaýarlar. Indiki shema gibril integral mikroschemada ýygılan. Mikroschemanyň düzüminde güýçlendiriji, detector we ARU – nyň zynjyry bardyr. Mikroschema aralyk ýygyllyklaryň güýçlendirijilerine niýetlenilen hem bolsa, radioýygyllyklarda – da ýaramaz şlemeýär. Bu shemanyň güýçlendirij koeffisiýenti 5000 – den 10000 – e çenlidir.



K237XA2 mikroschemaly guýclendiriji



kaskad hem birmeňzeş shema da ýygulanan. Shemanyň



güýçlendiriji takmynan 1-2 müňe deňdir. Detektor VD1, VD2 diodlarda naprýaženiýäni ikeltmek shemasynda ýygulanan. Pes ýygylkly ñaprýaženiýe üýtgeýän R5 garşylygyň süýşgüjinden alynýar. Ikinji shema has

abzal elektronlaryň akymyny peýdalanýandyr. Erkin elektronlaryň akymy ýörite niýetlenen metallik elektroddan- katoddan elektrik togy bilen gyzdymak arkaly alynýar. Gyzdrylan metaldan elektronlaryň bölünip çykmagyna **termoelektron emissiya hadysasy** diýilýär (elektronlaryň ýylylygyň hasabyna şöhlelendirilmegi). Emissiýanyň fotoelektron we awtoelektron gornüşleri hem bardyr Anod togunyň 0 – a deň bolmagy üçin anod bilen katodyň aralygyna – 0.1 : 1 W çemesi otirisatel naprýaženiýe goýmaly. Wakuum diodynda ters tok ýokdur (ol onuň ýarymgeçirijili dioddan artykmaçlygydyr). Ýetmezçilikleri:

has uly ölçegleri;

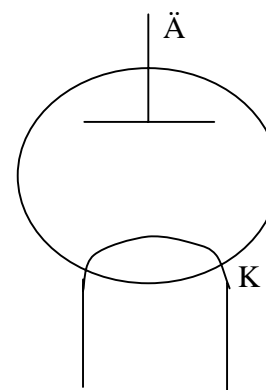
termoelektron emissiýasyny almak üçin iýmitlendiriş çeşmesiniň zerurlygy;

göni ugurda birikdirilen diodyň uly garşylygy. “3/2 derejäniň kanuny giňişlik zarýady bar mahaly dogrydyr. Eger goýulan naprýaže -niýe katodyň töweregindäki giňişlik zarýadyndan ähli elektrony alyp gitmäge ýeterlik bolsa, onda “3/2” kanun pozulýar. Demir ballonly lampalar üçin 4 - nji element ýok, C - aýna ballonlylar, П - barmak şekilliler, Б - miniatýurlar ø10 mm, А - aşamniatýurlar ø 6 mm .

Termoelektron toguň dyklyzlygy

$$J = AT^2 \exp(-\phi/kT) \quad (4.5)$$

Bu ýerde ϕ – elektronyň çykyş işi, T – katodyň temperaturasy, ϕ – çykyş işi, A – metallyň görnüşine bagly termoelektron hemişelik. Ceziý üçin A=162,



4.5-nji surat

wolframýňky ~ 60 .

Elektronlaryň tizligi goýulan naprýaženiýä baglydyr $\mathcal{G} = 600\sqrt{U}$ (km/sag)

Naprýaženiýäniň adaty bahasy 100 - 200 W.

Elektronlaryň metaldan bölünip aýrylmagy üçin olaryň tizligini artdyrmaly. Ol elektronlar metallyň üstünde elektron buludyny emele getirer.

Lampanyň elektrodлары howasy çykarylan aýna ballonyň içinde ýerleşdirilendir. Ondaky basyş $10^{-5} - 10^{-7}$ mm.sim. süt. deňdir. 10^{-6} mm. sim. süt. deň basyşda molekulalaryň erkin ylgawynyň ýoly lampanyň ölçeglerinden iki esse ulydyr. Nakal sapajygy katody gyzdýrýandyr. Nakal sapajygynyň iki ujyndan we katoddan balonyň daşyna çykyşlary bardyr. Anod metallik silindr görüşiinde bolup, nakal sapajygyny gurşaýandyr. Elektrodларыň özara ýerleşişini berkleşdirmek we ýeterlik mehaniki berkligini gazanmak üçin berkidijiler ulanylýar. Olar metallik ýa-da dielektrik bolýarlar. Az kuwwatly lampalarda ol iki sany slýuda gatlagyndan ybarat (aşaky we ýokarky). Ondaky degişli deşijeklerde elektrodлар berkidilýär. Diod çyzgylarda suratdaky ýaly belgilenýär. Nakal naprýaženiýesi birikdirilenden soňra, nakal sapajygy katody elektronlaryň emissiýasyna ýeterlik bolan temperatura çenli gyzdýrýar. Anod bilen katodyň aralygyna ikinji çeşme birikdirilýär. Katoddan bölünip çykan elektronlar anoda dartylýarlar we anod toguny emele getirýärler. Eger anod çeşmesiniň polýarlygy üýtgedilse, onda silindr katoda görä otrisatel bolardy we elektronlar oňa tarap dartylmazdy. Ballon aýna bolman metallik hem bolup biler. Metallik ballon elektrodлары daşky täsirlerden goraýandyr we onuň berkligini üpjün edýändir. Abzallarda birikdirmek amatly bolar ýaly ballon dielektrik esasa birikdirilen. Elektrodлар bolsa, esasdaky çişjagazlara seplenilýär. Çişjagazlar töwerek görnüşinde ýerleşip, her biriniň nomeri bardyr.

shemada iki rezonansyň bolmagy mümkin: yzygider konturyňky (L_{kw}, C_{kw}, r_{kw}) we parallel konturyňky ($L_{kw}, C_{kw}, C_0, r_{kw}$), ýyglyklary f_1 we f_2 . Kä halatlarda parallel rezonansyň ýyglygyna antirezons ýyglygy hem diýilýär.

Rezonatoryň f_1 we f_2 ýyglyklar aralygynda induktiw häsiýetli reaktiw garşylygy, ýyglyklar diapozonynyň galan ýerinde sygym garşylygy bardyr. Adatça rezonatoryň hilini şeýle kesgitleýärler

$$Q = \frac{2\pi f_1 L_{kw}}{r_{kw}}$$

we onuň bahasy birnäçe ýüzden onlarça müňe baryp ýetýär. Kwars rezonatorларыnda hiliň uly bahasy, a pýezokeramiklerde bolsa kiçi bahasy bardyr.

Pýezoelektrik süzgüçlerde energiýa elektrik yrgyldylary görnüşinde berilýär. Pýezokeramiki süzgüçlerde energiýa mehaniki yrgyldylar görnüşinde berilýär.

Nagnitostriksion materialларыň esasyndaky rezonatorly süzgüçlere elektromehaniki süzgüçler diýilýär. Bu ýerde ulanylýan material magnit meýdanynyň täsirinde geometrik ölçeglerini üýtgedýär, oňa magnitostriksiýa hadysasy diýilýär. Girişde elektrik signallary mehaniki yrgyldylara, çykyşda bolsa tersine özgerdilýär. Rezonatorларыň arasynda mehaniki baglanşyk bardyr. Olaryň hili hem ýokarydyr (birnäçe ýüzlerçe). Bahasy gymmat bolansoň esasan ýörüte abzallarda ulanylýar.

Radiokabuledişde rezons güýçlendirijiler radioýyglyklaryň güýçlendirijileri, zolaklaýyn güýçlendirijiler bolsa, aralyk ýyglyklaryň güýçlendirijileri ady bilen bellidir. Radioýyglyklary güýçlendirijileriň örän köpsanly shemalary bardyr. Bu ýerde göni güýçlendirýän priýomniklerde ylanylýan üç shema görkezilen. Birinji shema ýönekeý bolup iki kaskad güýçlendirijiden we detektordan ybaratdyr. Iki

ulanylany sebäpli ondaky saýlap alyjylyk ýokary dälidir. Olarda saýlap alyjylygy toplanan süzgüçleri ulanmak gowy netijelere getirýär. Saýlap alyjylygy ýokarlandyrmak maksady bolen edilen işleriň netijesinde has çylşyrymly süzgüçler peýda boldular. Olaryň tas göniburçly amplituda ýygylýk häsiýetnamasy bardyr. Bu sistemalar saýlap alyjylygy toplanansüzgüçler adyny aldylar.

Eger – de baglanşykly konturyň saýlap alyjylygy ýekeleşýin konturyňkydan gowy bolsa, onda özara täsirli konturlaryň sanyny artdyrsak saýlap alyjylyk artmaly diýmek tebigydyr.

Häzirki wagtda saýlap alyjylygy toplanansüzgüçler hökmünde LC – konturlar, pýzeoeffekt hadysasy bolan materiallardan ýasalan rezonatorlar, magnitostriksion materiallardan ýasalan rezonatorlar has köp ýaýrandyrlar.

LC kontuly gömüşde yrgyldyly konturlaryň sany 10 – 15 – e ýetip biler. Ol üleşleriň sany saýlap alyjylyk ýokarladygyça artýandyr. Ýöneüleşleriň sanynyň artmagy sazlamany kynlaşdyrýar, süzgüçdäki signalyň ýitgisini artdyrýar we gabarasynyň ulalmagyna getirýär. Süzgüjiň saýlap alyjylygyny artdyrmak, ýitgileri azaltmak üçin onuň hilini ýokarlandyrmaly. Ýöne LC elementli adaty konturlaryň hili 200 – 300 – den geçnok. Onuň esasy artykmaçlygy ulanylýan elementleriň elýeterligindedir.

Pýzeoelektrikleriň esasyndaky rezonatorlar mikrohemalar bilen aňsat çatrymlaşýandyr. Şeýle süzgüçler pýzeoelektrik hadysasy bolan tebigy we sintezlenip alynan materiallary ulanyp ýasaýarlar. Pýzeoelektrik materiallary iki ropara bölýärler: pýezokristallar (kwars, turmalin) we pýezokeramika. Pýzeoelektrik materialdan kesgitli görnüşi bolan plastina taýynlaýarlar, oňa pýzeoelektrik rezonator diýilýär. Islendik rezonatory deňeçer shema bilen görkezmek mümkin. Onuň induktiwligi L_{kw} , sygymy C_{kw} , garşylygy r_{kw} we daşky aýalarynyňdöredýän C_0 sygymy bardyr. Bu

Nakal sapajygy wolfram(W) metalyndan ýasalyandyr. Ondan elektronlaryň ýeterlik bölünip çykmagy ýokary temperaturalarda bolup geçýär (2000°C töweregi). Nakal sapagy gaty gyzdrylsa metallyň bölejikleri bugarar we sapajyk inçelip üzüler. Nakal naprýaženiýesi ulanma şertlerinde amatly bolar ýaly saýlanyp alynýar. Adatça ol 6,3 W, elde göterilýän gurluşlar üçin 2W, hatda 1W deň hem bolup biler. Nakal zynjyryndaky energiýanyň harçlanmagy hökmandyr, ýöne peýdasyzdyr. Ol diňe nakaly gyzdymak üçin gerekdir. Şonuň üçin nakalyň tygşytlygyny ýokarlandyrmak gerekdir. Eger katodyň işçi temperaturasy kiçeldilse, onda harçlanylýan kuwwat azalar. Katodyň tygşytlylygy onuň effektivligi bilen häsiýetlendirilýär. Ol emissiýa togunyň katody gyzdymak üçin gerek bolan kuwwata bolan gatnaşygyna deňdir

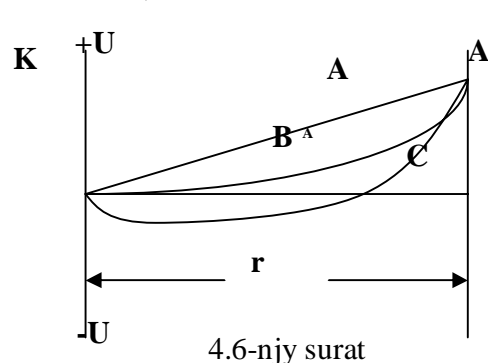
$$H=I_e/P_k [Ma/Wt] \quad (4.6)$$

Effektivligi ýokarlandyrmak üçin elektronlaryň metaldan çykyş işini ýeňilleşdimeli. Şol maksat bilen katody başga metallyň ýukajyk (takmynan bir atomyň galyňlygynda) gatlagy bilen örtýärler. Kontakt ptensiallarynyň täsirinde üstki gatlak položitel zarýadlanar we elektronlary katodyň üstine tarap dartar. Olara aktiwleşdirilen katodlar diýilýär. Arassa W ýasalan nakalyň emissiýasy 1Wt kuwwata 6 ma. Olary diňe kuwwatly lampalarda ulanýarlar.

Karbidli katodlar. Olary W bilen toriniň okisiniň garyndysyndan taýýarlaýarlar. Howasy çykarylandan soňra gysga wagtlaýyn katody güýçli gyzdyrýarlar. Şonda toriniň okisi dargaýar we üstde bir atomly arassa toriniň gatlagyny emele getirýär.

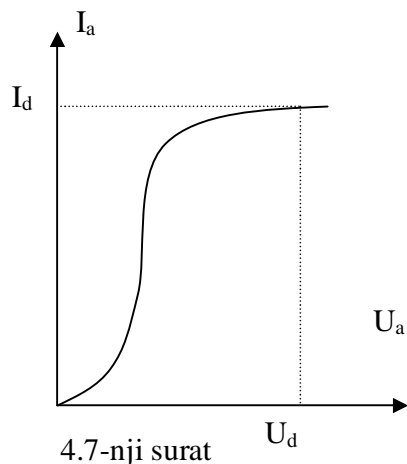
Oksidli (ýarymgeçirijili) katodlar. Olarda aşgar metallarynyň okiselleri

(bariý, stronsiý, kalsiý) ulanylýar. Işçi temperaturalary pes bolany sebäpli (1200°C) tygşytlylygy ýokarydyr ($50 - 250 \text{ Ma/Wt}$).



4.6-njy surat

surat) seredip geçeliň. Goý lampanyň elektrodalary r aralykda ýerleşip, tükeniksiz uzyn parallel gatlaklar diýeliň. Eger



4.7-nji surat

tapawutly bolardy. A we K aralygyndaky giňişlikde elektron buludy emele gelerdi (Otrisetel giňişlik zarýady). Giňişligiň ähli nokatlarynyň potensialy peseler (B). Nakal naprýaženiýesiniň soňraky artdyrylmasy giňişlik zarýadynyň dykzylygyny ýokarlandyrar. Katodyň üstünde

I
ndi
lampada
ky
toklaryň
we
potensial
laryň
paýlanyl
yşyna
(4.6-njy

anoda položitel potensial berilen bolsa $U_a > 0$, a katod bolsa, gyzdyrylmadyk ($U_n=0$), onda emissiýa togy we anod togy nola deň bolar (A). Eger katod gyzdyrylsa ($U_n>0$), onda emissiýa togy we anod togy noldan

şonça ulydyr. Ýokary ýygylýk güýçlendirijileriň rezistorlardaky güýçlendirijilerden artykmaçlyklary bardyr.

1. Giriş, çykyş we montajyň sygymly rezonansa sazlanmak bilen kompensirlenilýär. Halkaryň garşylygy uly bolany üçin k -da ulydyr.

2. Aktiw garşylyklardaky ýaly naprýaženiýe pese düşmesi ýokdur, şonuň üçin R_n örän uly saýlap almak mümkindir.

3. Güýçlendirijiniň durnuklylyk koeffisiýenti

$$K_d = 1 - \beta k \quad (5.17)$$

Haçan $\beta k=0$ bolsa, $k_d=1$ bolanda güýçlendiriji durnuklydyr, $\beta k=1$ bolanda $k_d=0$ durnuksyz, bu praktiki taýdan mümkin däldir, sebäbi giriş sygymynyň üstünden ters baglanşyk bolup biler ($\beta \neq 0$). Onda $k=0$ bolanda, garaşylýan netije alynar. Adatça $k_d=0,8 - 0,9$ alýarlar.

Rezonans güýçlendirijisiniň saýlap alyjylyk ukyby bardyr. Ol σ_s bilen bellenilýär

$$\sigma_s = \frac{k_0}{k_{\Delta f}} \quad (5.18)$$

k_0 -rezonans güýçlendirijisi koeffisiýenti, $k_{\Delta f}$ - rezonansdan gyşarmadaky güýçlendirijisi koeffisiýenti. Ol $k_{\Delta f}$ -iň rezonans k_0 -a garanynda näçe esse kiçelýändigini görkezýär. Eger kaskadlaryň sany köp bolsa, onda umumy saýlap alyp bilijilik

$$\sigma_{um} = \sigma_1 \sigma_2 \sigma_3 \dots \sigma_n \quad (5.19)$$

Rezonans güýçlendirijileri yrgyldyly halka doly birikdirilmeyär. Sebäbi olaryň giriş we çykyş garşylyklarynyň halkany şuntirleýändigine k_0 we σ ep-esli peselýär. Bu hadysany aýyrmak üçin tranzistory halka doly birikdirmeýärler (awtotransformator baglanyşygy).

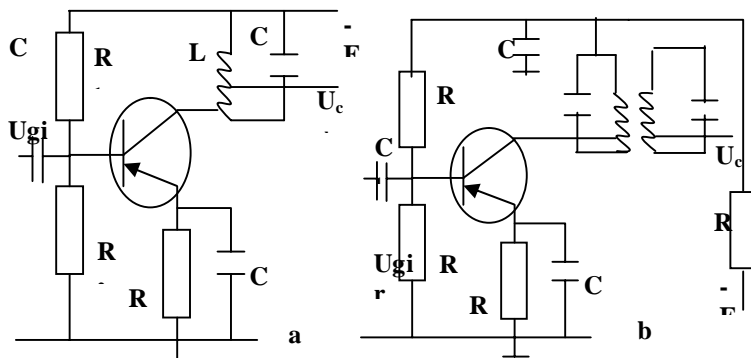
Zolaklaýyn güýçlendirijilerde baglanşykly halkalar

I_0 – diodyň ters togy, U_d – dioddaky naprýaženiýe, U_T – temperatura potensialy. OG – niň giriş togy $i_{gir} = U_{gir} / R = i_d$. Bu ýerden çykyş naprýaženiýesi $U_{çyk} = - U_d = m\phi_T \ln [U_{gir} / (I_0 R)]$ (5.14).

Görnüşi ýaly $U_{çyk}$ giriş naprýaženiýesine görä logarifmik funksiýadyr.

27. Ýokary ýyglygyň güýçlendirijileri. Zolaklaýyn güýçlendirijiler.

Ýokary ýyglyk güýçlendirijilerinde kollektoryn ýüki hökmünde yrgyldyly kontur ýa-da baglanşykly konturlar ulanylýar. Yrgyldyly konturly kaskadlara **rezonans ýa – da radioýyglyklaryň** (5.13 a surat),



5.13-nji surat

baglanşykly konturly kaskadlara bolsa, **zolaklaýyn ýa – da aralyk ýyglyklaryň** güýçlendirijileri (b) diýilýär.

Belli bolşy ýaly güýçlendiriş koeffisiýenti k

$$k = SZp \quad (5.15)$$

S – häsiýetnamanyň ýapgytlygy, Zp – halkaryň rezonans garşylygy. Başga tarapdan

$$Zp = Q^2 R, Q = \frac{\omega_0}{2\Delta\omega} \text{ onda } k \sim \frac{1}{2\Delta\omega} \quad (5.16)$$

Güýçlendiriş koeffisiýenti goýberiş zolagyna ters proporsionaldyr. Ýagny halkayň hili näçe ýokary bolsa, k

elektronlar üçin otrisatel potensial barýer emele geler (C). Elektronlaryň dürli tizlik bilen uçup çykyanlygy sebäpli barýerden diňe tizligi ýeterlik bolanlary geçip biler we dinamiki deňagramlyk dörrär $n_{uç} = n_{gay}$. Bu ýagdaýda diod giňişlik zarýady şertlerinde işleýär diýilýär.

Anod togy bilen anod naprýaženiesiniň arasyndaky baglanyşyk $I_a = f(U_a)$ analitiki görnüşde "**3/2 derejäniň kanuny**" bilen berilýär. Ol 4.7 –nji suratda görkezilen.

$$I_a = k U_a^{3/2} \quad (4.7)$$

Anod naprýaženiesiniň artmagy anod togunyň armagyna getirýär. Onuň artmasy giňişlik zarýady gutarýança dowam eder. Haçanda anod togy emissiýa toguna deň bolanda ol *doýgun* hala geçer. Degişli toga I_d *doýgun tok*, naprýaženiýä U_d *doýgun naprýaženiýe* diýilýär. Häsiýetnamanyň başlangyç bölegi kwadratik parabola ýakyn. Anod togy nakaldaky naprýaženiýe pese düşmesine baglydyr. Anod naprýaženiýesi U_a –dan $U_a - U_n$ aralykda üýtgär.

Anod togy nakal naprýaženiýesine hem-de toguna baglydyr (Uly hakal toklarynda magnit meýdanynyň täsirinde magnetron hadysasynyň ýüze çykmagy mümkin). Esasy görkezijileriniň biri *häsiýetnamanyň ýapgytlygy*. Onuň fiziki manysy üýtgeýän anod togy üçin A bilen K aralygyndaky içki geçirijiligi aňladyp, anod naprýaženiýesi 1W artanda anod togunyň näçe Ma artjakdygyny görkezýär.

$$S = \Delta I_a / \Delta U_a \quad [Ma/W] \quad (4.8)$$

Onuň ululygy 1÷5 Ma/W tä 30 Ma/W çenli.

Häsiýetnamanyň ýapgytlygy uly bolsa, ol lampanyň artykmaçlygydyr.

Içki garşylyk (ýa-da differensial garşylyk) R_i

$$R_i = \Delta U_a / \Delta I_a \text{ [Om]} \quad (4.9)$$

Anod togunyňuň güýjüni 1A artdyrmak üçin anod naprýaženiýesini näçe wolt artdyrmaly.

Ýitgileriň kuwwaty (serpilyän kuwwat)

$$P_a = I_a U_a \quad (4.10)$$

Elektrodara sygymlar. Iki sany metallik elektrod dielektrik bilen çäklenen bolsa, kondensator emele getirýär. Lampalarda dielektrik bolup wakuum hyzmat edýär. Bu ýerde diňe elektrodalaryň sygymy göz önünde tutulman, eýsem birikdiriji düzüjülerin, çişjagazlaryň hem sygymyny hasaba almalydyr.

Diodlar üýtgeýän togy göneltmäge (olara kenetronlar diýilýär), radiosignallary detektirmäge (detektor diodlary) we ýygyllyklary özgertmäge niýetlenendirler. Kenetronlar kiçiwoltly we ulywoltly bolýarlar. Olaryň iki aýry anody we bir umumy katody bolup bir ballonda ýerleşdirilýär. Ulywoltly kenetronlar elektron şöhle turbasyny iýmitlendirmekde ulanylýar.

Olaryň belgilenişinde dört simwol ulanylýar:

- 1- simwol san bolup, nakal naprýaženiýesini görkezýär;
- 2- simwol harp bolup, diodyň ulanylýan ýerlerini görkezýär (kenetronlar II, detektorlar D, ikileýin diodlar X bilen);
- 3- san onuň tertip nomerini görkezýär;
- 4- harp onuň daş görnüşini häsiýetlendirýär.

Meselem, 6X2II – nakal naprýaženiýesi 6,3 W, ikileýin diod, tertip nomeri 2, daş görnüşü barmak şekilli.

13. Ýarymgeçirijili ýörite abzallar

Fotorezistorlar. Temperaturanuň, elektromagnit meýdanynyň, elektrik we magnit meýdanlarynyň täsirinde

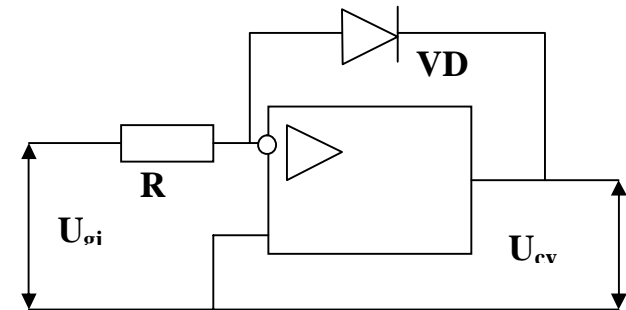
R garşylykdan akyp geçýän tok $I = U'_{gir}/R$ C kondensatory zaryadlandyran we çykyş togy bolup hyzmat eder (5.11-nji surat)

$$U_{cyk} = - \frac{1}{RC} \int U'_{gir} dt \quad (5.12)$$

Differensiator üçin C kondensatoryň zaryad togy $i = CdU'_{gir}/dt$, a çykyş naprýaženiýesi bolsa

$$U_{cyk} = - RCdU'_{gir}/dt \quad (5.13)$$

Signallary logarifmirlemek. Çyzykly däl elementler operasion güýçlendirijileriň mümkinçiliklerini giňeldýä



5.12-nji surat

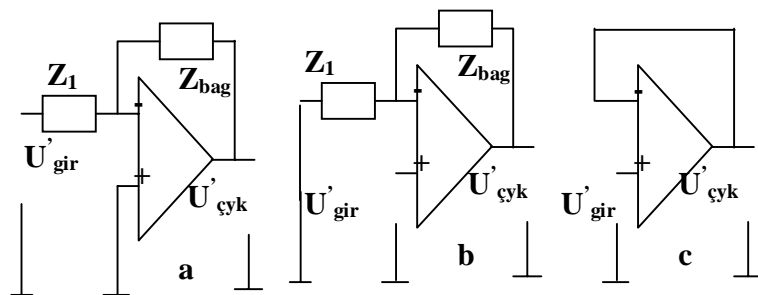
element (meselem, diod) girizilse, ol giriş signalyny logarifmirlemäni ýerine ýetirip biler (5.12-nji surat). Ýarymgeçirijili diodyň garşylygy üstünden akyp geçýän toga bagly üýtgeýär. Kiçi toklarda ol ulydyr , a uly toklarda kiçidir. Kiçi toklarda uly, a uly giriş toklarynda kiçi güýçlendirij koeffisiýenti bardyr. Käbir matematiki özgertmelerden soň çykyş naprýaženiýesiniň giriş naprýaženiýesiniň logarifmine proporsionaldygyny görkezmek bolar.

Ýarymgeçirijili diodyň wolt – amper häsiýetnamasy diod göni ugurda birikdirilende exp kanun bilen ýazylýar

$$i_d = I_0 \exp [U_d / U_T]$$

Çykyşdaky napýaženiýe

$$U_{\text{çyk}} = k(U_+ - U_-) = k(U'_{\text{gir}} - \beta U_{\text{çyk}}) \quad (5.10)$$



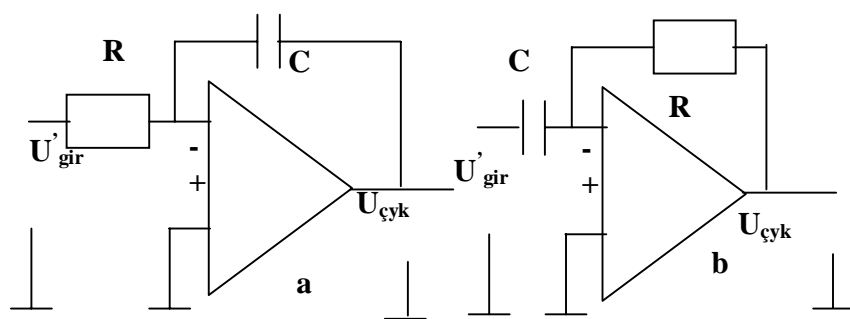
5.10 –njy surat

Bu ýerden

$$K = 1 + Z_{\text{bag}} / Z_1 \quad (5.11)$$

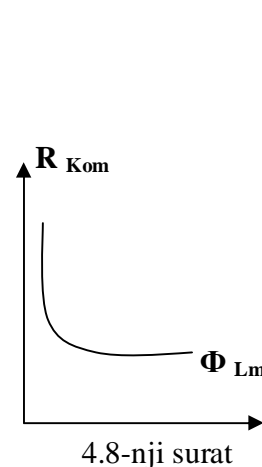
Eger $Z_1 = \infty$, $Z_{\text{bag}} = 0$ goýsak onda $k \approx 1$ napraženiýe gaýtalaýjysyny alarys (c).

Operasion güýçlendirijini integrator (a), differensiator (b), logarifmirleýji we antilogarifmirleýji hökmünde hem ulanyp bolar (5.10-njy surat).

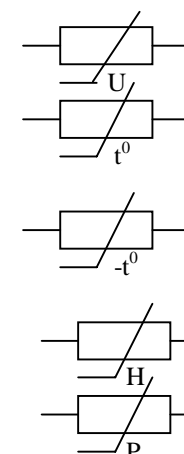


5.11-nji surat

öz garşylyklaryny üýtgedýän abzallara ýarymgeçirijili rezistorlar diýilýär. Fotorezistor içki fotoeffekt



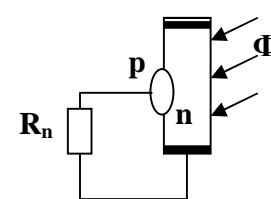
4.8-nji surat



hadysasyna esaslanandyr. Ol ýagtylygyň täsiri astynda ýarymgeçirijiniň garşylygynyň üýtgemegidir. Ýagtylyk şöhesiniň kömegi bilen ýarymgeçirijiniň walentli elektronyna bir kwantyň energiýasy (

fotonyň) berilýär. Eger kwantyň energiýasy $h\nu$ gadagan ediji gatlagyň energiýasyndan ΔW_{gad} uly bolsa, $h\nu \gg \Delta W_{\text{gad}}$, onda elektron geçiriji zona geçer we geçirijilik gowulanar. Fotorezistorlaryň ýönekeý gurluşy bardyr. Olarda plastmassa esasyda ýarymgeçirijiniň ýuka gatlagy ýerleşdirilen, gyralarynda bolsa metallik elektrodлары bardyr. Daşky täsirlerden goramak üçin äpişgeji bolan plastmassa ýa-da metallik gapyrjakda ýerleşdirilýär. Onuň häsiýetnamasy 4.8-nji surada görkezilen.

Fotodiodlar we swetodiodlar. Iki ýarymgeçirijiniň

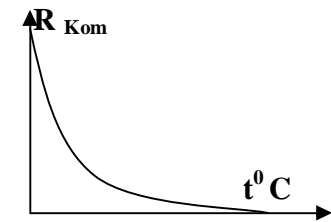


4.9-nji surat

kontaktynda ýagtylygyň täsirinde e.h.g. döreyär (4.9 – njy surat). Ýagtylygyň täsirinde n-tipli ýarymgeçirijide elektronlaryň we deşijekleriň generasiýasy bolýar. Deşijekler p-n geçişe diffundirlenip, kontakt potensiallar tapawudynyň täsirinde

p zolaga hereket ederler we onda položitel zarýad dörederler. n zolak elektronlaryň artykmaçlyk etmeginde otrisatel zarýad alar. Fotodiod daşky çeşmeli we çeşmesiz işläp biler. Daşarky çeşmesiz işlän mahaly fotodiod ýagtylyk energiýasyny elektrik energiýasyna özgerdip, R_n ýüke berer. Bu ýagdaýda fotodiod fotoöndüriji hökümünde işleýär. Swetodiodlar optoelektron gurluşlaryň wajyp düzüjileriniň biridir. Olar elektrik energiýasyny ýagtylyk energiýasyna özgerdýärler. Olaryň esasynda göni naprýaženiýede esasy däl äkidijileriň p-n geçişden inžeksiýasy we elektron-deşijek jübütiniň rekombinasiýasynda ýagtylyk almak ýatýandyr.

Fototranzistor. Iki we ondan hem köp p-n geçişi bolan fotoelementdir. Fototranzistor daşky çeşmä birikdirilende naprýaženiýe geçişleriň we ýüküň aralarynda paylanar.

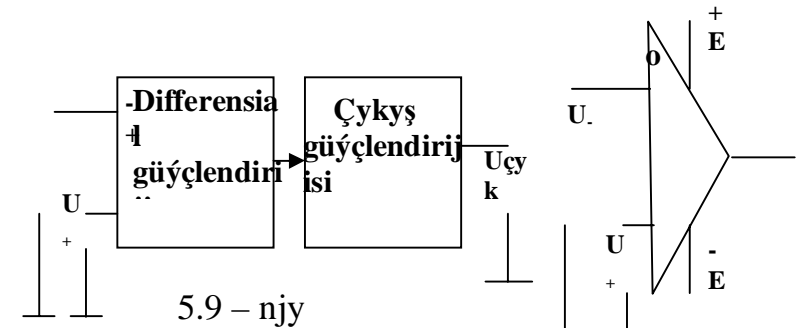


4.10 – nýj surat

Naprýaženiýäniň uly bölegi kollektor geçişine düşer. Ýagtylyk düşen mahaly ýagtylyk energiýasynyň hasabyna elektronlar we deşijekler peýda bolarlar. Elektronlar kollektor geçişine baryp kollektor toguny dörederler.

Temperaturanuň, elektromagnit meýdanynyň, elektrik we magnit meýdanlarynyň täsirindeöz garşylyklaryny üýtgedýän abzallara ýarymgeçirijili **rezistorlar** diýilýär. **Termorezistorlary** – otrisatel temperatura koeffisiýenti ýarymgeçirijili abzal termistorlara we. položitel temperatura koeffisiýentli pozistorlara bölýärler. Temperaturanyň artmagy bilen ýarymgeçirijileriň termoöndürmesi bolup geçýär we onuň elektrik garşylygy kemelýär (4.10-nýj surat). Iş ýagdaýyna baglylykda termorezistorlary iki topara bölýärler: gabap alan gurşawyň temperaturasynyň üýtgemesine $R_t = \varphi(I)$ duýgur

+ “ alamaty bilen belgileýärler). Onuň deňeçer çyzysy



suratda görkezilendir. Operasion güýçlendirijiniň amplituda ýyglylyk häsiýetnamasy 0- dan ∞ aralygynda göni çyzykdyr.

Operasion güýçlendirijiniň ýere otnositellikde giriş we çykyş naprýaženiýeleri nola deňdir. Ony ýere otnositellikde ululyklary birmeňzeş položitel we otrisatel naprýaženiýeleri bolan iki sany iýmitlendiriş çeşmesiniň kömegi bilen alýarlar. Adatça iýmitlendiriş çeşmesiniň naprýaženiýesi $\pm 6,3$ W we 12,6 W, şeýle – de ± 15 we ± 18 W hem ulanylýar. Olaryň gyşarmasy $\pm (5 - 10) \%$ köp bolmaly däl. Olaryň uly dumuklylygy we kiçi çykyş garşylygy bolmalydyr (çeşmäniň üstünden otrisatel ters baglanyşyk bolmaz ýaly).

Ideal operasion güýçlendirijiniň $R_{gir} = \infty$, $k_u = \infty$ we $R_{çyk} = 0$. Inwertirleýji çyzgy (a) üçin

$$I'_{gir} = (U'_{gir} - 0) / Z_1; \quad U_{çyk} = I'_{gir} R_{gir}; \quad k' = U_{çyk} / U'_{gir} = -Z_{bag} / Z_1 \quad (5.8)$$

Inwertirlemeýji çyzgy (b) üçin ters baglanyşygyň naprýaženiýesi

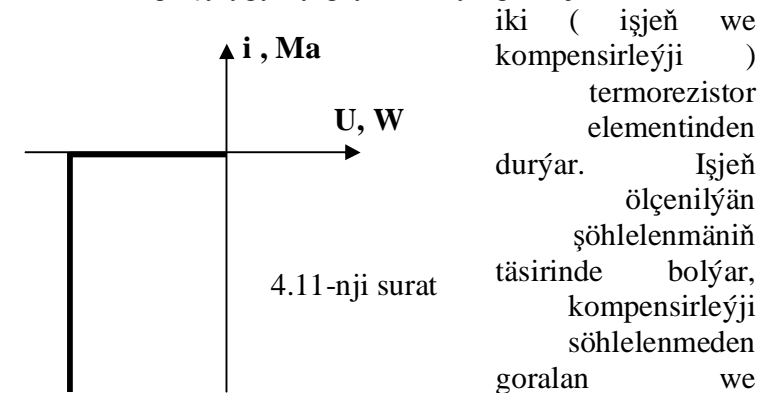
$$U. = \beta U_{çyk}; \quad \beta = Z_1 / (Z_1 + Z_{bag}) \quad (5.9)$$

sinfazgirişe täsir hökmünde seredilýär. Onda DK ulanylanda örän dumuklydyr we päsgelçilikleri az duýýandyr. Şol sebäpli R rezistoryň garşylygyny mümkin boldugyça uly almaly. Ýöne VT1, VT2 tranzistorlaryň emitter zynjyryna uly garşylyk birikdirseň iýmitlendiriş çeşmesiniň hem naprýaženiýesini artdyrmaly bolýar, ol elmydama oňaly däl. Emitterdäki gatsylyk toguň hemişelik düzüjisi üçin däl – de onuň artymy üçin uly bolmaly. Artym üçin uly garşylyk almaklyga ymtylmak bilen häzirki zaman DK – larynda R garşylyk tranzistor bilen çalşyldy. Bu tranzistoryň hemişelik we üýtgeýän toga garşylygy düýpden tapawutlydyr. DK – nyň düzümine diňe bir tranzistoryň girizilmegi kaskadyň funksional mümkinçiliklerini artdyrmak bilen onuň analog IS – leriň arasynda giňden ýaýramagyna getirdi. DK – nyň doly simmetriýasy hiç wagt ýerine ýetmeýär. Bu simmetriýasyzlyk “nulyň dreýfi” diýilýän hadysa getirýär. Eger girişlere neňzeş naprýaženiýeler berilse (ýönekeý halda Gir1 we Gir2 birigen), VT1 we VT2 – niň kollektorlarynyň arasyna birikdirilen woltmetriň görkezmesi nuldand tapawutlydyr we wagta görä tötän üýtgeýändir. Nulyň dreýfi otrisatel hadysadyr, şol sebäpli ony minimuma getirmäge çalyşýarlar. Onuň üçin VT1 we VT2 tranzistorlaryň parametrlerini maksimal ýakynlaşdyrmaly, rezistorlaryň nominallarynyň tapawudyny minimal, garşylyklaryň temperatura bagly üýtgame kanunlaryny meňzeş saýlap almaly.

Operasion güýçlendirijiler goşmak, aýyrmak we ş.m. operasiýalary ýerine ýetirip bilýän (5.9 – njy surat) güýçlendirijilerdir. Bu güýçlendirijiler differensial girişi bolan hemişelik toguň güýçlendirijileridir. Olaryň birtakly çykyşy bolup örän ýokary güýçlendiriş koeffisiýenti, uly R_{gir} giriş garşylygy, kiçi $R_{çyk}$ çykyş garşylygy bardyr. Operasion güýçlendirijiniň iki sany girişi bolup, olaryň biri inwertirleýji (ony tegelejek ýa-da “ - ” alamaty bilen belleýärler) beýlekisi bolsa, inwertirlemeýjidir (ony “

abzallar we akyp geçýän toguň gyzdymagyna duýgur $U = \varphi(I)$ abzallar. Termorezistoryň esasy parametrleri bolup: garşylygy R_t (Om); temperatura $1^0 C$ üýtgände abzalyň garşylygynyň % - lerdäki üýtgemesini häsiýetlendirýän garşylygyň temperatura koeffisiýenti α_t . Serpikdirýän kuwwaty; şol kuwwatda temperatura goýulan bahasyndan geçmeýär.

Balometrler. Termorezistorlaryň aýratyn görnüşi bolup şöhläniň energiýasyny kabul edijilerdir. Olar şöhlelendirilen energiýany siňdirip gyžýarlar we duýgur elementiň garşylygy üýtgeýär. Ýarymgeçirijili balometrler



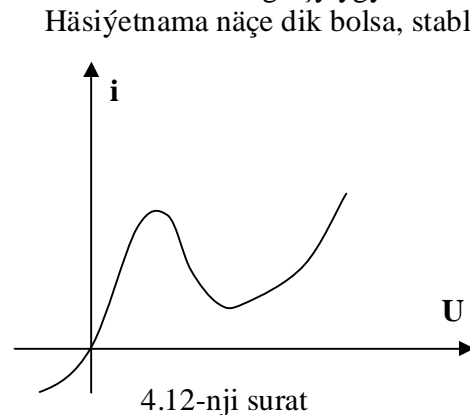
iki (işjeň we kompensirleýji) termorezistor elementinden durýar. İşjeň ölçenilýän şöhlelenmäniň täsirinde bolýar, kompensirleýji şöhlelenmeden goralan we

gurşawyň temperatura üýtgemesini kompensirlemäge hyzmat edýär. Olary temperaturany distansion ölçemekde, infragyžyl şöhlelenmäniň kabul edijileri hökmünde ulanýarlar. Olaryň häsiýetnamasy suratda görkezilendir.

Stabilitronlar . Eger diod ters ugurda birikdirilen bolsa, onda naprýaženiýe käbir deşilme ululyga ýetýänçä tok ýeterlik kiçidir. Ondan soňra tok birden artar. Bu ýagdaýda deşilme iki hili bolup biler: Yarymgeçirijidäki urgy ionizasiýasynyň hasabyna (ol abzalyň hatardan çykmagyna getirer), ýa-da zarýady äkidijileriň potensial barýerden tunnel hadysasynyň hasabyna. Eger donor gatlak ýuka bolsa, we taýýarlanan önüminiň udel garşylygy ýeterlik kiçi bolsa, (adatça ol kremniý bolup, $\rho \sim 0,1 - 1 \text{ Om} \cdot \text{Sm}$) onda tunnel deşilmesi urgy

ionizasiýasyndan has öň bolar. Tunnel deşilmesiniň zolagynda dioddaky naprýażeniýe pese düşmesi tok güýjüne bagly däl diýen ýalydyr. Bu bolsa, olary naprýażeniýäni durnuklaşdyrmakda ulanmaga mümkinçilik berýär. Stablitronyň häsiýetnamasy 4.11-nji suratda görkezilendir. Udel garşylygyň kiçelmegi bilen tunnel deşilmesiniň naprýażeniýesi hem kiçeler. Bu bolsa, olary dürli naprzeniýeleri durnuklaşdyrmakda ulanmaga mümkinçilik berýär. Stablitronlaryň esasy parametrleri aşakdakylardyr:

1. Durnuklaşdyrýan naprýażeniýesi U_{st} .
2. Durnuklaşdyrýan naprýażeniýesiniň temperaturanyň iki bahasyndaky ululyklary U_{st1} we U_{st2} .
3. Durnuklaşdyrýan naprýażeniýesiniň temperatura koeffisiýenti $TKU_{st} = \Delta U_{st} / U_{st} \Delta T$
4. Differensial garşylygy $R_{st} = \Delta U_{st} / \Delta I_{st}$



Häsiýetnama näçe dik bolsa, stabilizasiýa şonça oňatdyr, differensial içki garşylyk degişlilikde kiçidir. $U_{st} \approx 8$ W bolan stablitronlaryň iň kiçi differensial içki garşylygy bardyr. U_{st} – niň kiçelmegi bilen bu garşylyk artýar. Şeýlelikde stabilizasiýa hadysasy pes derejede ýüze çykýar. $U_{st} < 5.7$ W bolanda Zeneriöwsülmesi agdyklyk edýär, ýokarda bolsa, lawina böwsülmesi. Naprýażeniýäniň temperature koeffisiýenti her gradusa takmynan $\pm 0.1\%$ töweregidir. Durnuklaşdyrýan naprýażeniýesiniň U_{st} simmetrik dälidi. Ol simmetrik stablitronlara degişli. Udel garşylygyň soňraky kiçelmegi tunnel deşilmesiniň

ýyglyklarda güýçledirişin kemelmesiniň hasabyna bolýar.

Soňra, ýokary ýyglyklarda kollektor ýüküne yzygider L_k induktiwlik birikdirilýär. Bu induktiwlik C_0 sygym bilen yrgyldyly halka emele getirer. Onda ýokary ýyglyklarda halkada rezonans hadysasy ýüze çykyp, doly garşylyk artar. Bu bolsa k – nyň ulalmagyna getirer. Ýagny häsiýetnamanyň ýokary ýyglyklar böleginde özboluşly örküş emele geler.

Differensial kaskad we onuň häsiýetleri.

Radioteknikada differensial kaskad (DK – 5.8 – nji surat) diýip çykyş naprýażeniýesi giriş naprýażeniýesiniň absolýut bahasyna däl – de olaryň özara artdyrmalaryna bagly bolan kaskada (güýçlendirijä) aýdylýar. Giriş signallary VT1 we VT2 –niň bazalaryna berilýär. Çykyş signaly kollektorlaryň arasyndan alynýar. Tranzistorlaryň bazasyna düşýän signallaryň ululygy we fazalary meňzeş bolsa, olara sinfaz diýilýär. Eger bazalardaky yrgyldylaryň fazalary 180° tapawutlansa, onda signal garşylykly fazadadyr.

DK – nyň biratly elementleriniň deň nominallary bardyr, ýagny shema simmetrikdir. Sinfaz signalda absolýut ululyklary meňzeş toklary (VT1, VT2 tranzistorlaryň kollektorlary) alarys. Simmetrik shema bolansoň VT1, VT2 – niň kollektor potensiallaryşol bir ululyga üýtgär, tapawudy bolsa üýtgemez, ýagny çykyş naprýażeniýesi nula deň bolar.

Differensial signalda kollektor potensiallary tapawutly bolar we çykyş signaly dörär. R garşylykdaky naprýażeniýe üýtgemez. Ol OTB – niň naprýażeniýesidir. Sinfaz signaly basmak R garşylyk näçe uly bolsa, şonça güýçlidir. R garşylykdaky naprýażeniýe differensial signalda üýtgemez. Şeýlelikde shema garşylykly fazaly signalyduýar we bir fazaly signaly duýmaz. Temperaturanyň üýtgemesi, elementleriň könelmegi, tranzistorlaryň parametrleriniň üýtgemegi

sygymlar jemlenip C_0 emele getirýär. Şol sebäpli çykyş naprýaženiýesiniň bir bölegi C_0 üsti bilen şuntirlener we çykyş naprýaženiýesini kiçelder. Güýçlendirijiniň goýberiş zolagyny giňeltmek üçin häsiýetnamany korrektirleýji elementleri ulanýarlar. Pes ýygylklarda ony kollektor ýüküne yzygider R_f we C_f zynjyry birikdirmek arkaly gazanýarlar. Ýokary we aralyk ýygylklarda C_f garşylygy kiçidir we doly garşylyk ýüküň garşylygyna deňdir. Pes ýygylklarda bolsa, C_f bahasy ulydyr, şol sebäpli doly garşylyk R_k bilen R_f jemine deňdir. Güýçlendiriş koeffisiýentiniň doly garşylygyn ululygyna proporsionaldygyny ýatlamalydyrys. Ýokary ýygylklarda häsiýetnamany gowulamak birnäçe usul bilen amala aşyrylýar. Ol induktiwlik ýokary ýygylklarda kollektor ýa-da istok ýüküne yzygider L_k induktiwlik birikdirilýär. Bu induktiwlik ýokary ýygylklarda ýüküň garşylygyny artdyrýar we güýçlendirişniň kemelmegini kompensirleýär. L induktiwlik, R_y we C_{ekw} sygym hili pes bolan yrgyldyly kontur emele getirýär. Konturyň parametrlerini saýlamak bilen düzlenmedik ýygylklarda güýçlendiriş almak mümkin. Induktivligiň ululygyny diňe ýokary ýygylklarda täsir eder ýaly saýlap almaly, pes we aralyk ýygylklarda formulalar we häsiýetnamalar öňkiligine galmaly. Häzirki wagtda induktiw düzlemelik meýdan tranzistorly kaskadlarda ulanylýar. Bipolýar tranzistorly kaskadlarda düzlemelik tranzistoryň parametrlerine baglydyr we ujypsyzdyr. Integral shemalarda induktiw düzlemelik ulanylmaýar. Häzirki zaman tranzistor kaskadlarynda ýokary ýygylklarda AÝH ýygylgyga bagly OTB - ni girizmek arkaly düzleýärler. Şunlukda pes we aralyk ýygylklarda OTB - niň täsirinde güýçlendiriş peselýär. Ýygylgyň artmagy bilen ters baglanşyk kemelýär, a güýçlendiriş bolsa, artýar. Netijede goýberiş zolagy giňelýär. Iki usulyň arasyndaky tapawut: birinji ýagdaýda häsiýetnamanyň aşak gaçýan böleginde arýar; Ikinji ýagdaýda zolagyň giňelmesi pes we aralyk

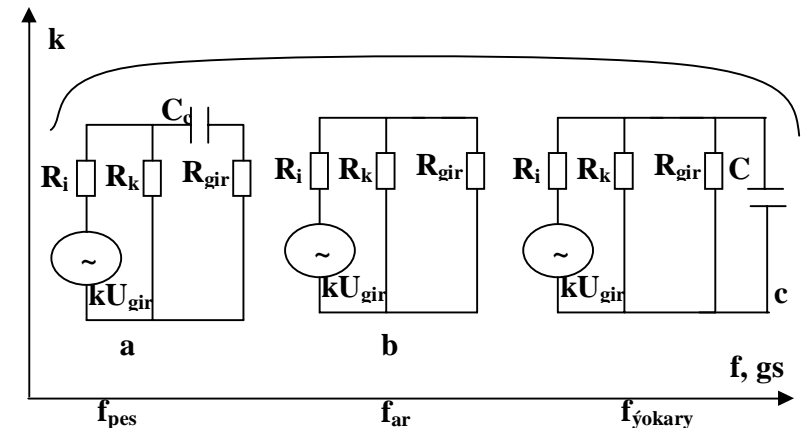
naprýaženiýesini kiçi položitel bahalar tarapa süýşürer, ýagny tunnel effekti bu diodlarda göni ugurda birikdirilende alynar. Olara **tunnel diodlary** diýilýär. Tunnel diodlarynda ters naprýaženiýede ýeterlik tok bardyr. Häsiýetnamanyň belli bir böleginde häsiýetnama aşak gaçýandyr. Onda diod özüni otrisatel garşylygy bolan düzüji ýaly alyp barýar. Tunnel diodlarynyň bu häsiýetini radiotehniki gurluşlarda 1 – 10 Sm aralykdaky aşa yokary elektrik urgylalaryny generirlemekde ulanýarlar. **Pozistorlaryň** položitel temperatura koeffisiýenti bardyr. Olary Ø5mm we beýikligi 1,5 mm tabletka görnüşinde taýynlaýarlar. Olaryň simden çykyşlary bar. Häsiýetnamalary termorezistoryňka meňzeşdir. Pozistorlary termokompensirleýji shemalarda, shemalary we abzallary gaty gyzmakdan garamakda ulanýarlar. **Şöhlelendiriji diodlar.** Olar elektrik energiýasyny görnüşän we infragyzyl diapozonyň elektromagnit şöhlelenmesine özgerdýärler. Olaryň işleýşi elektrolýuminessensiýa hadysasyna esaslanan. Göni tokdaartykmaç zarýady äkidijileriň rekombinasiýasy netijesinde şöhlelenme ýüze çykýar. Olary galliniň fosfidiniň, galliniň arsenid – fosfidiniň, alýuminiň arsenid – gallisiniň we kremniniň karbidiniň esasynda taýynlaýarlar. Rekombinasiýanyň esasy bölegi şöhlelendiriji däldir, şol sebäpli olaryň p.t.k – sy uly däl – 1 – 10 % töweregi. Infragyzyl diapozonyň şöhlelendiriji diodlarynyň kiçi kuwwaty (1 - 100 mWt), berilen göni tokda (100 mA) hemişelik naprýaženiýesi (1,2 – 3 W) bardyr. Şöhlelendirýän tolkun uzynlygy 0,9 – 1,2 mkm deň.

Waristorlar. Çyzykly däl woltamper häsiýetnamasy bolan ýarymgeçirijili rezistordyr. Belgilenilişi 4.8 – nji suratda görkezilen. Häsiýetnama parabola bolup, dürli polýarlykly naprýaženiýeler üçin koordinatalar başlangyjyna görä simmetrikdir. Olary telekabal edijilerde ýokary woltly naprýaženiýeleri,

kineskoplaryň gyşardyjy tegekleriniň toklaryny durnuklaşdyrmakda, reňkli kineskoplary magnitsizlendirmekde ulanylýarlar. Magnit meýdanynyň täsirinde garşylygyny üýtgedýän abzala **magnitorezistor** diýilýär. Mehaniki täsire garşylygyny üýtgedýän abzala **tenzorezistorlar** diýilýär (4.8 – nji surat).

Ýagtylyk şöhlendiriji awtomatiki sazlagda görkeziji hökmünde ulanylýar. Ýagtylygy $10 - 20 \text{ kD/m}^2$, hemişelik göni naprýaženiýesi $2 - 5,5 \text{ W}$ we göni togy $1 - 10 \text{ mA}$ deň. Şöhlelenmäniň reňki ýarymgeçirijiniň düzümine baglydyr. Alamaty görkezijiler bir we köp öýjükli bolýarlar. Olar sanlary, sanlary we harplary, seýle hem şkalalary ýagtylandyrmakda ulanylýarlar. Şöhlelenmäniň reňki gyzyly, ýaşyl, ýaşylymytyk – gyzyly, gyzylymytyk – sary bolup biler. Olaryň ýagtylyk güýji $15 - 350 \text{ kD/m}^2$, göni naprýaženiýesi $1,65 - 6 \text{ W}$, göni togy $3 - 20 \text{ mA}$. Optronlaryň girişinde swetodiod çykyşynda fotorezistor, fotodiod, fototiristor bolup biler. Esasy häsiýetleri: 1) Giriş we çykyşyň aýralygy. Onuň garşylygy $10^{12} - 10^{14} \text{ Ohm}$, a sygym pF – nyň ondan, hatda ýüzden bir bölegine deňdir. Signalyň birtaraplaýyn berilmegi, ýagny giriş bilen çykyşyň aralygynda ters baglanşygyň ýoklugy. Ýöne optronlaryň geçiriş koeffisiýentiniň birden kiçidigini, hususy gohlarynyň ýokarydygyny ýatdan çykarmaly däl. **Fototiristor** adaty trinstoryň ýagtylyk bilen dolandyrylýan analogydyryň gurluşy bazalaryň ikisine – de ýagtylyk düşmegine mümkinçilik berýär. Birikme hadysasy ýagtylyk dolandyryjy elektrodda tok döredýän ululygy bilen kesgitlenilýär. Bu abzalyň esasy artykmaçlygy dolandyrylýan zynjyrlaryň galwaniki baglanşygynyň ýoklugyndadyr. Häzirki zaman fototiristorlarynyň garşylygy 10^8 Ohm -a çenli, ýapyk wagtynda – $0,1 \text{ Ohm}$ –a çenli; birikme wagty – $10^5 - 10^6 \text{ s}$.

üçin onuň ekwiwalent shemasyna garap geçeliň.



5.7-nji surat

Ekwiwalent shemada (5.7-nji surat) güýçlendiriji tranzistor ses ýygylgynyň üýtgeýän togunyň generatorsi hökmünde seredilip geçilýär. Onuň e.h.g-si kU_{gir} we içki garşylygy bolsa R_i deňdir. Ony bular ýaly hasap etmek bolar, sebäbi güýçlendirijiniň girişine berilýän üýtgeýän pes ýygylgynyň naprýaženiýesini U_{gir} tranzistor k esse güýçlendirir. Ýagny, tranzistoryň güýçlendiriş koeffisiýentiniň girişe berilen naprýaženiýä köpeltmek hasyly kU_{gir} hakykatdan hem tranzistoryň kollektor zynjyryndaky döreýän üýtgeýän naprýaženiýä deňdir. Suratda güýçlendirijiniň ýygylk häsiýetnamasy we onuň deňeçer çyzysy pes, aralyk we ýokary ýygylklarda görkezilendir.

Pes ýygylklarda C_c bölüji kondensatoryň täsirinde ýagny sygym garşylygy uly bolany sebäpli (ýygylgynyň nola ymtylmagy bilen sygym garşylygy tükeniksizlige ymtylar) çykyşdaky naprýaženiýe kemeler we k kiçeler. Aralyk ýygylklarda kondensatoryň kän bir täsiri ýokdur. Ýokary ýygylklarda sygym garşylyklary nola ymtylýandyr, ýöne giriş garşylygyny şuntirleýän her bir tranzistoryň giriş sygymy we birikdiriji simleriň sygymy bardyr. Ol

mümkün Şonuň üçin k – ny tükeniksiz uly saýlap almaly däl

4. Haýsydyr bir elementiň birnäçe zynjyr üçin umumy bolmagyndan, meselem, iýmitlendiriş çeşmesi (Ony içki garşylygy kiçeltmek we R_f, C_f süzgüçleri ulanmak arkaly ýok edip bolar);

5. Mikrofon effekti (oňa mehaniki ters baglanşyk hem diýilýär), ýagny mikrofon bilen akustiki gurluşyň özara ýerleşişinden. Ýok etmek üçin mikrofon bilen akustiki gurluşyň özara ýerleşişini üýtgetmeli.

26. Güýçlendirmegiň klaslary. Güýçlendirijileriň häsiýetnamasyny gowylamak. Operasion güýçlendirijiler.

Güýçlendirmekligi birnäçe klaslara bölýärler: A, B, AB, C we D.

A klasly güýçlendirijilerde üýtgeýän tok peridyň bütin dowamynda akýar, ýagny tranzistoryň ýapylmasy bolmaýar (“kesilme burçy” $\theta = 180^\circ$ deň). Bu düzgün az kuwwatly çyzykly güýçlendirijilerde ulanylýar.

B klasly güýçlendirijilerde dynçlyk togy nola deňdir. Üýtgeýän tok ýarym peridyň dowamynda akýar ($\theta = 90^\circ$). Bu düzgün iki taktly kuwwat güýçlendirijilerinde ulanylýar.

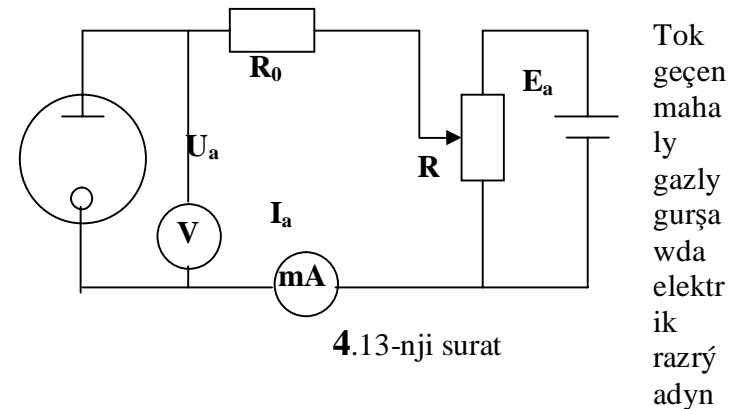
AB klasda $90^\circ < \theta < 180^\circ$. Çyzykly däl ýoýulmalar ýokary bolmany sebäpli iki taktly kuwwat güýçlendirijilerinde giňden ulanylýar.

C klasly güýçlendirijilerde $\theta < 90^\circ$. Bu klaslyň ýokary tygşylylygy bolany üçin ony çyzykly däl ýoýulmalaryň uly rol oýnamaýan ýerlerinde ulanylýarlar.

D klasda güýçlendiriji tranzistor gezekli – gezegine ýa-ha açyk we doýgun halyna ýa – da doly ýapyk halyna.Çylşyrymly bolany sebäpli seýrek ulanylýar.

Güýçlendirijileriň häsiýetnamasyny gowulamak

14. Gaz bilen doldurylan elektron abzallaryndaky fiziki hadysalar.

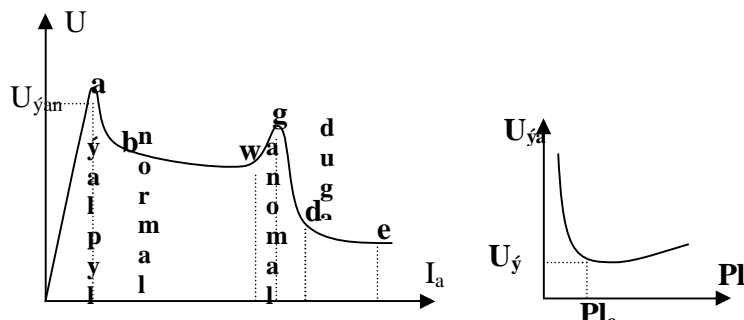


ýň bolup geçýän abzallaryna **ion abzallary** diýilýär.

Abzallary doldurmak üçin inert gazlaryny we wodorody ulanylýarlar.

Katodynyň gömüşiňe görä sowuk katodly we termokatodly abzallary özara tapawutlandyryýarlar. Eger neýtral atoma daşarky täsirler bar bolsa, onda atomyndaky elektronlaryň çykmagy mümkindir. Atomlaryň ionlara we elektronlara dargamak hadysasyna **ionizasiýa** diýilýär. Adaty şertlerde ionizasiýa kosmiki şöhleleriň we ýer gabygynyň radioaktiw şöhlelenmesiniň täsirinde bolup biler. Eger abzalyň elektrodaryna daşky çeşmäniň potensiallar tapawudyny goýsak (4.13 –nji surata seret) onda gazdaky bar bolan elektronlar we ionlar tertipleşen herekete gelerler. Bu hereketiň netijesinde elektronlar we ionlar gazyň atomlary bilen çaknyşyp olary oýandyrylan hala geçirerler. Atomlaryň oýandyrylan haly durnukly däl, takmynan 10^{-8} sek. soňra ol başky ýagdaýa (normal ýagdaýa) gaýdyp geler. Indi elektronlar has pes energetik derejäni eýelärler we öňki alan energiýasyny kesgitli tolkun uzynlygy bolan elektromagnit şöhlelenmesi

Gaz	$U_{o\ddot{y}an}, W$	$U_{\ddot{y}an}, W$	Yagtylanyşy
Geliý	19,77	24,5	Sary
Neon	16,58	21,5	Gyzylymtyk
Argon	11,57	15,7	Gögümtik
Wodorod	10,2	15,9	Gögümtik
Simap buglary	4,81	10,4	Gögümtik-ýaşyl



4.14 – nji surat

görnüşinde bererler (ýagny ýagtylygyň kwantyny şöhlelendirer). Şöhlelenmäniň reňki we oýanmagyň potensialy gazlaryň görnüşine baglydyr.

Oýanmak ýagdaýynda abzaldaky toguň dykzlygy j we ululygy kiçidir (onlarça mkA). Ol daşky ionizatoryň täsiri bilen kesgitlenilýär. Elektrik razrýadynyň intensiwligi pes bolup, kadaly ýagtylanyşy ýokdur. Bu ýagdaýa **garaňky razrýad** diýilýär. Bu daşky ionizator bolmasa $j = 0$ bolar, şonuň üçin oňa **özbaşdak däl razrýad** diýilýär. Abzaldaky U_a bilen I_a arasyndaky baglanşyk oa kesim bilen görkezilen.

Elektrodlardaky $U_{\ddot{y}an}$ naprýaženiýeleriň artmagy bilen atomlaryň tizligi we kinetik energiýasy artar, olar

$U_{be} = U_{gir} + U\beta = U_{gir} + (\pm\beta U_{cyk})$ bu ýerden

$$U_{gir} = U_{be} - (\pm\beta U_{cyk})$$

Ters baglanyşykda güýçlendiriş koeffisiýenti

$$k_{\beta} = \frac{U_{cyk}}{U_{gir}} = \frac{U_{cyk}}{U_{be} - (\pm\beta U_{cyk})}$$

Sanawjyny we maýdalawjyny U_{be} bölüp alarys

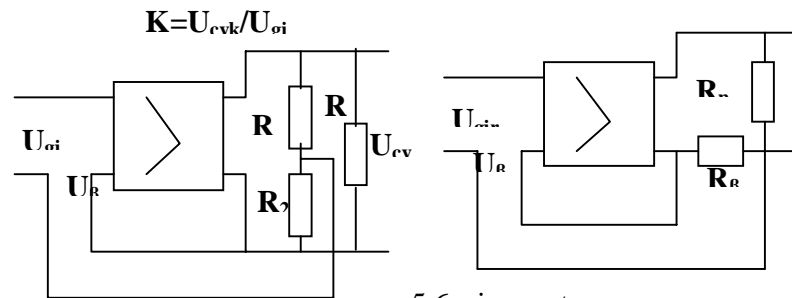
$$k_{\beta} = \frac{\omega U_{cyk} / U_{be}}{1 - (\pm\beta U_{cyk} / U_{be})} = \frac{k}{1 - (\pm\beta k)} \quad (5.7)$$

$1+\beta k$ ters baglanyşygyň çuňlygy. (5.7) – dan görnüşi ýaly PTB mahaly k_{β} ($1-\beta k$) esse artýar, OTB-de ($1+\beta k$) esse kiçelýär. Ýöne bu kiçelmäniň deregine güýçlendirijiniň hil görkezijileri gowulanýar. Has çuň OTB üçin $\beta k \gg 1$, şonuň üçin $k_{\beta} \approx 1/\beta$ bolar. Şeýlelikde k_{β} k -a bagly bolman, diňe güýçlendirijiniň shemasynyň ululyklaryna baglydyr. Haçan $\beta k = 1$, bolanda $k_{\beta} = \infty$, güýçlendiriji öndürijä öwrülýär. Mundan başga-da ters baglanyşygyň parazit görnüşleri hem bardyr. Ol hasaplamalarda we ýygnama işlerinde goýberilen ýalňyşlar netijesinde ýüze çykyar. Görnüşleri: elektrostatik, magnit, elektromagnit, elektrik we elektrik däl.

1. Giriş we çykyş zynjyrynyň baglanşygyndan. Giriş we çykyş simleriniň arasynda döreýän sygym ters baglanşyga getirip biler. Ony ýok etmek üçin simleri özara daşlaşdyrmaly

2. Giriş we çykyş zynjyrynyň özara induktiw baglanşygyndan (L, Tr, Dr üsti bilen) Induktivlikleri biri – birinden daşlaşdyrmaly ýa – da magnit ekranlarynda ýerleşdirmeli

3. Haçanda k örän uly bolanda Güýçlendirijiniň çykyş simi antenna bolmak bilen ters baglanşyk döretmegi



5.6-njy surat

(OTB) güýçlendirijiniň häsiýetnamasyny gowulandyryýandyr. OTB – niň naprýaženiýe, tok boýunça we garyşyk görnüşleri bardyr. Naprýaženiýe boýunça ters baglanyşykda ýuke parallel R_1 , R_2 bölüji birikdirilen (5.6 a surat). R_2 -däki döreyän çykyş naprýaženiýesiniň bir bölegi U_β ters baglanyşyguň zynjyry boýunça berilýär. Ters baglanyşyk koeffisiýenti üçin

$$\beta = \frac{U_\beta}{U_{cyk}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (5.6)$$

Ters baglanyşyk koeffisiýenti çykyş naprýaženiýesiniň haýsy böleginiň girişe düşýändigini görkezýär. β bahasy PTB üçin $0 \div 1$ aralygynda, OTB üçin 0 - dan -1 aralygyndadyr.

$$U_\beta = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U_{cyk} = \pm \beta U_{cyk}$$

Eger ters baglanyşyk çykyş toguna proporsional bolsa, onda tok boýunça ters baglanyşyk alarys (5.6 b shema). Eger ters baglanyşygyň naprýaženiýesi iki düzüjiden ybarat bolsa, ýagny olaryň biri çykyş naprýaženiýesine, beýleksi hem toga proporsional bolsa, onda garyşyk ters baglanyşyk alarys. Indi ters baglanyşygyň k we dunuklylyga täsirine garalýň.

gazyň neýtral atomlary bilen çaknyşyp, urgy ionizasiýasyny döredeler. Meýdanyň täsirinde ionlar katoda tarap hereket ederler we oňa urulyp üstde elektron emissiýasyny döredeler. Elektronlar hem öz ýolunda çaknyşmak bilen urgy ionizasiýasyny artdyrýarlar. Şol wagtyň özünde ters hadysa – elektronlaryň we ionlaryň rekombinasiýasy bolup geçýär. Eger bu ýagdaýda her elektron bir elektrony bölüp çykarsa, onda daşky ionizatoryň täsiri aýrylsa hem razrýad dowam eder. Muňa **özbaşdak razrýad** diýilýär, a naprýaženiýesine bolsa **ýanma naprýaženiýesi** diýilýär. U_{yan} doldurylan gazyň görnüşine, gapdaky basyşa, elektrodalaryň özara uzaklygyna baglydyr. Uly basyşlarda erkin ylgawynyň ýoly gysgalar we energiýa urgy ionizasiýasy bilen ýanmaklyga ýeterlik bolmaz. Kiçi basyşlarda gaz atomlarynyň we elektronlaryň çaknyşmak ähtimallygy azalar we ol elektrodalaryň arasyndaky güýjenme bilen kesgitleniler. U_{yan} minimal bahasyny kesgitleýän käbir Pl_{opt} baha bardyr.

Eger basyş we temperatura hemişelik bolsa, elektrodalaryň arasyndaky potensiallar tapawudy abzaldan geçýän toga baglydyr (a nokatdan yzy).

Ýanma naprýaženiýesinde **ýalpyldyly razrýad** dörär we tok katoddan elektronlaryň emissiýasynyň hasabyna saklanar. Içki garşylyk kiçelip tok artar. Naprýaženiýe içki garşylyk we R_0 üstünde paýlanar, şeýlelikde elektrodardaky naprýaženiýe kemeler (ab). Giňişlik plazma (ionlaşan gaz) bilen doldyrylar. Naprýaženiýäniň artmagy bilen tok artar. Toguň artmagy katodyň ýagtylanma üstüni giňelder (**normal ýalpyldyly razrýad** bw). Togun käbir bahasynda katod tutuşlygyna ýagtylanar (w). U_a soňraky artmagy bilen I_a proporsional däl artmagy bolar. Içki garşylyk kiçeler, elektrodardaky potensiallar tapawudy hem proporsional däl artar. Bu **anomal ýalpyldyly** razrýad (wg). Eger anomal razrýadda U_a

bilen I_a artdysak, onda ol dugaly razrýada gezer (gde). Bu ýagdaýda intensiw ionizasiýa bilen položitel göwrüm zarýadlary katoda örän ýakynlaşyp (10^{-6} sm), uly bolmadyk katod naprýaženiýe pese düşmesinde (10 W töweregi) katoddan elektrostatik emissiýa bolar ýaly uly güýjenme döreder (10^6 W/sm). Elektrostatiki emissiýada sowuk katodyň ion bombardirlenmegi netijesinde katod gyzar we termoemissiýanyň ýüze çykmagy mümkin.

Tebigatda abzaldaky razrýadyna görä ýalpyldy razrýadyň abzallaryny (stablitronlar, sowuk katodly tiratronlar, dekatronlar), özbaşdak bolmadyk duga razrýadly abzallary (gazotronlar, termokatodly tiratronlar), özbaşdak duga razrýadly abzallary(ignitronlar, simap wentilleri), garaňky razrýadly abzallary (gaz bilen doldyrylan fotoelementler) we ş.m. gabat gelýändir.

Neon lampasy. Anomal ýalpyldyly razrýady ulanyan iki elektrodly abzaldyr. Ýokary ýygylkly elektromagnit meýdanyny we naprýaženiýäni görkezmek üçin ulanylýar. Gurulşlary boýunça elektrodalarynyň gurlyşy simmetrik we simmetrik däl bolup biler. Simmetrik gurulşda polýarlygyň tapawudy ýok, simmetrik dälde uly meýdanly elektroda otrisatel potensial berilýär.

Baglansyk razrýadçylary. Radiotranslasyon we geçiriji simleri naprýaženiýelerden goramak üçin razrýadçylar (dugaly razrýad) ulanylýar. Haçan geçiriji simlerde ýokary naprýaženiýe ýüze çyksa, elektrik meýdanynyň täsirinde razrýadçylarda ýalpyldyly razrýad oýandyrylar we soňra dugaly razrýada gezer. Şol wagt razrýadçynyň garşylygy birden ýüzlerçe oma çenli azalar we ähli tok razrýadçynyň üsti bilen ýere beriler. Ondaky basyş 5 mm.sim. süt, elektrodalaryň daşlygy 2-3 mm deňdir.

Stablitronlar. Özbaşdak däl razrýadly koaksial silindrik elektrodly bolan iki elektrodly abzaldyr. Gazlaryň basyşy 50 mm.sim.süt., inert gazlaryň garyndysy (Ar+Ne ýa-da Ar+He) bilen doldurylan. Katody silindr

naprýaženiýesiniň üýtgemesine az baglylygyny üpjün edýär. EG - leri ölçegler tehnikaşynda, awtomatiki üýtgediji gurulşlarda we ş. m. ulanylýarlar.

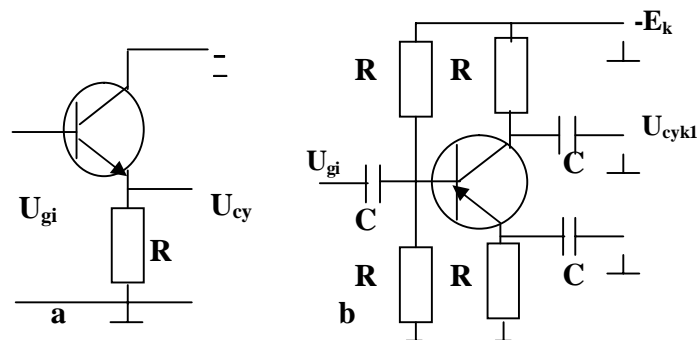
Fazainwers güýçlendirijisi garşylykly fazalary bolan naprýaženiýeleri iki taktly kuwwat güýçlendirijisi üçin almaga mümkinçilik berýär. Ony transformator çykyşy bolan güýçlendirijiden hem almak mümkin. Ýöne çykyş transformatorynyň aralyk nokady ýere birikdirileni sebäpli goýberýän ýygylklary darzolaklydyr, ölçegleri uly we gymmat düşýändir. Ýük iki bölünip bir bölegi kollektor, beýleki bölegi bolsa, emitter zynjyryna birikdirilen. Signalyň üýtgeýän düzüjisi $R_k = R_e$ garşylyklardan geçip, olarda ululyklary deň, fazalary garşylykly $U_{çы1} = U_{çы2}$ naprýaženiýäni döredýär. Güýçlendiriji elementdäki alynan signal adaty güýçlendirijiniňkiden iki esse kiçidir. Shema ýönekeýdir, oňatlaşan ýygylk faza häsiýetnamalary bardyr.

Ýörüte güýçlendirijiler has gowşak signallary güýçlendirmäge niýetlenendir. Ol signallaryň amplitudasy kaskadyň girişindäki “gohlaryň” derejesi bilen meňzeşräkdir. Esasy ululyklarynyň biri girişindäki “signal/goh” gatnaşygydyr. Elektrometrik güýçlendirijiler örän kiçi toklary ($10^{-8} - 10^{-15}$ a) duýmak we güýçlendirmek üçin gerekdir.

25. Pes ýygylgyň güýçlendirijilerinde ters baglansyk. Ters baglansygyň görnüşleri. Zyýanly ters baglansyk.

Ters baglansyk diýip çykyş signalynyň bir böleginiň girişe düşmegine aýdylýar. Ol signalyň fazasy giriş signalynyňky bilen gabat gelse, güýçlendiriş artar, bu položitel ters baglansyk. Eger çykyşdan girişe berilýän signal garşylykly fazada düşse, güýçlendiriş peseler, bu otrisatel ters baglansykdyr. Otrisatel ters baglansyk

güýçlendirijiniň biridir. EG - de tranzistor UK shema



5.5-nji surat

boýunça birikdirilen (kollektor toguň üýtgeýän düzüjisi boýunça ýere birikdirilen). Ýük emitter zynjyryna birikdirilen. Çykyş we girişdäki naprýaženiýeleriň fazalary gabat gelýär. Çykyş naprýaženiýesi girişdäki naprýaženiýeýäniň aýrylmagyna deňdir. Kaskadyň naprýaženiýe boýunça 100% OTB -si bardyr. EG - niň giriş garşylygy UE- li shemanyňkydan onlarça esse ulydyr, şonuň üçin olary az gohly ýokaryomly kaskadlar hökmünde ulanýarlar. Çykyş garşylygy giriş signalynyň çeşmesiniň içki garşylygyna bagly.

Naprýaženiýe boýunça geçiriş koeffisiýenti birden kiçi (0.95 - 0.99). Tok we kuwwat boýunça güýçlendiriji birden uly. Uly giriş we kiçi çykyş garşylygy bar. Kiçi ýygylýk ýoýulmaly. Giriş signalynyň pes derejeli çyzykly däl ýoýulmalarynda uly dinamiki diapozony bar.

EG - ni sygym häsiýetli kiçiomly ýükler üçin çykyş kaskady hökmünde; uly giriş garşylygy bolan giriş kaskady hökmünde; uly çykyş garşylygyny kiçi giriş garşylygy bilen ylalaşdyryjy aralyk kaskad hökmünde ulanýarlar.

Çuň OTB - si onuň parametrleriniň durnuklylygyny we olaryň temperaturanyň hem -de çeşmäniň

görnüşl. Ol ýüke parallel birikdirilýär. Yzygider R_b garşylygy birikdirilýär, ol ýalpyldy razrýadynyň toguny çäklendirýär we duga ýüze çykmagyna päsgel berýär. Stabilitrona I_{amin} tä I_{amax} üygände U_{st} durnukly bolar. Nominal durnukly naprýaženiýe 75 - 150 W deňdir. Olary yzygider birikdirmek bolar. Naprýeniýe deň paýlanar ýaly her abzala bir garşylyk birikdirilýär.

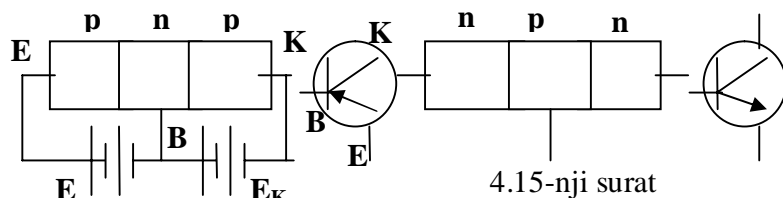
Tiratronlar. Nakalsyz tiratronlaryň (tory bardyr) ýakylma naprýaženiýesini U_a we U_{tor} bilen üýtgetmek bolar. U_{tor} artmagy bilen ýakylma potensialy kiçeler.

Sanly görkezijiler. Ýalpyldy razrýadyň köpelektrodly abzallarydyr. Onuň birnäçe katody bolup, alamatlar we sanlar(0-9) görnüşde ýasalandyr. Katodlar 1 mm uzaklykda biri-biriniň yzynda ýerleşendir we hersiň aýratyn çykyşy bardyr.

Gazotronlar. Nakal katodly dolandyrylmaýan iki elektrodly ion abzalydyr. Olarda gazlardaky ýa-da simabyň buglaryndaky hatar özbaşdak däl dugaly razrýad ulanylýar.

15. Tranzistorlar. Unipolýar tranzistor. Tranzistory zynjyra birikdirmegiň usullary.

Dioddan tapawutlylykda tranzistorda üç gatlak we iki sany p-n geçiş bardyr. Gatlaklaryň gezeleşmek tertibine görä p-n-p we n-p-n görnüşli tranzistorlar bardyr (4.15-nji surat).



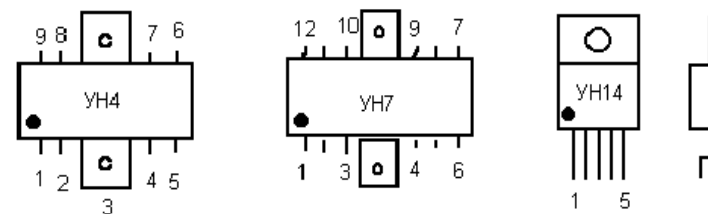
Çepki gatlak emitter (E), ortaky – baza (B), sagky-kollektor(K) adyny alandyr. E bilen B arasyndaky p-n geçiş emitter, B bilen K arasyndaky p-n geçiş kollektor geçişidir. Emitter geçişine göni (açygy), kollektor geçişine ters (ýapyjy) naprýaženiýe berilýär. Netijede p-gatlakdaky deşikler daşky meýdanyň täsirinde potensial barýeri ýeňip kristallyň ortaky gatlagyna geçip başlaýarlar we emitter toguny döredýärler. Deşikleriň az mukdary baza gatlagyndaky elektronlar bilen rekombinirlenip, neýtral atom emele getirýärler (3-5%), bu baza togydyr. Galan deşikler üçin kollektor geçişiniň meýdany tizlendirijidir. Şeýlelikde deşikler kollektor gatlagyna çekilerler. Bu kollektor togydyr. Onda

$$I_E = I_B + I_K \quad (4.11)$$

Şeýlelikde emitter togunyň üýtgemegi bilen kollektor togy hem şol ululyga üýtgär (örän kiçi bolany üçin baza toguny hasaba almasak hem bolar). Şunlukda, kollektor togy emitter togy bilen dolandyrylýar diýilýär. Eger, elektron lampalary dolandyryjy elektrodyň naprýaženiýesi

mikroshemadyr. K174YH14 mikroshema 4.5 Watt nominal kuwwaty bolan pes ýygylgyň kuwwat güýçlendirijisidir. Güýçlendirijiniň içinde ýylylyk we çykyşyň gysga utgaşmasyndan goragy bardyr. Onuň esasy parametrleri:

Naprýaženiýesi 8...16 Wolt, nominal çykyş kuwwaty 13.5 Wolt naprýaženiýede we 4 Omlyk ýükde 4.5 Wattdyr. Garmonikalar koeffisiýenti 10% - den artyk däl. Mikroshemanyň plastmassa korpusy we 5 sany aýajygy bardyr. Asakda mikroshemalaryň korpuslarynyň suratlary görkezilendir.

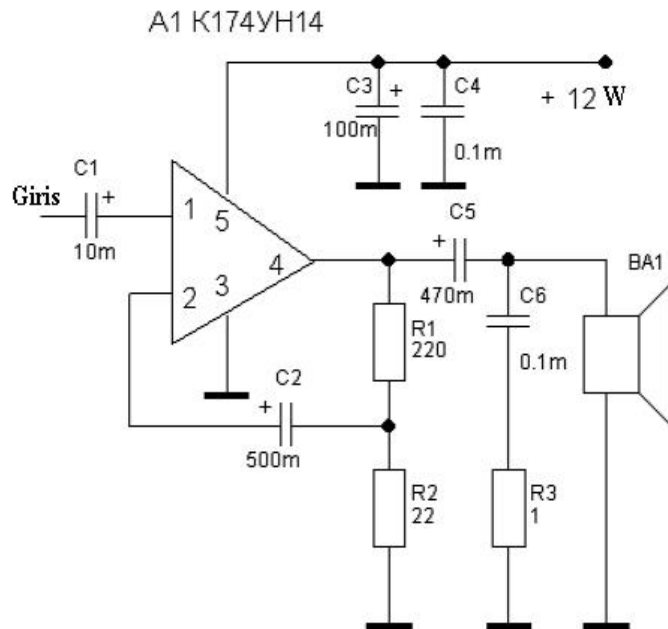


174 YH... mikroshemalaryň das gornusi

Rezonans kuwwat güýçlendirijileri. Köplenç radioiberiji gurluşlarda ulanylyp, ýokary ýygylkly yrgyldylaryň kuwwatyny gerekli derejä çenli artdyryp iberiji antenna berýär. Olara daşyndan oyandyrylýan generator hem diýilýär. Onuň shemasy daş gümrüşi boýunça rezonans güýçlendirijisinden az tapawutlanýar. Olary ýygylgy köpeltmekde hem ulanýarlar. Bu ýagdaýda kontur signalyň ýokary garmonikalarynyň haýsy hem bolsa birine sazlanýar. Emitter gaýtalaýjysynda (a) ýük emitter zynjyryna birikdirilenir. Onda faza öwrülmesi bolmaýar, ýagny giriş we çykyş naprýaženiýeleriniň fazalary gabat gelyändir. Onuň k-sy hem birden kiçidir. Girişdäki signaly gaýtalaný üçin oňa *emitter gaýtalaýjysy* diýilýär. 5.5 a shemanyň uly giriş we kiçi çykyş garşylygy bardyr. Emitter gaýtalaýjysy (EG) garşylyklardaky OTB -si bolan

takmynan 0.7 Watt. Naprýaženiýe boýunça güýçlendiriş koeffisiýenti 4...40, garmonikalar (ýoýulmalar) koeffisiýenti 2% - den (maksimal çykyş kuwwatynda) köp däl. Mikroshemany radiatora birikdirmek üçin korpusynda ýörite ganatjyklar bardyr.

Bu mikroshemalaryň indiki has kuwwatlyragy K174YH7 - dir. Onuň aşakdaky parametrleri bardyr: çeşmäniň naprýaženiýesi 9...15 Wolt, 15 Wolt naprýaženiýede we 4 Omlyk ýükde çykyş kuwwaty 4.5 Wattdan az däl. Maksimal kuwwatda garmonikalar koeffisiýenti 10% - den köp däl, 2.5 Watt çykyş kuwwatynda 2.5% - den köp däl. Munuň hem korpusynda radiatora birikdirmäge ganatlar bar.

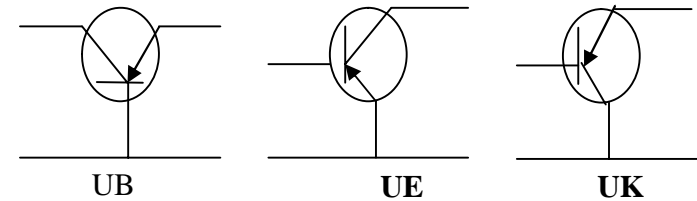


K174YH14 mikroshemanyň birikdirilisi

Bu seriýanyň içinde iň köp ulanylýany K174YH14

bilen dolandyrylýan bolsa, onda tranzistorlar bazadaky tok bilen dolandyrylýandyr.

Tranzistoryň dörtpolýuslyk bolmagy üçin bir elektrody ýetmeýär. Şonuň üçin tranzistoryň haýsyda bolsa bir elektrodyny iki gezek ulanmaly bolýar (umumy etmeli bolýar). Haýsy elektrodynyň üýtgeýän tok boýunça giriş we çykyş zynjyry üçin umumydygyna görä



4.16-njy surat

4.16 – njy suratdaky ýaly ony zynjyry 3 görnüşde birikdirýärler: umumy bazaly, emitterli we kollektorly (UB, UE, UK).

$$R_{gUB} = \frac{\Delta U_E}{\Delta I_E} = 30 \div 150 \text{ Om} \quad (4.12)$$

UB shema üçin

$$R_{gUE} = \frac{\Delta U_E}{\Delta I_E} = 200 \div 2000 \text{ Om} \quad (4.13)$$

UK shema üçin (emitter gaýtalaýjysy)

$$R_{gUK} = \frac{\Delta U_B}{\Delta I_B} = 0,2 \div 1 \text{ Mom} \quad (4.14)$$

Çykyş garşylygy çykyş naprýaženiýesiniň üýtgemesiniň degişli toguň üýtgemesine bolan gatnaşygydyr

$$R_{cUB} = \frac{\Delta U_K}{\Delta I_K} = 0,5 \div 200 \text{ m} R_{cUE} = \frac{\Delta U_K}{\Delta I_K} = 10 \div 100 \text{ k} \text{ Om} \quad (4.15)$$

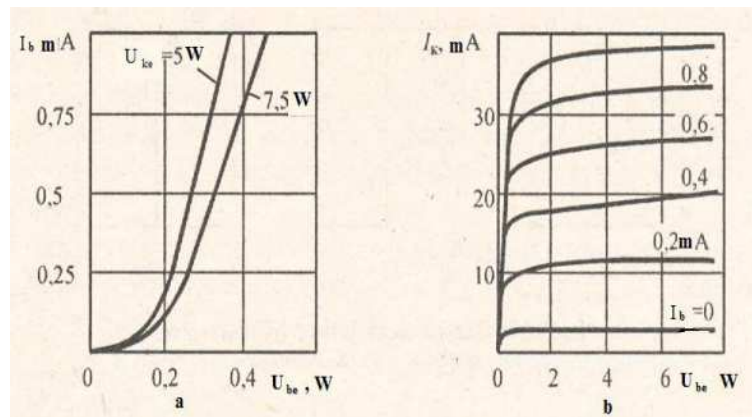
$$R_{cUK} = \frac{\Delta U_E}{\Delta I_E} = 50 \div 500 \text{ Om}$$

Tok boýunça güýçlendiriş keffisiýenti çykyş togunyň üýtgemesiniň giriş togunyň üýtgemesine bolan gatnaşygydyr

$$\text{UB} \quad \alpha = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_E} < 1 \quad (4.16)$$

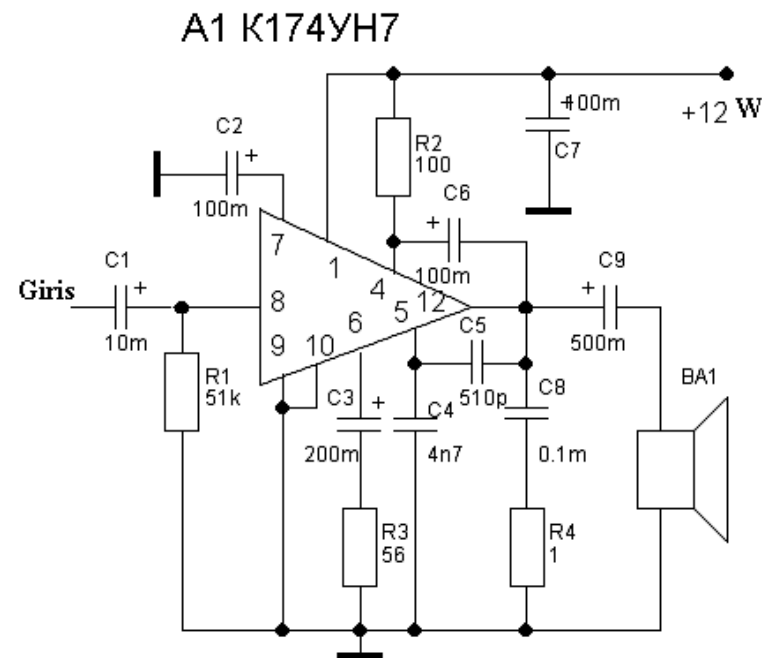
$$\text{UE} \quad \beta = \frac{\Delta I_K}{\Delta I_B} = 20 \div 200 \quad (4.17)$$

$$\text{UK} \quad \gamma = \frac{\Delta I_E}{\Delta I_B} = 20 \div 200 \quad (4.18)$$



Suratda tranzistoryň giriş we çykyş häsiýetnamalary görkezilendir. Giriş häsiýetnamasy U_{kt} hemişelik mahaly giriş togunuň (baza togy I_b) giriş naprýaženiýesine (baza – emitter naprýaženiýesi U_{be}) baglylygyny görkezýär. Çykyş häsiýetnamalary bolsa I_b baza togunuň hemişelik

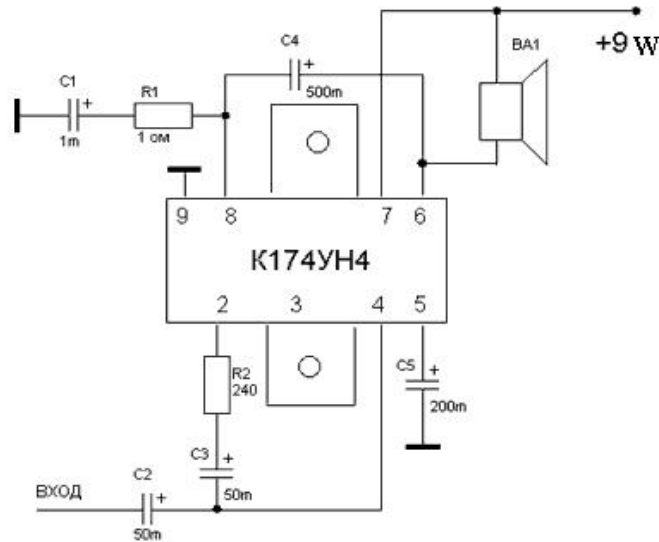
güýçlendiriş koeffisilerini emeli usulda deňleşdirmeli bolýar.



174YH7 IMS - in birikdirilisi

Indi ses ýygylgynyň kuwwatyny güýçlendirýän ýorite mikroshehalara seredeliň. Olaryň çykyş kuwwaty 0.1 – den 200 Watta çenli bolup ýüzlerçe gömüşi bardyr we dünýäniň dürli firmalary tarapyndan goýberilýär. Rossiýa ses ýygylklarynyň tehnika üçin K174 seriýany goýberýär. Olaryň üçüsi önüräkdän bari radiosöýüjiler tarapyndan we sensgat apparaturalarynda giňden ulanylýar. Olaryň ilkinjileriniň biri ses ýygylgynyň kuwwat güýçlendirijisi K174YH4 mikroshehadyr. Onuň esasy tehniki parametrleri aşakdakylardyr: 9 Wolt naprýaženiýede we 4 Om ýükde çykyş kuwwaty

birikdirilen. Tranzistorlar gezeleşip işleýärler. Shemanyň işlemegi üçin iki sany meňzeş çeşme gerekdir. Ikinji shemada (b) bir çeşme bilen iki sany sygym (C_1 , C_2) ulanylandyr. Shemanyň has ýönekeý **görnüşinde (c) bir**



K174YH4 mikroschemanyň birikdirilisi

sygymyň üsti bilen R_n çeşmäniň islendik polýusyna birikdirilip biliner. Iki taktly shema umumy ýüke işleýän iki sany bir taktly kaskaddyr. Tranzistorlaryň girişindäki naprýaženiýeler garşylykly fazadadyrlar. Kollektorlardaky toklaryň hem faza tapawudy 180° deňdir. Çykyşdaky toguň spektrinde jübüt garmonikalar we hemişelik düzüji ýokdur, onda çyzykly däl ýoýulmalar ep – esli azalar. Serdeçnigiň magnitlenmesi ýok. Şonuň üçin onuň massagabara häsiýetleri gowulanýar. Eger dürli gurluşly birmeňzeş tranzistorlary saýlamak kyn bolsa, onda birmeňzeş tranzistorlary ulanmak bolar. Olaryň biri umumy kollektorly beýlekisi bolsa, umumy emitterli shema boýunça birikdirilen. Bu ýagdaýda olaryň

bahalarynda çykyş togunyň (kollektor togy I_k) kollektor – emitter naprýaženiýesine U_{ke} baglylygydyr.

Umumy emmitterli shemaly birikdirilen tranzistora çyzykly aktiw dörtpolýuslyk hökmünde seretmek mümkin. Tranzistordaky toguň we naprýaženiýäniň artdyrmalary üçin deňlik dogrydyr (olara h parametrler hem diýilýär):

$$\Delta U_{be} = h_{11} \Delta I_b + h_{12} \Delta U_{ke};$$

$$\Delta I_k = h_{21} \Delta I_b + h_{22} \Delta U_{ke}$$

Bu ýerde $h_{11} = \Delta U_{be} / \Delta I_b$ - $\Delta U_{ke} = \text{const}$ bolanda tranzistoryň giriş garşylygy; $h_{12} = \Delta U_{be} / \Delta U_{ke}$ - haçan $I_b = \text{const}$ bolanda içki ters baglanşyk koeffisiýenti;

$h_{21} = \Delta I_k / \Delta I_b$ - haçan $U_{ke} = \text{const}$ bolanda togy geçiriş koeffisiýenti;

$h_{22} = \Delta I_k / \Delta U_{ke}$ - $I_b = \text{const}$ bolanda tranzistoryň çykyş geçirijiligi. Bu parametrleriň ählisini statiki karakteristikalardan kesgitläp bolýar.

Tranzistoryň iş düzgüni 3 görnüşdedir

1. Aktiw düzgün-emitter geçişine göni, kollektor geçişine ters naprýaženiýe berilýär. Bu düzgün gowşak signallary güýçlendirmekde ulanylýar.
2. Doýgun düzgün - iki geçişe hem göni naprýaženiýe berilýär.
3. Kesiji düzgün - iki geçişe hem ters naprýaženiýe berilýär. Tranzistordan akýan tok ujypsyzdyr.

Iki geçişniň meňzeşligi üçin 4-nji düzgüni hem agzamak bolar – geçişleriň funksýasyny çalyşmak. Ýöne gurluşlaryň simmetrik däldigi we gatlaklardaky konsentrasiýalaryň meňzeş däldigi üçin **inwers** birikdirmek hususy birikdirmek bilen deň däl.

Belgilenişi: birinji simwol 1, Γ – Ge tranzistorlary; 2, K – Si tranzistorlary; 3, A – galliniň arsenidiniň tranzistorlary; 4, И – indiy garyndyly tranzistorlar . Ikinji

simwol T – tranzistor. Soňky 3 alamat kuwwatyny we ulanylýan ýerlerini görkezýär. Değişli toparyny görkezmek üçin rus elipbisiniň harplary ulanylýar (sanlar bilen daş görnüşleri meňzeşlerinden galanlary, meselem, 3, O, Ч). Tranzistorlar shemada V harpy bilen belgilenilýär.

Tranzistorlar topary	Kuwwaty	3 Mgs çenli	3 – 30 Mgs
Pes kuwwatly (Wt)	0,3 çenli	101-199	201-299
Aralyk kuwwatly (Wt)	0,3-3	401-499	501-599
Uly kuwwatly (Wt)	3 uly	701-799	801-899

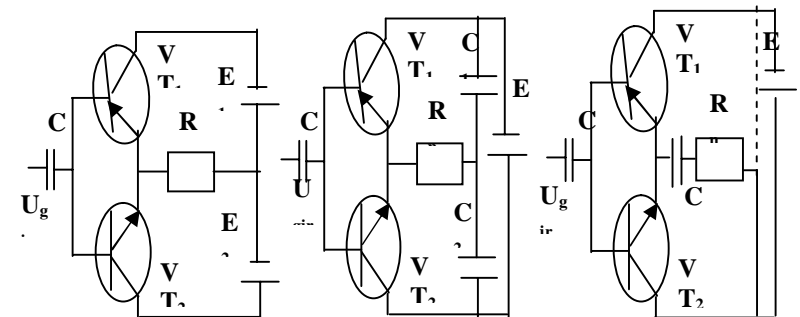
Tranzistorlarda materialyň arassalanyş derejesi “dokuz sany dokuzlykdyr”, ýagny 99,9999999% - e deň. Kollektor geçişindäki maksimal ýaýradylýan kuwwat

$$P_{kol.yay} = \frac{T_{max} - T_k}{R_{g.k}}, \text{ bu ýerde } T_k - \text{tranzistoryň}$$

korpusynyň temperaturasy; T_{max} –kollektor geçişindäki maksimal temperatura; R_{gk} - tranzistoryň kollektor geçişi bilen korpusynyň arasyndaky ýylylyk garşylygy. R_{gk} tranzistoryň gurluşyna baglydyr. MP39 – 41 üçin $0,2^{\circ}\text{C}/\text{mWt}$, P201A – P201E üçin $3,5^{\circ}\text{C}/\text{Wt}$ deňdir. Yylylygy gowy aýyrmak üçin ýörite radiatorlarda oturdýarlar. Niýetlenilişine görä tranzistorlar uniwersal, güýçlendiriji, generirleýji, impuls we ýazdyryjy bolýar. Tranzistorlaryň esasy bň esasy bölegini kremniden

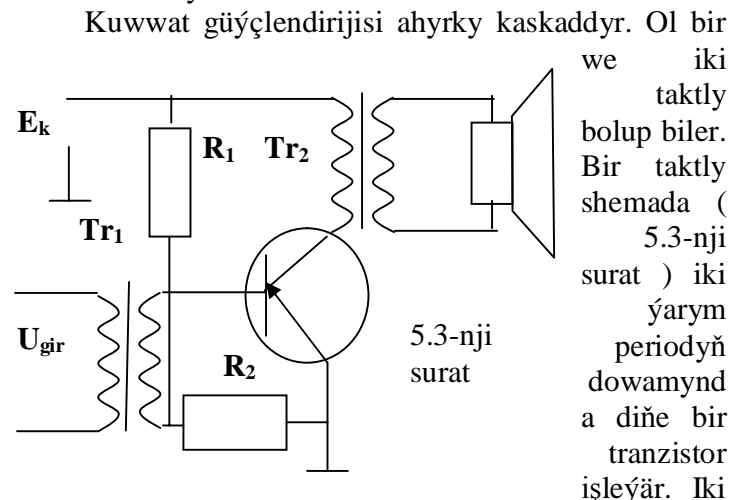
zolakynyň ýokarky çäk ýygylgyny artdyrmak üçin az induktiwlikli transformatory, a goýberiş zolakynyň aşaky çäk ýygylgyny kiçeltmek üçin bolsa, birinji sarymyň induktiwigini artdyrmaly bolýar. Serdeçnigiň doýgun halynda magnitlenme egrisiniň çyzykly däl häsiýete eýe bolany üçin çyzykly däl ýoýulmalar ýüze çykýar. Signalyň amplitudasy näçe uly bolsa, ýoýulmalar şonça – da artýandyr. Olary azaltmak üçin magnit garşylygy artdyrmaly. Şunlukda serdeçnigiň kese kesigini we sarymlaryň sanyny artdyrmaly. Netijede transformatoryň massasy we gabara ölçegleri artar.

Ýetmezçiliklerden dynmak üçin olaryň transformatorsyz görnüşi ulanylyp başlandy. Olar iki sany komplementar (parametrleri birmeňzeş ýöne geçirijiligi dürli) tranzistorlarda 5.4-nji a suratdaky ýaly gurnalýarlar. Iki transistor hem emmitter gaýjysy shemasynda (iki taktly emmitter gaýlalaýjysy) birikdirileni sebäpli kiçi omly ýük bilen ylalaşdyrmak aňsatlaşýar. Karakteristikanyň başyndaky çyzykly däl böleginde işläni üçin çyzykly däl ýoýulmalar esasy ýetmezçiligidir. Tranzistorlar we E_1 , E_2 çeşmeler köpri emele getirýär, diagonalyna bolsa R_n , ýük



5.4-nji surat

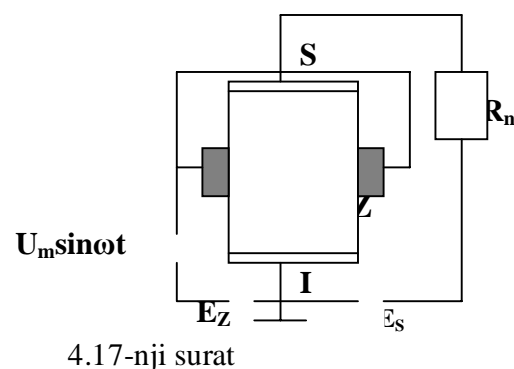
garşylygy bilen şuntirlenendir. Bu kaskadlarda kontury ýük zynjyryna dolulygyna birikdirip bolmaýar. Meýdan tranzistorlarynyň uly giriş we çykyş garşylyklary bolany sebäpli kontur gowşak şuntirlenendir. Şeýle kaskadlarda kontury ýük zynjyryna dolulygyna birikdirmek bolýar.



Kuwwat güýçlendirijisi ahyrky kaskaddyr. Ol bir we iki taktly bolup biler. Bir taktly shemada (5.3-nji surat) iki ýarym periodyň dowamynda diňe bir tranzistor işleýär. Iki taktlyda her ýarym periodda bir tranzistor, ýagny ýeňilleşendir. Ýüki kolektor zynjyryna gezekleşip işleýärler. Shemanyň iş düzgüni birikdirip bolmaýar. Ony transformatoryň ikinji sarymyna birikdirýärler. Ýetmezçiligi- iki sany uly ölçegleri bolan ylalaşdyryjy transformatoryň gerek bolýanlygydyr. P_k kuwwat çeşmeden harçlanýan P_0 kuwwatdan P_{\sim} peýdaly kuwwatyň tapawudyna deň we tranzistoryň kollektorynda bölünip çykýandyr. $P_k = P_0 - P_{\sim}$; $\eta = P_{\sim} / P_0$. Onda $P_{\sim} = P_k / (1 - \eta)$ bu ýerde η – güýçlendirijiniň p. t. k – sy. Güýçlendirijiniň p. t. k – sy näçe uly bolsa, görkezilen P_{\sim} kuwwaty almak üçin şonça – da kuwwaty pes tranzistory ulanmak bolar. Bir taktly kuwwat güýçlendirijisiniň $\eta = 50\%$ çenli ýetýär. Ýöne onuň hakyky p.t.k – sy birnäçe göterimdir, sebäbi η –niň artmagy bilen ýoýulmalar artýandyr. Çyzykly ýoýulmalara transformator sebäp bolýar. Goýberiş

ýasaýarlar. Öňki germaniden ýasalan tranzistorlar Si bilen gysylyp çykarylýar, sebäbi olaryň parametrleri has gowydyr.

16. Meýdan (unipolýar) tranzistory.

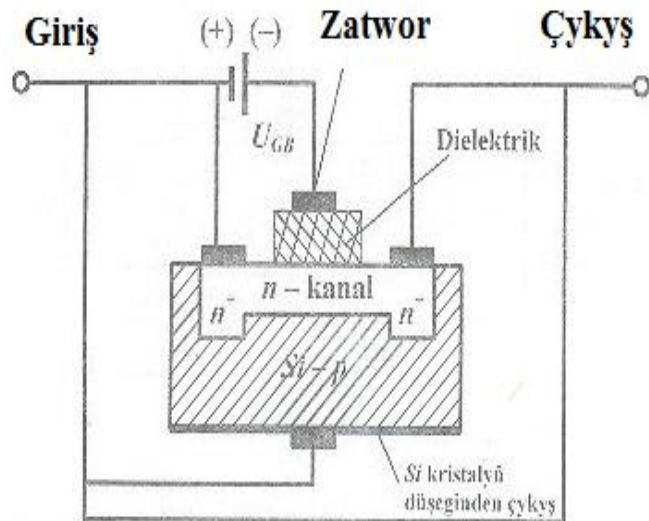


Radiotekhnika
ikada örän
kiçi giriş
garşylygy
bolan
bipolýar
tranzistorlar
bilen
bir
hatarda
giriş
garşylygy

$10^8 - 10^{15}$ Om bolan unipolýar tranzistorlar giňden ulanylýar. Unipolýar tranzistorlary taýýarlamagyň tehnologiýasy bipolýardan has ýönekeýdir. Tutýan meýdany az bolansoň mikroschemalarda ulanylanda köp ulanylýar we ujypsyzja tok harçlaýarlar. Bu bolsa kremniniň monokristalynda onlarça müň tranzistory döretmäge mümkinçilik berýär. Olar uly we aňly mikroschemalarydyr. Unipolýar tranzistoryň gurluşy çyzygyda görkezilen. Kremniý kristalynyň bir gyrasyndaky izolirleýji SiO_2 okisel gatlamydan açylan iki sany penjireden akseptor garyndysy goýberilip, "p" görnüşli oblast döredilýär. Oňa kanal diýilýär. Iki penjiräniň aralygynda açylan üçünjü penjireden donor garyndysy goýberilip, "n" oblast alyhýar. Elektrogeçirijiligi dürli bolan ýarymgeçirijileriň arasynda iki sany p – n geçiş döreýär. Olaryň kömegi bilen kanalyň garşylygy üýtgedilýär. Bu usuldan başga kanalyň garşylygyny ýarymgeçirijiniň göwrümünde izolirlenen elektrodyň

potensialy bilen hem üýtgetmek bolýandyr. Bu usula esaslanan tranzistorlara izolirlenen ýapyjyly tranzistorlar ýa – da MDP (metall – dielektrik – ýarymgeçirijili struktura) tranzistorlar diýilýär. Eger – de dielektrik hökmünde okisel, meselem SiO_2 ulanylýar, Olara bolsa, MOP (metall – okisel – ýarymgeçirijili struktura) tranzistorlar diýilýär. Soňra penjireleri metallaşdyrmak usuly bilen üç sany elektrody alýarlar we deňşlilikde “gözbaş” (istok), “ýapyjy” (zatwor) we “saka” (stok) ady berilýär. Olara “p” kanally tranzistorlar diýilýär. Edil şu ysul bilen “n” kanally tranzistory hem almak mümkin. Olaryň tapawudy elektrodlaryna garşylykly alamatly naprýaženiýeleriň berilýänligindedir. Sakanyň togy bilen naprýaženiýesiniň arasyndaky baglanşyk, ýagny eolt – amper häsiýetnama b suratda görkezilen. Ol ýapyjynyň dürli bahalarynda görkezile

Bu tranzistorlarda tok äkidijileriň diňe bir görnüşi



bilen (elektronlar ýa-da deşikler) geçirilýär. 4.17-nji

aýry garmonikalaryň amplitudalarynyň üýtgemegi netijesinde çykyş signalynyň formasynyň üýtgemegidir. Faza ýoýulmalary aýry – aýry garmoniki düzüjileriň wagta bagly birmeňzeş süýşmezliginden çykyş signalynyň formasynyň üýtgemegidir.

RC kaskadlaryň ýönekeý shemasy, ýeterlik gowy häsiýetnamalary bardyr.

Ulanylýan passiw elementler dürli funksiyalary ýerine ýetirýändir. Olaryň birisinde diňe hemişelik toguň naprýaženiýesiniň pese düşmesi döreýär we ol shemanyň hemişelik tok boýunça iş düzgünini kesgitleýär. Başga birisinde üýtgeýän naprýaženiýesiniň pese düşmesi döreýär we shemanyň üýtgeýän tok boýunça iş düzgünini kesgitleýär. Passiw elementleriň başga birinde hem üýtgeýän hem – de hemişelik naprýaženiýeleriň pese düşmeleri döredilip, shemanyň hemişelik we üýtgeýän toklardaky iş düzgünini kesgitleýärler

RC kaskadlar signallary ýygylklaryň giň diapozonynda güýçlendirmäge niýetlenendir, ýüki onuň rezistor bolup, ýygylga bagly däl. Ýöne diňe bir rezistoryň bolmagy ýeterlik däl, sebäbi kollektorda (stokda) güýçlendirilen üýtgeýän naprýaženiýeden başga hemişelik naprýaženiýe hem bardyr. Bu hemişelik naprýaženiýe indiki kaskadyň girişine berilip, onuň hemişelik tok boýunça iş düzgünini bozmaly däl. Şonuň üçin birinji tranzistoryň kollektory bilen ikinjiniň bazasynyň arasyna bölüji kondensator birikdirilýär.

Bulardan başga – da C_e emitter (C_i istok) zynjyryndaky sygym, iýmitlendiriş çeşmesiniň sygymy C_{iym} örän ulu bolany sebäpli olaryň üýtgeýän toga bolan garşylyklaryny hasaba almasaň hem bolar. Ýagny emitterdäki (istokdaky) we E_k çeşmäniň üýtgeýän tok boýunça potensialy nula deňdir.

Ýük hökmünde yrgyldyly kontur ulanylsa, ol öz kaskadlarynyň çykyş we indiki kaskadlaryň giriş

ybaratdyr. Başlangyç güýçlendiriji giriş signalynyň amplitudasyny ahyrky kaskadyň ygtybarly işlemegine ýeterlik bolar ýaly artdyrmalydyr. Bu ýerde C_1 , C_2 bölüji sygymlar, R_k - kollektor ýüki, R_1 , R_2 - naprýaženiýe bölüjisi. Giriş naprýaženiýesi C_1 -iň üsti bilen kaskadyň girişine berilýär. Güýçlendirilen signal R_k – da alynar we C_2 – niň üsti bilen çykyşa beriler. Amplituda ýeterlik bolmasa kaskadlaryň sanyny köpeltmeli bolar.

Giriş we çykyş garşylyklary. Signal çeşmesi üçin giriş garşylygy ýükdir Ol signalyň çeşmesinden harçlanýan kuwwaty kesgitleýär. Bulary bilmek güýçlendirijini signal çeşmesi we soňraky kaskad bilen dogry ylalaşdyrmaga mümkinçilik berýär.

$R_f C_f$ aýyryjy süzgüç bolup, kollektor (istok) togunyň üýtgeýän düzüjisiniň iýmitlendiriş çeşmesine düşmegine päsgel berýär. Üýtgeýän düzüjiniň çeşmä barmagy köpkaskadly güýçlendirijiniň çeşmäniň üsti bilen TB – niň hasabyna öz – özünden oýanmagyna getirmegi mümkin. $R_f C_f$ süzgüjiň ulanylmagy kollektor (istok) togunyň üýtgeýän düzüjisiniň esasy böleginiň çeşmä düşmezligini, a C_f sygymyň üsti bilen ýere berilmegini

üpjün edýär. Onuň üçin $\frac{1}{\omega C_f}$ sygym garşylygy R_f

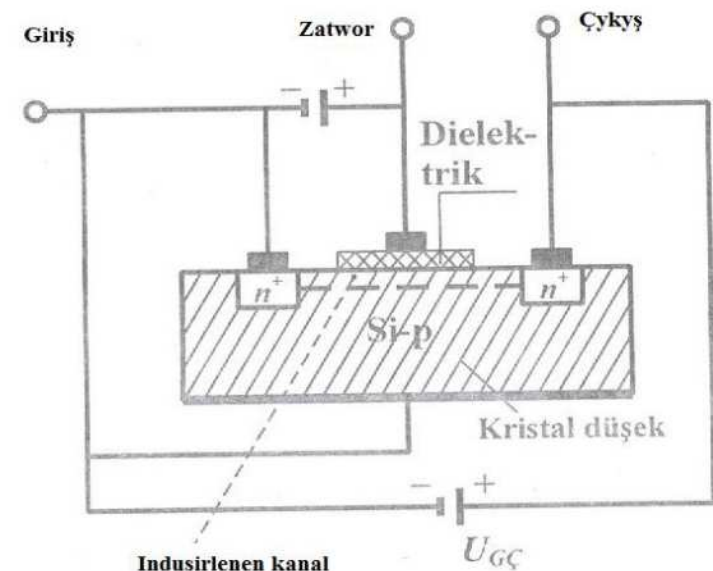
rezistoryň garşylygyndan has kiçi saýlanylýar. Hemişelik tokda

$$R_f = \frac{E_0 - U_{0ke}}{I_{ok}} - R_{yuk} - R_e \quad \text{we}$$

$$R_f = \frac{E_0 - U_{0si}}{I_{0s}} - R_{yuk} - R_i \text{ deňdir.}$$

Çyzykly däl ýoýulmalar täze garmoniki düzüjileriň peýda bolmagynda döreýär. Ýygylýk ýoýulmalary aýry –

suratda ýarymgeçirijili kristallyň daşky elektrodлары bilen I(istok) we S(stok) dolandyryjy p-n geçişi Z(zatwor) görkezilen. Daşky tok äkidijilere R_n birikdirilen. Kristallyň özi darajyk kanal emele getirýär. Kanalyň ini Z-däki naprýaženiýä baglydyr. Eger geçişe E_z we üýtgeýän $U_m \sin \omega t$ naprýaženiýe berilse, onda p-n geçişiň ini ýokarky kanun boýunça üýtgär. Şeýlelikde signalyň naprýaženiýesi kanalyň inini modulirlär. Mundan başga kanalyň garşylygyny ýarymgeçirijiniň göwrüminden izolirlenen potensialyny üýtgetmek usuly hem bardyr. Bu usual esaslanan tranzistorlara izolirlenen zatworly meýdan tranzistorlary ýa – da MДП транзисторлар (metal – dielektrik – ýarymgeçirijili) diýilýär. Köplenç dielektrik hökmünde okisel, meselem, SiO_2 ulanylýar we МОП транзисторлар (metal – okisel – ýarymgeçirijili) diýilýär. транзисторлар (metal – okisel – ýarymgeçirijili) diýilýär. MДП транзисторларыň işleýşi ýarymgeçirijiniň göwrümi

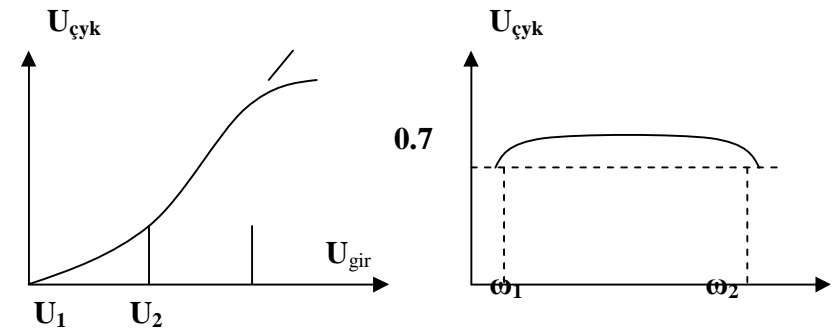


bilen izolirlenen elektrodyň aralygynda potensiallar tapawudyny döretmeklige esaslanan. Ýagny izolirlenen elektrodyň üstünde ýarymgeçirijiniň galan göwrümindäkiden zarýady äkidijileriň konsentrsiýasy tapawutly gatlak emele gelýär. Şol sebäpli ýarymgeçirijide zarýady äkidijileriň ýokarlanan konsentrsiýaly gatlagy – kanaly döredip bolýar we onuň garşylygyny izolirlenen elektrodyň elektrodyň naprýaženiýesini üýtgedip dolandyrmak bolýar. MДП транзисторlar iki topara bölünýärler: indusirlenen kanally we kanaly goýulan MДП транзисторlar. Olaryň birinjisinde stok bilen istogyň arasyndaky kanal diňe zatwor bilen istogyň arasyndaky naprýaženiýe bar mahaly döredilýär (indusirlenýär). Zatwor bilen istogyň arasyndaky naprýaženiýe nula deň mahaly bilen istok bilen stok aralygyndaky tok praktiki taýdan ýokdur. Goylan kanally MДП транзисторlarda kanal tehnologiýa ýol bilen döredilýär. Zatwor bilen istok aralygynda naprýaženiýe yok mahaly kanalyň geçirijiligi nula deň däl, şeýle – de ony U_z – ny üýtgedip artdyryp yýa – da kemeldip bolýar.

Olaryň esasy parametrleri aşadkylardyr. Häsiýetnamanyň ýapgytlygy $S = \Delta I_s / \Delta U_{zi} | U_{si} = \text{const}$. Güýçlendiriş koeffisiýenti $\mu = \Delta U_{si} / \Delta U_{zi} | I_s = \text{const}$. Içki garşylygy $r_i = \Delta U_{si} / \Delta I_s | U_{zi} = \text{const}$. Olaryň özara baglanşygy aşadkady ýalydyr $\mu = S \cdot r_i - S$ - iň bahalary $0.3 \div 3 \text{ mA/W}$ aralygynda, a r_i bolsa, birnäçe megaoma deňdir. Cäk ýyglygy hem gigagerslere ýetýändir.

Транзисторыň işçi düzgünini üpjün etmeklik fiksirlenen sűýşme naprýaženisini fiksirlenen tok ýa-da naprýaženiýe bilen alynýar. Baza – emitter aralygyndaky fiksirlenen naprýaženiýe (4.18 – nji a suratda) R_1, R_2 bölüjiniň kömegi bilen alynýar.

Fiksirlenen tok (b) R_1 garşylygyň üsti bilen amala aşyrylýar. (c)- de fiksirlenen sűýşme naprýaženiýesi R_1 garşylygyň we emitter geçişiniň üstünden geçýän tok bilen amala aşyrylýar.

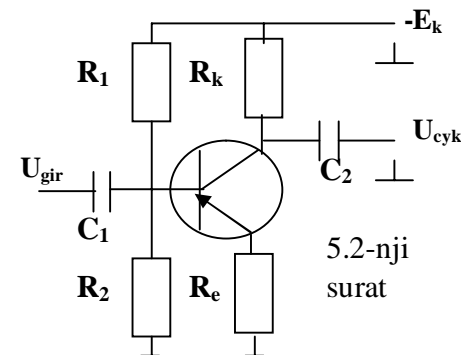


5.1-nji surat

Amplituda häsiýetnamasyndan görnüşi ýaly, güýçlendiriji U_1 – den kiçi we U_2 –den uly naprýaženiýäni güýçlendirip bilmez. AH – nyň başyndaky çyzykly däl bölegi güýçlendirijiniň hususy gohlary we täsirler netijesinde girişde signal ýok wagty çykyşda naprýaženiýe döreýär. Uly amplitudalarda işeň elementleriň WAH – nyň çyzykly däldegi öz täsirini ýetirýär.

Ýyglyk häsiýetnamasyndan onuň goýberiş zolagyny ($\omega_2 - \omega_1$) tapyp bolýar. Mundan başga-da k – nyň ýyglyga

göra nähili üýtgeýändigine gözegçilik etmek mümkin.



5.2-nji surat

güýçlendirijileri.

Pes ýyglygyň güýçlendirijileri iki bölekden – başlangyç (5.2 – nji surat) we kuwwat güýçlendirijilerinden

24. Güýçlendirijileriň görnüşleri. Pes ýyglygyň güýçlendirijileri. Kuwwat

2. Ýygylýk ýoýulmalary. Ol dürli ýygylýklaryň deň güýçlendirilmezliginden, ýagny k-nyň hemişelik däliliginden ybarat.
3. Goýberiş zolagy. Ol häsiýetnamanyň 0.7 derejesinden tapylýar.
4. Çyzykly däl ýoýulmalar

$$\gamma = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_n^2}}{U_1} \quad (5.3)$$

Bu ýerde $U_1, U_2, U_3, \dots, U_n$ –garmonikalar. Ýokary hilli güýçlendirijilerde $\gamma \leq 0,5\%$, telefon baglanyşygnda $\gamma = 10 \div 15\%$.

5. Duýgurlyk. Çykyşda nominal kuwwaty berip bilýän girişdäki minimal naprýaženiýe.
6. Çykyş kuwwady.

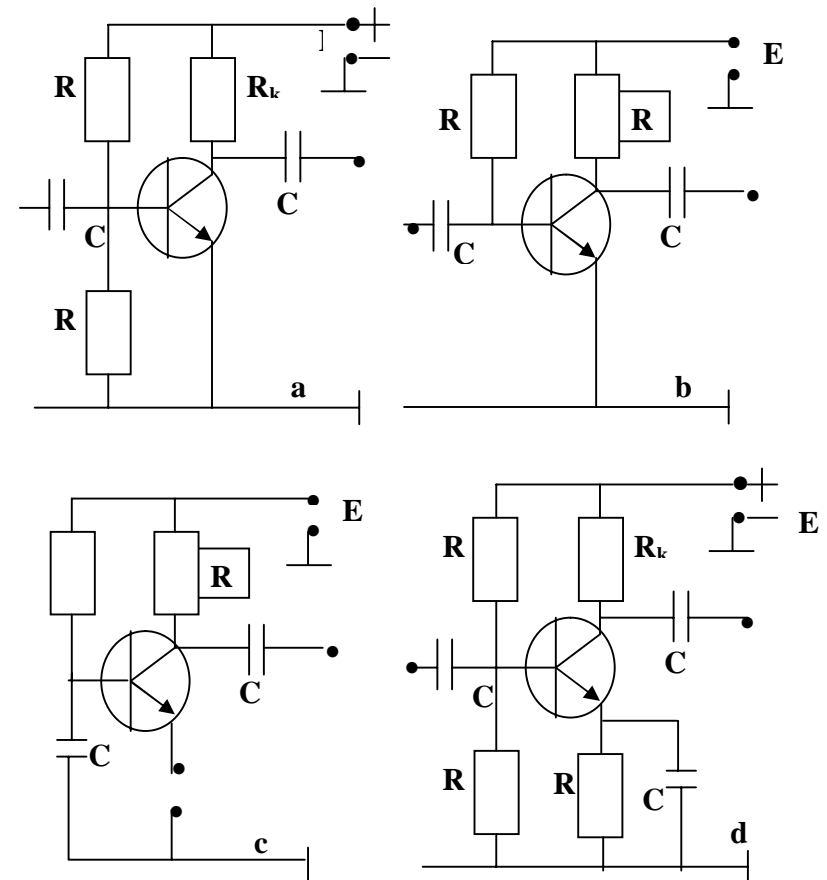
$$P = \frac{U_{cyk}^2}{Z} \text{ [Wt]} \quad (5.4)$$

7. Peýdaly täsir koeffisiýenti (P.T.K.)

$$\eta = \frac{P_{cyk}}{P_{doly}} \cdot 100\% \quad (5.5)$$

Adatça $\eta = 5 \div 30\%$ töweregidir.

Güýçlendirijileriň amplituda, amplituda – ýygylýk we faza – ýygylýk (giriş we çykyş naprýaženiýeleriniň faza süýşmeleriniň ýygylýga baglylygy) häsiýetnamalary bardyr. Amplituda häsiýetnamasyndan (AH) onuň çyzyklylygy barada netije çykaryp bolýar (5.1-nji surat) Ol çykyş naprýaženiýesiniň amplitudasynyň girişdäki amplituda baglylygydyr $U_{mcyk} = f(U_{mgir})$. Real amplituda häsiýetnamasy çyzykly dälir we giriş signalynyň kiçi hem - de uly derejelerinde ol has aýdyň görünýändir.



4.18-nji surat

C_b kondensatorda hemişelik we üýtgeýän düzújiler bölünýärler. Temperatura durnuklylygy (d) R_e we C_e zynjyr bilen döredilýär.

Tranzistory häsiýetlendirýän birnäçe parametr bar.

1. Statiki geçiriş koeffisiýenti. Bu parametr kollektor togunyň baza togundan näçe esse köpdüğini görkezýär. Tranzistorlaryň köpüsinde ol 20 – iden 200 – e çenli. Olaryň käbiriniňki 15 – 20 başgalarynyňky 500 – 800, hat – da 1000 deňleri hem bar. Adatça bu koeffisiýent näçe uly

bolsa şonça gowy hasaplanylýar. Nazary we amaly işleriň görkezişi ýaly gowy netijeleri diňe geçiriş koeffisiýenti 100 – 200 tranzistorlar bilen däl-de, eýsem ol 10 – 20 bolanda hem almak bolýar.

2. Tranzistoryň ýygylýk häsiýetleri. Tranzistor elektrik signallaryny ýygylýgyuň belli bir çägene çenli güýçlendirip bilýär. Onuň güýçlendiriji häsiýetlerini ýitirýän ýygylýgyna *ňäk ýygylýk* diýilýär. Tranzistoryň ygtybarly işlemegi üçin onuň işleýän ýygylýgy çäk ýygylýgyndan azyndan 20 – 30 esse pes bolmalydyr. Meselem, pes ýygylýklary (20 kgs çenli) güýçlendirmek üçin ol ~ ! Mgs – den az bolmaly däl. Aralyk ýygylýklaryň stansiýalarynyň signallaryny (1.6 Mgs – e çenli) güýçlendirmäge çäk ýygylýgy 30 – 60 Mgs bolan ýokary ýygylýgyň tranzistorlaryny ulanmaly.

4. Maksimal ýaýradýan kuwwaty. Bu tranzistoryň uzak wagtlap ýaýradyp biljek kuwwatydyr. Bazanyň we kollektoryň toklary kristaldan geçip ony gyzdyrýarlar. Onuň maksimal bahasy germaniý üçin 80⁰ C, a kremniý üçin 120⁰ C – ä deňdir. Kristaldaky bölünip çykýan ýylylyk daşky sreda onuň korpusynyň şeýle-de metallik radiatoryň (ýylylyk aýyryjylar) kömegi bilen berilýär. Parametrleriniň dürliligi. Ol ýarymgeçirijidäki garyndylara bagly. Ony garyndylardan arassalamaly. Hatda 10¹⁸ atoma garyndynyň bir atomdan köp bolmagy ýol bererlik däl. Muňa ýarymgeçirijiniň önümçiligi hem öz goşandyny goşýar. Önümiň mikroölçeglerine p-n geçişin geometriýasynyň roluna bolan gözegçiligi kynlaşdyrýar.

5. Gulluk ediş möhleti çäksizdir (ýagny 50 – 70 müň sagat). Olar islälerinde we saklananlarynda daşky gurşawyň täsirinde bolýarlar (temperatura, çygylýk, wibrasiýalar). Onuň gapyrjagy käbir täsirlerden goraýar, emma temperaturaň we mehaniki urgulardan goramaýar. Aýgylýjy faktorlaryň biri hem wagtyň geçmegi bilen üst gatlagyň häsiýetleriniň üýtgemesidir. Temperaturanyň

energiýasydyr. Dolandyryjy energiýanyň çeşmesine *signalyň çeşmesi*, a onuň elektrik yrgyldylarynyň girýän zynjyryna bolsa, güýçlendirijiniň *girisi* diýilýär. Güýçlendirijiniň energiýa alyp, güýçlendirilen elektrik yrgyldylaryna özgerdýän energiýa çeşmesine *ýymitlendiriş çeşmesi* diýilýär. Güýçlendirilen elektrik yrgyldylarynyň berilýän gurluşyna *ýük(nagruzka)*, a ýükiň birikdirilen zynjyryna bolsa, güýçlendirijiniň *çykyşy* diýilýär. Güýçlendiriji dörtpolýuslykdyr, ýagny onuň iki giriş we iki çykyş klemmasy bardyr. Düzgün bolşy ýaly bir giriş we bir çykyş klemmasy ekwipotensialdyr, sebäbi olar umumy nokada (“ýere”) birigendir. Has takygy ähli elektron güýçlendirijileri kuwwat güýçlendirijileridir, ýagny güýçlendirijiniň çykyş kuwwaty giriş zynjyryndakydan elmydama ulydyr.

Elektrik signallaryny güýçlendirmek radiobaglanyşykda, telewideniýede, radiolokasiýada, kinoda ulanylýar. Güýçlendirijileri birnäçe görnüşlere bölýärler.

1. Güýçlendiriji elementi boýunça: lampaly, tranzistorly, integral shemaly, tunnel we parametrik diodlardaky.
2. Güýçlendirýän elektrik signalyňa görä: garmoniki we garmoniki däl elektrik signallarynyň güýçlendirijileri.
3. Güýçlendirilýän signalyň zolagy boýunça: pes, aralyk, ýokary we aşa ýokary ýygylýklaryň, hemişelik toguň güýçlendirijileri.

Esasy görkezijileri aşakdakylar:

1. Güýçlendiriş koeffisiýenti, ol çykyş signalynyň giriş signalyna bolan gatnaşygydyr

$$K = U_{\text{çyk}} / U_{\text{gir}} \quad (5.1)$$

Güýçlendiriş koeffisiýentiniň birligi ýokdyr. Eger kaskadlaryň sany n bolsa $k = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \dots k_n$. Onuň ölçeg birligi desibel [Db] bolan görnüşi hem bardyr

$$K = 20 \lg k = 20 \lg U_{\text{çyk}} / U_{\text{gir}} \quad (5.2)$$

bolsa, köpeldilen yrgyldynyň ýygylgynyň otnositel stabilligi bilen deňdir

$$\frac{m\omega_{\text{biun}1} - m\omega_{\text{biun}2}}{m\omega_{\text{biun}}} = \delta \quad (7.25)$$

Onda ýygylgynyň orta bahasy $m\omega_{\text{biun}}$ şol bir takyklyk bilen tapylar. Ýygylgy özgertmek ölçeg tehnikasynda giňden peýdalanylýar, sebäbi ýygylgy ω_{sig} bolan bir yrgyldynyň çeşmesi bilen ýygylklary $2\omega_{\text{sig}}, 3\omega_{\text{sig}}, \dots, n\omega_{\text{sig}}$ deň bolan yrgyldylaryň tutuş toparyny almak mümkin. Garalan ýagdaýda ýeterlik amplitudaly garmonikalary almak üçin giriş signalynyň has kuwwatly bolmagy gerekdir.

23. Gowşak signallary güýçlendirmek. Güýçlendirijileriň klassifikasiýasy. Parametrleri we häsiýetnamalary.

Elektrik yrgyldylarynda ýerleşdirilen maglumatlar özgerdilende we gaýtadan işlenilende signallaryň kuwwatynyň derejesi harçlaýjylaryň işlemegi üçin ýeterlik bolmaýar we ony artdyrmagyň zerurlygy ýüze çykýar. Şol maksat bilen elektron güýçlendirijilerini ulanýarlar. Elektrik yrgyldylarynyň güýçlendirijisi diýip girişindäki belli bir derejedäki kuwwaty bolan we çykyş ýükünde şol görnüşdäki yrgyldylary kuwwatyň uly derejesinde almaga mümkinçilik berýän gurluşa aýdylýar. Güýçlendiriş shemanyň saklaýan çeşmesiniň energiýasyny peýdaly signalyň energiýasyna işjeň elementiň kömegi bilen özgertmek arkaly alynýar. Girişdäki signal dolandyryjydyr, ýagny onuň täsiri bilen güýçlendirijiniň ýüke berýän kuwwatly yrgyldylary ýüze çykýar. Islendik güýçlendirijiniň güýçlendiriji elementi, iýmitlendiriş çeşmesi we passiw zynjyry bardyr. Köplenç ýagdaýlarda dolandyryjy we dolandyrylýan signal elektrik

ýokarlamagy netijesinde üstdäki reaksiýanyň tizligi artýar we tranzistoryň ters togunyň hem-de geçiriş koeffisiýentiniň ep-esli üýtgemegine sebäp bolýar. Mehaniki täsirlerde (urgylar, wibrasiýalar) şeýle-de gurnama işlerinde (paýat etmek, aýajyklaryň gerekli görnüşe egredilmesi) gorag gatlagynyň we gapyrjagyň haraplanmagy mümkin. Netijede kristala çyglylyk düşer. Bu halda onuň ygtybarly işlemegine güwä geçip bolmaýar.

6. Tranzistory aşa naprýaženiýeden goramak. Onuň üçin tranzistora parallel stabilitron birikdirilýär (pes ýygylgynyň güýçlendirijilerinde). Giň zolakly güýçlendirijilerde bu usul ylanylmaýar, sebäbi diodyň sygymynyň täsiri bilen onuň ýygylgyk häsiýetnamasy üýtgär.

7. Ýarymgeçirijili abzallaryň berkidilişi. Onuň birnäçe görnüşü bar: aýajyklarynyň kömegi bilen, gapyrjagyny kleýlemek usuly, goşmaça mehaniki berkidijiler bilen. Olaryň birinjisi stasionar şertlerde ulanylýar. Ikinjisinde tranzistory kleý ýa-da lak bilen berkidýärler. Üçinji usulda tranzistoryň gapyrjagy mehaniki berkidijiniň prujinleýji gysajyna ildirilýär.

17. Mikroshemalar.

Radioelektron gurluşlaryalk hojalygynyň dürli pudaklaryna ornaşmagy we olaryň çylşyrymlaşmagy ýarymgeçirijili abzallaryň iňňän köp mukdaryny goýbermekligi talap etdi. Şol gurluşlaryň montaj işleriniň çylşyrymlaşmagy netijesinde millionlarça adam elleri gerek boldy. Köp elementler we birikmeler sebäpli apparaturanyň ygtybarlygy hem pese gaçdy. Geçen asyryň 50 – nji ýyllarynyň başlarynda modul gurluşlary ýaýrap başlady. Kabul edijiniň birmňeş bölekleri – birnäçe tranzistorlar we oňa birikdirilen garşylyklar, kondensatorlar we beýleki elementler özbaşdak gurluş

bolup metal ýa – da dielektrik gapyrjaga gaplanýar. Tranzistorlaryň kiçi ölçegleri, toklary, pes naprýaženiýeleri modullaryň ölçeglerini örän kiçeltdi. Bu bolsa miniatýurlamagyň ilkinji basgançaklarydyr. Önümçilikde özara çalşyp bolýan, dürli görnüşdäki we dürli maksatlar üçin niýetlenilen abzallarda birmeňzeş modullary taýynlamaga mümkinçilik berdi. Olaryň öndürilişini ýeňilleşdirmek, bahasyny arzanlatmak, awtomatlaşdyrmany giňden ornaşdyrmak mümkinçiligi döredi. Modul gurluşlar radioabzallary gurnamany hem ýeňilleşdirdi.

Ýarymgeçirijileriň tehnologiýasynyň kämilleşmegi göwrümi birnäçe mm^3 deň bolan miniatýur (kiçeltmek, azaltmak) tranzistorlaryň döredilmegine getirdi; beýeki elementleriň ölçeglerini kemeltmekde üstünlik gazanyldy. Netijede birnäçe tranzistordan hem elementlerden ybarat tutuş bir güçlendiriji, generator ýa - da başga bir gurluş göwrümi takmynan 1 sm^3 bolan modul görnüşinde taýynlanyldy. Olara mikromodullar diýip at berdiler. Olaryň has giň ýaýrany özara parallel ýerleşen ýuka kwadrat keramiki plastinalardyr. Her plastinada tranzistor, diod we beýleki elementlerden başga birikdiriji simler ýerleşdirilen. Plastinalar özara metal simler bilen birikdirilen we berkidilen. Ol gat – gat kitap goýulýany (etažerkany) ýadyňa salýar. Ony plastmas gapyrjaga salýalar. Mikromodulyň başga zynjyrlara birikdirmek üçin berk aýajyklary bolup, daş görnüşi kuba meňzeşdir. Tehnologiýanyň ösmegi bilen aýratyn elementleri birikdirmek we kebşirlemekden el çekildi. Şol plenkalardan elementleriň özüni hem ýasamak mümkin ekeni. Galyňlygy 1 mkm töweregi geçiriji, dielektrik, rezistiw ýa – da ýarymgeçirijili plýenka taýynlanylýar. Geçiriji (alýuminiý) – dielektrik – geçiriji plenkadan ýa – da olaryň sepilmeginden kondensatory, uly udel garşylykly plenkadan garşylyk döreýär. Ýa – da rezistiw materialyň degişli ölçeglerinde göniburçlyk görnüşinse

31,25 kGs – e deň. Iberijiniň radiokanalyny has effektiv ulanmak üçin podnes yrgyldylaryň amplitudasy 5 esse gowşadylýar, a kabul edijide ýörite shem çözüwleriniň kömegi bilen bu signal ilki derejesine getirilýär. Bu çäreler yrgyldynyň dewiasiýasy standart boýunça 50 kGs – den geçmeli däldegi üçin görülyär. Ibermek üçin kömekçi podnes ýygylygy ibermekde bulary aşa artyk ulanmak ses yrgyldylarynyň hilini ýaramazlaşdyrýar we ilkinji nobatda sesiň belentligi aşaklar. Amerikanyň we günbatar Ýewropanyň standartlary bu meseläni has başgarak çözüýärler. Podnes yrgyldylaryň ýygylygy bu ýerde 38 kGs deň saýlanyp alynan. Iberijide bu yrgyldylar dolulygyna aýrylýar, a oňa derek 19 kGs ýygylykly *pilot ton* (iňlisçe pilot – tone) signaly modularleýji yrgyldynyň düzümine girizilýär we onuň hasabyna podnes yrgyldylar dikeldilýär.

22. Ýygylygy köpeltmek.

Çyzykly däl elemente garmoniki yrgyldy täsir edende çykyşda ω – dan başga-da $2\omega, 3\omega, \dots, n\omega$ peýda bolar. $n\omega$ ýygylykly garmonikalary saýlap almaklyga ýygylygy köpeltmek diýilýär. Ýygylygy köpeltmek ýokary ýygylykly yrgyldylary almakda giňden ulanylýar. Ýörite tipli generatorlary ulanyp $3 \cdot 10^{10}$ gs çenli ýygylykly yrgyldylary almak mümkin.

Ýygylygy köpeltmek prosesiniň giňden ulanylmagynyň sebäbi, saýlanyp alynan yrgyldylar berilen signaldan takyk n esse tapawutlanýandyr. Şeýlelikde, ω_{sig} ýygylygyň oňnositel stabilligi

$$\delta = \frac{\Delta \omega_{\text{бштн}}}{\omega_{\text{бштн}}} = \frac{\omega_{\text{бштн} 1} - \omega_{\text{бштн} 2}}{\omega_{\text{бштн}}} \quad (7.24)$$

Stereofoniki sistemada sag $r(t)$ we çep $e(t)$ kanallaryň ses signallary jem – tapawut özgerdijisinde jem $e(t)+r(t)$ we tapawut $e(t)-r(t)$ yrgyldylaryna özgerdilyär $e(t)-r(t)$ tapawut signaly podnes signalyň amplitudasyny modulirleýär. Modulirlenen podnes we $e(t)+r(t)$ signallaryň jemi polýar – modulirlenen yrgyldylary emele getirýär. Eger $\cos \omega_p t = 1$ bolsa, $U_{pm} = [1 + m_e(t)]$, ýagny polýar – modulirlenen yrgyldylaryň ýokarky egrisi hakykatdan hem çep kanalyň signalyny aňladýar Eger – de $\cos \omega_p t = -1$ bolsa, onda $U_{pm} = [1 - m_e(t)]$; dogrudan hem aşakdaky egri sag kanala gabat gelýändir. Aşa modulýasiýa bolmasa egrileriň dürli alamatlary bolup, kabul edijide kynçylyksyz aýyryşdyrmak mümkin.

Podnes ýygylgy ulanmak. Polýar modulirlenen signaly gös – göni ibermek bolmaýar, sebäbi olar çep we sag kanallaryň yrgyldylarynyň ýarymjemine proporsional pes ýygylkly (sesiňki) düzüjiniň amplitudasyny saklaýandyr. Şol sebäpden bu prosesi iki basgançakly edýärler. Ilki iberilýän ses diapozonynyň çäginde has ýokarda ýerleşen podnes ýygylgy ulanmak bilen signalyň polýar modulýasiýasy ýerine ýetýär. Soňra ýygylgy tolkunlaryň metrler ýa – da desimetrler diapozonyna gabat gelýän esasy äkidiji yrgyldynyň adaty ýygylk modulýasiýasy geçirilýär. Modulirleýji yrgyldy hökmünde birinji basgançakda alynan polýar modulirlenen yrgyldylar ulanylýar. Bu yrgyldylar detektirlenende adaty monofoniki kabul ediji ýarym tapawut signalyny dikeldýär, sebäbi onuň spektri podnes ýygylklaryň töwereginde bolansoň, ses diapozonynyň ýygylklarynyň çäginde çykyandyr. Ýarymjem signaly kabul edijiniň çykyşyna düşüpdinlemek üçin ýeterlik hili üpjün edýär. Şeýlelikde gepleşikler sistemanyň ylalaşygy ýerine ýetýär.

Stereofoniki radiogepleşikleriň Rossiýadaky we daşary ýurtlardaky standartlary biri – birinden tapawutlydyr. Rossiýada podnes yrgyldylaryň ýygylgy

sepmek arkaly almak bolýar. Rezistiw materiallara hrom, tantal, metallaryň okiselleri, ýörite splawlar degişlidir. Olaryň garşylygy omuň uluşlerinden megaomlara çenlidir. Kondensatorlaryň sygymy 0,1 Mkf – a çenli bolup kiçi woltlydyr. Kontakt birleşmeler altyny, misi, köplenç alýuminini sepmek sepmek bilen alynýar. Netijede birikmeler we elementler bir tehnologiýa usulda ýerine ýetirilýär. Bu tehnologiýa integral tehnologiýa, taýynlanan gurluşa bolsa, integral mikromodul ýa – da integral shema (IS) diýilýär. Integral (mikro) shema, mikroshema (MS), çip, mikroçip – mikroelektron gurluş bolup, ýarymgeçirijili kristalda (ýa – da plýenkada) taýynlanyp, sökülmeýän korpusly dürli çylşyrymlylygy bolan elektron shemadyr. IS diýip electron shemaly kristala ýa – da plýenka, a mikroshema diýip olaryň korpusda ýerleşdirilenlerine düşünilýär. 1958 – nji ýylda iki alym – Djek Kilbi we Robert Noýs iň ajaýyp açyşlaryň biri bolan IS – iň praktiki taýdan meňzeş modelini oýlap tapdylar. Is – leriň esasy 1948 – nji ýylda açylan transistor eýeleýändir. Olaryň ikisini hem “ Nädip az ýere köp component ýerleşdirmeli” diýen sorag birikdirýär. Transistorlary, garşylyklary, kondensatorlary we beýleki elementleri aýratynlykda ýerleşdirmän, alymlar olary ýarymgeçirijili materialyň monolit kristalynda birleşdirmek meselesini çözmäge synanyşdylar. Kilbi germaniý, a Noýs bolsa, kremniý materialyny ulandy. 1959 – nji ýylda biri – birinden habarsyz açyşlaryna patent aldylar. 1961 – nji ýyldan başlap IS – leri kalkulýatorlarda, kompýuterlerde ulanyp başladylar. Netijede olaryň ölçegleri ep – esli kiçeldi, generatorligi bolsa artdy. Ilkinli sowet ýarymgeçirijili MS - i 1961 – nji ýylda Taganrogyň radiotekniki institutynda L. N. Kolesowyň laboratoriasynda döredildi. Tejribelerden belli bolşy ýaly taýýar elektroradioelementlerden ýygynan lampaly gurluşlaryň ýygynama gürligi $1 \text{ sm}^3 0,03 - 0,1$ element, ýarymgeçirijili shemalaryňky 1 – 3

element, integral shemalaryňky bolsa 300 – 100000 elementdir. Integral tehnologiýa münlerçe esse uly ýygnama gurligini almaga mümkinçilik berdi. Şeýlelikde elektronikanyň täze bir ýörite pudagy **mikroelektronika** ady bilen peýda boldy. Olaryň üç gömüşi bar: gibrir, plenkalý we ýarymgeçirijili (elementler we elementara birikmeler ýarymgeçirijiniň üstünde we göwrümünde ýerine ýetirilýär). Tehnologik prosesiniň esasy häsiýetnamasy zolagyň ini ýa – da tranzistoryň ölçegleridir. 70 – nji ýyllarda ol 2 – 8 mkm, 80 – nji ýyllarda 0,5 – 2 mkm, 90 – nji ýyllarda 0,5 – 0,6 mkm – e deň boldy. Soňra olaryň ölçegleri 0,25 – 0,35 mkm – e çenli ýokarlandy. Pentium – 2 – de 0,18 mkm tehnologiýa ulanyldy. 90 – nji ýyllaryň ahyrynda 0,09 mkm tehnologiýa ulanyldy. Soňky prosessorlarda ultramelewşe tehnologiýada ol 0,045 mkm, Samsung firmasynda 0,040 mkm derejä ýetdi. Intel firmasyň 2006 – nji ýylda 0,030 mkm derejä geçmek baradaky wadalary amala aşmady. Häzirki wagtda generatorler, oýlap tapyjylar 0,032 mkm tehnologik prosesiniň üstünde işleýärler.

Integral mikroshemalaryň belgilenilişi. Ol baş simwoldan ybarat. Birinji simwoldan ön giňden ulanylýan IMS – ler üçin K harpy ýazylýar. E harpy eksporta taýynlanandygyny görkezýär. P, M onuň plastmassa we keramiki korpusynyň bardygyny aňladýar. Birinji element san bolup toparyny görkezýär. 1,5,6,8 – ýarymgeçirijili, 2,4,8 – gibrir, 3 – plenkalýlar – ýuka plenkalý (1 mkm çenli) we galyň plýenkalý (1 mkm galyň) bolýarlar. we başgalar. Ikinji element iki-üç sany san seriýadaky tertip nomerini aňladýar. Üçünji element iki harp bolup funksional toparyny we onuň ulanylýan ýerlerini görkezýär: Meselem, Г - generatorlar, Д - detektorlar, К - komparatorlar, М - modulýatorlar, П – signallary özgerdijiler, Е – ikilenji iýmitlendiriş çeşmeleri, У - güýçlendirijiler, Ф - süzgüçler, А - formirleýjiler, Х - köpfunksiýalylar, Б – saklaýjy gurnama, С – deňeşdiriji

Bu deňlemedäki iki funksiýanyň köpeltmek hasyllarynyň biri wagta görä haýal (modulirlenýäki signaly gsrkezýär), a beýlekisi – çalt (äkidijini häsiýetlendirýär) üýtgeýändir. Bu signallar okuw we barlag işlerinde ulanylýar.

Stereofoniki polýar modulýasiýa.

Radiogepleşiklerde we beýleki gurluşlarda monofoniki (grekçe *monos* – bir, ýeke-täk) sesli eşitdirmek bilen bir hatarda stereofoniki (grekçe *stereos* – göwrümleýin, giňişlikde) sistemalar ulanylýar. Sesi stereofoniki eşitdirmek iki mikrofondan (çep we sag) yrgyldylary döretmek we ibermeklige esaslanan. Manysy boýunça stereogepleşikde ses çeşmesiniň ýerleşşi we hereketleri barada düşüňjeleri berýär. Programmaly stereofoniki kabul etmegiň hili monofonikiden has ýokarydyr. Ýeterlik stereohadysany sesi iki kanalda ibermek bilen alynýar. Stereofoniki radiokanalý iki monofoniki kanaly birleşdirip alyp bolýar, ýagny olaryň birinden çepki ses çeşmesiniň $e(t)$ signaly, a beýlekisinden sagdaky $r(t)$ ses çeşmesiniň signaly iberilýär. Ýöne bu ýagdaýda stereofoniki radiogepleşikler sistemay monofoniki kabul edijiler bilen bilelikde ylalaşyp bilmez. Stereofoniki radiogepleşiklerini monofonikiler bilen ylalaşygy radiosignallaryň *polýar modulýasiýasy* atlandyrylýan ýörite modulýasiýasy bilen gazanylýar. Bu ýagdaýda položitel ýarymtolkunlaryň egrisi çep, a otrisatel ýarymtolkunlaryň egrisi sag stereoprogrammalaryň kanallarynyň maglumatlaryny äkidýärler. Bu signal alynanda jem – tapawut usuly ulanylýar. Eger $e(t)$ we $r(t)$ yrgyldylar aşadaky ýaly kombinirlenilse

$$U_{pm}(t) = U_p \left[m \frac{e(t) + r(t)}{2} + (1 + m \frac{e(t) - r(t)}{2}) \cos \omega_p t \right],$$

U_p we ω_p – ýokary ýygyllykly (podnesuşiý) yrgyldylaryň amplitudasy we ýygyllygy; m – modulýasiýa koeffisiýenti, polýar modulirlenen signaly almak amala aşyrylýar.

Köp tonally balans modulýasiýasynda amplitudasy modulirlenen signalyň ýokary we aşak gapdal yrgyldylarynyň iki sany simmetrik toparyny saklaýandyr.

Bu artykmaçlyklaryna garamazdan balans amplituda modulýasiýasy baglansyk we radiogepleşik sistemalarynda giňden ulanylmady.

Birzolakly amplituda modulýasiýasy. Häzirki zaman radiobaglansyk sistemalarynda diňe bir kuwwat däl – de eýsem ulanylýan ýygylýklar zolagy hem tygşytlanylýar. Şu maksat bilen bir gapdal zolakly signal, ýagny ýokary (ýa – da aşak) gapdal zolagy aýrylan (SSB – signallar – iňlisçeden - *single sideband*) alynýar. Umumy ýagdaýda bir gapdal zolakly signallar ýa – da birzolakly modulirlenen yrgyldylar diýip, garmoniki äkidiji yrgyldynyň modulýasiýasyndan alynan we spektri $\omega = \omega_0$ nokatda onan çepde ýa – da sagda ýerleşen yrgylda düşünilýär. Birzolakly amplitudasy modulirlenen signal adaty amplitudasy modulirlenen signalyükydan iki esse dar ýygylýklar zolagyny tutýandyr. Birzolakly modulýasiýany ulanýan baglansyk sistemalaryna isleg kanalyň ýygylýklar zolagyny tygşytlamak kesgitleýji roly oýnan wagtynda has – da ulydyr.

Bir gapdal zolakly signalyň daşarky häsiýetnamalary adaty amplitudasy modulirlenen signaly ýatladýandyr. Birtonally bir gapdal zolakly signal aşakdaky ýaly ýazylýar:

$$U_{BGZ}(t) = U_{ak} \cos \omega_0 t + \frac{mU_{ak}}{2} \cos(\omega_0 + \Omega)t \quad (7.23)$$

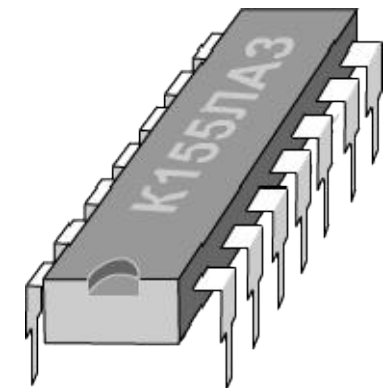
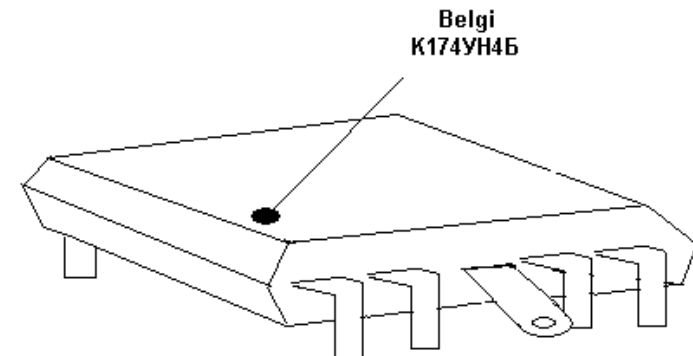
Triganometrrik özgertmelerden soň alarys

$$U_{BGZ}(t) = U_{ak} \cos \omega_0 t + \frac{mU_{ak}}{2} \cos \Omega \cos \omega_0 t - \frac{mU_{ak}}{2} \sin \Omega \sin \omega_0 t =$$

$$U_{ak} \left(1 + \frac{m}{2} \cos \Omega \right) \cos \omega_0 t - \frac{mU_{ak}}{2} \sin \Omega \sin \omega_0 t$$

gurnama, Л – logiki elementler, Т - triggerler, И – sanly gurnamalar, Р – ýatda saklaýjy gurnama, В – hasaplaýjy gurnama we ş.m. Dördünji element tagyrdaky tertip nomeri. Başinji element Rus elipbisiniň harplary bolup, seriýanyň içindäki parametrleriniň tapawudyny görkezýär. Mikroshealaryň daş görnüşi “ tarakana” meňzeşdir. Aýajyklarynyň sany 8, 14, 16, 20, 24, 28, 32, 40, 48 ýa – da 56 bolýar. Aýajyklaryň aralygy 2,5 mm – e deňdir. Aýajyklarynyň nomerlenilişi

“ açarjykdan” başlanýar. Birinji aýak açaryň



gapdalyndakydyr, nomeriň artmasy sagat diliniň

tersine ýöredilýär. Kwadrat korpusda 32 – den 144 – e çenli aýajyk bolup hasap kesilen burçdan sagat diliniň tersine alnyp barylýar. Shemalarda mikroschemalar D harpy bilen elgilenilýär. Ýerine ýetirýän funksiýasyna görä analog we sanly IS – ler bardyrdy. IS – integrasiýa derejesi bilen häsiýetlendirilýär: 1 – 10 elemente çenli; 11 – 10-100; 111 – 100-1000; 1V – $10^3 - 10^4$; V – $10^4 - 10^5$. “açarjygy” görkezilen. Suratda K174VH4B we K155LIA3 mikroschemanyň daş görnüşi we “açarjygy” görkezilen.

18. Ýygylgy özgertmek.

Onuň üçin meýdan tranzistorlaryny ulanmak amatlydyr. Onuň giriş häsiýetnamasy kwadratik parabola ýakyndyr. Eger $\omega_s > \omega_g$ diýip kabul edilse, onuň spektriniň giňligi 2Ω – a deň bolar. Hemişelik tokdaky tranzistoryň iş düzgüni çeşmäniň naprýaženiýesi, R_i istok rezistoryň garşylygy bilen kesgitleniler. Istok togunyň hemişelik düzüjisiol rezistorda $U_{0z} = I_{0s}R_i$ deň. Bu naprýaženiýe zatwor – istok aralygyna goýulandyr, sebäbi zatwor hemişelik tokda ýere birigen (hemişelik tok üçin $L_k C_k$ konturyň L_k induktiwlighiniň garşylygy nula ýakyndyr). L_{bag} induktiwlighiniň hem hemişelik toga garşylygy nula deň diýip kabul etmek bolar. C_{bl} sygymyň garşylygy signalyň we geterodiniň ýygylgynda R_n rezistoryň garşylygyndan köp kiçi (bolmanda bir tertip) alynýar we ω_s ýygylgyga sazlanan $L_k C_k$ konturyň ω_g ýygylgy üçin ýeterlik kiçi induktiw häsiýetli garşylygy bardyr ($\omega_s > \omega_g$ bolany sebäpli). Bu şertlerde signalyň we geterodiniň ýygylgyndaky naprýaženiýer tranzistoryn zatwor – istok aralygyna goýulandyr.

Stok zynjyryndaky $\omega_s - \omega_g$ deň peýdaly signaly saýlap alýan konturyň goýberiş zolagy $\Delta\omega$ kabul ediýän signalyň spektriniň ininden kiçi bolmaly däl $\Delta\omega \geq 2\Omega$.

Ýygylgy özgertmäni $\omega_s > \omega_g$ bolanda we $\omega_g > \omega_s$ amala aşyrmak mümkin. $\omega_s > \omega_g$ spektriň ýygylgyklar

Şeýlelikde goýberiş zolagynyň giňligi ikeldilen ýygylgyň dewiasiýasyna deň bolan radioelektron gurluş ýygylgy we faza boýunça modulirlenen yrgyldylary az – kem ýoýulmalar bilen geçirip biler. Energetik baglanşyklar amplituda modulýasiýasyndakydan has gowdyr, sebäbi ýygylgy we faza modulýasiýasynda amplituda, şeýle – de kuwwat hemişelikdir.

Balans amplituda modulýasiýasy. Amplitudasy modulirlenen signalyň kuwwatynyň ep – esli bölegi äkidiji ýygylgyda jemlenendir. Radioiberijileriň kuwwatyny ýerlikli ulanmak maksady bilen radiotekniki sistemalarda maglumatlary ibermeklik üçin äkidiji yrgyldysy bolmadyk amplitudasy modulirlenen signallary ulanýarlar, ol *balans amplituda modulýasiýasy* ady bilen bellidir. Balans amplituda modulýasiýaly radiosignalyň aşakdaky ýaly aňlatmasy bardyr:

$$U_{BAM} = \frac{mU_{ak}}{2} \cos(\omega_0 + \Omega)t + \frac{mU_{ak}}{2} \cos(\omega_0 - \Omega)t \quad (7.22)$$

Fiziki nukdaý nazardan bu yrgyldylar amplitudalary $mU_{ak}/2$ we ýygylgyklary meňzeş iki garmoniki yrgyldynyň biýeniýesi bolup, ýokary we aşak gapdal ýygylgyklardyr. Spektrde äkidiji ýygylgyň ω_0 bolmazlygy düşnüksiz ýalydyr, ýöne signal wagta görä üýtgeýän edil şol ýygylgyklar bilen doldurylandygy aýdyňdyr. Biýeniýäniň egrileri nuldand geçende ýokary ýygylgykly doldurmalaryň fazasy birbada 180° üýtgeýär, sebäbi egrileriň $\cos\Omega t$ funksiýasynyň nuldand çepde we sagda dürli alamatlary bardyr. Eger bu signaly ýokary hilli LC kontura bersek (ω_0 ýygylgyga sazlanan) onda konturyň hiliniň artmagy bilen çykyş hadysasy nula ymtylar. Sistemadaky oýandyrylan yrgyldylaryň bir peridy indiki period bilen söndüriler. Fiziki nukdaý nazardan signalyň spektral düzüjilere dargadylmagy şular ýaly seredilýär.

Onda (2) deňlik aşakdaky gömüşi alargapdal zolaklaryň bardygyny göreris. Ýeke – tāk tapawut aşak gapdal zolagryň fazasyndadyr (deňlikdäki minus alamaty). Modulýasiýanyň çuňlygynyň ýokarlamagy, ýagny m – iň artmagy bilen bu spektr dogry bolmaz. Ony amplitudasy hemişelik we ýygylgy \dot{y}_a – da fazasy üýtgeýän üç sany garmoniki düzüjiniň kömegi bilen görkezip bolmaýandygy arkaly düşündirýärler Has çuň modulýasiýada aňlatma Besseliň funksiýasy girýär

$$a(t) = A_0 \{ I_0(m) \cos \omega_0 t + I_1(m) [\cos(\omega_0 + \Omega)t - \cos(\omega_0 - \Omega)t] + I_2(m) [\cos(\omega_0 + 2\Omega)t - \cos(\omega_0 - 2\Omega)t] + \dots \} \quad (7.20),$$

bu ýerde $I_n(m)$ – m argumentden n – tertipli birinji jynsly Besseliň funksiýasy. Soňky aňlatmadan görnüşi ýaly ýönekeý halda (tonal modulýasiýasynda) burç modulýasiýaly yrgyldynyň spektri çäksiz giňdir. Yrgyldylaryň spektrini üýtgeýän ýygylgyly garmoniki yrgyldyny hemişelik ýygylgyly garmoniki yrgyldylaryň jemi görnüşinde görkezmek bolar. Bu ýerde aýry – aýry garmonikalaryn tükeniksiz köp mukdaryny jemlemek zerurlygy ýüze çykýar.

Islendik hakyky radioelektron gurluşyň çäkli goýberiş zolagy bolany üçin faza we ýygylgy modulýasiýasyny ulanmak mümkin däl ýaly. Ýöne burç modulýasiýasynda esasy garmonikalaryn dar ýygylgylyklar zolagyna girýändigini sebäpli ýygylgylyk we faza modulýasiýasyny az – kem ýoýulmalar bilen hakyky gurluşlar arkaly ibermek mümkindir.

Takyk derňewler çuň burç modulýasiýasynda ($m \gg 1$) $I_n(m)$ funksiýa bilen kesgitlenilýän ýokary ýygylgyly yrgyldylar ýeterlik uly amplitudaly $2n$ garmonikasy we nula ýakyn amplitudaly tükeniksiz köp garmonikalary saklýandyr. Şunlukda $n \approx m$. Esasy garmonikalary goýbermek üçin goýberiş zolagynyň giňligi $\Delta \omega_0 = 2n\Omega \approx 2m\Omega = 2\omega_0$ (7.21)

okunda ýönekeý süýşmesi bolýar, a $\omega_g > \omega_s$ bolanda täze äkidiji ýygylgylykda spektriň “öwrülmesi” bolýar. Ýagny giriş signalynyň has ýokary ýygylgylyklaryna täze äkidiji ýygylgylygyň has pes ýygylgylyklary degişli bolar. Köp ýagdaýlarda spektriň öwrülmesiniň uly bir ähmiýeti hem ýokdur.

Köplenç ýygylgylygy özgerdijiniň girişine düşýän signalyň amplitudasy örän kiçi bolany sebäpli (mikrowoltlar – birnäçe millioltlar) WAH – yň islendik bölegi signal üçin çyzyklydyr. Bu bolsa stok zynjyryndaky toguň spektrinde garmonikalaryň peýda bolmajagyny aňladýar.

Başga tarapdan täze äkidiji (aralyk) ýygylgylyklar diňe bir geterodiniň naprýaženiýesiniň birinji garmonikasy bilen signalyň täsir etmesinde alynman, eýsem signalyň geterodiniň naprýaženiýesiniň islendik n – nji garmonikasyna täsir etmesinde alynar. Şeýle – de aralyk ýygylgylygyň amplitudasy degişli garmonikanyň ýarym amplitudasyna proporsionaldyr. Özgertmede ikinji!, üçünji we ş. m. garmonikalar ulanylsa, onda özgertmeklik geterodiniň ikinji!, üçünji we ş. m. garmonikalarynda bolup geçdi diýilýär.

Signallary parametrik özgertmek. Parametrik zynjyr diýip bir \dot{y}_a – da birnäçe parametri berilen kanun esasynda üýtgeýän zynjyra aýdylýar. Parametriň üýtgemesi (has takygy modulýasiýasy) dolandyryjy signal arkaly elektron usulynda amala aşyrylýar. Radioteknikada parametrik garşylyk $R(t)$, parametrik induktiwlik $L(t)$ we parametrik sygym $C(t)$ ulanylýar MDP tranzistoryň kanaly parametrik garşylygyň mysalydyr. Parametrik garşylyklar signallaryň ýygylgylygyny özgertmekde giňden ulanylýar. W I Nefedow kitabynda “ Ýygylgylygy özgertmek” termini gaty takyk däl diýýär, sebäbi ýygylgylyk öz – özünden üýtgänok.. Ol iňlis sözünüň “heterodining – geterodinleme “ nätakyk terjime edilmeginden gelip çykýar. Geterodinleme – iki

sany dürli ýygylykly signalyň üçünji ýygylykly yrgyldyny almak üçinn çyzykly ýa – da parametrik garylma hadysasydyr.

Onda ýygylygy *özürtmek* modulirlenen signalyň spektrini äkidiji ýygylykdan aralyk ýygylyga bir äkidiji ýygylykdan beýlekisine, şol sanda has ýokary ýygylyga modulýasiýanyň görnüşini we häsiýetini üýtgetmezden çyzykly göçürmekdir (garmak, trasformirlemek, geterodinleme ýa – da transponirleme). Geterodiniň naprýazeniýesiniň $U_g(t) = U_g \cos \omega_g t$ täsir etmeginde MDP tranzistoryň häsiýetnamasynyň ýapgytlygy wagta görä takmynan aşakdaky ýaly üýtgär:

$S(t) = S_0 + S_1 \cos \omega_g t$, S_0, S_1 – häsiýetnamanyň ýapgytlygynyň orta bahasy we birinji garmoniki düzüjisi. MDP tranzistora amplitudasy modulirlenen signal düşse $U = U_y(1 + m \cos \Omega t) \cos \omega_0 t$, onda çykyş togunyň bahasy $i_{çyk} = (S_0 + S_1 \cos \omega_g t) U_y(1 + m \cos \Omega t) \cos \omega_0 t = U_y(1 + m \cos \Omega t) [S_0 \cos \omega_0 t + 0,5 \cos (\omega_g - \omega_0)t + 0,5 \cos (\omega_g + \omega_0)t]$. Onda aralyk ýygylyk $\omega_{ar} = |\omega_g - \omega_0|$. Bu ýygylygy konturyň kömegi bilen saýlap alsak, modulýasiýanyň önki kanuny esasynda üýtgeýän, ýöne has pes äkidiji ýygylygy alarys $i_{ar}(t) = 0,5 S_1 U_y(1 + m \cos \Omega t) \cos \omega_{ar} t$. Spekrde iki gapdal zolak hem bardyr. Hakyky shemalarda bulardan başga kombinasion ýygylyklar hem spekre girýändir $\omega_{ar} = (m\omega_g \pm n \omega_0)$ bu ýerde m, n – bitin sanlar. Eger warikapa geterodiniň naprýazeniýesi berilse, onda onuň sygymy wagta bagly takmynan şu kanuna görä üýtgär:

$C(t) = C_0 + C_1 \cos \omega_g t$, bu ýerde C_0 we C_1 – warikapyň sygymynyň orta bahasy we birinji garmoniki düzüjisi Goý warikapa iki signal – geterodiniň we hemiýelik amplitudaly garmoniki naprýazeniýe U_c täsir etsinler. Onda warikapyň sygymyndaky zarýad aşakdaky ýaly tapylar

induktivligi ýa – da sygymy tranzistoryň kömegi bilen almak usuly has – da effektiwdir. Zynjyrdaky tok

$$a(t) = A_0 \cos \omega_0 t + m A_0 / 2 \cos (\omega_0 + \Omega) t - m A_0 / 2 \cos (\omega_0 - \Omega) t \quad (7.17)$$

Soňky deňlikde amplitudasy boýunça modulirlenen yrgyldynyň deňlemesindeki ýaly üç düzüjiniň – äkidiji we iki naprýazeniýeden $\pi/2$ öňe düşse zynjyryň sygym häsiýeti bardyr.

Burç boýunça modulirlenen yrgyldyny häsiýetlendirmek üçin modulirlenen we modulirlenmedik yrgyldylaryň wektorlarynyň şol wagt momentindäki ýagdaýy barada maglumat gerek. Maglumat şol wektorlaryň tizlikleriniň mgnowen bahalarynyň tapawudy görnüşinde berilip biliner. Birinji şagdaýda faza, ikinji şagdaýda ýygylyk modulýasiýasy barada gürrüň etmek bolar.

Tonal ýygylyk modulýasiýasynda ýagny faza garmoniki kanun esasynda üýtgände onuň deňlemesini aşakdaky ýaly ýazmak bolar.

$a(t) = A_0 \cos(\omega_0 t + m \cos \Omega t)$ (1), $m = \omega_0 / \Omega$; bu ýerde m – modulýasiýa koeffisiýenti, ω_0 – ýygylygyň dewiasýasy. Onda tonal modulýasiýasynda ýygylyk we faza modulýasiýalarynyň arasynda tapawut ýokdur. Modulirleýji yrgyldynyň başlangyç fazasynyň arasyndaky tapawut modulýasiýanyň has çylşyrymly kanunlarynda ýüze çykýar.

Ýokary ýygylykly yrgyldylaryň tonal burç modulýasiýasyndaky spektrine seredeliň

$$a(t) = A_0 \cos(\omega_0 t + m \cos \Omega t) = A_0 \cos \omega_0 t \cos(m \sin \Omega t) - A_0 \sin \omega_0 t \sin(m \sin \Omega t) \quad (7.18)$$

$\cos(m \sin \Omega t)$ we $\sin(m \sin \Omega t)$ köpeldijileri umumy halda elementar funksiýalar bilen aňladyp bolmaýar. Ýöne $m \ll 1$ bolanda ýakynlaşan deňlikleri ulanyp alarys

$$\sin(m \sin \Omega t) \approx m \sin \Omega t; \cos(m \sin \Omega t) \approx 1 \quad (7.19)$$

ýyggyyklaryň gapdal zolaklary ýakyn, ýokar $\omega_0 - \Omega$ (diskant) ýyggyyklaryňky bolsa, daşda ýerleşendir. Her ton iki sany gapdal ýyggylyk döredýän bolsa, onda modulirlenen yrgyldyda gapdal zolaklaryň tutuş spektri bardyr. Modulýatoryň shemasy suratda görkezilendir

Ýyggylyk modulýasiýasy. Ýyggylyk modulýasiýasynda ýyggylyk üýtgeýär, amplituda bilen faza bolsa, hemişelik galýar. Ýönekeý modulýatoryň shemasy generatoryň konturyna parallel kondensatorly mikrofony birikdirmekdir. Ses tolkunlarynyň basyşyna bagly onuň sygymy üýtgär, ol hem ýyggylygyň üýtgemesine getirer. Shema ýyggylygyň üýtgemesiniň ýeterlik tizligini almaga mümkinçilik berýär, ýöne ýyggylygyň dewiasiýasy örän kiçidir.

Has gowy netijeleri elektron shemalar bilen alyp bolýar. Olaryň içinde köp ýaýrany reaktiw lampalar usulydyr. “Reaktiw lampany” tranzistorlarda döretmek has – da aňsatdyr. Ýöne ýyggylyk modulýatorlarynyň has amatly shemasy p – n geçeşniň sygymyny üýtgetmekligi (göni usul) ulanmakdyr. Ýyggylyk modulýasiýasy göni usul bilen aňsat amala aşyrylýar. LC kontury ulanýan garmoniki yrgyldylaryň generatorynda, yrgyldylaryň ýyggylygy $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ bilen kesgitlenilýär. L – i ýa – da C – ni üýtgetmek bilen generirlenýän yrgyldylaryň ýyggylygyny üýtgedip bolýar. Ýyggylygy boýunça modulirlenen yrgyldylaryň göni usuly hem şuna esaslanandyr.

Awtogeneratoryň konturyna dolandyrylýan induktiwlik ýa – da sygym birikdirilýär. Häzirki wagtda dolandyrylýan reaktiwlik hökmünde köplenç warikap ulanylýar. Warikapy awtogeneratoryň konturyna girýän L induktiwlige parallel birikdirýärler. Hemişelik tok çeşmesinden warikapyň başlangyç sygymyny kesgitleýän süýşme naprýaženiýe berilýär. Dolandyrylýan

$q(t) = C(t) U_c(t) = (C_0 + C_1 \cos \omega_g t) U_c \cos \omega_0 t = C_0 U_c \cos \omega_0 t + 0,5 C_1 U_c \cos (\omega_g - \omega_0) t + 0,5 C_1 U_c \cos (\omega_g + \omega_0) t$, a akyp geçýän tok

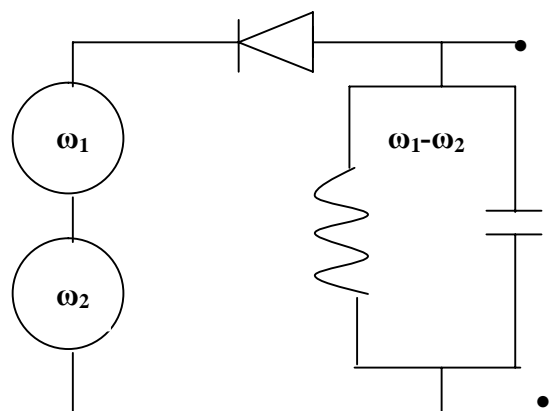
$i(t) = dq/dt = -\omega_0 C_0 U_c \sin \omega_0 t - 0,5 (\omega_g - \omega_0) C_1 U_c \sin (\omega_g - \omega_0) t - 0,5 (\omega_g + \omega_0) C_1 U_c \sin (\omega_g + \omega_0) t$

Warikapa yzygider aralyk ýyggylyga sazlanan $\omega_{ar} = |\omega_g - \omega_0|$ yrgyldyly kontur birikdirip, gerekli signaly almak bolýar. Warikapyň kömegi bilen parametrik generator, kuwwat güýçlendirijisini, ýyggylygy köpeldijini döretmek mümkin. Bu hadysa energiýanyň parametrik sygyma özgerdilmegine esaslanansyr. Kondensatoryň energiýasy onuň sygymy we toplan zarýady özara baglydyr $W = q^2/(2C)$. Goý zarýad hemişelik bolsun, a sygym bolsa kemelsin. Onda sygymyň kemelmegi energiýanyň artmagyna getirer.

Radioarabaglanşykda signallary özgertmek (aralyk ýyggylyga- ýagny has pes ýyggylyga) - olaryň görnüşini we häsiýetlerini üýtgetmezden beýleki bir ýyggylyga geçirmegiň uly ähmiýeti bardyr.

Çyzykly däl zynjyra berilýän signallaryň biri garmoniki ω_1 , beylekisi modulirlenen yrgyldy $\omega_2, \omega_2 - \Omega, \omega_2 + \Omega$ bolsa, onda çyzykly däl düzüjiniň togunyň düzüminde kombinasion ýyggylyklar peýda bolarlar: $\omega_1 - \omega_2, \omega_1 - (\omega_2 - \Omega), \omega_1 - (\omega_2 + \Omega)$ we $\omega_1 + (\omega_2 - \Omega), \omega_1 + (\omega_2 + \Omega), \omega_1 + \omega_2$. Eger ýük hökmünde ýyggylygy $\omega_0 = \omega_1 - \omega_2$ we hili $Q = (\omega_1 - \omega_2)/2\Omega$ bolan kontur ulansak, onda toguň $I_{\omega_1 - \omega_2}, I_{\omega_1 - (\omega_2 - \Omega)}, I_{\omega_1 - (\omega_2 + \Omega)}$ düzüjileriniň naprýaženiýe pese düşmeleri has täsirli bolardy. Ýükden $\omega_1 - \omega_2$ ýyggylykly modulirlenen signaly alarys.

Iki garmoniki signalyň ω_1 we ω_2 çyzykly däl düzüjä täsirinde alynýan tapawut $\omega_1 - \omega_2$ (ýa-da jem $\omega_1 + \omega_2$) görnüşü ýyggylygy özgertmegiň mysalydyr. Onuň üçin ýük hökmünde rezonans ýyggylygy $\omega_0 = \omega_1 - \omega_2$ ýa-da $\omega_0 = \omega_1 + \omega_2$ bolan yrgyldyly kontur ulanýarlar.



7.1-nji surat

Ýygylgy
özgerdijini
ň shemasy
7.1 – nji
suratda
görkezilend
ir. Çyzykly
däl
garşylyga
garmoniki
yrgyldylary
ň
generatoryn
dan

$$U_1 = U_{m1} \cos \omega_1 t \quad (7.1)$$

naprýaženiýe we ýygylgy özgerdiljek amplitudasy
modulirlenen naprýaženiýe berilýär

$$U_2 = U_{m2}(1 + m \cos \Omega t) \cos \omega_2 t = U_{AM} \cos \omega_2 t \quad (7.2)$$

Çyzykly dal düzüjidäki toguň naprýaženiýä çyzykly däl
baglylygyny kwadratik diýip alsak

$$I = I_0 + \alpha U + \beta U^2, U = U_1 + U_2 \quad (7.3)$$

alarys

$$I = \left[I_0 + \frac{\beta U_1^2}{2} + \frac{\beta U_2^2}{2} \right] + \alpha U_m \cos \omega_1 t + \alpha U_{AM} \cos \omega_2 t + \frac{\beta U_m^2}{2} \cos 2\omega_1 t + \frac{\beta U_{AM}^2}{2} \cos 2\omega_2 t + \beta U_m U_{AM} \cos(\omega_1 + \omega_2)t + \beta U_m U_{AM} \cos(\omega_1 - \omega_2)t \quad (7.4)$$

$$I_m = I_{m0} + \Delta I_m \sin \Omega t = I_{m0} \left(1 + \frac{\Delta I_m}{I_{m0}} \sin \Omega t \right) = I_{m0} (1 + m \sin \Omega t)$$

$$(7.14)$$

m- modulýasiýa koeffisienti, Ω - ses ýygylgy.

Modulirlenen toguň mgnowen bahasy

$$i = I_{m0} (1 + m \sin \Omega t) \sin \omega_0 t$$

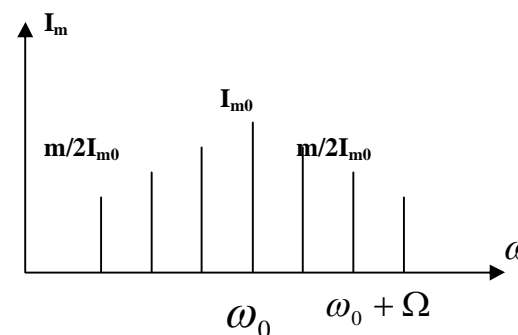
$$(7.15)$$

Triganometrik özgertermelerden soň alarys

$$i = I_{m0} \sin \omega_0 t + \frac{m}{2} I_{m0} \cos(\omega_0 - \Omega)t - \frac{m}{2} I_{m0} \cos(\omega_0 + \Omega)t$$

$$(7.16)$$

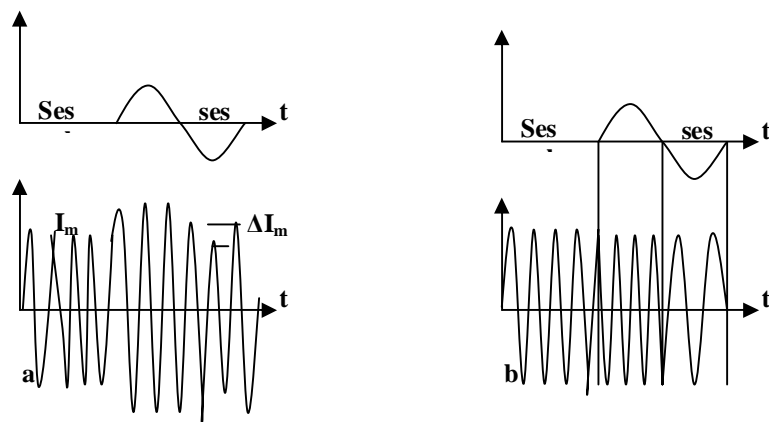
Bu ýerde birinji çlen äkidiji yrgyldydyr, ikinji –
kiçeldilen amplitudaly $m/2 I_{m0}$ we peseldilen ýygylkly



7.10-njy sutar

(
 $\omega_0 - \Omega$
) aşak
gapda
1
zolak
dyr.
Üçünj
i –
ikini
niňki
ýaly
ampli
tudaly

, ýöne ýygylgy ýokarlanan ($\omega_0 + \Omega$) ýokarky gapdal
zolakdyr. Gapdal zolaklar ω_0 – dan Ω ululyga, ozara bolsa
 2Ω ululyga tapawutlanýarlar. Gapdal zolaklaryň äkidijä
otnositel ýerleşiş sesiň belentligine baglydyr. Pes (bas)



7.9-njy surat

Äkidiji yrgyldynyň amplitudasynyň artmasynyň äkidiji amplituda gatnaşygyna modulýasiýa koeffisiýenti diýilýär

$$m\% = \frac{\Delta I_m}{I_{m0}} \cdot 100 \quad (7.11)$$

Iň gaty ses üçin $m=100\%$, normal güýçli sesde $m=30-40\%$ deňdir. Radiogepleşikler üçin onuň bahasy 30% deňdir. Ýygylyk modulýasiýasynda (b) ýygylyk ses yrgyldylarynyň kanuny boýunça üýtgeýär. Bu ýagdayda amplituda hemişelikdir. Ýygylygyň orta bahadan (“äkidiji”) gyşarmasyna radioteknikada ýygylygyň *dewiasiyasy* diýilýär. Ýygylyk modulýasiýasynyň indeksi

$$\varphi_m = \frac{\Delta \omega}{\Omega} \quad (7.12)$$

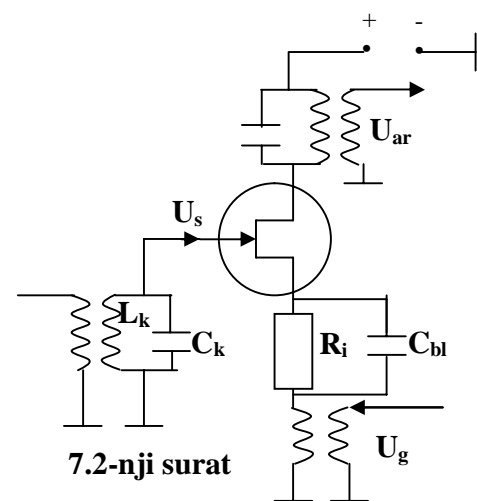
Ses ýok wagty äkidiji ýygylyk garmoniki yrgyldydyr
 $i = I_{m0} \sin \omega_0 t \quad (7.13)$

I_{m0} – äkidiji ýygylygyň amplitudasy, ω_0 – äkidiji ýygylyk. Amplituda modulýasiýasynda amplituda üýtgeýär, ýygylyk bilen faza bolsa, hemişelik galýar. Ses täsir edende amplituda ses ýygylygynyň kanuny boýunça üýtgär

Bu düzüjilerden başga-da kombinasion ýygylyklar peýda bolarlar ($\omega_1 + \omega_2$, $\omega_1 - \omega_2$). Radiokabuledişide ýygylygy özgertmek äkidiji ýygylygy aşaky deňsizligi kanagatlandyryan aralyk ýygylyga çenli peseltmäge niýetlenendir.

$$\omega_1, \omega_2 \gg |\omega_1 - \omega_2| = \omega_{ar} \gg \Omega, f_{ar} = \frac{\omega_{ar}}{2\pi} = 465 \text{ kgs} \quad (7.5)$$

Garmoniki yrgyldylaryň çeşmesi hökmünde az kuwwatly generator- **geterodin** ulanylýar. Özgerdijiniň takyk shemasy



7.2-nji surat

suratda görkezilen. Aralyk ýygylyk radiokabuledişide 465 kgs(10,7Mgs), telewideniýede 31,5 Mgs(6,5Mgs) sesiňki we 38 Mgs şekiliňkidir. 1. f_{ar} kabuledijiniň ýygylyklar çäginde

saýlanyp alynmaýar;

2. Ony kuwwatly iberijileriň işlemeýän ýygylyklarynda alýarlar;
3. Goyberiş zolagy we saýlap alyjylygy ýeterlik bolar ýaly ýygylygy kiçi saýlamaly;
4. Detektoryň çykyşynda oňat arasalanmagy (süzülmegi) üçin ýygylygy uly saýlamaly.

Özgerdiýän signal $L_k C_k$ konturyň üsti bilen tranzistoryň girişine berilýär. Geterodiniň signaly bolsa, istok zynjyryna täsir edýär. Özgerdilen signal stokdaky

konturda alynýar. Geterodin bilen girişiň baglanşygyny peseltmeli, bolmasa geterodin signalynyň şöhlelenmegi mümkindir. Ikinjiden, signalyň sinhronizirlenmegi mümkin, ýagny

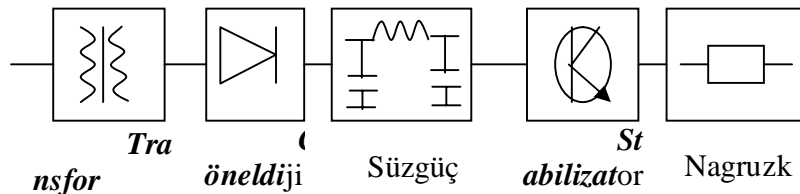
$$f_g = f_s, f_{ar} = 0 \quad (7.6)$$

Zerkal kanalyň döremegi mümkin

$$f_g = f_s + f_{ar}, f_{zer} = f_s \pm 2f_{ar} \quad (7.7)$$

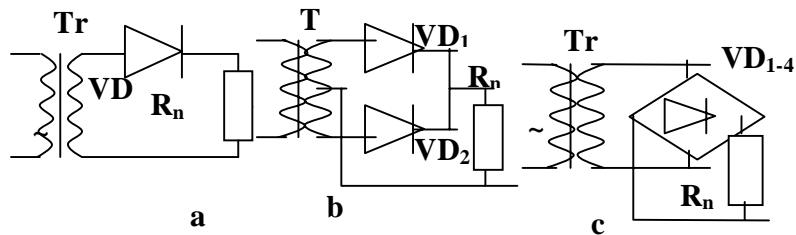
19. Elektrik signallaryny göneltmek.

Garmoniki signal çyzykly däl zynjyra täsir edende bitin sana tapawutlanýan garmonikalardan başga-da hemişlik düzüji peýda bolýar. Süzgüjiň kömegi bilen hemişelik we üýtgeýän düzüjileri aýyrmak mümkin. Hemişelik düzüjini saýlap almaklyga **üýtgeýän togy göneltmek** diýilýär. Göňeldijiniň blok-shemasy 7.3-nji suratda görkezilen.



7.3-nji surat

Çyzgyda transformator naprýaženiýäni beýgeldýär (ýa-da



7.4-nji surat

Radiosignalynyň naprýaženiýesiniň položitel gyşarmasy $+\Delta f$ ýokarky konturyň naprýaženiýesini artdyrar, aşakyňkyny bolsa, kemelder. Ýygylgyň otrisatel gyşarmasynda $-\Delta f$ hem edil ýokardaky hadysa gaýtalanar. Simmetrik häsiýetnamasy bolany üçin çykyşda jübüt garmonikalar bolmaz. $\Delta f = 0$ bolanda çykyş naprýaženiýesi nola deň bolsa, olara *balans* ýygylgyk detektorlary diýilýär.

21. Modulýasiýa uly onuň görnüşleri.

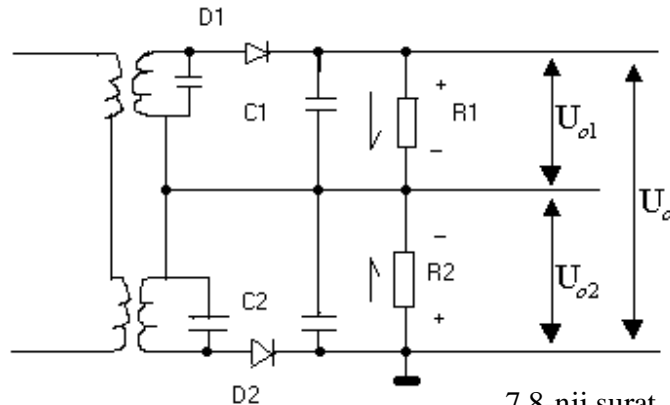
Baryp 1900 – nji ýylda amerikan injeneri R.Fessendi maglumatlary ibermekde modulýasiýany ulanmagy teklipti.

Äkidiji yrgyldyny ses ýygylgynyň kanuny bilen dolandyrmaklyga **modulýasiýa** diýilýär. Başga tarapdan äkidiji ýygylgyk ses ýygylgyndan birnäçe esse uly bolmalydyr, ýagny $\omega \gg \Omega$. Modulýasiýanyň üç görnüşi bardyr: amplituda, ýygylgyk we faza. Modulýasiýanyň ulanylmagynyň sebäbi, antenna guruluşlary EM tolkunlaryny şöhlendirenlerinde, antennanyň ölçegleri (1) yrgyldynyň tolkun uzynlygy bilen kybapdaş bolanda kanagatlanarly bolup geçýär (antennanyň minimal uzynlygy $l = \lambda/2$ bolmalydyr). Onda pes ýygylgyklar şöhlendirilse antennanyň ölçegleri ägirt uly bolar (1000 Gs ýygylgykly yrgyldy üçin onň uzynlygy 300 km bolar). Mundan başga-da, ähli stansiýalar şol bir momentde meňzeş ýygylgyklary şöhlendirip biri-birine päsgel bererdiler.

Amplituda modulýasiýasynda ýokary ýygylgykly toguň amplitudasy ses ýygylgynyň kanuny boýunça üýtgär(a). Bu ýerde ýygylgyk hemişelikdir.

amplitudany U_{mk} - a çenli artdyrar. Ýygylgyň $f_{s2} = f_0 - \Delta f_0$ ululyga kemelmesi $-U_{mk}$ - a çenli azaldar. Soňra amplituda detektirlenmesi bolýar.

Iki sany sazlanmadyk kontury bolan ýygylgy detektory.

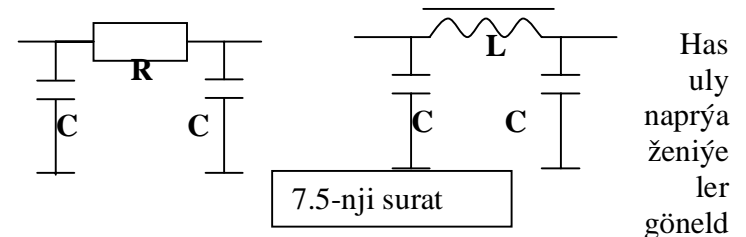


Ol sazlanmadyk konturly iki ýygylgy detektorydyr. Şeýle - de D_1 we D_2 diodlaryň I_1, I_2 toklary R_1, R_2 ýükden garşylykly ugurda akýandyr. Çykyş naprýaženiýesi bolsa, olaryň tapawudyna deňdir. $U_0 = U_{o1} - U_{o2}$ iki detektor birmeňzeş bolup $R_1 = R_2, C_1 = C_2$. Konturlaryň hili meňzeş, sazlanmazlyklary bolsa $f_{r1} = f_0 + \Delta f, f_{r2} = f_0 - \Delta f$ deňdir. Eger signalyň ýygylgygynyň gysarmasy $\Delta f = 0$, ýygylgy f_0 bolsa, onda diodlaryň toklary deň we R_1, R_2 garşylyklardaky naprýaženiýeler hem deňdir $U_{o1} = U_{o2}$ netijede çykyşdaky naprýaženiýe $U_0 = 0$ bolar.

peseldýär), D göneldiji düzüji, dumuklaşdyryjy naprýaženiýäni durnukly saklaýar, ýük - togy harçlaýjy (güýçlendiriji, kabulediji, telewizor we ş.m.).

Bir ýarym perodly göneldijiniň çyzgysy a) suratda görkezilen.

Položitel ýarym periodda R_n - den tok akar. Otrisatel ýarym peiodda diod ýapyk. Bu shemanyň işjeňligi pesdir. Ortalyk nokady bolan iki ýarym periodly göneldijiniň çyzgysy b) suratda ýerleşdirilen. Položitel ýarym perodda D_1 açyk, otrisatel ýarym periodda D_2 açyk. Shemanyň esasy ýetmezçiligi transformatoryň sarymlarynyň iki esse köplügidir. Köprüli çyzgyda c) göneltmek iki esse az sarymyň (diodlaryň saný iki esse köp) üsti bilen amala aşyrylýar. c) çyzgyda eginleriň simmetriýasy awtomatiki alynýar, b)-de bolsa, doly simmetriýa örän seýrek alynýar.



ilende diodlary yzygider birikdirýärler. Onda her dioddaky ters naprýaženiýäniň onuň max bahasyndanuly bolmazlygyny gazanmaly. Birmeňzeş diodlaryň ters garşylyklarynyň durludigi sebäpli aýry - aýry diodlarda ters naprýaženiýe onuň max bahasyndan uly bolup, diodyň böwsülmesi bolar. Meselem: haýsydyr bir göneldijide ters naprýaženiýäniň amplitudasy 1000 W diýeliň we ters naprýaženiýäniň bahasy $U_{ters\ max} = 400\ W$ ($D226B$) bolan diodlar ulanylupdyr. Bu ýagdaýda üçden az bolmadyk diodlaryň yzygider birikdirilmegi aýdyňdyr. Goý olaryň ters garşylyklary $R_{ters1} = R_{ters2} = 1\ Mom$ we $R_{ters3} = 3\ Mom$ bolsun. Ters naprýaženiýe ters garşylyklara proporsional paýlanar, seýlelikde $U_{ters1} = U_{ters2} = 200\ W$ we $U_{ters3} = 600$

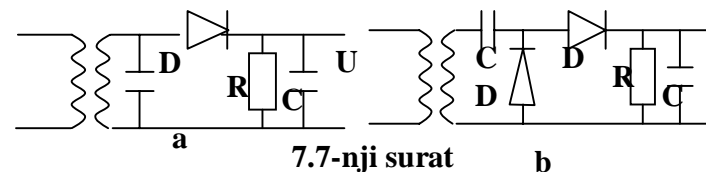
W bolar. Üçünji diodda (dogrusy uly ters garşylygy bolany üçin diodlaryň içinde iň gowusy) ters naprýaženiýe max bahadan ýokarydyr we onuň böwsülmeği mümkin. Eger diod böwsülse onda 1000 W naprýaženiýe galan diodlara paýlanyp, olaryň her birinde 500 W – a deň bolar. Olaryň islendiginiň böwsülmeği mümkin we 1000 W galan dioda goýular, ol hem ony göterip bilmez. Diodlaryň şu hili yzyguder böwsülmeleri sekundyň ülüşlerinde bolup geçýär.

Ters naprýaženiýäni diodlaryň arasynda endigan paýlamak (olaryň ters garşylyklaryna garamazdan) üçin olary rezistorlar bilen şuntirleýärler. Rezistorlaryň garşylyklary meňzeş bolmaly we diodlaryň iň kiçi ters garşylygyndan ep – esli az bolmaly. Onuň ululygyny kiçi saýlamak bolmaýar (ters naprýaženiýede toguň ep – esli artmagy mümkin). Seredilen mysal üçin garşylyklary 100 Kom ululykda almak bolar. Onda diodlardaky naprýaženiýe deň üç bölege bölünär we 400 W – a deň bolar.

Diodlaryň parallel birikmesi uly göneldilen toklary almakda ulanylýar. Goý iki diodyň hem max togy $I_{gön\ max} = 0.2\ A$ bolsun. Olaryň kömegi bilen 0.4 A tok almak talap edilsin. Olary parallel birikdirsek, häsiýetnamalary neňzeş bolmany üçin olardan dürli toklar akar. Togy az bolan diodyňam toguny 0.2 A – e ýetirjek bolsak, birinji diodyň togy max bahadan geçer. Olardaky naprýaženiýeler hem dürli – dürlidir. Şonuň üçin ikinji diodyň hem togy 0.2 A deň bolar ýaly yokarlandyrylan naprýaženiýe bermeli, a birinji dioda düşýän artykmaç naprýaženiýäni bolsa, garşylyk bilen aýyrmaly. Onuň ululygy $R_{\zeta} = U_{art}/0.2$. Bu garşylygy birikdirmek arkaly iki diodda hem 0.2 A – e deň bolan togy gazanarys. Diodlaryň üçden köp parallel birikmesi seýrek gabat gelyär. Çäklendiriji garşylyklary bolsa, tejribede saýlap alýarlar. Has ygtybarlysy häsiýetnamalary meňzeş bolan

we ýüki detektor bolan ýokary ýyglyk güýçlendirijisiniň uly güýçlendiriş koeffisiýentini alarys.

Eger detektora aýratyn talaplar goýulsa, meselem, ýokarlandyrylan giriş garşylygy ýa – da uly geçiriş koeffisiýenti, tranzistorly detektorlar ulanylýar. Olar baza, kollektor we emitter detektorlarydyr. Shema signaly detektirläp güýçlendirýändir.



7.7-nji surat

Bu ýyglygy konturyň kömegi bilen saýlap alsak, modulýasiýanyň öňki kanuny esasynda üýtgeýän, ýöne has pes äkidiji ýyglygy alarys $i_{ar}(t) = 0.5\ S_1\ U_{\gamma}(1+m\cos\Omega t)\cos\omega_{ar}t$. Spekrde iki gapdal zolak hem bardyr. Hakykatda C kondensatoryň zaryadlanma $T_{zar} = R_d C$ we razryadlanma wagty $T_{razr} = RC$ dürlidir. Şonuň üçin aşadaky şertler kanagatlandyrylmalydyr.

$$\Omega \ll \omega_{ak}; \frac{1}{\omega_{ak} C} \ll R; \frac{1}{\Omega C} \gg R \quad (7.9)$$

Kähalatlarda radiokomponentalary tygşytlamak üçin triod (tranzistor) detektory ulanylýar. Emitter-baza geçişi adaty diod detektorydyr. Soňra signal gaýtadan girişe berilip güýçlendirilýär. Detektirlenen naprýaženiýäni iki esse ulaltmak bolar (Ikeldijiler, ýagny bir diodyň ýerine iki diody ulanyp). Ondaky çykyş naprýaženiýesi

$$U_{\zeta yk} = U_{gir} + U_{e2} = 2U_{e2} \quad (7.10)$$

Bir konturly ýyglyk detektory.

Ol daş görmüşinden amplituda detektoryna meňzeşdir.

Ýöne LC kontur radiosignalyň f_0 orta ýyglygyna garanyňda Δf_0 - a sazlanmadykdyr. Ýyglygyň

$f_{s1} = f_0 + \Delta f_0$ ululyga artmasykonturdaky

koeffisiýentine baglydyr $\gamma = m/4$, 100% modulýasiýada ol 25% - e deň bolar.

Kwadratik detektirleme uly çyzykly däl ýoýulmalary bolany sebäpli iberilýän maglumatlaryň ýoýulmazlygy talap edilýän halatlarynda (radiogepeşikler, telewideniýe) ulanylmaýar. Ýöne giriş signalynyň kuwwatyna proporsional üykyş naprýaženiýesi talap edilýän ýagdaýlarda kwadratik detektirlemäni köplenç ulanýarlar.

Ýarymgeçirijili diodlary ulanýan detektorlaryň esasy ýetmezçiligi onuň kiçi giriş garşylygydyr. Yzygider diod detektorynyň giriş garşylygy $R_{gir} = R/2$ deň Ýarymgeçirijili detektorlaryň giriş garşylygydyr kiçelmesiniň iki sebäbi bardyr: diodyň ters garşylygynyň uly bolmazlygy we detektoryň çykyşyna pes ýygylygyň tranzistorly güýçlendirijileriniň kiçi garşylygydyr.

Ýarymgeçirijili diodlarda otrisatel anod naprýaženiýesinde ters tok ýüze çykýandyr. Ters toguň bolmagy ýokary ýygylykly naprýaženiýäniň periodynyň bütin dowamynda detektoryň giriş togy bolýandyr, a ol bolsa I_0 togy artdyrar we detektorlaryň giriş garşylygyny kemelder.

Ýarymgeçirijili diod detektorlarynyň çykyşyna örän kiçi giriş garşylygy bolan pes ýygylygyň güýçlendirijisi (PÝG) birikdirilýär. Şonuň üçin ýarymgeçirijili detektorlaryň ýüküni PÝG bilen ylalaşdyrýan zynjyry bolmalydyr. Bu ylalaşyk detektor ýükündäki $R_1 R_2$ bölüjiniň hasabyna ýa – da PÝG – niň giriş garşylygyny artdyrmak bilen amal edilýär. PÝG– niň giriş garşylygyny artdyrmak üçin bidinji kaskadda emitter gaýtalaýjysyny ulanmak bolar. Bu elmydama ulanarlyk däl, sebäbi PÝG – niň şol sanyny saklasak onda k pese gaçar. Has amatly çykalga PÝG – de az mukdardaky OTB – ni ulanmakdyr. Ol k – ny gaty peseltmän, 10 kom – a çenli giriş garşylygyny artdyrar. Onda detektor ýükünde bölüjini ulanyp, detektoryň uly giriş garşylygyny alarys

diodlary ulanmakdyr. Ýatda saklamaly, mümkin bolsa, diodlaryň parallel birikmesini ulanmajak bolmaly.

Pulsasiýany azaltmak üçin RC we LC süzgüçleri ulanýarlar. RC süzgüji kici toklarda ulanmak amatlydyr (20 Ma çenli). Kiçi pulsasiýalar üçin birnäçe zynjyry ulanýarlar. Pulsasiýa koeffisiýenti

$$Q = \frac{U_{m1}}{U_{or}} \quad (7.8)$$

U_{m1} – birinji garmonikanyň amplitudasy, U_{or} – naprýaženiýäniň orta bahasy.

Parametrik stabilizatorlar.

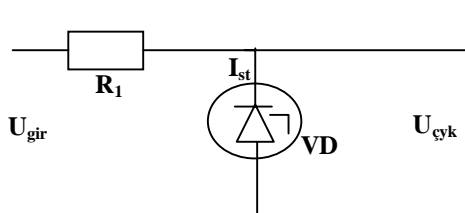
Radioelektron abzallaryň iýmitlendiriş çeşmeleriniň naprýaženiýeleri köplenç hemişelik däl, Galwaniki elementleriň we akkumulýator batereýalarynyň naprýaženiýeleri razryad mahaly peselýär. Setden düşýän naprýaženiýe üýtgeýär. Abzallaryň çeşmeden harçlaýan naprýaženiýesiniň artmagy ýa-da kemelmegi çeşmäniň içki (çykyş) garşylygyna baglydyr. Şol wagtyň özünde abzalyň kadaly işlemegi üçin adaty çeşmeleriňkiden has stabil naprýaženiýe gerekdir. Iýmitlendiriji naprýaženiýäniň ululygyny durnukly saklamak üçin naprýaženiýe stabilizatorlaryny ulanýarlar. Köplenç tranzistorly stabilizatorlary ulanýarlar. Olaryň kiçi ölçegleri we massasy, kiçi çykyş garşylygy, işe mgnoben taýýarlygy, gulluk edis wagtynyň ululygy bilen häsiýetlendirilýär. Ýarymgeçirijili stabilizatorlard üýtgeýän toguň pulsasiýasyny hem azaldýandyrlar. Olaryň aşakdaky parametrleri bardyr:

Çykyş togy - stabilizatorndan nagruzka akýan tok. Ol hemişelik nagruzka ($I_{çyk} = \text{const}$), ýa-da üýtgeýän nagruzka hasaplanyp biliner. Soňky ýagdaýda parametrlar $I_{çyk \max}$ we $I_{çyk \min}$ bolarlar.

Çykyş naprýażeniýesi – stabilizatoryň çykyşyndaky nominal naprýażeniýe.

Stablizasiýa koeffisiýenti – nagruzkadaky naprýażeniýe üýtgemeginiň girişdäki naprýażeniýe üýtgesinden näçe esse kiçidigini görkesýär.

$$k = \frac{\Delta U_{gir} / U_{gir}}{\Delta U_{cyk} / U_{cyk}} \quad (7.9)$$



Çykyş
differensial
garşylygy -
çykyş
naprýażeniýes
iniň

hemişeligini häsiýetlendirýän parametr.

$$Z_{cyk} = \Delta U_{cyk} / \Delta I_{cyk} \quad (.2)$$

Peýdaly täsir koeffisiýenti η – nagruzkanyň harçlaýan kuwwatynyň stabilizatoryň girişine düşýän kuwwata bolan gatnaşygy.

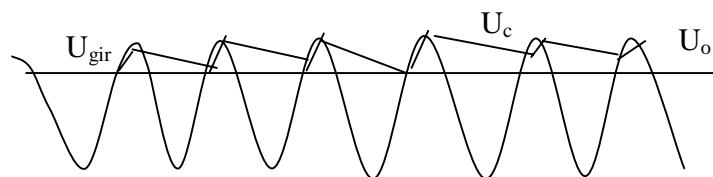
Hemişelik naprýażeniýäniň ýönekeýje stabilizatory iki sany garşylykdan ybaratdyr, olaryň biriniň praktiki taýdan çyzykly wolt-amper häsiýetnamasy bardyr; beýlekisi bolsa ýarymgeçirijili stablitron ýa-da stabistordyr. Bu stabilizatorlara **parametrik**, diýilýär, sebäbi, olarda çyzykly däl elementiň parametri üýtgeýändir. Nagruzkanyň naprýażeniýesi stablitronyň uçlaryndan alynýandyr. R_1 garşylyk ýeterlik uly bolanda we stablitronyň (stabistronyň) degişli iş ýagdaýy saýlanyp alynanda, nagruzkadaky naprýażeniýe pese düşmesi akyp geçýän toga az baglydyr.

Stablitronlar – ýörüte kremniý diodlary bolup, stablirleýji täsiri wolt – amper hýetnamanyň ters bālegindäki uly ýapgytlykdaky deşilmāni ulanýandyr.

Haçanda dioddaky netijeleýji naprýażeniýe položitel baha (ýagny diod açyk) eýe bolsa, diodyň üstünden tok akar. C kondensator $\tau_z = CR_i$ wagt hemişeligi bilen zarýadlanar, bu ýerde $R_i = 1/S$ diodyň içki garşylygy, S – häsiýetnamanyň ýapgytlygy. Otrisatel naprýażeniýelerde diod ýapyk we C kondensator R garşylygyň üsti bilen $\tau_r = RC$ wagt hemişeligi arkaly razrýadlanar. Şeýle – de $\tau_z \gg \tau_r$, sebäbi real shemalarda $R_i \ll R$. Durnuklaşan ýagdaýynda sygymdaky U_c naprýażeniýe käbir U_{c0} orta bahanyň töwereginde üýtgär. τ_r wagt hemişeligi äkidiji yrgyldylaryň periodyndan ep – esli uly bolany üçin razrýad mahaly C sygymdaky U_c naprýażeniýe ujypsyz üýtgär we $U_c \approx U_{c0} = \text{const}$ hasaplamak bolar. Detekyoryň geçiriş koeffisiýenti $k = U_{c0} / U_{māk}$ we $R_i \ll R_{gōz}$ öňünde tutup, diodda bölünip çykýan kuwwaty hasaba almasada bolar, ýagny girişe berilen ähli kuwwat R garşylykda bölünip çykýan kuwwata geçer. Detektoryň girişine amplitudasy boýunça modulirlenen yrgyldylar $U_{gir} = U_{māk}(1 + m \cos \Omega t) \cos \omega t$ naprýażeniýe berilse, detektoryň ýükündäki U_c naprýażeniýekäbir gyşarmalary bilen giriş signalynyň formasyny gaýtalar. U_c naprýażeniýäniň az – kem ýokary ýygyllykly yrgyldylaryny hasaba alman, hemişelik naprýażeniýe – de çykyşda ýok diýsek, onda ol modulirleýji naprýażeniýä deň bolar. Çykyşdaky naprýażeniýäniň amplitudasy giriş signalynyň amplitudasyna proporsionaldyr. Şol sebäpli uly signallardaky amplituda detektoryna çyzykly detektor diýilýär.

Giriş naprýażeniýesiniň kiçi bahalarynda WAH kwadratik paraboladyr. Bu halda giriş signalynyň täsir etmegi bilen hemişelik düzüji signalyň kwadratyna proporsional artym alar. Kiçi signallarda işleýän amplituda detektoryna **kwadratik** diýilýär. Kwadratik detektirlemede peýdaly signalyň ýoýulmalary artýandyr. Çyzykly däl ýoýulmalar koeffisiýenti modulýasiýa

toklardan we gysga utgaşmadan goraýjy zynjyrlar girizilendir.



7.6-njy surat

20. Elektrik siggnallaryny detektirmek.

Modulirlenen yrgyldylardan modularleýji funksiýanyň kanuny boýunça üýtgeýän naprýazeniýäniň emele gelmek prosesine detektirmek diýilýär. Bu prosesi amala aşyran gurluşa detektor diýilýär. Detektirmekde hem modulýasiýa we ýygylgy özgertmek ýaly çyzykly däl element bilen ýygylgy spektriniň transformasiýasy bolup geçýär. Çyzykly däl element hökmünde köplenç ýarymgeçirijili diod ulanylýar. Shemanyň dogry işlemegi üçin $1/\omega C_{ak} \ll R \ll 1/\Omega C$; $C \gg C_{ak}$ şert ýerine ýetmelidir. C_{ak} – diodyň elektrodara sygymy. Äkidiji ýygylgyklar üçin diodyü ýüki C kondensator bilen kesgitlenilýär. Modularleýji ýygylgyklar üçin diodyü ýüki R aktiw garşylyga deň. Giriş signalyna görä VD diod, R, C ýük yzygider birigen. Şonuň üçin oňa *zygider* shema diýilýär. Uly signallarda ($0,7 - 1$ W – dan uly) detektoryň wolt – amper häsiýetnamasyny çyzykly – döwür çyzyklar ýaly approximirlemek bolar. Eger girişe modulirlenmedik äkidiji yrgyldy $U_{gir} = U_{mak} \cos \omega t$ signal berilse, diodyň i_d togy RC zynjyr arkaly akyp, C kondensatory zaryadlandyran. Yrgyldyly kontur bu yrgyldylar üçin gysga utgaşma ýakyn bolany sebäpli, U_c naprýazeniýe dolylygyna dioda ters ugurda goýulandyr. Dioddaky netijeleýji naprýazeniýe $U_d = U_{mak} \cos \omega t - U_c$ deň bolar.

Olaryň kömegi bilen birnäçe wolt we ondan hem ýokary stabilizirlenen naprýazeniýe gerek mahaly peýdalanylýar.

Stabistorlar – kremniý ýa-da selen diodlary bolup ol wolt-amper häsiýetnamanyň göni bölegindäki uly ýapgytlygy ulanýandyr. Ol $0,7-0,8$ W stabilizirlenen naprýazeniýe gerek mahaly ulanylýar. Stabistor hökmünde adaty kremniý diodlaryny hem göni ugurda birikdirip ulanyp bolýandyr (göneldiji diodlar, stablitronlar we ş.m.) . Eger $0,7-0,8$ W birnäçe esse bitin sana tapawutlanýan naprýazeniýe gerek bolsa, onda olary yzygider birikdirýärler. Iki sany yzygider birikdirilen selen diodyndan ybarat $7TE2A-C$ stabistoryň nominal stabilizirlenen naprýazeniýesi $1,4$ W deňdir.

Stabilizatoryň çykyşyndaky naprýazeniýe ulanylýan stablitronyň (stabistoryň) satblizasiýa naprýazeniýesine deňdir. Şonuň üçin islendik gerek bolan naprýazeniýäni alyp bolmaýar. Ony bar bolan stablitronlaryň kömegi bilen saýlamaly bolýar. Meselem, çyşda 9 W naprýazeniýe gerek bolsa, Д809 (ýa-da Д814Б) stablitrony ulanmaly, onuň stabilizirlenen naprýazeniýesi $8-9,5$ W aralygyndadyr. Bolmasa Д810 (Д814В) stablitrony, onuň stabilizirlenen naprýazeniýesi $9-10,5$ W aralygyndadyr. Eger stablitronyň naprýazeniýesinden uly naprýazeniýe gerek bolsa, olary yzygider birikdirýärler.

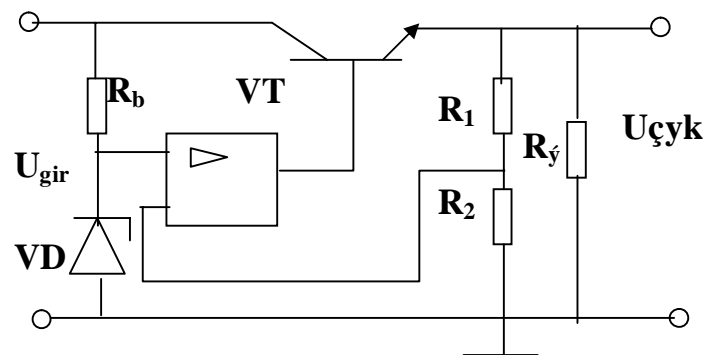
Stabilizatorlaryň effektiw işlemegi üçin nagruzkanyň togy stablitronyň togundan az bolmalydyr. Eger stablitrondaky tok käbir minimal bahadan azalaýsa, onda çykyş togunyň üýtgemesi çykyş naprýazeniýesiniň has uly üýtgemelerine getirer.

Stablitronlaryň (stabistorlaryň) parallel birikmesi ulanylmaýar, sebäbi olaryň garşylyklary meňzeş bolmany üçin naprýazeniýe deň paýlanmaýar. Netijede az garşylygy boln stablitronyň iş režimi has agyr bolar. Stabilizasiýa koeffisiýenti R_1 artmagy bilen artýandyr, ýöne oňa derek çeşmäniň naprýazeniýesini artdyrmaly. Praktikada $U_{gir}/U_{çyk} = 4 - 6$ ulanylýar. Onuň $k_{st} = 10-20$.

Uly stabilizasiya koeffitsiyentini diod stabilizatorlaryny yzygider birikdirip alyp bolýar. Şunlukda soňky stabilizatoryň giriş naprýaženiýesi öňki stabilizatoryň çykyş naprýaženiýesine deň diýip alynýar.

Stabilizator az inersionlygy bolany sebäpli naprýaženiýäniň pulsasiýasyny hem effektiw aýyrýandyr.

Stablitronlaryň çykyş naprýaženiýesi temperaturanyň artmagy bilen artýandyr (temperatura koeffitsiyenleri položitel bolany üçin). Termokompensirlenen Д818А – Д818Е stablitronlary ulanmaly.



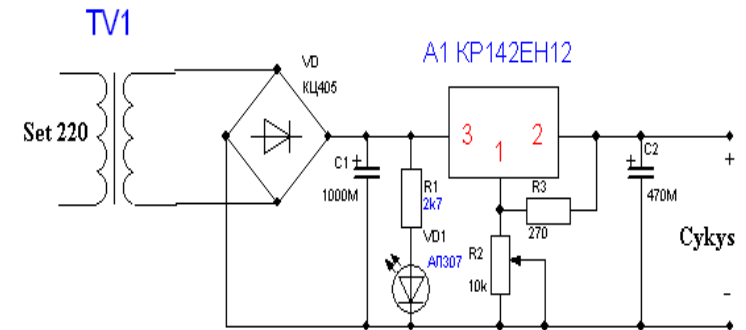
Çyzykly durnuklaşdyryjy.

Olaryň işleýşinde naprýaženiýäniň islendik üýtgemesi sazlaýjy elemente berilip, ýükdäki naprýaženiýäniň üýtgemesine awtomatiki päsgel bermeklige esaslanandyr. Kompensasion durnuklaşdyryjylar aslynda OTB – li sistemadyr. Bularyň yzygider we parallel görnüşleri bardyr. Has köp ulanylýany yzygider görnüşlisidir. VT tranzistor sazlaýjy element, OG dolandyryjydyr VD stablitron R_b garşylyk bilen parametrik durnuklaşdyryjy bolup, etalon naprýaženiýäni döredýär. R_1 we R_2 rezistorlar OTB zynjyrynyň elementi, onuň çykyşyndaky naprýaženiýe

ýükdäki naprýaženiýesine proporsional $U_{tb} = U_{yük} R_2(R_1 + R_2)$. Durnuklaşdyryjynyň çykyş naprýaženiýesi elmydama giriş naprýaženiýesi bilen tranzistordaky naprýaženiýe pese düşmesiniň tapawudyna deň $U_{yük} = U_{gir} - U_k$.

Goý haýsydyr bir sebäbe görä giriş naprýaženiýesiniň artmagy çykyş naprýaženiýesini nominal bahadan artdyrýar. Ol R_2 böljiniň TB naprýaženiýesi U_{tb} we U_{st} artmagy bilen OG – de güöçlendirilip VT tranzistoryň bazasyna düşer. Ol naprýaženiýe OG – niň inwertirleýji girişine berilni üçin onuň çykyş naprýaženiýesi kiçeler we sazlaýjy tranzistor ýapylyp başlar. Şeýlelikde, tranzistordaky naprýaženiýe düşmesi artyp, ýükdäki naprýaženiýe nominal bahasyna geler. Bu shemanyň durnuklaşdyrma koeffitsiyenti bimäçe müňe ýetýändir Ptk – sy ýokary däl (50% - e çenli).

Integral kompensasion durnuklaşdyryjylar.



Integrallendiris cesmesi

Olar aýratyn mikrosHEMA bolup (meselem, KP142EH we KP275EH – “krenler”), fiksirlenen we üýtgeýän çykyş naprýaženiýeleri 3 – den 30 W aralygyndadyr. Giriş we çykyş naprýaženiýeler bir we iki polýarly bolup biler. Onuň gurluşy OG – si bolan diskret elementlerdäki durnuklaşdyryjynyňka meňzeşdir, ýöne goşmaça aşa