

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA
MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
O‘RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA‘LIMI MARKAZI**

N.B. ALIMOVA, H.H. BUSTANOV , SH.Z. TADJIBAYEV

**RADIOELEKTRON VA TELEVISION
APPARATLARNI TA‘MIRLASH
VA XIZMAT KO‘RSATISH
(ELEMENT BAZASI)**

*Kasb-hunar kollejlari uchun
o‘quv qo‘llanma*

2-nashri

Toshkent — «ILM ZIYO» — 2016

UO'K 621.39 (075.32)

KBK 32.841.

A50

*Oliy va o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limi ilmiy-metodik
birlashmalari faoliyatini muvofiqlashtiruvchi Kengash
tomonidan nashrga tavsiya etilgan.*

Mazkur o'quv qo'llanmada radioelektron apparaturalarning element bazasi: rezistorlar, kondensatorlar, induktivlik g'altaklari, transformator va drossellar, almashlab ulagichlar, filtrlarning tasniflari, asosiy parametrlari va xarakteristikallari, hozirgi kunda jadal rivojlanib kelayotgan radioelement-integral mikroshemalar hamda yangi avlod element bazalari — yuzaga montaj qilish texnologiyasi uchun elementlar va past haroratda keramika texnologiyalari haqida ma'lumotlar berilgan.

O'quv qo'llanma o'rta maxsus, kasb-hunar ta'limining 3522006 — «Radioelektron apparaturalarni montaj qilish va sozlash» ixtisosliklari bo'yicha ta'lim olayotgan o'quvchilar uchun mo'ljallangan.

Taqrizchilar: **RADJABOV T.D.** — Toshkent axborot texnologiyalari universiteti «Radioaloqa qurilmalari va tizimlari» kafedrasini mudiri, texnika fanlari doktori, akademik.

KARIMOV A.V. — O'zbekiston Respublikasi FA «Fizika-Quyosh» ilmiy ishlab chiqarish birlashmasi yetakchi ilmiy xodimi, fizika-matematika fanlari doktori, professor.

Fizika-matematika fanlari doktori, professor
ARIPOV XAYRULLA KABILOVICH tahriri ostida

ISBN 978-9943-16-327-0

© N.B. Alimova va boshq., 2016-y.

© «ILM ZIYO» nashriyot uyi, 2016-y.

KIRISH

Ma'lumki, radioning kashf etilishi fan va texnika rivojlanishida yangi davrni boshlab berdi. Zamonaviy radiotexnikaning ahamiyati radioeshittirish va aloqa bilan chegaralanmaydi, uning negizida boshqa yondosh sohalar ham rivojlanmoqda. Ishlab chiqarish, ilmiy va kundalik hayotga axborot texnologiyalari kundan kun ko'proq kirib bormoqda, axborot qabul qiluvchilarga ma'lumotlar yangi usullarda — elektron pochta, Internet va h.k. orqali yetkazilishi kuzatilmoqda. Axborotlar oqimini uzatishning yangi usullari qo'llanilmoqda, xususan, axborotlarni optik tolali aloqa liniyalari hamda sun'iy yo'ldoshlar orqali tarqatish dolzarb masala bo'lib turibdi.

Ilgari radiotexnika rivojlanishi uchun ko'plab katta detallar va qurilmalar kerak bo'lar edi. Ular qo'pol, katta hajmga ega, og'ir, yetarlicha ishonchlilikka ega emas, ishlaganda va ishlab chiqarishda katta xarajatlar talab etar edi.

Texnikaning jadal rivojlanishi natijasida yangi yo'nalish — mikroelektronika yuzaga keldi. Mikroelektronika — elektronikaning zamonaviy yo'nalishi bo'lib, integral sxemalar va ular asosidagi radioelektron qurilmalarni tadqiq etish, konstruksiyalash va ishlab chiqarishni o'z ichiga oladi. Mikroelektronikaning asosiy vazifasi ishonchliligi va takrorlanuvchanligi yuqori, arzon, kam energiya talab qiladigan va yuqori funksional murakkablikka ega, mikrominiatur qurilmalar hosil qilishdan iborat. Elektron sxemalardagi energetik jarayonlarni minimizatsiyalash asosidagina amalga oshirish mumkin. Masalani hal qilishning ko'pgina usullari mavjud: detal va elementlar o'lchamlarini kichraytirish; yangi prinsiplar asosida ishlaydigan elementlar yaratish (yarimo'tkazgichlar, aktiv dielektriklar, ferritlar); elementlarni ratsional joylashtirish; osma bog'lanishlarni bosma montajlari bilan almashtirish (fotolitografiya, vakuumli purkash va boshqa usullar bilan), elementlarga bir xil shakl va o'lchamlar berish yo'li bilan (modullar va mikromodullar); pardali texnologiya yoki yarimo'tkazgich material sirtini qayta ishlash — qattiq sxema hosil qilish asosida elementlar, qismlar va yaxlit (integral) sxemalar yaratish.

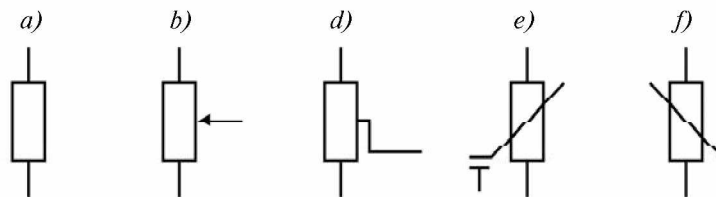
I bob. REZISTORLAR

1.1. Tasnifi va konstruksiyalari

Rezistorlarning ishlashi materiallardan o'tayotgan elektr tokiga qarshilik qilish xususiyatiga asoslangan.

Rezistorlar vazifasiga ko'ra umumiy, pretsizion, yuqori chastotali, yuqori megaomli, yuqori voltli va maxsus, ishlatilish xususiyatlariga ko'ra esa, harorat va namlikka bardoshli, vibratsiyaga va zarbga chidamli, yuqori darajada ishonchli bo'lishi mumkin.

Rezistorlar qarshilikning o'zgarish xarakteriga ko'ra o'zgarmas yoki o'zgaruvchan, shu jumladan, sozlanuvchi bo'ladi (1.1-rasm).



1.1-rasm. Rezistorlarning elektr sxemalarda shartli belgilanishi:
o'zgarmas (a), o'zgaruvchan (b), sozlanuvchi (d), termistor (e)
va varistor (f).

O'zgarmas rezistorlar radioelektron apparat (REA)larni yig'ishda, sozlashda va ishlatishda o'z qarshiligini o'zgartirmaydi, o'zgaruvchi va sozlanuvchi qarshilikli rezistorlarda esa, mos ravishda, maxsus moslama (burama yoki chervyakli o'qqa mahkamlangan kontakt surilgich)lari bo'ladi.

Integral mikrosxema (IMS)lar rezistorlarini yasashda uning geometrik o'lchamlarining kichikligi sababli mo'ljallangan qarshilikni olish imkoniyati bo'lmaydi. Shuning uchun mexanik usullar bilan yoki lazer nuri yordamida geometrik o'lchamlarini qisqartirib, rezistor qarshiligi talab etilgan nominalga keltiriladi.

1.2. Rezistorlarning asosiy parametrlari

Nominal qarshilik (R_{NOM}) va uning yo'1 qo'yilgan og'ishi ($\pm\partial R$). Rezistorlar qarshiligi (Ω) umumiy holda quyidagi formula orqali aniqlandi:

$$R = \rho \cdot l / S,$$

bu yerda: ρ va S — tok o'tkazuvchi elementning solishtirma elektr qarshiligi ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$) va ko'ndalang kesim yuzasi (mm^2); l — tok o'tish yo'lining uzunligi (m).

Spiralsimon kesim va kesimsiz, silindr shaklidagi sirtqi rezistorlar qarshiligi quyidagicha topiladi:

$$R = \rho \cdot l / (\pi D_1 h);$$
$$R = \rho N \pi D_2 / [l(t - a)h],$$

bu yerda: l — kesimsiz rezistor silindri yasovchisining uzunligi, m; h — tok o'tkazuvchi qatlamning qalinligi, mm; D_1 va D_2 — keramik sterjenlarning tashqi diametrlari, mos ravishda, mm va m da; N , t va a — o'ramlar soni, spiralsimon kesim qadami va eni, mm.

To'g'ri burchak shaklidagi hajmiy rezistorlar qarshiligi quyidagicha:

$$R = \rho \cdot l / (bc),$$

bu yerda: l , b va c — kompozitsion sterjenning uzunligi, eni va balandligi, mm.

Simli rezistorlar qarshiligi:

$$R = 4\rho l \pi d^2,$$

bu yerda: l va d — simning uzunligi, m va diametri, mm.

Tok o'tkazuvchi «taqa»li simsiz o'zgaruvchan rezistorlar qarshiligi quyidagi formula yordamida topiladi:

$$R = \rho(r_1 - r_2)\pi\varphi / [(r_1 - r_2) h \cdot 360],$$

bu yerda: ρ — kompozitsiyaning solishtirma sirtqi elektr qarshiligi ($\Omega \cdot \text{sm}$); r_1 va r_2 — «taqa»ning tashqi va ichki radiuslari (sm); φ — tok o'tkazuvchi qatlam ma'lum uzunligiga surilgichning burilishi to'g'ri kelgan burchak (grad).

Rezistorning nominal qarshiligi undagi tamg'ada ko'rsatiladi. Ko'p maqsadlarga mo'ljallangan rezistorlar uchun nominal qarshiliklarning 6 qatori mavjud: E6, E12, E24, E48, E96 va E192. Bundagi raqam shu qatordagi nominal qiymatlar sonini ko'rsatadi. Bu qiymatlar rezistor qarshiligi va nominalining yo'1 qo'yilgan og'ishiga

bog'liq. Pretsizion rezistorlar qarshiligining yo'l qo'yilgan og'ishi $\pm 2\%$ dan kam, umumiy ishlarga mo'ljallangan rezistorlarniki $\pm 5\%$; $\pm 10\%$; $\pm 20\%$, o'zgaruvchan rezistorlarniki $\pm 30\%$ gacha bo'ladi.

Nominal sochiluvchi quvvat (P_{NOM}). Bu kattalik rezistorning o'z parametrlarini belgilangan chegaralarda saqlangan holda muayyan ishlatish sharoitida uzluksiz elektr yuklamada uzoq vaqt sochib turishi mumkin bo'lgan maksimal quvvatni bildiradi.

P_{NOM} (W) qiymatlari 0,01; 0,025; 0,05; 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 5; 8; 10; 16; 25; 50; 75; 100; 160; 250; 500 qatoridan tanlanadi. Odatda, nominal sochilish quvvati qancha katta bo'lsa, rezistorlar o'lchami ham shuncha katta bo'ladi.

Chegaraviy ish kuchlanishi (U_{CHEG}). Rezistorning chiqish simlariga qo'yilgan elektr parametrlarini buzmaydigan maksimal yo'l qo'yilgan kuchlanish chegaraviy ish kuchlanishi deyiladi. Bu kattalik, odatda, normal ish sharoiti uchun berilgan bo'lib, rezistor uzunligi, spiralsimon kesim qadami, atrof-muhit temperaturasi va bosimiga bog'liq. Temperatura qanchalik yuqori va atmosfera bosimi qanchalik past bo'lsa, rezistorning issiqdan yoki elektrdan buzilish va ishdan chiqish ehtimoli shuncha katta bo'ladi.

Qarshilikning temperatura koeffitsiyenti (QTK). Bu parametr rezistor qarshiligining atrof-muhit temperaturasi 1°C ga o'zgarandagi nisbiy o'zgarishini ko'rsatadi va $1/^\circ\text{C}$ larda ifodalanadi:

$$QTK = \Delta R / (R_0 \Delta t),$$

bu yerda: ΔR — rezistor qarshiligi (Ω)ning ($^\circ\text{C}$) temperatura diapazonida absolut o'zgarishi; R_0 — rezistorning normal temperaturadagi qarshiligi (Ω); t — rezistorning chegaraviy ishlatish temperaturasi ($^\circ\text{C}$).

Shovqinlar. Rezistorlarga o'zgarmas yoki o'zgaruvchan kuchlanish berilganda ularda shovqin paydo bo'ladi. Bu shovqin rezistor kuchlanishining o'zgarmas holatiga qo'shiluvchi o'zgaruvchan tashkil etuvchidan iborat. Natijada signalning o'tishiga xalaqit beradi. Radio qabul qilgichlarning kirish zanjirlarida ishlatiladigan rezistorlar shovqinlari, ayniqsa, zararlidir. Chunki ular qabul qilinayotgan foydali signal bilan birgalikda kuchaytiriladi.

Rezistorlarning xususiy shovqini ikki xil: issiqlik va tok shovqini bo'ladi. Issiqlik shovqinlari elektronlarning tok o'tkazuvchi qatlamda tartibsiz harakati («Broun harakati») ta'sirida paydo bo'ladi. Bu hol rezistorlar qarshiligining tasodifiy mikroo'zgarishlariga olib keladi, natijada rezistor kuchlanishning o'zgaruvchan pulsatsiyasi

paydo boʻladi. Temperatura koʻtarilishi bilan issiqlik shovqinlari ortadi. Issiqlik shovqinlari barcha turdagi rezistorlarga xos boʻlsa-da, «tok» shovqinlariga nisbatan kamroq taʼsirga ega. Shuning uchun ular tok shovqinlari boʻlmagan simli rezistorlarda muhim rol oʻynaydi. Issiqlik shovqinlarining elektr harakatlantiruvchi kuchi (mkV) quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$E_{i.sh.} = \sqrt{4kTR\Delta f},$$

bu yerda: k — Bolsman doimiysi, $1,38 \cdot 10^{-23}$ J/grad. ga teng; T — temperatura ($^{\circ}\text{K}$); R — qarshilik (Ω); Δf — qoʻllanayotgan rezistorning chastotalar polosasi.

Tok shovqinlari uglerodli, metall qoplangan va kompozitsion rezistorlarda paydo boʻladi. Tok shovqinlari darajasi (mkV/V) tasodifiy tashkil etuvchi $E_{i.sh.}$ qiymatining rezistorga qoʻyilgan oʻzgarmas U kuchlanishga nisbati bilan belgilanadi: $D = E_{i.sh.} / U$.

Kompozitsion rezistorlar eng shovqinli hisoblanadi, shu sababli ular qabul qilish qurilmalarining kirish zanjirlarida kam ishlatiladi.

Rezistorlarning nochiziq xossalari. Rezistorning qarshiligi, shuningdek, uning ish rejimiga koʻra (qoʻyilgan kuchlanishi, oʻtalyotgan tok, oʻzgaruvchan maydonning qandayligi — uzluksiz yoki impuls tarzidaligi) oʻzgarishi mumkin. Bu hollarda qarshilikning oʻzgarishi kuchlanish yoki tok birligining foizlari hisobida, kuchlanish yoki tokka oʻtishda faqat foizlar hisobida, yoki uzluksiz ishlash tartibidan impuls tarzida ishlashga oʻtishda foizlar hisobida ifodalanadi va tegishli kuchlanish, yuklama koeffitsiyentlari yoki impuls yuklama koeffitsiyenti orqali ifodalanadi.

1.3. Umumiy maqsadlarda qoʻllaniladigan rezistorlar

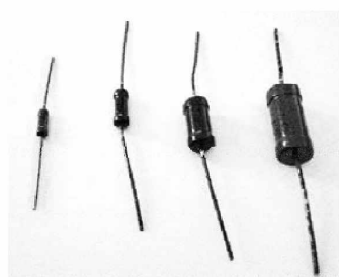
Umumiy maqsadlarda qoʻllaniladigan rezistorlar oʻrtacha aniqlikdagi (5—20 %) apparatlar elementlari sifatida ishlatiladi va qarshiligining nominal qiymatlari birlik Omlardan 10 M Ω gacha boʻlib, yuzlab volt oraligʻidagi ish kuchlanishiga, 0,125 dan 2 W gacha va undan yuqori nominal sochilish quvvatlari diapazoniga, oʻnlab megagersgacha boʻlgan chastota diapazoniga, $10^3 \cdot 1/^{\circ}\text{C}$ tartibidagi oʻrtacha QTK qiymatiga ega. Ularning qarshiligi ishlash (saqlash) muddati oxirida koʻpi bilan ± 10 % ga oʻzgaradi.

Shu guruhdagi rezistorlar keng miqyosda ishlatiladigan REAlarda, aniqligiga, barqarorligiga va yuqori chastotaligiga katta talablar qoʻyilmaydigan, maxsus ishga moʻljallangan apparatlarning elektr zanjirlarida ishlatiladi.

O'zgarmas rezistorlar. Sanoatda ishlab chiqariladigan juda ko'p turdagi rezistorlarning ko'pchiligi umumiy ishlarga mo'ljallangan o'zgarmas rezistorlardir. Ularning konstruksiyalarida tok o'tkazuvchi elementlarning deyarli barcha turlari ishlatiladi. Mikroelektron apparaturalarda ishlatiladigan rezistorlar kichik massa va o'lchamga ega bo'lishi lozimligidan katta nominal sochilish quvvatiga ega bo'lgan rezistorlar asta-sekin kamaymoqda va aksincha, millivatt quvvatlardagi rezistorlar paydo bo'lmoqda. Shuni nazarda tutib umumiy ishlarga mo'ljallangan, nominal quvvati 2 W dan katta bo'lmagan o'zgarmas rezistorlarni ko'rib chiqamiz. Shunday rezistorlardan ba'zilari 1.2-rasmda ko'rsatilgan.

Uglerodli rezistorlar radiotexnika va elektron apparatlarning o'zgarmas, o'zgaruvchan va impuls zanjirlari uchun mo'ljallangan bo'lib, keramik silindrsimon sterjenlarga gektanni termik bug'lantirish yo'li bilan tayyorlanadi va sirtqi rezistorlar turiga kiradi. Ularning sirtiga yashil rangli suv yuqtirmaydigan emal surkaladi va oddiy hamda tropik iqlimga moslashtirilgan holda ishlab chiqariladi. Ularning ko'pchiligi 100°C maksimal ishchi temperaturaga va yuklama ko'effitsiyenti, masalan, birga teng bo'lganda, 40°C ishchi temperaturaga ega bo'ladi; tropik iqlimga mo'ljallanganlari uchun bu temperaturalar, mos ravishda, 125 va 70°C ga teng bo'ladi.

Ushbu guruh rezistorlari chastotasi ancha yuqori, chunki ularda tok o'tkazuvchi qatlamning yupqaligi (mikrometrning yuzdan bir bo'laklari)dan rezba o'ramlarida kichik parazit sig'im yuzaga keladi. Bundan tashqari, ular kichik o'lchamli va barqarordirlar (ularda QTK o'rtacha va doimo manfiy). Metall pardali rezistorlar oddiy va tropik iqlimga mos holda ishlab chiqarilgan bo'lib,



1.2-rasm. Umumiy maqsadlarda qo'llaniladigan o'zgarmas rezistorlar.

issiqlikka va namlikka chidamli apparaturalarning o'zgarmas, o'zgaruvchan va impuls toklari zanjirlari uchun mo'ljallangan, yuqori mus-tahkamlikka ega va keng ko'lamda hamda maxsus maqsadlarda ishlatiluvchi REAlarda keng qo'llaniladi. Bu rezistorlar, narxlari nisbatan yuqori bo'lmagan holda, uglerodli va kompozitsion rezistorlarga qaraganda yaxshi elektr parametrlarga ega. Shu sababli ham ular keng qo'llaniladi.

Keramik sterjenlar metall pardali rezistorlar asosi bo'lib xizmat qiladi. Sterjenlarga termik bug'lantirish yo'li bilan maxsus qotishma, metallar hamda metall-dielektriklar oksidlaridan iborat yupqa parda (qalinligi mikrometning o'ndan bir bo'lagidan to birlik mikrometrgacha) qoplanadi. Rezistorlar aksial chiqish uchlari ega bo'lib, sirlari suv yuqtirmaydigan, odatda, qizil rangli emal bilan qoplangan.

MJIT, OMJIT, MTE va C2 guruhlar metall pardali rezistorlarning asosiy turlaridir. Metallashtirilgan MT va MTE rezistorlari MJIT va OMJIT rezistorlariga nisbatan issiqqa chidamli bo'lib, biroz cho'ziq shaklga ega. Metall-oksidli C2-6 rezistorlari +300 °C temperaturagacha bo'lgan sharoitda ishlay oladi, stannat (qalay qotishmasi) tolali C2-12 mikrorezistorlar gibril ISlarda ishlatiladi.

Uzunligi 3 va 6 mm, eni 0,45 mm va qalinligi 0,8 va 1 mm bo'lgan C3-3 kompozitsion tolali rezistorlar IMSlar asosiga o'rnatishda ishlatiladi.

C4 guruhdagi rezistorlar to'g'riburchakli shaklga ega. Hajmiy tok o'tkazuvchi qatlam shisha-emal yoki shisha-keramik qobiqqa presslangan bo'ladi (1.2-rasmga qarang). Bu rezistorlar nisbatan kichik massa va o'lchamga ega bo'lib, bosma platalarda yaxshi joylashadi. Uzunligi 13,5 dan 36,5 mm gacha, balandligi 4 dan 6 mm gacha va eni 2,2 dan 5 mm gacha bo'lgan C4-1 rezistorlari eng issiqbardosh (350°C gacha)dir.

Simli rezistorlar temperaturaga nisbatan yuqori barqarorlikka va termochidamlilikka ega. Bu rezistorlarning asosiy kamchiligi — qarshiliklari diapazonining cheklanganligi (bir necha yuz kΩ largacha) va bahosi nisbatan yuqoriligidir.

C5-35, C5-36, C5-37B rezistorlari yuqori sochilish quvvatiga (100 W gacha), katta massaga (300 g gacha) va o'lchamlarga ega bo'lib, kuch qurilmalari (masalan, to'g'rilagichlar)da ishlatiladi.

C5-31 (mikrotolali, mikrokichik) rezistorlari mikroelektron apparaturada, masalan, radio qabul traktlarida, hisoblash qurilmalarida qo'llaniladi va bevosita IMSlar asoslariga o'rnatiladi.

O'zgaruvchan rezistorlar. Radioeshittirish va televizion apparatlarda ovoz balandligini, tembrni, ravshanlikni, kontrastlikni, qatorlar va kadrlar chastotasini, televizion tasvir o'lchamlarini rostlagich sifatida va boshqa maqsadlarda umumiy ishlarga mo'ljallangan o'zgaruvchan rezistorlardan foydalaniladi. Bundan tashqari, bu rezistorlar ishlab chiqarish, tibbiyot va boshqa maxsus apparatlarda o'tayotgan tok yoki olinadigan kuchlanishga bog'liq

bo'lgan parametrlarni rostdash uchun xizmat qiladi. Barcha hollarda ular apparatlarni ishlatishda zarur bo'lgan rostlagich elementlar rolini bajarganligi sababli, ulardan foydalanishda qulay bo'lishlik, qarshilikning u yoki bu qonun (chiziqli, logarifmik, eksponensial) bo'yicha bir tekis o'zgarishi, ishonchli bo'lishi va tuzatish ishlarida tez almashtiriladigan bo'lishi talab etiladi. Umumiy ishlarga mo'ljallangan rostlovchi o'zgaruvchan rezistorlardan tashqari, ko'plab ishlab chiqarilgan radioapparatlarni sozlash va rostdash uchun moslanuvchi kichik o'lchamli rezistorlar qo'llaniladi. Bu rezistorlar, odatda, radioapparat korpusining ichiga o'rnatiladi va induktivlik sozlanib va rostlangandan so'ng rezistorlar o'qlarining holati nitroemal yordamida belgilab (cheklab) qo'yiladi. Shu yo'l bilan mexanik va boshqa ta'sirlar ostida qarshilik o'zgarishining oldi olinadi.

Kompozitsion simsiz o'zgaruvchan rezistorlar. Bu rezistorlar o'ziga xos tuzilishga ega. Biroq yakka yoki qo'shaloq konstruksiya, uzgichli va ekranli yoki ularsiz, chiqish uchlari radial yoki aksial, bikir yoki egiluvchan, o'qi yakka yoki qo'shaloq, o'qi qotirib qo'ygichli yoki qotirib qo'ygichsiz kabi qo'shimcha belgilarning xilma-xilligi bu rezistorlarning shakli, o'lchamlari va massasiga ko'ra xilma-xil bo'lgan ko'p sonli turlarining mavjudligiga sabab bo'ldi (1.3-rasm).



1.3-rasm. Umumiy maqsadlarda qo'llaniladigan o'zgaruvchan simsiz rezistorlar.

Kuchsiz va kuchli quvvatlarda ishlashga mo'ljallangan simli o'zgaruvchan rezistorlar REALarni ishlatish va moslashda rostlovchi va sozlovchi elementlar sifatida ishlatiladi.

1.4. Pretsizion rezistorlar

Yuqori aniqlik ($\pm 0.05 \div 5\%$) va barqarorlikka ($QTK \approx 10^{-4} 1/^\circ C$) ega bo'lgan rezistorlar pretsizion rezistorlar hisoblanadi. Ularning nominal qarshiligi 1Ω dan $1 M\Omega$ gacha, chegaraviy ishchi kuchlanishi bir necha yuz volt dan ortiq emas, nominal sochilish quvvati diapazoni — $0,05$ dan $2 W$ gacha, chastota diapazoni — bir necha megagerslargacha, ishlash muddatining oxiridagi qarshilik o'zgarishi — bir necha foizdir. Pretsizion rezistorlar aniq o'lchov apparaturasida va maxsus ishga mo'ljallangan apparaturaning zanjirlarida, shuningdek, qarshilik magazinlarining elementlari sifatida, bo'lgichlar va yuqori aniqlikdagi shuntlar zanjirlarida hamda turli datchiklar va sxemalar yuklamasi sifatida ishlatiladi.

Pretsizion rezistorlarning ba'zi turlari 1.4- va 1.5-rasmlarda tasvirlangan.



1.4-rasm. Pretsizion rezistorlar.



1.5-rasm. O'zgaruvchan (sozlanuvchan) pretsizion rezistorlar.

Pretsizion rezistorlar simli va simsiz bo'lishi mumkin. Ikkala holda ham ularning yuqori aniqlikda bo'lishini ta'minlash uchun berilgan nominal qarshilikda texnologik to'g'rilash ishlari bajariladi. Birinchi

holda o'ramda o'ramlar soni o'zgartiriladi, ikkinchi holda esa tok o'tkazuvchi element rostanadi (yustirovka qilinadi), masalan, karkasda qo'shimcha o'yiqlar o'yiladi. Pretsizion rezistorlarning yuqori barqarorligini ta'minlash uchun turli usullardan foydalaniladi.

Pretsizion rezistorlar sifatida ko'pincha simli rezistorlar ishlatiladi. Uning simi kichik musbat solishtirma qarshilik temperatura koeffitsiyentiga ega bo'lib, eskirish jarayonida o'z xossasini o'zgartirmaydi va atrof-muhit ta'siriga chidamlidir.

Narxining balandligi, o'lchamining kattaligi va ko'pincha cheklangan chastota diapazoniga ega bo'lishi simli rezistorlarning asosiy kamchiligi hisoblanadi. Biroq mikrometallurgiyaning rivojlanishi (shisha izolatsiyali mikrosimlarning olinishi) o'lchamlari pretsizion simsiz rezistorlarning o'lchamlariga yaqin va hatto ulardan ham kichik bo'lgan simli rezistorlar ishlab chiqishga imkon berdi. Qator konstruktiv choralar ko'rish (qarama-qarshi o'rash, qo'shni o'rash, metall karkaslar qo'llash) natijasida simli rezistorlarning parazit induktivligi va sig'imi lozim bo'lgan minimumga keltirilishi va shu yo'l bilan bu rezistorlarning megagers diapazonda ishlashi ta'minlanishi mumkin.

1.5. Yuqori chastota va o'ta yuqori chastotalarda ishlovchi rezistorlar

10 MHz dan yuqori bo'lgan radiochastotalarda o'z qarshiliklarini deyarli o'zgartirmaydigan rezistorlar yuqori chastotali rezistorlar hisoblanadi. Bunday rezistorlarning qarshiligi kichik (birlik Ω lardan bir necha yuz Ω gacha), aniqligi ± 520 % va barqarorligi o'rtacha ($QTK=5 \cdot 10^{-4} 1/^{\circ}C$) bo'ladi. Nominal sochilish quvvati 0,1–200 W oralig'ida, ishchi kuchlanishi bir necha yuz volt dan oshmaydi, qarshiligi esa, eskirish jarayonida 5–15 % dan ortiq o'zgarmaydi. Yuqori chastotali rezistorlar, odatda, apparatlarning yuqori va o'ta yuqori chastota yo'llarini konstruksiyalashda moslashtiruvchi yuklama sifatida, shuningdek, o'lchash, qabul qilish — uzatish va radiolokatsiya apparaturasida ishlatiladi.

Bu rezistorlarning asosiy xossasi yuqori chastotaligidir, bu xossa kesikning yo'qligi va emal qoplamasining bo'lmasligi hisobiga ta'minlanadi. Kesik bo'lmagani uchun rezistorda parazit sig'im yuzaga kelmaydi, shu sababdan uning qarshiligi chastotaga bog'liq bo'lmaydi. Chiqish simlarining yo'qligi parazit induktivlikni minimumga keltiradi. Bu ham rezistorlarning foydalanish chastota diapazonini kengaytiradi va nihoyat, emal qoplaminin bo'lmas-



1.6-rasm. Yuqori chastotali, yuqori omli, yuqori voltli maxsus rezistorlar.

ligi dielektrikning tok o'tkazuvchi qatlamga bo'lgan shuntlovchi ta'sirini kamaytiradi va O'YCH diapazonida cheklovchi omil bo'lgan sochiluvchi quvvatning rezistorlar sirtidan issiqlik tarqatishini yaxshilaydi. Yuqori chastotali rezistorlarning ba'zi bir turlari 1.6-rasmda keltirilgan.

O'YCH rezistorlari alohida guruhni tashkil etadi va 10 GHz gacha bo'lgan chastotalarda ishlay oladi. Bu rezistorlar -60 dan $+85$ gacha va hatto $+125$ °C gacha temperatura diapazonida, 7,5 dan 40 g gacha bo'lgan tebranishlar, 35 dan 150 g gacha bo'lgan zarbalarda, 666 dan $1.33 \cdot 10^{-4}$ Pa gacha bo'lgan past atmosfera bosimida ishlashga mo'ljallangan.

1.6. Yuqori omli va yuqori voltli rezistorlar

Yuqori omli rezistorlar boshqalardan nominal sochilish quvvatining past darajadali (o'nlab millivatt va undan kichik tartibda) bilan farq qiladi. Ularning qarshiligi bir necha megaomdan minglab gigaomgacha boradi. Bu rezistorlarning aniqligi $\pm (5-30) \%$, $QTK \approx 10^{-3} 1/^\circ C$, ishchi kuchlanishi bir necha yuz volt, ishlash muddati oxirida qarshilikning o'zgarishi 10–30 %. Yuqori megaomli rezistorlar o'lchash REAlarida (past chastotali ancha kuchsiz toklarni o'lchashda, nurlanish dozimetrlarida va b.) ishlatiladi.

Yuqori voltli rezistor o'nlab kilovolt tartibdagi chegaraviy ish kuchlanishiga, bir necha yuz kilomdan o'nlab gigaomgacha nominal qarshilikka, 10–20 % aniqlikka ega, $QTK \approx 10^{-3} 1/^\circ C$ va ishlash muddati oxirida qarshiligi 10–25 % ga o'zgarishi mumkin. Nominal sochilish quvvati bir necha o'n millivatt dan o'nlab vattgacha boradi. Bu rezistorlar uzatuvchi va boshqa REAlarning yuqori voltli zanjirlarida kuchlanish bo'lgichlar, kuchlanish yutgichlar va boshqalar sifatida ishlatiladi.

Maxsus ishlarga mo'ljallangan rezistorlarning ishlash prinsipi (1.6-rasm) qarshilikning qo'yilgan kuchlanishga (varistorlar), yorug'likka (fotorezistorlar), temperaturaga (termorezistorlar) yoki quvvatga (termistorlar) qarab o'zgarishiga asoslangan. Ular, odatda, o'lchagichlar, stabilizatorlar va turli xil signallarni elektr signallariga aylantirgichlar sifatida ishlatiladi va ulardan avtomatika hamda telemexanika apparaturalarida, shuningdek, o'lchov va indikator REAlarda foydalaniladi.

1.7. Integral mikrosxema rezistorlari

Yarimo'tkazgichli integral sxemalarning barcha elementlari (transistorlar, diodlar, rezistorlar va kondensatorlar) kremniy, galliy arsenidining *p-n* o'tishlari bazasida epitaksiya va diffuziya usuli bilan yaratiladi. Yarimo'tkazgichli sxemalar rezistorlari baza sohasida hosil qilinadi, ularning qarshiligi soha qarshiligi bilan belgilanadi va 25Ω dan bir necha kiloomlargacha bo'lgan oraliqda bo'ladi. Rezistorlarning texnologik aniqligi $\pm 30\%$ dan oshmaydi, $QTK=10^{-3} 1/^{\circ}C$.

Qalin pardali mikrosxema rezistorlarini litografiya usuli — keramik asos (22XC keramikasi) sirtiga maxsus trafaret orqali surtish va ularni kuydirish (qizigan keramika usuli) yo'li bilan olinadi.

Maxsus ishlarga mo'ljallangan yupqa pardali mikrosxemalar mikroelektron texnikada keng qo'llanilmoqda. Ular asosida yirik gibrid integral sxemalar yaratilmoqda. Buning sababi shundaki, yupqa pardali texnologiya elementlarning nominal qiymati chegaralarini kengaytirishga va yanada yuqori aniqlikka, barqarorlikka va ishonchlilikka erishishga imkon beradi.

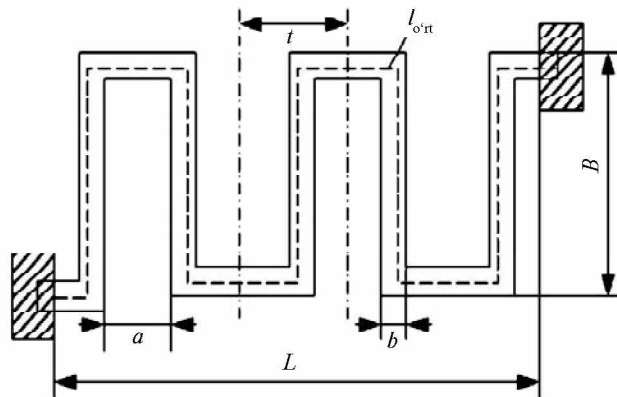
Rezistorlarning konfiguratsiyasi maskalarning rezistiv qatlami topologiyasi (joylashtirilishi va o'lchamlari bilan) orqali belgilanadi. Tok o'tkazuvchi moddalar maskadagi «darcha» orqali purkaladi. Bunda vakuumda termik bug'lantirishdan yoki katod changlatishdan foydalaniladi. Changlatish jarayoni maxsus vakuum qu-rilmalarida o'tkaziladi.

Maskalar metallardan qilingan va fotorezistiv bo'lishi mumkin. Fotorezistiv maskalar ajratish qobiliyati mikrometrlarni tashkil etadigan fotolitografiya usuli bilan olinadi. Biroq texnologik va aniqlik nuqtayi nazaridan maskadagi «darcha»ning minimal yo'l qo'yilgan eni 50—100 mkm ga teng qilib olinadi. Rezistorlarga purkash uchun MJIT-3M qotishmasi, tantal, kermetlar va silitsidlardan foydalaniladi.

Purkaladigan materialning asosiy parametri — uning sirt kvadratining qarshiligi $\rho_{\epsilon} = \rho_v / d$ hisoblanadi. Bu yerda: ρ_v — solish tirma hajmiy qarshilik ($\Omega \cdot \text{sm}^3$); d — purkab o'tkaziladigan parda qalinligi (sm).

Yupqa pardali rezistorlarni hisoblashda QTK va solishtirma sochilish quvvati P_0 ham muhim parametr hisoblanadi.

Yupqa pardali rezistorlar tasma yoki meandr shaklida (1.7-rasm) bo'lishi mumkin va yarimo'tkazgichlarga nisbatan qator afzalliklarga ega: ular barqarorroq ($\pm 10^{-4} 1/^{\circ}\text{C}$), juda aniq ishlaydi ($\pm 5\%$ gacha) va nominal qarshilik diapazoni 100 k Ω gacha bo'lib, odatda, 50 Ω -50 k Ω oraliqda chegaralangan.



1.7-rasm. «Meandr» turidagi yupqa pardali rezistor geometriyasi:

l_{ort} va b — rezistorning o'rtacha uzunligi va kengligi; t , a , L va B — meandrning qadami, zvenolari orasidagi masofa, uzunligi va kengligi.

NAZORAT SAVOLLARI

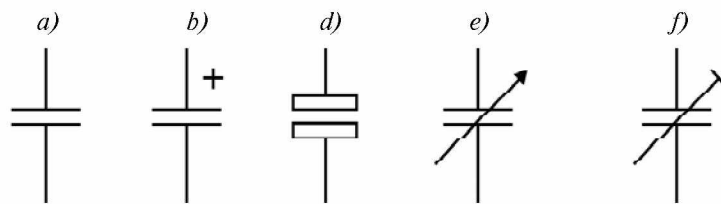
1. Rezistorlarning ta'rifini aytib bering va ularning odatdagi tuzilishlarini tushuntiring.
2. Rezistorlar qanday asosiy xususiyatlar va parametrlar bilan xarakterlanadi?
3. Umumiy ishlarga mo'ljallangan o'zgarmas va o'zgaruvchan rezistorlarning qanday turlarini bilasiz?
4. Pretsizion rezistorlarning qanday turlari, o'ziga xos tuzilishlari va tayyorlash texnologiyalarini bilasiz?
5. Yuqori chastotali, yuqori Ω li va yuqori voltli rezistorlarning qanday turlarini va tuzilishlarini bilasiz?
6. Integral mikrosxemalarni tayyorlashda material va texnologiya qanday tanlanadi?

II bob. KONDENSATORLAR

2.1. Tasnifi va konstruksiyalari

Kondensatorlarning ishlash prinsipi qoplamlariga potensiallar farqi berilganda ularda elektr zaryad to'planish xususiyatiga asoslanadi.

Vazifasiga ko'ra kondensatorlar konturli, blokirovka qiluvchi, ajratuvchi, filtrli, termokompensatsiyalovchi va sozlovchi; sig'ining o'zgarishi xarakteriga qarab esa o'zgarmas, o'zgaruvchan va yarimo'zgaruvchan bo'ladi (2.1-rasm).



2.1-rasm. Kondensatorlarning elektr sxemalarda shartli belgilanishi: o'zgarmas (a), qutbli (b), qutbsiz (d), o'zgaruvchan (e) va sozlovchi (f).

Dielektrik materialiga ko'ra kondensatorlar uch turga bo'linadi: gazsimon, suyuq va qattiq dielektrikli. Birinchi turga o'zgaruvchan va yarimo'zgaruvchan havo kondensatorlari va gaz to'ldirilgan o'zgarmas kondensatorlar, ikkinchi turga esa, radioapparatlarda cheklangan holda ishlatiluvchi moy to'ldirilgan va sintetik suyuqlikli kondensatorlar kiradi.

Kondensatorlar dielektriklarining materiali ularning elektrik, konstruktiv va texnologik ko'rsatkichlari yuqori bo'lishini ta'minlashi kerak (nominal sig'imlarining keng diapazoni, shuningdek chastota va temperatura jihatdan qo'llanish sohalari, elektrga chidamlilik, massasi va o'lchami kichik bo'lishi, yuqori ishonchliligi, tayyorlashda avtomatlashtirish imkoniyati va ommaviy ishlab chiqarishda narxining past bo'lishi). Sludali, shishali va shisha-keramik

kondensatorlar ishonchsizroq va ularni tayyorlashni avtomatlash-tirish deyarli mumkin emas, qog'ozli va metall-qog'ozlilari pardaliga qaraganda pastroq chastotali bo'lib, o'lchami va massasi elektrolitik va oksid-yarimo'tkazgichlilikka qaraganda katta. Shuning uchun hozirgi zamon ishlab chiqarishida, asosan, keramik pardali, elektrolitik va oksid-yarimo'tkazgichli kondensatorlar tayyorlanadi.

2.2. Kondensatorlarning asosiy parametrlari

Barcha turdagi kondensatorlarning asosiy parametrlari — nominal sig'im, aniqlik sinfi, sig'imning temperatura koeffitsiyenti, nominal ishchi kuchlanish, izolatsiya qarshiligi, chastota xarakteristikalarini, o'zgaruvchan va yarimo'zgaruvchan kondensatorlar uchun esa, bundan tashqari, sig'imning aylanish burchagiga ko'ra o'zgarish qonuni va uning diapazonidan iborat.

Kondensatorning sig'imi (C) umumiy holda quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$C=Q \cdot U,$$

bu yerda: Q — qoplamlarda yig'ilgan elektr zaryadi (Kl); U — qoplamlardagi kuchlanish (V).

Yassi elektrodli kondensatorlar sig'imi (pF) $C=0,0884 (\varepsilon S/d)$, bu yerda: ε — dielektrikning nisbiy dielektrik singdiruvchanligi; S — qoplamlar yuzasi (sm^2); d — dielektrikning qalinligi (sm).

Naychasimon kondensatorlar sig'imi (pF) quyidagicha ifodalanadi:

$$C=0,241 \cdot \frac{\varepsilon l}{\lg \frac{D_2}{D_1}},$$

bu yerda: l — qoplamlarning silindr yasovchisi bo'yicha uzunligi, sm; D_1 va D_2 — naychani tashqi va ichki diametri (sm).

Naychani qalinligi $\Delta=D_1-D_2$ bo'lsa, u holda,

$$C=0,241 \cdot \frac{\varepsilon l}{\lg \left(1 - \frac{\Delta}{D_1}\right)}.$$

Rulon ko'rinishidagi kondensatorlar sig'imi (pF):

$$C=0,1768 \cdot \frac{\varepsilon b l}{d},$$

bu yerda: b va l — tasмага surtilgan qoplamaning eni va uzunligi (sm).

Hajmiy — g'ovak anodli kondensatorlarning sig'imini yassi elektrodli kondensatorlar sig'imi kabi hisoblash mumkin. Bunda qoplama yuzasi (S) deb, yassi silindr sirti yuzasidan 40–50 marta katta bo'lgan g'ovak anodning to'la samarali maydoni tushuniladi, dielektrikning qalinligi d uchun esa, oksidlangan yupqa tantal pardasining qalinligi olinadi. Kondensator sifatining muhim xarakteristikalaridan biri solishtirma sig'im (kondensatorning hajmiga nisbatan olingan sig'im pF/sm³) $C_{\text{sol}}=C/v$ hisoblanadi.

Kichik o'lchamli yoki jaji kondensatorlar yuqori solishtirma sig'imga ega bo'lsalar-da, ularning nominal ish kuchlanishlari, odatda, nisbatan past bo'ladi. Qog'ozli va elektrolitik kondensatorlarning solishtirma sig'implari eng yuqori bo'lib, sig'implarini dielektrik qalinligini kamaytirib (qog'ozlilariniki 5 mkm gacha, elektrolitiklariniki esa mkm ning yuzdan bir bo'laklarigacha) va o'rashda qoplama yuzasini kattalashtirib yanada oshirish mumkin.

Kondensatorlar ko'pchilik guruhining asosiy aniqlik darajasi uchun nominal sig'implar qatori mavjud: I sinf ($\pm 5\%$) — E24 qatori; II sinf ($\pm 10\%$) — E12 qatori; III sinf ($\pm 20\%$) — E6 qatori (harfdan keyingi raqam) sig'im qiymatlari gradatsiyasi (izchilligi) sonini ko'rsatadi. Bu qiymatlar 10^n ga ko'paytirilishi mumkin, bu yerda: n — butun musbat yoki manfiy son.

Elektrolitik kondensatorlarning nominal sig'implari 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 30; 50; 100; 200; 300; 500; 1000; 2000; 5000 qatoridan tanlanadi. To'g'ri burchakli korpuslardagi qog'oz va yupqa dielektrik pardali kondensatorlarning nominal sig'imi (0,1 mkF va undan yuqori) quyidagi qiymatlar qatoriga ega: 0,1; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 6; 8; 10; 20; 40; 60; 80; 200; 400; 600; 800; 1000.

Blokirovka qiluvchi va ajratuvchi kondensatorlarni, odatda, I va II sinflar bo'yicha konturga oidlarini 1,0 ($\pm 2\%$), 0,5 ($\pm 1\%$) va hatto yuqori daraja ($\pm 0,5\%$) bo'yicha tanlanadi, filtrlovchilari esa 50 dan 80 % gacha bo'lgan parametr tarqoqligiga ega.

Kondensatorlar sig'imining temperatura koeffitsiyenti (STK). Bu parametr kondensatorning temperatura, eskirish, namlik, fon nurlanishi va boshqalar kabi barqarorlikni buzuvchi omillar ta'sirida o'zgarishi bilan belgilanadi. Temperatura eng katta ta'sir ko'rsatadi. Uning sig'imi katta bo'lmagan kondensatorlarning sig'imiga ta'siri sig'imning temperatura koeffitsiyenti ($1/^\circ\text{C}$) bilan baholanadi:

$$STK = \Delta C / (C_0 \Delta t),$$

bu yerda: C_0 — kondensatorning normal temperaturadagi sig‘imi (pF); ΔC — sig‘imning temperatura Δt ga o‘zgargandagi chetlanishi ($^{\circ}\text{C}$).

Ko‘pchilik kondensatorlar uchun temperaturaning ishchi diapazonlarida STKning o‘zgarishligi kuzatiladi, ya‘ni sig‘imning temperaturaga bog‘liqligi chiziqli qonunga yaqin ekan. Bu hol, ayniqsa, yuqori chastotali keramik kondensatorlarga xosdir. Ularda STK harf (P—plus, M—minus, MP0—nol) va STKning $10^{-6} \cdot 1/^{\circ}\text{C}$ ga ko‘paytirilgan qiymatini ko‘rsatuvchi raqamlar bilan belgilanadi.

Katta sig‘imli past chastotali kondensatorlar (qog‘oz, yupqa parda, elektrolit va oksid-yarimo‘tkazgichli) sig‘imining temperaturaga qarab o‘zgarish qonuni, odatda, nochiziqlidir. Shuning uchun bu kondensatorlarning temperatura oxirgi qiymatlaridagi sig‘imining chegaraviy chetlanishlari bilan foizlarda baholanuvchi temperatura barqarorligi yuqori chastotali kondensatorlarnikiga qaraganda ancha pastdir.

Kondensatorlarning elektrga chidamliligi nominal va sinov kuchlanishi, shuningdek, haddan tashqari kuchlanish bilan tavsiflanadi. Kondensator texnik hujjatlarda ko‘rsatilgan sharoitda, minimal ishlash muddatida mumkin bo‘lgan maksimal kuchlanish nominal kuchlanish hisoblanadi. Sinov kuchlanishi nominaldan yuqori bo‘lib, kondensatorning elektrga chidamliligini tekshirishga xizmat qiladi. Haddan tashqari kuchlanish ham nominaldan katta kondensatorning chiqish simlariga qisqa muddatga berilishi mumkin.

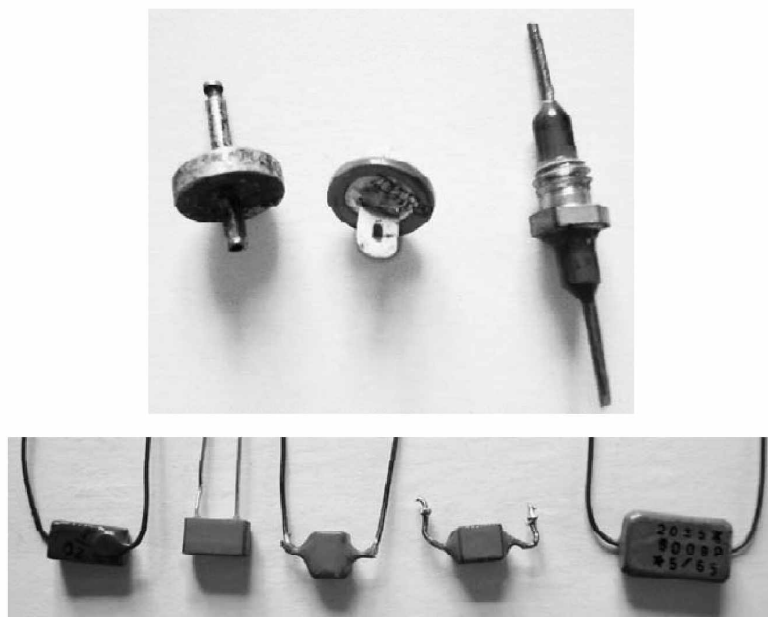
Kondensatorlar izolatsiyasining qarshiligi adsorbsiya toki va namlikning sirdagi dissotsiatsiyasi oqibatida paydo bo‘ladigan sizzilish toklari bilan belgilanadi. Izolatsiya qarshiligi temperatura va atrof-muhitning namligiga bog‘liq. Shuning uchun kondensatorning barqaror ishlashini hamda izolatsiya qarshiligini oshirish uchun kondensatorlar germetik qilib ishlanadi. Keramik, sludali va yupqa pardali kondensatorlarning izolatsiya qarshiligi 10^4 — 10^5 M Ω , qog‘ozli va metall-qog‘ozlilarniki 10^7 — 10^8 M Ω ni tashkil etadi. Elektrolitik kondensatorlarda sizzilish toklari ancha yuqori (milliamperning ulushi) bo‘ladi.

Kondensatorlarning chastotaviy xossalari parazit induktivlik va aktiv sarflanishlar bilan tavsiflanadi. Ko‘pgina kondensatorlarning parazit induktivligi chiqish uchlari konstruksiyasiga, shuningdek, rulon ko‘rinishidagi kondensatorlar qoplamalari orasidagi o‘zaro induksiyaga bog‘liq. Uchlar qanchalik yo‘g‘on va kalta bo‘lsa, parazit induktivlik shunchalik kam bo‘ladi.

2.3. O'zgarmas sig'imli yuqori chastotali kondensatorlar

Yuqori chastotali kondensatorlar (keramik, sludali, shisha-emal, shisha-keramika va shisha) kichik parazit induktivlikka ega va ularda dielektrikdagi sarflanishlar ancha kam, barqarorligi (10^{-5} $1/^{\circ}\text{C}$) va aniqligi ($\pm 2\%$ gacha) yuqori bo'lib, yetarlicha temperaturabardosh, kichik o'lcham va massaga ega.

Yuqori chastotali kondensatorlar o'ta yuqori, yuqori va oraliq chastota generatorlari va kuchaytirgichlari sxemalarida ishlatiladi. Yuqori chastotali kondensatorlarning eng aniqlari va barqarorlari yuqori chastota zanjirlarining konturularida, qolganlari esa ajratuvchi, filtrlovchi va termokompensatsiyalovchi kondensatorlar sifatida ishlatiladi. Yuqori chastotali kondensatorlarning nominal sig'imi bir birlikdan yuzlab pikofaradni tashkil etadi, ba'zilariniki 1 mkF gacha borishi mumkin, shuning uchun ular yuqori va past chastotalar bo'yicha ajratuvchi, hatto filtrlovchilar sifatida ishlatiladi (masalan, KM, KЛГ, KЛС). Ba'zi yuqori chastotali kondensatorlarning tuzilishlari 2.2-rasmda keltirilgan.



2.2-rasm. Yuqori chastotali kondensatorlar.

Keramik quyma germetiklangan va seksiyalarga bo'lingan KJIF va KJIC kondensatorlar katta nominal sig'imga va nisbatan kichik o'lchamga ($4 \times 5 \times (4 \div 10)$ mm) ega. Termobarqaror keramikadan ishlanuvchi kondensatorlar, odatda, kichik sig'imga va yuqori aniqlikka ($\pm 2\%$; $+5\%$), segnetokeramikadan tayyorlanganlari esa, barqarorligi va aniqligi past bo'lsa-da (-20 dan $+80\%$ gacha), eng katta sig'imga ega bo'ladi.

Disksimon keramik kondensatorlar (KJY va KJO) apparaturaning yuqori chastotali zanjirida kontur, ajratuvchi va filtrlovchi (tayanch) kondensatorlar sifatida ishlatiladi.

Keramik, naychasimon kondensatorlar (KT, KT-1E va KT-2E) yuqori aniqlik, barqarorlik va ishonchlilikka ega bo'lib, ko'pincha konturlarda ishlatiladi, o'lchami $(3,5 \div 7) \times (10 \div 50)$ mm va chiqish uchlari — radial, egiluvchan simga ega.

Keramik naychasimon o'tish (KTII) va tayanch (KO) kondensatorlari 750 V gacha bo'lgan kuchlanishda filtrlovchi sifatida ishlatiladi, apparatura shassisiga metall rezbali gardish yordamida burab o'rnatiladi. Keramik yuqori voltli impulsli kondensatorlar 5 dan 15 kV gacha bo'lgan kuchlanish zanjirlarida, televizion qabul qilgichlarning yuqori voltli to'g'rilagichlarida qo'llaniladi.

Keramik jajji kondensatorlar (K10) dan mikrosxemalar va mikroyig'ilmalarning komponentlari sifatida foydalaniladi.

Sludali presslangan kondensatorlar (KCOT va K31Y-3E) turlicha bo'lib, o'lchamlari, massalari, chiqish uchlari (simli, tasmali, rezbali) bilan farq qiladi va yuqori chastota zanjirlarida konturga oid va ajratuvchi sifatida ishlatiladi. Bu kondensatorlar barqarorligiga ko'ra to'rt guruhga bo'linadi, korpusda A, Б, B va Г harflari bilan belgilanadi. Г guruhdagi kondensatorlar (metall qoplamali) eng barqaroridir, chunki STK, asosan, folganing emas, balki dielektrik (sluda)ning termik kengayish koeffitsiyenti bilan belgilanadi.

Kondensatorlarga serezin shimdiriladi va termoreaktiv plastmassa bilan presslanadi.

Shisha kondensatorlar (K21-7) yuqori chastota, shuningdek, impuls qurilmalarida ishlashga mo'ljallangan bo'lib, tropik sharoitga moslab ishlab chiqariladi va bosma platalarga o'rnatiladi.

Shisha-keramika kondensatorlar (K22-4) germetiklangan mikrosxemalarda ishlatiladi.

2.4. O'zgarmas sig'imli past chastotali kondensatorlar

Past chastotali o'zgarmas, pulslanuvchi va o'zgaruvchan tok zanjirlarida filtrlovchi, blokirovka qiluvchi va ajratuvchi kondensatorlar sifatida katta nominal sig'imli kondensatorlar ishlatiladi. Qog'ozli, metall-qog'ozli, yupqa pardali va ayniqsa, elektrolitik, shuningdek, oksid-yarimo'tkazgichli kondensatorlar shunday kondensatorlar hisoblanadi.

Qog'ozli, metall-qog'ozli va yupqa pardali kondensatorlar, ko'pincha, ajratuvchi va blokirovka qiluvchi sifatida, kichik sig'imli yupqa pardalilari konturlarda, katta sig'imli qog'ozlilari esa past chastotali filtrlarda ishlatiladi.

Qog'ozli, metall-qog'ozli va yupqa pardali kondensatorlardan ba'zilarining tuzilishi 2.3-rasmda keltirilgan.

Qog'ozli kondensatorlar dielektrikning qalinligi kichik bo'lganligidan (5 mkm gacha) yuqori solishtirma sig'imga ega, yetarlicha temperaturabardosh va arzon narxda ishlab chiqariladi.

Metall-qog'ozli kondensatorlar yana ham yuqori solishtirma sig'imga ega, chunki ular juda yupqa (1 mkm) aksial chiqish uchlari ega va bir yog'i yassilangan. Korpus diametri 5÷13 mm, uzunligi 14÷36 mm.

K72-9 kondensatorlari (ftoroplastli) termobardosh, zarbga chidamli. Ular aksial chiqish uchlari bo'lgan silindrik korpusda ishlab chiqariladi.

Ftoroplastli kondensatorlar ichida termobardosh ΦT (+200°C gacha) kondensatorini ko'rsatib o'tish kerak. Ular nominal sig'imi va ish kuchlanishiga qarab uch xil korpusga ega. Biroq o'lcham-



2.3-rasm. Qog'ozli, metall-qog'ozli va yupqa pardali kondensatorlar.

larining ancha kattaligi sababli ular mikroelektron apparaturalar uchun yaroqsizdir. 200 dan 500 V gacha bo'lgan kuchlanish o'zgarimas tok zanjirida dozimetrik kondensator sifatida qo'llaniladigan ftoroplastli kondensatorlar (K72-1, K72-4, K72-8 va ФБ-1) alohida guruhni tashkil etadi. Ularning sig'imi 5000 pF dan oshmaydi, massasi esa 7,5 g.

K73-18 kondensatorlari (o'tishga oid, zichlangan, polietilen-tereflatli) tuzilishiga ko'ra K73-22 larga o'xshash, 30 V kuchlanishda 0,15 dan 1000 MHz gacha bo'lgan diapazonda radioxalqlatlarni yo'qotishga mo'ljallangan, nominal sig'imi 0,27 mkF, massasi 5,5 g dan ortiq emas.

K75 guruhidagi (kombinatsiyalangan) kondensatorlar yuqori ish kuchlanishi (50 kV gacha), katta nominal sig'imi (10 mkF gacha) va massasi (6 kg gacha) bilan xarakterlanadi. Bularning ichida K75-24 («a» varianti) kondensatorlari massa va o'lchamlariga ko'ra eng kichiklari hisoblanadi: diametri 8÷24 mm, korpus uzunligi 36÷52 mm, massasi 7,5÷70 g bo'lib, nominal sig'imi 2,2 mkF dan katta emas.

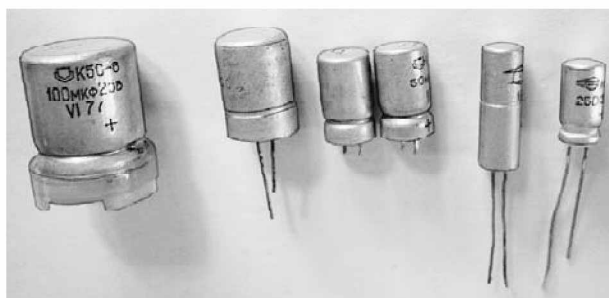
K77-1 kondensatorlari (yarimkarbonatli) juda yuqori solishtirma va temperatura barqarorlikka ega.

Pardali kondensatorlarda sig'imning temperatura koeffitsiyenti $+1500 \cdot 10^{-6} 1/^{\circ}\text{C}$ dan oshmaydi.

Elektrolitik va oksid-yarimo'tkazgichli kondensatorlar katta solishtirma sig'im va energiyaga ega. Ularning kamchiligi parametrlarining barqaror emasligi, sig'imining past temperaturalarga bog'liqligi, chastotalar diapazoni cheklanganligi (o'zgarimas va pulslanuvchi past chastota toklar), ba'zi bir turlarining qutbliligi (kondensatorning faqat ma'lum bir kuchlanish fazasida ishlay olishi)dan iborat. Shuning uchun ular filtrlovchi, ba'zida blokirovka qiluvchi sifatida ishlatiladi va dielektrikning materialiga qarab elektrolitik aluminiyli, tantalli, niobiyli va oksid-yarimo'tkazgichli bo'lishi mumkin. Elektrolitik kondensatorlarda elektrolitlar sifatida kislota va ishqorlarning konsratsiyalangan aralashmalari ishlatiladi. Oksid-yarimo'tkazgichli kondensatorlarda elektrolit o'rniga qattiq holdagi yarimo'tkazgich — marganes oksidi MnO_2 ishlatiladi.

Elektrolitik va oksid-yarimo'tkazgichli kondensatorlarning tuzilishi 2.4-rasmda keltirilgan.

K50-15 (elektrolitik aluminiyli) kondensatorlar temperaturabardosh yuqori ishonchlilikka, mexanik yuklanishga bardosh-



2.4-rasm. Elektrolitik va oksid-yarimoʻtkazgichli kondensatorlar.

lilik, uzoq muddat ishlash xususiyatiga va elektr xarakteristikalarining barqarorligiga ega. Ular normal va tropik iqlim sharoitiga moslab ishlab chiqariladi.

K50-29 kondensatorlari (elektrolitik aluminiyli) nominal sigʻimlar va ishchi kuchlanishning keng diapazoniga ega.

K50-31 kondensatorlar nisbatan kichik sigʻimli boʻladi.

Oksid-oʻtkazgichli niobiyli va tantalli kondensatorlar elektrolitik kondensatorlarga nisbatan katta boʻlmagan hajm va massaga ega, chunki ularda elektrolit oʻrnida oksid-yarimoʻtkazgichning yupqa pardasi ishlatiladi, shunga koʻra ularning nominal kuchlanishi ham pasayadi.

K53-15, K53-16 va K53-17 kondensatorlari gibril integral sxemalarning osma korpussiz komponentlari sifatida ishlatiladi, nisbatan katta boʻlmagan nominal sigʻimga va ishchi kuchlanishga ega, lekin mexanik yuklanishlarga ancha bardoshli va massasi kichik, chiqish simi yoʻqligi sababli ularni bevosita mikroyigʻilmaning kontakt yuzachasiga qalaylash yoki payvandlash mumkin.

2.5. Oʻzgaruvchan sigʻimli kondensatorlar

Radio qabul qilgich yoki radiouzatgich ish chastotasini qayta oʻzgartirish uchun tebranish konturining induktivligi yoki sigʻimi oʻzgartiriladi. Yer yuzasidagi qurilmalarda, koʻpincha, konturning sigʻimi oʻzgartiriladi. Buning uchun oʻzgaruvchan sigʻimli kondensatorlardan foydalaniladi. Rotor plastinalarining statorga nisbatan burilish burchagiga qarab ular orasidagi sigʻimning amaldagi qiymati oʻzgaradi. Bunda oʻzgaradigan kattalik plastina maydoni hisoblanadi, tirqish va dielektrik doimiysi esa oʻzgarmay qoladi.

Keng eshittirish chastotalar diapazonida to'g'ri chastotali, to'g'ri sig'imli, to'g'ri to'liqlik, hajmiy logarifmik va chastota logarifmik kondensatorlar ishlatiladi. Ularda rotorning burilish burchagiga mutanosib holda, mos ravishda, chastota, sig'im, to'liqlik uzunligi yoki logarifmik qonunga ko'ra sig'im va chastota o'zgaradi.

O'zgaruvchan sig'imli kondensatorlar tuzilishining asosiy parametri plastinalar orasidagi tirqishdir. U kondensatorlarning elektrga nisbatan chidamliligi, barqarorligi, o'lchamlarga nisbatan qo'yiladigan shartlar va texnologiya imkoniyatlariga qarab tanlanadi. Kondensatorlarda uzatuvchi qurilmalar millimetrning o'ndan bir ulushiga qadar va undan kichik bo'lishi kerak. Bunda impulsda elektr chidamlilik va generatsiya qilinadigan chastotalarning yuqori barqarorligi ta'minlanadi, biroq o'lchamlar keskin kattalashib ketadi. Generatsiya chastotasi qanchalik yuqori bo'lsa, plastina shuncha kam kerak bo'ladi. Shuning uchun o'zgaruvchan sig'imli kondensatorlar qisqa to'liqlik va o'ta qisqa to'liqlik uzatgichlarida nisbatan ma'qul o'lchamlarga ega.

Radio qabul qilish qurilmalaridagi o'zgaruvchan kondensatorlar tirqishi, asosan, kichik o'lchamlar olish sharti va barqarorlikka bo'lgan talab asosida tanlanadi. Talab etiladigan barqarorlik qanchalik yuqori bo'lsa, tirqish va kondensatorning o'lchami shunchalik katta bo'ladi. Chastotani avtomatik moslovchi bo'lgan qabul qilish qurilmalarida kichik o'lchamli kondensatorlar ishlatish muhimdir. Ikkinchi va uchinchi sinf qabul qilgichlariga ham shunday talab qo'yiladi. Biroq texnologiyaning imkoniyatlari ruxsat etilgan minimal tirqishni 0,15—0,2 mm qilib cheklaydi. Odatda, tirqish 0,5—1 mm ga teng qilib olinadi.

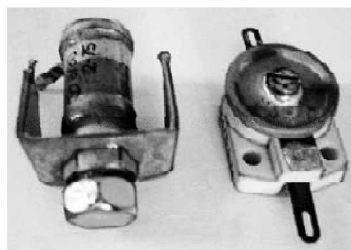
2.6. Yarimo'zgaruvchan kondensatorlar

Yarimo'zgaruvchan kondensatorlar radioqurilma chastotasini ishlatish jarayonida moslash yoki ishlab chiqarishda sozlashga mo'ljallangan. Bu kondensatorlarning sig'imi qayd etilgan holatda o'zgarishsiz bo'lishi kerak.

Yarimo'zgaruvchan kondensatorlarning tuzilishi 2.5-rasmda keltirilgan.

Yarimo'zgaruvchan kondensatorlar havoli va keramikali bo'ladi.

Yarimo'zgaruvchan havoli kondensatorlar tuzilishi jihatidan taxminan havoli kondensatorlarga o'xshash, biroq ular plastinalarining tirqishlari kichik, soni esa kam bo'ladi.



2.5-rasm. Yarimo‘zgaruvchan (sozlanuvchan) kondensatorlar.

KPIBM (kichik o‘lchamli) kondensatorlar korpussizdir. Stator plastmassa plataga o‘rnatilgan. Rotorning o‘rnini qayd etish qotirib qo‘yish gaykasi yordamida bajariladi. KPIBM kondensatorlari uch xil variantda ishlab chiqariladi: 1. KPIBM (to‘g‘ri sig‘imli, odatdagicha, burilish burchagi 180°); 2. KPIBM (to‘g‘ri sig‘imli, «kapalak» turi, burilish burchagi 90° li); 3. KPIBM («differensial»).

Maxsus kondensatorlar — varikondlar va varikaplardir.

Varikondlar sig‘imi temperaturaga keskin nochiziq bog‘langan segnet keramik kondensatorlardan iborat. Ular elektr zanjirlari, masalan, chastota kuchaytirgichlarning parametrlarini boshqarishda ishlatiladi.

Varikaplarda o‘zgaruvchan modullovchi kuchlanish berilganda va o‘zgarmas berkituvchi kuchlanishda (taxminan 4 V) $p-n$ o‘tish bazasi kichik sig‘imli (bir necha o‘n pikofaradli) kondensatorlarga o‘xshaydi. Uning sig‘imi modullovchi kuchlanish amplitudasi voltning o‘ndan bir ulushlaricha o‘zgarganda bir necha pikofaradga o‘zgarishi mumkin. Varikaplar ultraqisqa to‘lqin diapazonida chastotali modulatsiyalash uchun, shuningdek, avtosozlash uchun ishlatiladi.

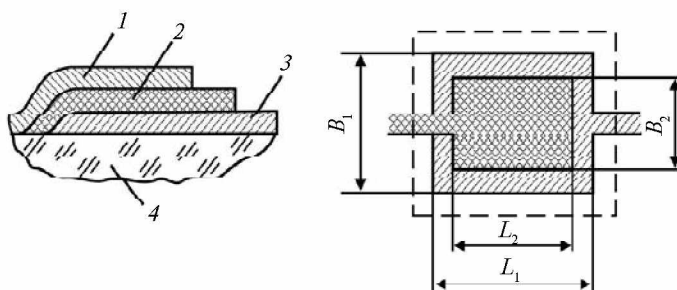
2.7. Integral mikrosxemalar kondensatorlari

Yarimo‘tkazgichli IMS monokristalida kondensatorlar hosil qilish uchun $p-n$ o‘tishlar sig‘imidan foydalaniladi. Ammo bunday kondensatorlar sig‘imlari cheklangan diapazonga (20—200 pF), past temperatura barqarorlikka (10^{-3} 1/°C) va parametrlarning texnologik tarqoqligiga (± 30 %) ega.

IMS larning yupqa pardali kondensatori (2.6-rasm) bundan yuqoriroq xossalarga ega: sig‘imlari diapazoni 1 dan 10000 pF gacha bo‘lgan oraliqda yotadi, temperatura barqarorligi $\pm 2,10^{-4}$ 1/°C ni tashkil etadi, parametrlarning texnologik tarqoqligi 10 % ga teng. Bunday kondensatorlar dielektrik ko‘rinishdagi uch qatlamli strukturadan va unga purkash yo‘li bilan kichik Ω li metall qoplangan ikkita yupqa pardali qoplamadan iborat.

Qoplamalar sifatida ko‘pincha aluminiy ishlatiladi. Chunki boshqa metallar (masalan, oltin)ga nisbatan uning atomlari sust-roq harakatlanadi. Bu hol metallning yupqa dielektrik qatlami orqali diffuziyasi hisobiga yuz beruvchi qoplamalar orasidagi qisqa tutashuvlar sonini kamaytiradi. Bundan tashqari, aluminiy nisbatan texnologiyabop va arzonidir.

Yupqa pardali kondensatorning dielektrigi sifatida olinadigan materialning elektrga nisbatan chidamliligi yuqori va sarfi kam bo‘lishi kerak. Bundan tashqari, u yuqori adgeziya va iloji boricha katta dielektrik singdiruvchanlikka ega bo‘lishi lozim.



2.6-rasm. Yupqa pardali kondensatorlar:

1, 3 — yuqori va pastki qoplamalar; 2 — dielektrik; 4 — asos.

? NAZORAT SAVOLLARI

1. Kondensatorlar qanday tasniflanadi va ularning qanday o‘ziga xos konstruksiyalarini bilasiz?
2. Kondensatorlar qanday asosiy parametrlar bilan xarakterlanadi?
3. Yuqori chastotali keramik kondensatorlarning qaysi asosiy turlarini bilasiz?
4. Qog‘ozli va yupqa pardali kondensatorlar elektrga oid xarakteristikalarini, konstruksiyalarini va qo‘llanilish sohaslariga qarab bir-biridan qanday farq qiladi?
5. Elektrolitik kondensatorlarning konstruksiyalarini, asosiy turlarini, vazifalarini va xossalari qanday?
6. O‘zgaruvchan sig‘imli kondensatorlarning vazifasi va tuzilish elementlarini tushuntirib bering.
7. Yarimo‘zgaruvchan va maxsus kondensatorlarning qanday turlarini bilasiz?
8. Integral mikrosxemalarning kondensatorlarini tayyorlash uchun qanday materiallar ishlatiladi?

III bob. INDUKTIVLIK G'ALTAKLARI

3.1. Tasnifi va konstruksiyalari

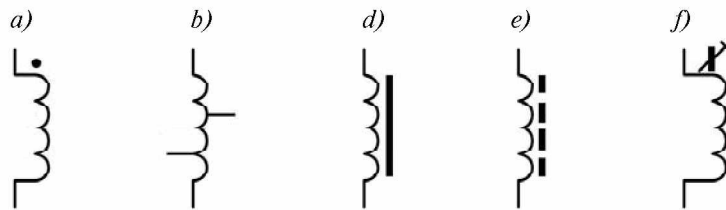
Radiotexnik apparaturaning yuqori chastotali qismlari, zanjirlarida qo'llanilish sohasi va tuzilishi turlicha bo'lgan induktivlik g'altaklari qo'llaniladi (3.1-rasm). Qarshilik va kondensatorlardan farqli ravishda ular sanoatda keng ko'lamda ishlab chiqarilmaydi.

Qo'llanish sohasiga qarab g'altak o'lchamlari, ularning shakli, o'rash usuli, sim izolatsiyasining qalinligi, karkas materiali turlicha bo'lishi mumkin.

Induktivlik g'altaklari konstruksiyasi: qaysi chastota diapazonida va qanday quvvatli tebranma konturlarida qo'llanilishiga ham bog'liq bo'ladi. Tebranma kontur ishchi diapazoni ortgan sari, odatda, g'altak induktivlik qiymati kamayadi.

Karkas, o'ram va ekran induktivlik g'altagining asosiy elementlari hisoblanadi.

Karkas o'ram uchun asos bo'lib xizmat qiladi va o'ramning mexanik mustahkamligi va bikirligini, chiqishlar va o'zakning mahkamligini hamda shassiga qulay mahkamlanishini ta'minlashi kerak. Karkas uchun material induktivlik g'altagiga qo'yilayotgan talablardan kelib chiqqan holda tanlanadi. Katta quvvatli tebranma konturlarida ishlatiladigan induktivlik g'altaklari elektr jihatdan ham mustahkam bo'lishi talab qilinadi.



3.1-rasm. Induktivlik g'altaklarining elektr sxemalarda shartli belgilanishi: (a), tarmoqlangan drossel (b), magnit o'zakli (d), ferrit o'zakli (e) va sozlovchi o'zakli g'altak (f).

Induktivlik g'altaklari konstruksiyasi va karkas o'lchamlari turlicha bo'lishi mumkin. Karkaslar yuqori chastotali press kukunlar, keramika, polistirol va yuqori chastotali dielektriklardan tayyorlanadi. Keramikadan yasalgan yig'ma karkaslar glazur yordamida yopishtiriladi, so'ngra kuydiriladi. Keramik karkaslar uchun radiofarfor, ultradiofarfor va steatit qo'llaniladi.

Karkasdagi o'yiq (ariqcha)lar o'ramlarning siljishiga olib keladigan mexanik ta'sirlarni kamaytirishi natijasida induktivlik barqarorligini oshiradi. Kanavkali karkaslarda misli, kumushlangan izolatsiyasiz simlar qo'llaniladi. Sim chiqishlarini mahkamlash uchun karkasda tirqish yoki montajli lepestok bajariladi.

O'ram. O'rta va uzun to'lqin diapazonida ishlaydigan g'altaklarda, odatda, litsendrat sim, qisqa to'lqinli g'altaklar uchun esa bir tolali emallangan simlar qo'llaniladi. Litsendrat — bu ipak bilan izolatsiyalangan, emal bilan qoplangan, diametri 0,07—0,2 mm bo'lgan katta miqdordagi (7 tadan 119 tagacha) mis simlardan tashkil topgan o'ram.

Ekran. Ba'zi alohida tizimlar orasidagi parazit aloqalarni va tashqi magnit maydonlar ta'sirini kamaytirish maqsadida, induktivlik g'altaklari elektr o'tkazuvchi ekranlar bilan himoyalanaadi.

O'zgaruvchan magnit maydoni ta'sirida ekranda uyurma toklar induksiyalanadi. Ular, o'z navbatida, dastlabki maydonga qarama-qarshi yo'nalgan magnit maydon hosil qiladilar. Natijada g'altakka tashqi magnit maydon ta'siri sustlashadi. Ekran materialining solishtirma elektr qarshiligi qancha kichik bo'lsa, bu maydon shuncha katta bo'ladi. Ekran ta'sirida yo'qotishlar va g'altakning xususiy sig'imi ortadi, induktivligi esa kamayadi. Ekran tayyorlashda kichik elektr qarshilikka ega bo'lgan materiallar — mis, jez va aluminiy qo'llaniladi.

Radio qabul qilgich va uzatish qurilmalarida ko'pincha induktivligi boshqariladigan g'altaklar qo'llaniladi. Chunki ular keng diapazon polosasida tebranma konturni sozlovchi asosiy qism hisoblanadilar. Bunday g'altak o'ramlarining bir qismi katta diametrli o'zakka, qolgan qismi esa kichik diametrli karkasga o'raladi. Kichik g'altak kattasining ichiga joylashtiriladi va o'qi katta g'altak o'qiga perpendikular joylashgan valikka mahkamlanadi, o'ram chiqishlari esa ketma-ket ulanadi. Valik buralganda g'altaklarning o'zaro ta'siri o'zgaradi va natijada induktivlik ham o'zgaradi.

3.2. Induktivlik g'altaklarining asosiy parametrlari

Yuqori chastotali g'altakning induktivligi, asilligi, xususiy sig'imi va induktivlikning temperatura koeffitsiyenti uning son va sifat ko'rsatkichlari bo'lib hisoblanadi.

G'altak induktivligi, asosan, uning o'lchamlari, shakli va o'ramlar soniga bog'liq bo'ladi. G'altak o'lchamlari qancha katta va undagi o'ramlar soni qancha ko'p bo'lsa, induktivlik shuncha katta bo'ladi. Bundan tashqari, g'altak induktivligida unga kiritilayotgan o'zak va uni ekranga joylashtirish katta rol o'ynaydi. Radiotexnik apparaturada induktivligi mikrogeneridan o'nlab milligenrigacha bo'lgan yuqori chastota g'altaklari qo'llaniladi.

O'zgaruvchan tok zanjirlarida ishlayotgan g'altakning ish sifatini asillik (Q_r) bilan ifodalash qabul qilingan.

Radioappaturalarda, odatda, o'rtacha asillikka ega bo'lgan (40—200 tartibdagi) g'altaklar qo'llaniladi. Yuqori asillikka ega bo'lgan g'altaklar (300 dan yuqori) faqat maxsus holatlardagina (masalan, o'tkir rezonans xarakteristikaga ega bo'lgan kontur va filtrlarda) qo'llaniladi.

G'altak o'ramlari va qatlamlari sig'im hosil qiladi. Bu sig'imni g'altakka parallel ulangan kondensator deb qarash mumkin. G'altakning bu xususiy sig'imi uning sifat ko'rsatkichlarini yomonlashtiradi (asillik va barqarorlik kamayadi, tebranma konturdagi chastota diapazonini egallash koeffitsiyentini kamaytiradi, drossel sifatida ishlatilayotgan g'altak ta'sirini yomonlashtiradi). Shu sababli g'altaklar loyihalashtirilayotganda uning o'lchamlarini kichraytirishga harakat qilinadi.

G'altakning xususiy sig'imi ko'p hollarda uning o'lchamlari va o'rash usuliga bog'liq bo'ladi. Bir qadam oraliqda o'ralgan bir qatlamli g'altaklar (1—3 pF) va universal o'ramli ko'p qatlamli g'altaklar (5—30 pF) kichik sig'imga egadirlar. O'ramlarni alohida seksiyalarga ajratish yo'li bilan ham xususiy sig'imni kamaytirish mumkin.

Atrof-muhit temperaturasi o'zgarsa, g'altak o'lchamlari ham o'zgaradi, natijada uning induktivligi ham o'zgaradi. Temperatura 1 °C ga o'zgaranda induktivlikning nisbiy o'zgarishi induktivlikning temperatura koeffitsiyenti (ITK) deyiladi. ITKni kamaytirish uchun maxsus choralar ko'riladi.

Tebranma konturlarda ITK ta'sirini kamaytirish maqsadida kontur g'altagiga sig'imi manfiy temperatura koeffitsiyentiga ega bo'lgan termokompensatsiyalovchi kondensator ulanadi.

3.3. Yuqori chastotali induktivlik g'altaklari

Yuqori chastotali induktivlik g'altaklari chulg'am ko'rinishida ishlanadi va yuqori chastotali elektromagnit maydonni to'plashga mo'ljallanadi. Chastotalar diapazoniga qarab induktivlik g'altaklari uzun to'liqinli (UT), o'rta to'liqinli (O'T), qisqa to'liqinli (QT) va ultra-qisqa to'liqinli (UQT) bo'ladi va shunga bog'liq holda ularning konstruksiyasi, shakllari, ishlab chiqarish materiali va texnologiyasi tanlanadi.

Vazifasiga qarab kontur induktivlik g'altaklar aloqa g'altaklari, variometrlar va yuqori chastotali drossellarga bo'linadi.

Tuzilishiga ko'ra g'altaklar karkassiz yoki karkasli, o'zakli yoki o'zaksiz, ekranli yoki ekransiz, bir qatlamli yoki ko'p qatlamli, silindrsimon, yassi yoki toroidal, texnologik ishlanishiga qarab esa kuydirilgan, o'ralgan, bosma va yupqa pardali bo'lishi mumkin (3.2-rasm).

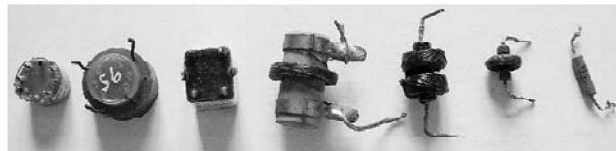
Yuqori chastotali induktivlik g'altagi nostandart buyum bo'lib, alohida hol uchun ularning konstruksiyasi berilgan elektr parametrlari bo'yicha hisoblab chiqiladi. Bu parametrlarning asosiylari nominal induktivlik, induktivlikning ruxsat etilgan chetlanishlari, asillik, temperatura barqarorlik va xususiy sig'imdan iborat.

G'altakning nominal induktivligi u qo'llanilayotgan to'liqinlar diapazoniga bog'liq. UQT g'altaklari uchun induktivlik mikrogenriining o'ndan — yuzdan bir ulushlariga, qisqa to'liqin va o'rta-tacha to'liqin g'altaklari uchun bir va yuzlab mikrogenri, uzun to'liqin g'altaklari uchun esa, birlik genrilarni tashkil etadi. Qandaydir zanjirlarda yuqori chastota tokini kamaytirishga mo'ljallangan drossel induktivligi o'nlab mikrogenrini tashkil etadi.

Cheksiz uzun solenoid (g'altak) yoki toroid g'altak induktivligi (mkGn) quyidagi formula orqali hisoblanadi:

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

bu yerda: D — karkas diametri, (sm); l — o'ram uzunligi (sm); N — o'ramlar soni.



3.2-rasm. Induktivlik g'altaklari turlari.

Amalda g'altak o'ramining diametri va uzunligi bir-biriga yaqin bo'ladi, natijada ularning magnit maydoni to'la berk bo'lmaydi va magnit energiyaning bir qismi fazoga tarqaladi. Buni hisobga olish uchun keltirilgan formulaga sochilish koeffitsiyenti kiritiladi. Induktivlik uchun ruxsat etilgan chetlanishlar g'altak qanday ishga mo'ljallanganligiga bog'liq. Masalan, kontur g'altakning induktivlik uchun ruxsat etilgan chetlanishlari $\pm(0,2\div 0,5)$ % ni, bog'lanish g'altagi va yuqori chastota drosseliniki $\pm(10\div 15)$ % ni tashkil etadi. Kontur g'altaklarini tayyorlashda qo'shimcha choralar ko'rmasdan turib, bunday aniqlikka erishish mumkin emas. Aytaylik, yaxlit bir qatlamli g'altak diametri 5 mm bo'lsin. Shuningdek, ma'lumki, induktivlikdagi xatolik g'altakning geometrik o'lchami va o'ramlar sonining xatoliklari bilan quyidagicha bog'langan:

$$\Delta L / L = 2\Delta D / D + 2\Delta N / N - \Delta / l.$$

Birinchi yaqinlashishda $\Delta L / L \approx 2\Delta D / D$ deb hisoblab va induktivlik uchun ruxsat etilgan chetlanishlarni $\pm 0,5$ % deb olib, $\Delta D / D = \pm 25$ % ekanini topamiz. Bizning misolimizda diametrning absolut xatoligi $\Delta D = \pm 12,5$ mkm dan ortmasligi kerak. Bunday qo'yimni ta'minlash plastmassa karkas tayyorlashda ancha qiyin, keramik karkas tayyorlashda esa, umuman mumkin emas. Demak, kontur g'altaklar moslash elementiga ega bo'lishi zarur. G'altak parametrlarini ± 15 % tartibidagi chegarada rostdashga imkon beruvchi, g'altak ichiga kiritiladigan moslovchi o'zak shunday element hisoblanadi. O'zaklar magnit va diamagnit materiallardan turli shaklda tayyorlanadi.

Magnit o'zakli g'altak induktivligi μ_o marta kattalashadi:

$$L_o = \mu_o L,$$

bu yerda: L — o'zaksiz g'altak induktivligi, H; μ_o — o'zakning amaldagi magnit singdiruvchanligi ($\mu_o = (0,25 \div 0,5)$). U o'zak materialining magnit xossalari va shakliga bog'liq. 0,25 koeffitsiyent silindrik o'zaklar uchun, 0,5 esa po'lat qoplamalilarga to'g'ri keladi.

Magnit materiallar (karbonil temir, alsifer, ferritlar)dan ishlangan o'zaklarning qo'llanilishi g'altak o'ramlar sonini kamaytirishga imkon beradi. Va nihoyat, g'altak induktivligi geometriya va ekran materialiga bog'liq. Ekran materialining o'tkazuvchanligi qanchalik yuqori bo'lsa, uyurma toklar shunchalik yuqori bo'ladi va ekranning ekranlash xossalari shunchalik yuqori bo'ladi. Uzun va o'rtacha to'lqinlarda aluminiy ekranlar, qisqa to'lqinlarda esa

mis ekranlar qo'llaniladi. Odatda, 0,5—1 mm bo'lgan ekran qalinligi texnologik mulohazalarga ko'ra (shtamplash-cho'zishning mumkinligi) tanlanadi.

Ekranlashtirilgan L_E g'altak induktivligi ekranlashtirilmagan L g'altaknikidan kichik bo'ladi. Bunga sabab ekranning qarshi maydonidir:

$$L_E = L[1 - \eta (D/D_E)^3],$$

bu yerda: η — chulg'amning uzunligi va diametrining nisbatiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent; D_E — ekranning ichki diametri.

Berilgan induktivlik va ish chastotasida g'altakning asilligi undagi sarflarning umumiy qarshiligi orqali aniqlanadi:

$$Q = \omega L / R_{\Sigma}; \quad R_{\Sigma} = R_j + R_d + R_E + R_o + R_{CL},$$

bu yerda: R_j — chulg'am simining yuqori chastota tokiga qarshiligi; R_d — karkasdagi dielektrik sarflar va chulg'am simi izolatsiyasining qarshiligi; R_E — ekran kiritadigan sarflar qarshiligi; R_o — o'zakdagi sarf qarshiligi; R_{CL} — g'altakning rezonans xossalari hisobidagi sarflar qarshiligi.

Radioapparaturada qo'llaniladigan induktivlik g'altaklarining asilligi 30 dan 300 gacha bo'ladi. G'altak asilligi qanchalik yuqori bo'lsa, uning o'lchamlari shunchalik katta bo'ladi. Berilgan asillikda g'altak konstruksiyasining eng ma'qul ko'rinishi mavjuddir. Bunda uning o'lchamlari berilganidan katta ham, kichik ham bo'lmasligi kerak.

Induktivlik g'altaklarining temperatura barqarorligi ularning induktivligi L va asilligining Q temperatura ta'sirida o'zgarishi bilan aniqlanadi. Temperaturaga qarab g'altak karkasining uzunligi va diametri o'zgaradi, temperaturaning ortishi induktivlikni oshiradi, pasayishi esa, uni kamaytiradi. G'altakning temperatura barqarorligi miqdor jihatdan induktivlikning temperatura koeffitsiyenti (ITK) va induktivlikning temperatura nobarqarorligi koeffitsiyenti (ITNK) bilan baholanadi:

$$ITK = \Delta L / (L_0 \Delta T); \quad ITNK = 100 \% (L_0 - L) / L_0,$$

bu yerda: L_0 — 20 °C induktivlik, H; ΔT — temperatura ΔT ga o'zgargandagi induktivlik o'zgarishi (H); L — berilgan ish diapazonida temperaturaning bir qancha o'zgarish sikllarini o'tkazgandan so'ng olinadigan 20 °C dagi induktivlik (H).

3.4. Induktivlik g'altklarining integral qo'llanilishi

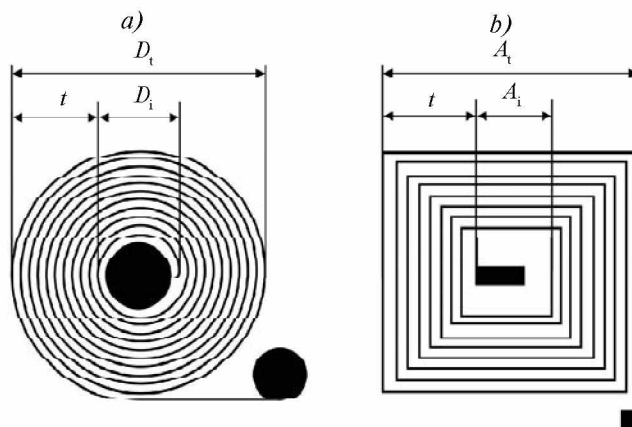
IMSlar uchun induktivlik g'altklariga nisbatan qo'yiladigan asosiy talab ular konstruksiyalarining planarligi (yassiligi)dir. Toroidal g'altklarda katta μ li ferritlar qo'llanilganligidan ular o'n minglab mikrogenri induktivlikka ega bo'lishi va yuzlab kilogersdan o'nlab megagersgacha bo'lgan chastotalar diapazonida ishlatilishi mumkin.

Kesimi to'g'ri burchakli bo'lgan magnit o'zakli toroidal g'altklar induktivligi quyidagicha aniqlanadi:

$$L=4,6 \cdot \mu_{or} \cdot a \cdot n^2 \cdot 10^{-4} \cdot \lg[(D_{or}+b)/(D_{or}-b)],$$

bu yerda: n — o'ramlar soni; a va b — o'zak kesimining balandligi va eni, mm; D_{or} — o'zakning o'rtacha diametri, mm.

Yupqa pardali induktivlik g'altklari cheklangan chastota diapazoniga (10–100 MHz) ega. Bu ish chastotasining kamayishi natijasida g'altkning asosda olgan o'rnining keskin ko'payishi, uning ko'payishi esa, asillikni tebranish konturlari uchun mumkin bo'lmagan qiymatgacha kamaytirishi bilan tushuntiriladi. G'altak egallagan maydonni kamaytirish uchun o'ramlar enini va ular orasidagi masofani kamaytirish kerak. Biroq bu ish texnologiyaning imkoniyatlari, masalan, fotolitografiyaning hal etish qobiliyati bilan cheklangan chegaragacha bajarilishi mumkin.



3.2-rasm. Doiraviy (a) va kvadrat (b) shakldagi yupqa pardali induktivlik g'altagi.

Shuning uchun yupqa pardali g'altaklar 1 sm^2 yuzada, odatda, 19 tadan ko'p bo'lmagan o'ramga ega bo'lib, aylana yoki kvadrat spiral shaklida ishlanadi (3.2-rasm, *a*, *b*).

Shunday g'altaklar induktivligi ushbu formulalar bo'yicha aniqlanadi:

$$L=24,75 \cdot D_{\text{or}} \cdot N^{5/2} \cdot \lg 4D_{\text{or}} \cdot 10^{-3} / t ;$$

$$L=55,5 \cdot N^{5/3} \cdot \lg 8a \cdot 10^{-3} / t ,$$

bu yerda: $D_{\text{or}}=(D_t+D_i) / 2$ — spiralning o'rtacha diametri, sm (D_t , D_i — mos ravishda tashqi va ichki diametrlar); $a=(A_t+A_i) / 2$ — kvadrat tomonining o'rtacha uzunligi, sm; $t=(D_t-D_i) / 2$ va $t=(A_t+A_i) / 2$ — o'ramning radial kengligi, sm.

Yupqa pardali g'altaklar past asillikka ega, shuning uchun ular boshqa variantlar texnik jihatdan mumkin bo'lmagan hollarda ishlatiladi.



NAZORAT SAVOLLARI

1. Yuqori chastotali induktivlik g'altaklarining tasnifini bering va ularning asosiy parametrlarini ayting.
2. Bog'lanish g'altaklari, variometrlar va yuqori chastota drossellarining vazifasi va konstruksiyasi qanday?
3. IMS karkas g'altaklarining qo'llanilishini nimalar cheklaydi va ularda qanday g'altaklar ishlatiladi?

IV bob. FILTRLAR VA KECHIKTIRISH LINIYALARI

4.1. Aktiv RC va raqamli filtrlar

Aktiv filtrlar yupqa pardali RC zanjirlar va yarimo'tkazgichli kuchaytirgichlar yoki o'zgartirgichlardan ishlangan. Ko'pincha filtrlar operatsion kuchaytirgichlar asosida yasaladi. Aktiv rezonator filtrning asosiy qismi hisoblanadi.

Aktiv filtrning ishlash prinsipi shundan iboratki, teskari bog'lanishli operatsion kuchaytirgichlar zanjirining sxematexnikaviy tuzilishi (4.1-rasm) polosali filtrning ekvivalent induktivligini olishga imkon beradi. Ma'lumki, R , C va L elementli zanjirning o'zgaruvchan tokka umumiy qarshiligi grafik tarzda haqiqiy va mavhum sonlar koordinatalarida vektor bilan, analitik holda esa, kompleks son $Z=R+jM$ (bu yerda: R va M — aktiv va reaktiv qarshiliklar, j — mavhum birlik) kabi berilishi mumkin.

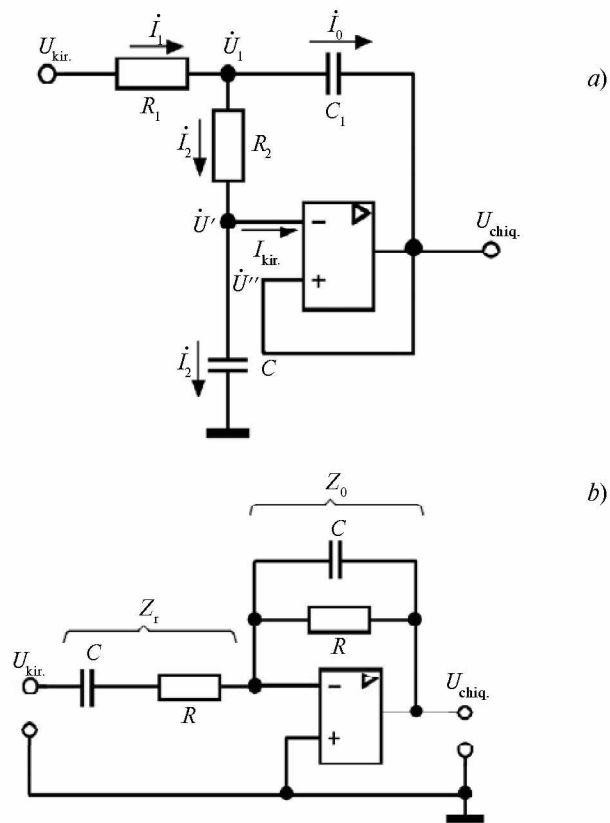
Masalan, agar induktiv qarshiligi $X_L=j\omega L$, sig'im qarshiligi $X_C=1/(j\omega C)$ bo'lsa, polosali filtri va past chastotalar filtrining chiqish orasidagi zanjirning uzatish funksiyasi $K=U_{pch}/U_{pt}=1/(pR_2C_2)$, bu yerda: U_{pch} va U_{pt} — past chastotali va polosali filtrlari chiqish kuchlanishlarining amplitudalari.

Teskari bog'lanish zanjiridagi R_2 qarshilik orqali o'tuvchi tok $i_{mb}=U_{pch}/(pR_2C_2R_{mb})$ polosali filtrining ekvivalent qarshiligi $Z_E=U_{pt}/i_{mb}=pR_2C_2R_{mb}$ va induktiv xarakterga ega: $X_L=pL$.

Shunday qilib, ekvivalent induktivlik $L_E=R_2C_2R_{mb}$. Aktiv RC filtrning ekvivalent sxemasi 4.1-rasmda ko'rsatilgan. Demak, aktiv rezonator L_E — induktivlik, C — sig'im va filtrning asilligini belgilovchi R_1 — sarflash qarshiligidan iborat.

Filtrning asosiy parametrlari quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanadi:

$$f_b=1/(2\pi\sqrt{L_EC})\Delta F=1/(R_1C_1); \quad Q=2\pi f_bR_1C_1.$$



4.1-rasm. Aktiv RC filtr (a) va polosali filtr (b).

Raqamli filtrlar analogli signallarni raqam shakliga aylantirish, soʻngra uni berilgan algoritmlar boʻyicha hisoblagichlarda ishlab chiqish va teskariga — analog shakliga oʻzgartirish tarzida tuzilgan. Bunday murakkab ishlar faqat katta integral sxemalar asosidagi filtrlar yordamida bajarilishi mumkin.

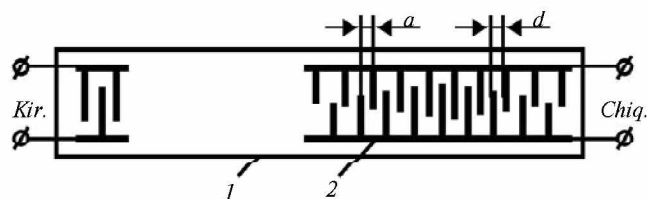
4.2. Integral pyezoelektrik filtrlar

Integral pyezoelektrik filtrlarning ishlash prinsipi energiyaning kvars, pyezokeramika yoki pyezokristall plastinalarining hajmida lokallanishiga yoki sirtqi akustik toʻlqinning plastina boʻylab tarqalishiga asoslangan.

Birinchi holda elektr tebranishlarining mexanik tebranishlarga va aksincha aylanishi natijasida elastik tebranishlarining plastina qalinligi bo'yicha «energiya qamrab olinishi» yuz beradi. Plastina-ning metall qoplama (elektrod)larida tebranishlar tarqalishi to'liq tusida bo'lishi sababli alohida rezonatorlardan iborat bo'ladi. Filtrdagi tebranish amplitudasi elektrod osti sohada eng katta bo'ladi va undan tashqarida eksponenta bo'yicha so'nadi. Natijada bir necha bir-biridan ajratadigan rezonatorlar (ko'p rezonatorli filtr)ni bitta plastinada joylashtirish va ular orasida zaruriy bog'lanish koeffitsiyentini va demak, talab etiladigan o'tkazish polosasini va to'g'riburchaklilik koeffitsiyentini ham hosil qilish uchun akustik bo'linishdan foydalanish imkoni tug'iladi. Bunday filtrlar elastik to'liqlar filtrlari deyiladi.

Ikkinchi holda taroqsimon o'zgartirgichning har bir shtir elektrod ostidagi vaqt bo'yicha o'zgaruvchan elektr maydon elastik deformatsiya hosil qiladi. Natijada sirtqi plastina yaqinida sirtqi akustik to'liq (SAT) tarqala boshlaydi. Har xil shakldagi turum-elektrod yordamida signallarni o'zgartirish, shuningdek, tanlash mumkin. SAT tarqalish tezligining kichik bo'lishi (elektromagnit to'liq tarqalish tezligidan besh tartibga kichik) o'ta kichkina filtrlar yaratish imkonini beradi. Bunday filtrlar SAT filtrlari deyiladi (4.2-rasm).

Siljish to'liqlarida k_m doimiylari, mos ravishda, 1,66; 1,0; 1,9 va 2,1 MHz mm ga teng bo'lgan kvars, pyezokeramika yoki pyezokristallar — litiy niobat va litiy tantalat filtrlarga asos bo'lib xizmat qiladi. Elastik to'liqlar filtrlari uchun olinadigan plastinalar qalinligi berilgan chastota shartlariga ko'ra va ishlab chiqarish texnologiyasi imkoniyatlariga qarab tanlanadi. SAT filtrlarining elektr xarakteristikalarini, plastinalarning, odatda, 2—3 mm bo'lgan qalinliklariga bog'liq emas.



4.2-rasm. SATdagi integral filtr:

1 — pyzoelektrik plastina; 2 — taroqsimon o'zgartirgich.

Elastik to'liqlar filtrining markaziy chastotasi (MHz) $f_m \approx k_m / h$ ga teng, bu yerda: h — plastina qalinligi (mm).

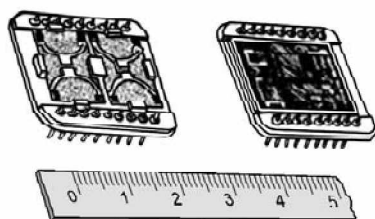
Shuning uchun ish chastotasining yuqori chegarasi plastinaning ishlab chiqarish uchun qulay bo'lgan minimal qalinligi orqali, pastki chegarasi esa, IMS o'lchamlariga mos keluvchi yo'l qo'yilgan o'lchamlar bilan aniqlanadi. Masalan, 50 mkm qalinlikdagi kvarts plastina ≈ 2 MHz da maksimal 40 MHz chastotaga ega. Biroq kvarts integral filtrlar, shuningdek, yuqori garmonikalarda ishlashi mumkin va 250 MHz gacha bo'lgan signallarni tanlaydi. Integral kvarts filtrlarning asilligi $10^3 - 10^4$, chastota barqarorligi $1/^\circ\text{C}$, o'tkazish polosasi (Hz) esa, aktiv yuklamada $\Delta f_{\text{max}} = 3,6 f_m \cdot 10^{-3} / m^2$ (bu yerda: m — signal garmonikasi raqami). O'tkazish polosasi, odatda, foizning o'ndan — yuzdan bir ulushini tashkil etadi, ya'ni kvarts filtrlar tor polosalidir.

Integral pyezokeramik filtrlarning asilligi kvarts filtrlarnikidan o'nlab marta past, barqarorligi $5 \cdot 10^{-7} 1/^\circ\text{C}$ ga teng, biroq ular keng polosaliroq (foizning birlik ulushlari).

Pyezokristallarning asosiy afzalligi elektromexanik bog'lanish koeffitsiyentining kattaligi (0,2–0,3), dielektrik singdiruvchanligining kichikligi va xossalarning keng temperaturalar diapazonida barqarorligidir. Ular asosidagi filtrlarning o'tkazish polosalari o'rta chastotaning 0,5–5 % ini tashkil etishi mumkin.

SAT filtrlarining elektr parametrlari $f_m = v/\lambda$; $Q = N$ formulalari bo'yicha aniqlanadi, bu yerda: v — SATning tarqalish tezligi (m/s) (pyezokristallar uchun u $(3\div 4)10^3$ m/s ga teng); λ — SAT to'liq uzunligi (m); N — filtrning taroqsimon o'zgartgichdagi shtir-elektrod juftlari soni.

SATni akustik rezonans deb ataladigan eng samarali uzatish $\lambda = 2d$ bo'lganda yuz beradi (bu yerda: d — shtir-elektrodlar orasidagi masofa, m). O'zgartgichning rezonans chastotasi $f_m = v/2d$ shtirlar orasidagi $a = d/2$ tirqishni hosil qilishni hal qilish qobiliyati orqali aniqlanadi. Demak, hozirgi zamon fotolitografiya usullarida ($a \approx 2$ mkm) va $v = 4 \cdot 10^3$ m/s da yuqori chegaraviy chastota GHz birliklarini tashkil etishi mumkin. Biroq, SAT filtrlari, odatda, faqat oraliq chastota kuchaytirgich kaskadlarida qo'llaniladi, chunki kichik signallarga sezgirligi yomon bo'lganligi uchun ulardan O'YCHlarda foydalanish oqilona bo'lmaydi. Pastki chastota filtri maydoni bo'yicha cheklash bilan aniqlanadi va megagersning birliklari — o'nliklarini tashkil etadi. SAT filtrlarining asilligi 1000 dan yuqori, o'tkazish polosasi esa, foizning birlik — o'nliklariga teng.



4.3-rasm. Integral kvars filtr.

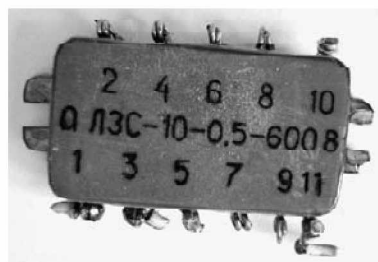
Integral kvars filtrlar standart korpusga oʻrnatilgan kvars plastina koʻrinishida yasaladi (4.3-rasm). Plastinaning ikkala tomoniga elektrodlar qoplangan boʻlib, u chiqish kontakt yuzachalarga ega. Kontakt yuzachalar standart korpusga yelimkompaund bilan mahkamlangan.

SAT filtrlarining oʻlchamlari markaziy chastota va asilligi bilan aniqlanadi. Masalan, $f_m=30$ MHz va $\Delta f=150$ MHz da filtr oʻlchami planda 20×50 mm ni tashkil etadi. Pyezoplastinada 15×20 mm oʻlchamga ega boʻlgan ikkita taroqsimon oʻzgartgich joylashtiriladi. 120 MHz ga moʻljallangan filtr $5 \times 15 \times 12$ mm oʻlchamga ega.

Yuqori tanlovchanlikka ega boʻlgan polosali filtrlarni olish uchun taroqsimon oʻzgartgich shtirlari har xil uzunlikda bajarladi, impulsni siqish uchun esa shtirlar bir xil uzunlikda olinadi, ular orasidagi masofa asta-sekin oʻzgaruvchan boʻladi.

Kechiktirish liniyasi elektromagnit signallarni maʼlum berilgan vaqt oraligʻida ushlab turish, yaʼni kechiktirishga xizmat qiladi. Kechikish vaqti kechiktirish liniyalari turi va konstruksiyasiga koʻra mikrosekundlardan oʻnlab millisekundlargacha boʻlishi mumkin (4.4-rasm).

Pyezoelektrik filtrlar quyidagicha tavsiflanadi va belgilanadi. Material turiga qarab: 1 — pyezokeramikali, 2 — kvarsli, 3 — pyezokristalli. Funktsional vazifasiga koʻra: II — polosali, P — rejektorli, D — diskriminatorli, ФВЧ — yuqori chastotali, ФНЧ — past chastotali, ОБП — bir yon polosali, Г — taroqsimon. Chastotalar diapazoni boʻyicha: 1 — past chastotali (60 kHz gacha); 2 va 3 — oʻrtacha chastotali (60—400 kHz va 400—1200 kHz); 4—9—yuqori chastotali (mos ravishda, 1,2—3 MHz, 3—5 MHz, 5—25 MHz, 25—35 MHz, 35—90 MHz dan yuqori). Oʻtkazish polosasining kengligiga qarab (nominal chastotasiga koʻra % hisobida): 1 va 2—tor



4.4-rasm. Kechiktirish liniyasi.

polosali (mos holda, 0,05 % gacha va 0,05—0,2 %); 3, 4 va 5—keng polosali (0,2—0,4 %, 0,4—0,8 %, 0,8 % dan yuqori). Konstruktiv-texnologik belgilariga ko'ra: 1 — diskret; 2—5 — gibril (mos ravishda bir qatlamli, pyezomexanik, yaxlit va boshqalar); 6—9 — integral (mos ravishda, bir qatlamli, pyezomexanik, yaxlit va SAT). Temperaturalar diapazoniga ko'ra: A (+1 dan +55°C gacha); B (–10 dan +60°C gacha); Г (–40 dan +70°C gacha); Д (–40 dan +85°C gacha); E (–60 dan +85°C gacha); Ж (–60 dan +100 °C gacha). Masalan, ФП2П9-7-40, ОМ-200 ББ shartli belgi quyidagicha tushuniladi: filtr pyezoelektrik, kvarsli, polosali, SAT, markaziy chastotasi 40 Hz, o'tkazish polosasi 200 kHz, B — barcha iqlimlar uchun temperaturalarining ish diapazoni – 10 dan +60°C gacha.



NAZORAT SAVOLLARI

1. Chastota tanlovchi uzellar qanday tasniflanadi va ularning asosiy parametrlari qanday?
2. Aktiv filtrning ishlash prinsipi qanday?
3. Integral pyezoelektrik filtrlarning elektr va konstruktiv parametrlari o'zaro qanday bog'langan?
4. Elastik va sirtqi akustik to'lqinlardagi integral pyezofiltrlarning ishlash prinsipi qanday?

yopishuvchi suspenziya bilan himoyalaniadi. Plastinalarni «chalishtirib ustma-ust» qo'yib yig'iladi va magnit o'tkazgichda nomagnit tirqishining bo'lmasligi ta'minlanadi, ya'ni magnit zanjiri uchun magnitlantirmasdan ishlanganda (kuch va ba'zi bir past chastota transformatorlari) zarur bo'lgan minimal qarshilik olinadi.

Transformatorlarning ko'p qatlamli chulg'amlari (masalan, ПЭВ, ПЭВТЛ, ПЭТ simlardan) karton yoki press-kukun karkasga o'raladi, chulg'amli karkas korpus-ekranga joylashtiriladigan magnit simning markaziy sterjeniga mahkamlanadi. Bunda magnit o'tkazgichning chulg'am bilan magnit bog'lanishidan to'la foydalaniladi va chulg'amning mexanik himoyasi yaxshilanadi.

5.3. Moslashtiruvchi transformatorlar

Moslashtiruvchi transformatorlar kirish, chiqish va oraliq transformatorlarga bo'linadi.

Kirish va oraliq transformatorlar yuqori xalaqitlardan himoyalaniishga ega bo'lishlari lozim. Sterjen yoki toroidal turdagi magnit o'tkazgichlarda yig'ilgan transformatorlar tashqi magnit maydon ta'siriga eng kam sezgir bo'ladi. Kirish va oraliq transformatorlarning magnit simlari shtamplab ishlangan bo'lib yoki tasma ko'rinishida bo'lib, 80 HXC yoki 79 HM permalloydan, shuningdek, 3414 po'latdan tayyorlanadi. Bu transformatorlarning chulg'amlari quvvat transformatorlarnikiga o'xshash, biroq kichikroq diametrlilik simdan tayyorlanadi, shuning uchun ularning o'lchami va massasi ancha kichik.

Bu transformatorlar metall korpusga joylashtiriladi yoki plastmassa bilan presslanadi va «panjacha» yordamida yoki diametri 1—1,5 mm li qalaylangan simdan iborat chiqish uchlarini bevosita kavsharlab, bosma platalarga mahkamlanadi. Transformatorlar magnitlanmasdan yoki kuchsiz magnitlab ishlatiladi.

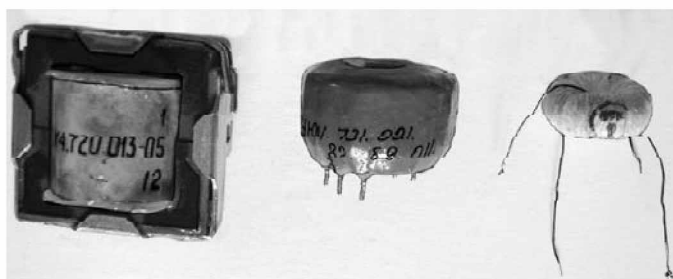
Chiqish transformatorlari ancha katta quvvatni sochuvchi radiokunalarining oxirgi kaskadlarida qo'llaniladi, shuning uchun o'lchamlari quvvat transformatorlarnikidan kichik, kirish va oraliq transformatorlarnikiga qaraganda esa katta bo'ladi. Chiqish transformatorlari minimal signal buzilishlariga ega bo'lishi va me'yoriy issiqlik rejimini ta'minlashi kerak.

Chiqish transformatorlarining magnitlangan holda ishlashi ularning o'ziga xos tomoni hisoblanadi. Shu sababdan magnit o'tkazgichda nomagnit tirqish bo'ladi. Kuchli o'zgarmas magnitlanganda, transformatorning ish nuqtasi magnitlanish egri chi-

zig'i bo'ylab to'yinish sohasi tomon siljiydi. Natijada μ kamayadi va kuchli chiziqsiz signal buzilishlari, masalan, chiqish transformatoriga bog'langan radiokarnay g'altagida paydo bo'ladi. Shuning uchun magnit kuchlanganligining o'zgarmas tashkil etuvchisini kamaytirish uchun nomagnit tirqish hosil qilib, magnit sim qarshiligi oshiriladi. Buning uchun shtamplangan magnit o'tkazgichlarda «III» shaklidagi asosiy va chekka plastinalar orasiga yig'ish vaqtida «tutash» qilib izolatsiyali qistirma joylashtiriladi, tasmalarda esa, yopishish joylariga izolatsiya pastasi surtiladi.

5.4. Integral mikrosxemalarda moslashtiruvchi transformatorlar

Integral mikrosxemalar moslashtiruvchi transformatorlariga nisbatan qo'yiladigan asosiy talablar: o'lchamining va massasining kichik bo'lishi, shuningdek, tuzilishining yassiligi (balandlikka mosligi). Kichik quvvatli moslashtiruvchi va impulsli transformatorlar (davomiyligi birlik nanosekunddan o'nlab mikrosekundgacha bo'lgan impulsni uzatish va shakllantirish uchun) shunday talablarga javob beradi. Ular, odatda, konstruksiyasining yassiligi talabga javob beruvchi kichik o'lchamdagi toroidal g'altaksimom yoki zirhli o'zaklarga ega (5.3-rasm).



5.3-rasm. Moslashtiruvchi transformatorlar.

Mikromodulli moslashtiruvchi MMTC va impulsli MMТИ transformatorlar bevosita (yelimlab) bosma platalarga yoki keramik asosi bo'lmagan mikroyig'irma asoslarga o'rnatiladi.

Moslashtiruvchi MMTC-1—MMTC-7 transformatorlaridan nohiziqli buzilishlar koeffitsiyenti 10 % dan katta bo'lmagan hollarda 300—3000 Hz li chastotalar diapazonidagi tovush signallarini uzatish uchun foydalaniladi.

Impulsi transformatorlardan takrorlanish chastotasi 10 kHz gacha bo'lgan holda davomiyliigi 5 mks gacha bo'lgan impulslarni uzatish uchun foydalaniladi. Bundan tashqari, mikroelektron uskunalarda impulsi transformatorlar ishlatiladi. Past chastotali tovush transformatorlari permalloydan yasalgan va o'zaro birlashtiruvchi flanes bilan tutashtirilgan g'altak ko'rinishidagi chulg'amli ikkita magnit o'tkazgichga ega.

5.5. Past chastotali drossellar

Ko'pincha televizorlarda, radio qabul qilgichlarda, uzatgichlarda va boshqa qurilmalarda to'g'rilangan kuchlanish pulsatsiyasini kamaytirishda qo'llaniladigan past chastotali drossellar tekislovchi va past chastotali filtrlar tarkibiga kiradi. O'zgarmas tokka drossel qarshiligi juda kichik va chulg'am simining omlik qarshiligiga teng. Drosselning o'zgaruvchan tokka qarshiligi $z=2pfL$ (bu yerda: f — tok ta'minlash tarmog'ining chastotasi — 50 yoki 400 Hz yoki pulsatsiya chastotasi 100 yoki 800 Hz; L — drossel induktivligi, Gn) bir necha kΩ dan o'nlab kΩgacha boradi va mumkin bo'lgan pulsatsiyaning talab darajasiga bog'liq. Bu daraja qancha kichik bo'lsa, qarshilik shuncha katta bo'lishi va demak, drossel induktivligi ham shuncha katta bo'lishi kerak. Bu uning o'lehami va massasini oshiradi.

Past chastotali drossellar transformatorlarning magnit o'tkazgichlariga o'xshash magnit simlardan qilinadi, lekin ular bitta chulg'amga ega.

Kuchlanish stabilizatorlarida ishlatiladigan to'yinish drossellari gisteresis sirtmog'ining to'yinish sohalorida ish nuqtasini tanlashda magnit zanjiri qarshiligining doimiylik (o'zgarmas) prinsipida ishlaydi. Bu sohada kirish signalining o'zgarishi amalda stabilizatorning chiqish tokini o'zgartirmaydi. Boshqariluvchi drossellarda, aksincha, magnit xarakteristikasidagi ish nuqtasi o'zgariganida magnit materiali o'zining o'zgaruvchan tokka qarshiligini o'zgartirish xossasidan foydalaniladi.



NAZORAT SAVOLLARI

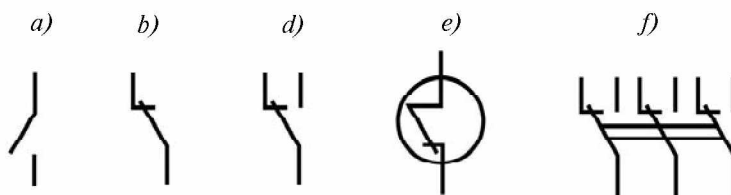
1. Transformatorlar va past chastotali drossellar qanday tavsiflanadi va ularning asosiy parametrlari qanday?
2. Nima uchun transformatorlarda nomagnit tirqish qilinadi?
3. IMSlarga mos bo'lgan transformatorlarga nisbatan qanday talablar qo'yiladi?
4. Juda kichik o'lehamli transformatorlarning qanday turlarini bilasiz?
5. Past chastotali drossellarga qanday talablar qo'yiladi?

VI bob. ALMASHLAB ULAGICHLAR VA RELE

6.1. Tasnifi va asosiy parametrlari

Almashlab ulagichlarning asosiy vazifasi radioapparaturlarda elektr zanjirini u yoki bu rejimda ishlashini ta'minlash uchun kommutatsiya qilishdir.

Almashlab ulagichlar ikkita asosiy element: kontakt juftlari va uni ulash-uzish mexanizmidan tashkil topgan. Kontaktlar platina, oltin, kumush va ularning ba'zi qotishmalaridan, shuningdek, bronza, mis yoki volframdan tayyorlanadi. Kontaktlar yassi konus, yassi sfera, silindr shaklida bo'lishi mumkin. Ular qisib turuvchi va suriluvchi bo'ladi (6.1-rasm).

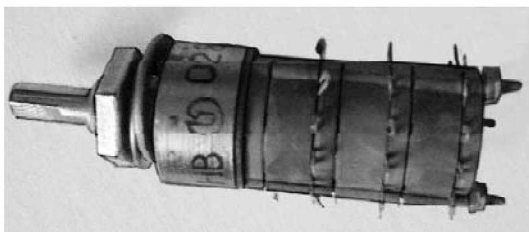


6.1-rasm. Kommutatsiya elementlarining sxemalarda shartli belgilanishi: ulovchi (a), uzuvchi (b), almashlab ulovchi (d) kontaktlar, gerkon (e) va almashlab ulagich (f).

Kontaktlarning ulash-uzish mexanizmining ishlash usuliga qarab almashlab ulagichlar bosiladigan (knopkalar va klavishli), tashlama (tumblerlar) va gaeqli, vazifasiga ko'ra esa yuqori chastotali va past chastotali, katta tokli va kichik tokli bo'ladi (6.2-rasm).

Almashlab ulagichlarning asosiy parametrlari: o'tish qarshiligi; kontaktlar orasidagi sig'im; izolatsiya qarshiligi; kontaktlar quvvati; ishlash muddati; mahkamlab qo'yish aniqligi; massasi va o'lchamlari.

O'tish qarshiligi kontaktlarning materialiga va sirtining holatiga bog'liq. Kontaktlar orasidagi bosim qanchalik katta va ular qanchalik



6.2-rasm. Galetli almashlab ulagich.

kam oksidlangan bo'lsa, o'tish qarshiligi shunchalik kichik va kontaktlash ishonchligi shunchalik yuqori bo'ladi. Odatda, o'tish qarshiligi $0,01-0,03 \Omega$ ga teng.

Kontaktlar orasidagi sig'im ularning o'zaro yuza bo'yicha to'silishi va oralaridagi masofa bilan, shuningdek, ular o'rnatilgan dielektrikning turi bilan aniqlanadi. Yuqori chastotali almashlab ulagichlarning sig'imi $1-2 \text{ pF}$ dan katta bo'lmasligi kerak.

Kontaktlar orasidagi izolatsiya qarshiligi ularning elektrga nisbatan chidamliligini belgilaydi. Bu xususiyat dielektrikda yuqori kuchlanish ta'sirida yuqori qutblanish va sizilish tokining kattalashishi mumkin bo'lgan radiouzatuv apparaturalarida ayniqsa muhimdir.

Kontaktlarning quvvati ulashda chegaraviy yo'l qo'yilgan tokning uzgandagi chegaraviy yo'l qo'yilgan kuchlanishga ko'paytmasi bilan aniqlanadi. Shu toklar va kuchlanishlarda almashlab ulagichlarning ma'lum ishlash muddati davomida me'yorda ishlashiga kafolat beriladi.

Ishlash muddati vaqt birliklarida emas, balki me'yorda ishlayotgan uzib-ulagichning ulab-uzishlar soni bilan aniqlanadi, u, odatda, bir necha mingdan bir necha million ulab-uzishlarga teng bo'lib, kontakt quvvatiga ham, iqlim omillari ta'siriga ham bog'liq bo'ladi.

Mahkamlab qo'yish aniqligi almashlab ulagichni mahkamlangan holatidan chiqarish uchun zarur bo'lgan kuchni uning oraliq (mahkamlanmagan) vaziyatda harakatlanishi uchun lozim bo'lgan minimal kuchga nisbati orqali xarakterlanadi. Almashlab ulagichlarda, ko'pincha, kontaktlarni qat'iy berk (yoki ochiq) holatda ushlab turuvchi va ularning tebranishlar va zarbalarda siljishiga qarshilik qiluvchi mahkamlovchi moslama (fiksator) qo'llaniladi.

Massa va o'lchamlari, asosan, quvvati va almashlab ulagich mexanizmining turi, kommutatsiyalovchi kontakt juftlari soni va boshqa omillar bilan aniqlanadi.

6.2. Rele

Almashlab ulagichlar kabi rele ham radioqurilmalarning elektr zanjirlarini kommutatsiya qilishda ishlatiladi. Biroq almashlab ulagichda bu kommutatsiya knopkalarni, klavishlarni mexanik bosish bilan, tumbler richagining gaeqli ulagich tutgichining vaziyatini o'zgartirish bilan amalga oshirilsa, relede magnit yoki temperatura maydoni ta'sirida kontakt juftlarini bir vaqtda uzish (ulash) yuz beradi.

Ishlash prinsipiga ko'ra relelar elektromagnit, magnitoelektrik, elektrodinamik, induksiyali, elektroissiqlik, elektron va boshqa turlarga bo'linadi (6.3-rasm). Ulardan eng ko'p tarqalgani elektro-

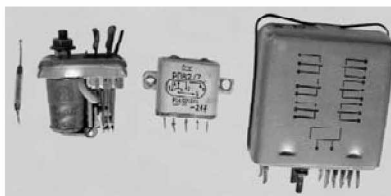


6.3-rasm. Relelarning sxemalarda shartli belgilanishi: elektromagnit (a) va qutbli (b).

magnit relelardir. Ular kontakt juftlari, yakor chulg'am, o'zak va ularni mexanik yig'ish elementlaridan tashkil topgan.

Kommutatsiyalanuvchi tokning turiga qarab o'zgarmas va o'zgaruvchan tok relelari bo'lishi mumkin. O'zgarmas tok relelari, o'z navbatida, neytral qutblangan relelarga ajraladi. Neytral relelar chulg'amda o'zgarmas tok borligida ishlaydi, qutblanganlari esa, kontakt plastinalari orasida joylashgan yakorga ega bo'lib, rele ishlaganda yakor chulg'amdan o'tayotgan tokning yo'nalishiga qarab u yoki bu tarafga siljiydi.

Konstruksiyasiga ko'ra bu relelar elektromagnit (buturuvchi yoki tortuvchi yakor bilan) va gerkon (germetik kontakt)li bo'lishi mumkin (6.4-rasm).



6.4-rasm. Elektromagnit relelar va gerkon.

Ishlay boshlash vaqtiga qarab relelar tez ishlovchi (kontakti bilan 0,005 s da), normal (0,005 s dan 0,015 s gacha) va sekin ishlovchi (0,015 s dan ortiq)larga bo'linadi.

Relening asosiy parametrlari: ishlay boshlash va qo'yib yuborish toki (kuchlanish); ishlay boshlash va qo'yib yuborish vaqti; ishlay boshlash quvvati; massa va o'lchamlari; ishlatish tavsiflari.



NAZORAT SAVOLLARI

1. Almashlab ulagichlarni tasniflang va asosiy parametrlarini ayting.
2. Tashlama va galetli almashlab ulagichlar qanday tuzilgan?
3. Relening ishlashi almashlab ulagichlarning ishlashidan qanday farq qiladi va relelarning qanday konstruksiyalarini bilasiz?
4. Relelarning asosiy parametrlarini aytib bering.

VII bob. AKUSTIK QURILMALAR

7.1. Telefonlar va dinamiklarning tasnifi va asosiy parametrlari

Elektr energiyani tovush yoki mexanik tebranishlar energiyasiga va aksincha o'zgartiradigan asboblarning akustik asboblari deb ataladi. Radiokarnay va telefon elektr energiyani akustik energiyaga o'zgartiradigan qurilmadir.

Telefonlar bevosita eshitish kanali hajmiga ishlashga mo'ljallangan.

Telefonlarning asosiy parametrlari:

Sezgirlik sun'iy quloq kamerasi hajmining (6 sm^3) telefon hosil qilayotgan tovush bosimining telefondagi kuchlanish qiymatiga nisbati bilan aniqlanadi.

Telefonning qayta beruvchanligi — 1000 Hz chastotada kirish qarshiligiga teng qarshilik orqali telefonga standart 1 mW quvvat berilganda sun'iy quloq kamerasida hosil bo'luvchi tovush bosimi.

Telefonlarning qolgan parametrlari radiokarnaynikiga o'xshaydi.

Ishlash prinsipiga muvofiq telefonlar **elektromagnit, elektrostatik, pyezoelektrik** va **izodinamik** turlarga ajratiladi.

Dinamik telefonlar kichik o'lchamli magnit tizimga ega dinamik mikrofonlardan farq qilmaydi.

Radiokarnaylar bevosita nurlatuvchi (tor bo'g'izli va keng bo'g'izli), ruyorlilarga bo'linadi.

Radiokarnaylarning asosiy parametrlari:

Nominal quvvat P_{nom} — radiokarnay kirishiga beriladigan va uning mexanik mustahkamligi, issiqlik chidamliligi hamda nochiqliq buzilishlari bilan chegaralangan maksimal elektr quvvat.

Xarakteristik sezgirlik — nominal chastota diapazonida, ishchi o'qda, ishchi markazdan 1 m masofada radiokarnay hosil qilayotgan o'rtacha tovush bosimi P_{ort} ning radiokarnayga berilayotgan quvvatning kvadrat ildiz osti qiymatiga bo'linmasiga teng.

O'rtacha standart tovush bosimi — radiokarnay kirishiga 0,1 kW quvvat berilganda nominal chastota diapazonida ishchi o'q bo'ylab radiokarnay hosil qilgan o'rtacha tovush bosimining ishchi markazdan 1 m masofaga keltirilgan qiymati.

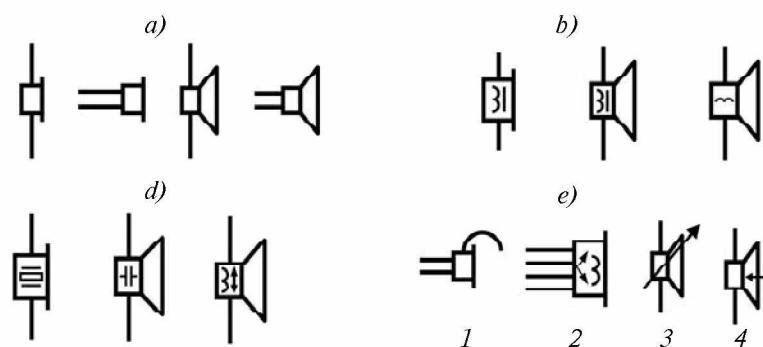
Yoʻnalganlik xarakteristikasi — ishchi markazdan maʼlum masofada joylashgan erkin maydon nuqtasi, radiokarnay ishchi oʻqi va erkin maydondagi nuqtaga boʻlgan yoʻnalish hosil qilgan burchak orasidagi F chastotada yoki ΔF chastotalar polosasida $F_{o'rt}$ oʻrtacha chastotali tovush bosimining bogʻlanishi.

Foydali ish koeffitsiyenti — radiokarnay nurlantirayotgan akustik quvvatning P_a kiritilayotgan elektr quvvatga P_{el} nisbati.

$$\eta = P_a / P_{el}$$

Nochiziqli va chastota buzilishlar, chastotalar diapazoni muhim parametrlar qatoriga kiradi.

Radiokarnay va telefonlarning shartli belgilanishi 7.1-rasmda keltirilgan.

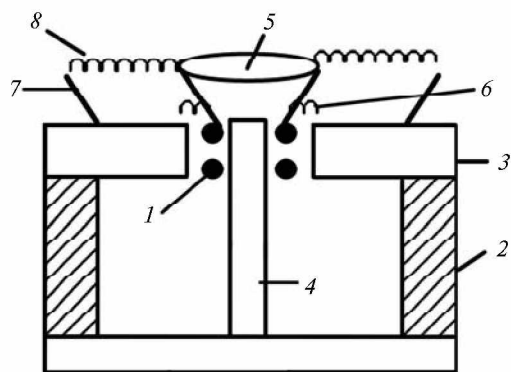


7.1-rasm. Radiokarnay va telefonlarning elektr sxemalarda shartli belgilanishi: umumiy belgilanishi (a), elektrodinamik turlari (b), pyezoelektrik turlari (d) va boshga ildiriluvchi (e, 1), stereo (e, 2), tovushi rostlanuvchi (e, 3), radiokarnay-mikrofon (e, 4).

7.2. Dinamiklarning turlari

Diffuzorli dinamik radiokarnay. Bunday radiokarnayning tuzilmasi 7.2- va umumiy koʻrinishi 7.3-rasmlarda koʻrsatilgan.

Diffuzorli radiokarnayning ish prinsipi quyidagicha: tovush gʻaltagi 1 ga tovush chastotali kuchlanish beriladi. Gʻaltak oʻzgarimas magnit maydon (magnit 2)da yuqorigi flanes 3 va kern 4 oraligʻida joylashadi. Gʻaltak diffuzor 5 ga mustahkam oʻrnatilgan va markazlashtiruvchi shayba 6 bilan yuqori flanesga qotirilgan. Diffuzor yuqori tomondan diffuzor tutgich 7 ga gofrali egiluvchan



7.2-rasm. Diffuzorli dinamik radiokarnay tuzilmasi.



7.3-rasm. Radiokarnayning umumiy ko‘rinishlari.

«vorotnik» 8 bilan mahkamlangan. O‘zgarmas magnitning magnit maydoni va tovush g‘altagining o‘zgaruvchan magnit maydonlari ta’siri ostida g‘altak va diffuzorni harakatlantiruvchi kuch hosil bo‘ladi, o‘z navbatida, diffuzor atrof-muhitga tovush signallarini nurlantiradi. Diffuzor o‘lchamlari katta bo‘lganda — past chastotali nurlatgich vazifasini, kichik bo‘lganda esa, yuqori chastotali nurlatgich vazifasini bajaradi.



7.4-rasm. Ikki konusli radiokarnay.

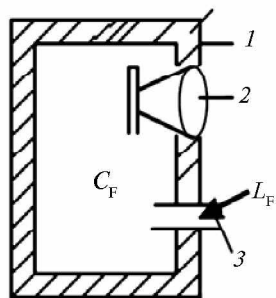
Diffuzorli radiokarnaylarning asosiy kamchiligi foydali ish koefitsiyenti (FIK)ning kichikligidir ($\eta = 4-5\%$ ni tashkil etadi). Bunday radiokarnaylarning FIK mexanik rezonans chastotasida maksimumga erishadi, o'rta chastotalarda nisbatan o'zgarmas bo'lib, yuqori chastotalarda kamayadi.

Radiokarnay ishchi chastotalar diapazonini kengaytirish uchun keng polosali ikki konusli radiokarnaylardan foydalaniladi (7.4-rasm).

Fazoinvertor past chastotalarda radiokarnay sezgirligini oshirish, akustik qisqa tutashuvni yo'qotish, chastota va nochiziqli buzilishlarni kamaytirish uchun xizmat qiladi.

Old tomoni yuzasiga radiokarnay 2 o'rnatilgan, nurlatgichning orqa tomon nurlanishi tashqariga chiqishi uchun xizmat qiluvchi ochiq tirqish 3 hosil qilingan yashik 1 fazoinvertorni tashkil etadi (7.5-rasm).

Yashikning geometrik o'lchamlari radiokarnay orqa tomoni nurlanishidan hosil bo'lgan past chastotali signal yashikning ichki yuzasidan qaytib, ochiq tirqishdan chiqqanda radiokarnay old tomoni tarqatgan nurlanish bilan bir xil fazada chiqadigan qilib tanlanadi. Natijada, qabul qilinayotgan nuqtada tovush bosimlari qo'shiladi va past chastotalarda tovush bosimlari kuchayishi sodir bo'ladi. Radiokarnayning orqa tomon devorlaridan ko'p marta qaytib ochiq tirqishdan chiqishda radiokarnay old tomon nurlanishiga nisbatan ixtiyoriy faza siljishi bilan chiqishi mumkin.

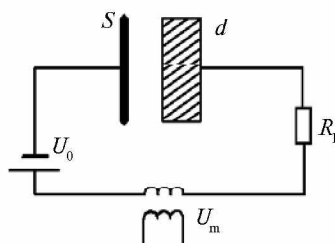


7.5-rasm. Fazoinvertor.

Buning natijasida yuqori chastotalarda qabul qilish nuqtasida bosim pasayishi yuz beradi yoki hatto signalni so'ndiruvchi akustik qisqa tutashuv hosil bo'lishi mumkin. Bunday bo'lmasligi uchun yashikning orqa tomoni devorini yuqori chastotalarni yutuvchi g'ovak material bilan qoplanadi.

Elektrostatik (kondensatorli) radiokarnay kondensator hosil qiluvchi ikkita plastinadan iborat.

Plastinalardan biri yupqa harakatlanuvchan, ikkinchisi esa harakatlanmaydigan qovurgʻali yarimsilindri tashkil etadi. Elektrodga qutblanuvchi kuchlanish U_0 va transformator orqali tovush chastotali oʻzgaruvchan kuchlanish beriladi (7.6-rasm). Plastinalardagi zaryadlar taʼsir-lashuvi hisobiga (zaryadlarning bir xil ishoralilari itarishadi, turli ishoralilari esa tortishadi) harakatlanuvchi plastinani harakatga keltiruvchi F kuch hosil boʻladi. Harakatlanuvchi platina muhitga tovush signalini nurlantiradi.



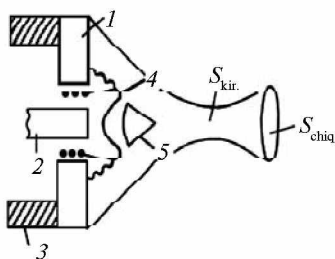
7.6-rasm. Elektrostatik radiokarnay.

Akustik tizimlarda kondensatorli radiokarnaylar yuqori chastotali nurlatgich sifatida ishlatiladi.

Izodinamik radiokarnay. Bunday radiokarnayda nurlatgich sifatida yengil va mustahkam polimer pardadan ishlangan yassi diafragma qoʻllaniladi. Bunday parda sirtida eritish usuli bilan ixtiyoriy shakldagi tok oʻtkazuvchi tovush gʻaltaklarini hosil qilish mumkin.

Sirtida tovush gʻaltagi hosil qilingan diafragmani toʻgʻri toʻrt-burchak shakldagi doimiy magnitlarning bir xil qutblari orasiga joylashtiriladi. Izodinamik radiokarnay yuqori chastotali tebranihlarni samarali nurlatish uchun ishlatiladi.

Ruporli radiokarnay zallarni va ochiq maydonlarni ovoz-lantirishda qoʻllaniladi va tor boʻgʻizli (yuqori chastota nurlatuvchi) hamda keng boʻgʻizli (past chastota nurlatuvchi)larga ajratiladi. Bunday radiokarnaylar tovush toʻlqinlarni oʻq boʻylab konsentrlagani hisobiga yoʻnaltiruvchi xususiyati yaqqol namoyon boʻladi. Tor boʻgʻizli ruporli radiokarnayning tuzilishi 7.7-rasmda koʻrsatilgan. U diffuzorli radiokarnay kabi yuqorida va pastda joylashgan flaneslar 1, kern 2, magnet 3 dan tashkil topgan. Yuqoridagi flanes bilan kern orasida tovush gʻaltagi joylashgan boʻlib, unga tovush chastotali signal beriladi. Gʻaltak diafragma 4 ga mahkamlangan.



7.7-rasm. Tor boʻgʻizli ruporli radiokarnay.

O'zgarimas magnit maydoni bilan g'altakning o'zgaruvchan magnit maydoni ta'sirlashuvi natijasida g'altakni va diafragma tebratuvchi kuch yuzaga keladi. Diafragma ruporoldi kameraning akustik transformatorini tashkil etuvchi kichik hajmdagi havosini tebratadi (diafragma va rupor S_{kir} orasidagi).

Ruporoldi kamerada diafragma oldida tovush sochuvchi 5 joylashgan. Bunday radiokarnaylar FIK $\eta = 20-25\%$ ni tashkil etuvchi akustik transformatori mavjudligi uchun o'rta va yuqori chastota to'liqlarini yaxshi nurlantiradi.

Keng bo'g'izli ruporli radiokarnaylarda ruporoldi kamerasi bo'lmaydi va ularda S_{kir} , S_{chiq} dan ko'p farq qilmaydi. Rupor qarshiliklarining atrof-muhit hamda rupor va mexanik tebratuvchi tizim bilan moslashtirilgani natijasida nurlanuvchi quvvat rupor ishlatilganda u ishlatilmaganga nisbatan katta bo'ladi, $\eta = 5-7\%$.

Chastotasi, quvvati va qator boshqa parametrlari bo'yicha maxsus tanlangan hamda ma'lum akustik parametrlarga ega umumiy korpusga joylashtirilgan radiokarnaylar akustik tizimlarni tashkil etadi. Buning uchun chastotalar past, o'rta va yuqori chastotali to'liqlarga ajratiladi. Eshitish apparatining sezgirligi past chastotalar diapazonida kichikroq bo'lgani sababli past chastotali (30 Hz \pm 1 kHz) golovkalar quvvati kattaroq bo'lmog'i lozim.

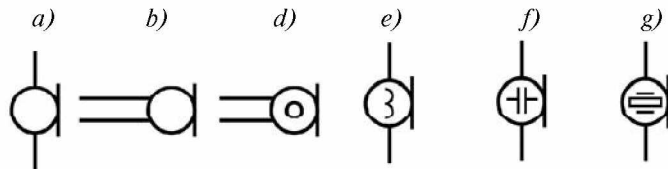
O'rta chastota nurlatgichlari (250-5000 Hz) sifatida keng polosali radiokarnaylar olinadi.

Yuqori chastotali radiokarnaylarning yo'nalganligi past chastotalarnikiga nisbatan kattaroq bo'lgani sababli akustik tizimlarda past chastotali nurlatgichlarga nisbatan yuqori chastota nurlatgichlari ko'proq ishlatiladi. Bunda tovush maydoni tekisligini ta'minlash uchun yuqori chastotali radiokarnaylar o'qlari turli yo'nalishlarga yo'naltiriladi.

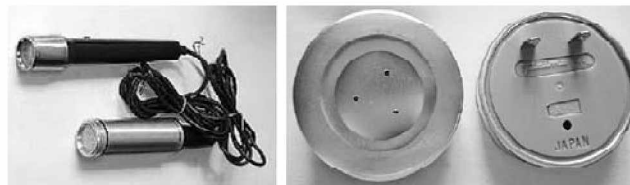
7.3. Mikrofonlarning tasnifi va asosiy parametrlari

Mikrofon vazifasi tovush to'liqlarini elektr signallarga o'zgartirishdan iborat bo'lgan qurilmadir. 7.8-rasmda mikrofonlarning elektr sxemalardagi shartli belgilanishi, 7.9-rasmda mikrofonning umumiy ko'rinishi keltirilgan.

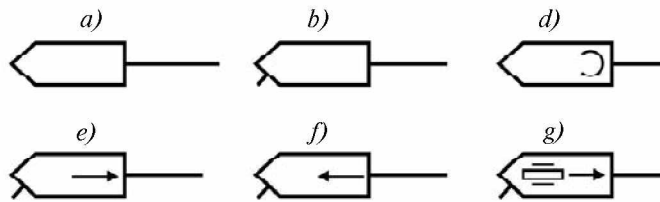
Akustik golovkalar. Ovoz yozish va ovoz chiqarish qurilmalarida (rekorderlar, optik va magnit ovoz yozish hamda ovoz chiqarish) ishlatiladigan akustik golovkalarining shartli belgilari 7.10, 7.11, 7.12 va 7.13-rasmlarda keltirilgan.



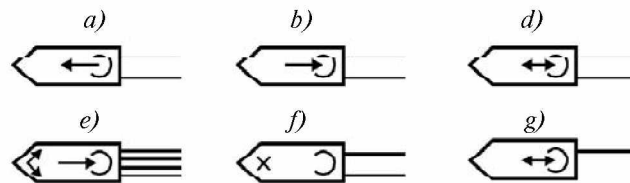
7.8-rasm. Mikrofonlarning elektr sxemalarda shartli belgilanishi: umumiy belgilanishi (a), uglerodli (d), elektrodinamik (e), kondensatorli (f) va pyezoelektrik (g).



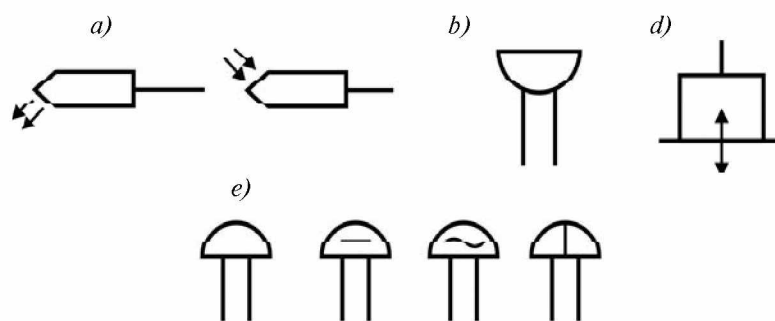
7.9-rasm. Mikrofonlarning umumiy ko'rinishi.



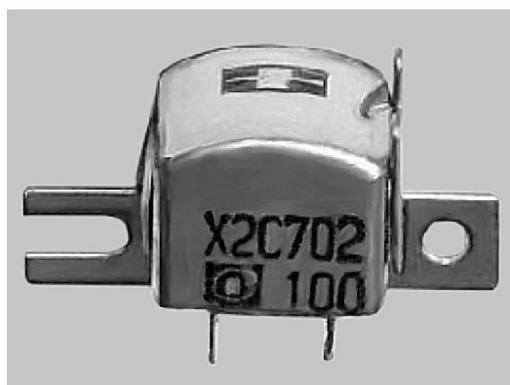
7.10-rasm. Akustik golovkalarining elektr sxemalarda shartli belgilanishi: ovoz yozib oluvchi (a), mexanik usulda ovoz yozuvchi (b), magnit (d), ovoz o'quvchi (e), ovoz yozuvchi (f) va pyezoelektrik o'quvchi (g).



7.11-rasm. Akustik magnit golovkalarining elektr sxemalarda shartli belgilanishi: ovoz yozuvchi (a), ovoz o'quvchi (b), universal (d), stereofonik (e), ovoz o'chiruvchi (f) va yo'lakchalar sonini ko'rsatuvchi (g).



7.12-rasm. Optik golovkalar (a), zummerlar (b), ultratovushli gidrofon (d) va elektr qo'ng'iroqlar (e).



7.13-rasm. Akustik magnit golovkalarining umumiy ko'rinishi.

Mikrofon va akustik golovkalarining asosiy parametrlari:

O'q bo'yicha sezgirlik — mikrofon chiqishidagi kuchlanishning mikrofon akustik o'qi yo'nalishida sinusoidal tovush to'liqini tushganda erkin maydondagi tovush bosimiga (paskallarda) nisbati:

$$E_0 = \frac{U}{P}$$

Sezgirlikni salt yurish kuchlanishi yoki 1000 Hz chastotada mikrofon ichki qarshiligi moduli bilan belgilanadigan nominal yuklamadagi kuchlanish bilan aniqlanadi.

O'q bo'yicha sezgirlikning standart sathi — 1 Pa tovush bosimida nominal qarshilikda hosil bo'layotgan va detsibellarda o'lchanadigan kuchlanishning $P_0 = 1 \text{ mW}$ quvvatga mos kuchlanishga nisbati, ya'ni $P_{\text{tovq}} = 1 \text{ Pa}$ bo'lgandagi mikrofonning nominal yuklamaga berayotgan quvvati sathi:

$$N_{\text{st}} = 10 \lg \frac{P}{10^{-3}} = 10 \lg \frac{U^2}{R_{\text{nom}} 10^{-3}} = 20 \lg \left(\frac{E_0}{\sqrt{R_{\text{nom}}} 10^{-3}} \right).$$

Yo'naltirilganlik xarakteristikasi ($D(\theta) = E_\theta / E_{\theta=0}$) mikrofon akustik o'qiga burchak ostida tushayotgan tovush to'lqinlariga sezgirlikning o'q bo'yicha sezgirligiga nisbati bilan baholanadi. Yo'nalganlik diagrammasi, odatda, qutb koordinatalarida quriladi. Yo'nalmagan mikrofon uchun yo'nalganlik diagrammasi aylanma shaklda bo'ladi va $D(\theta) = 1$; qo'sh yo'nalgan uchun — yotqiziglan sakkiz va $D(\theta) = \cos \theta$; yakka yo'nalishli uchun — kardioida va $D(\theta) = 0,5(1 + \cos \theta)$ bo'ladi.

Yo'nalganlik koeffitsiyenti — o'q bo'yicha sezgirligi kvadratining diffuziya maydondagi sezgirligi kvadratiga nisbati bilan baholanadi:

$$\Omega = E_0^2 / E_{\text{dif}}^2.$$

Detsibellarda ifodalangan yo'nalganlik koeffitsiyenti yo'nalganlik indeksi deb ataladi:

$$Q = 10 \lg \Omega.$$

Yo'naltirilmagan mikrofon uchun $Q=0$, yo'naltirilgani uchun esa $Q>0$.

Front / «orqa tomon» signallar nisbati signalga nisbatan shovqinlar diskriminatsiya qiymatini ko'rsatadi:

$$Q_{\text{F/o.t.}} = 20 \lg \frac{E_{\text{F}}}{E_{\text{o.t.}}}.$$

Chastota xarakteristikasi deb, mikrofonning o'q bo'yicha sezgirligi yoki uning sathining chastotaga bog'liqligiga aytiladi. Uning notekisligiga qarab chastotaviy buzilishlar haqida fikr yuritiladi.

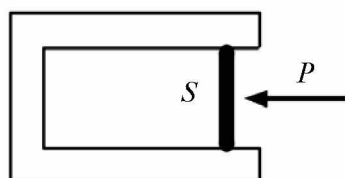
Mikrofonning xususiy shovqinlar sathi mikrofoniga xususiy shovqinlarga ekvivalent tovush bosimi ta'sir etganda mikrofon chiqishidagi kuchlanishning bo'sag'aviy sezish kattaligi $P_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$ ga teng:

$$N_{\text{sh}} = 20 \lg \left(\frac{P_{\text{sh}}}{P_0} \right) = 20 \lg \frac{U_{\text{sh}}}{E_0 2 \cdot 10^{-3}}.$$

Mikrofonlarning aytib o'tilganlardan tashqari, juda muhim *nochiziqli buzilishlar*, *dinamik* va *chastotaviy diapazon* kabi xarakteristikalar mavjud.

Energiyani o'zgartirish prinsipiga ko'ra, mikrofonlar elektrodinamik, elektrostatik, elektromagnitli va relelilarga bo'linadi. Elektrodinamik mikrofonlar g'altakli va tasmali bo'ladi.

7.4. Mikrofon akustik golovkalarining turlari



7.14-rasm. Bosim qabul qilgich.

Akustik xarakteristikalar bo'yicha barcha mikrofonlar bosim qabul qiluvchi, bosim gradiyentini qabul qiluvchi, kombinatsiyalashgan va guruhli mikrofonlarga bo'linadi.

Bosim qabul qilgichlarda tizimning harakatlanuvchi qismi tovush to'lqinlar uchun faqat bir tomondan ochiq (7.14-rasm). Bunday

tizimlarga tovush to'lqinlari ta'sirida porshen yuzasiga tik o'q bo'ylab harakatlanuvchi porshen misol bo'la oladi. Bu tizimda porshenning orqa tomoni tovush to'lqinlari uchun yopiq.

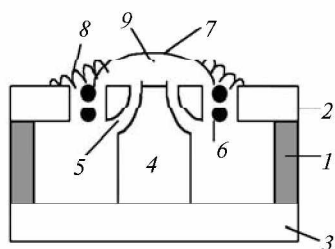
Bosim gradiyentini asimmetrik qabul qiluvchilar frontal va orqa tomondan kelayotgan ovoz to'lqinlari uchun turli sezgirlikni namoyon qiladilar, ularning yo'nalganlik diagrammasi — kardioidadir.

Kombinatsiyalashgan mikrofonlar elektr va akustik kombinatsiyalashganlarga bo'linadi.

Mikrofonlar bilan keng zonani tekis egallash zarur bo'lgan hollar uchrab turadi. Bunda ishchi o'qlari parallel yo'nalgan, yo'nalganlik xarakteristikalarining yon zonalari qo'shiluvchi mikrofonlar «lineykasidan» foydalanish

maqsadga muvofiq bo'ladi.

Elektrodinamik g'altakli mikrofon (MD). G'altakli mikrofon silindr shaklidagi o'zgarmas magnet *1*, pastki *3* va yuqorigi *2* flaneslarga ega (7.15-rasm) Markazida dumaloq markaziy sterjen (kern) *4* joylashgan. Unda to'liq ochiq kanallar *5* mavjud. Yuqori flanes va markaziy sterjen orasiga



7.15-rasm. G'altakli mikrofon tuzilishi.

tovush g'altagi 6 joylashtirilgan. Tovush g'altagi do'ngsifat diafragma 7 bilan mustahkam bog'langan. Diafragma esa yuqori flanesga gofrilangan shayba 8 orqali mahkamlangan. Kernning yuqori tomon sirti ipak gazlama 9 bilan berkitiladi. Mikrofonning tuzilishidan uning bosim qabul qilgichligi ko'rinib turibdi, demak, yo'nalganlik diagrammasi aylanadan iborat.

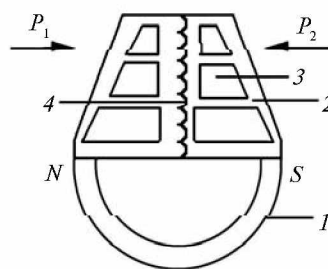
Bunday mikrofonning ishlash prinsipi quyidagicha: S yuzaga ega diafragma mahkamlangan tovush g'altagi mikrofon o'qi bo'ylab tebranadi. G'altak o'ramlari radial magnit maydon kuch chiziqlarini ularga tik yo'nalishda kesadi. Natijada g'altakda elektr yurituvchi kuch (EYK) hosil bo'ladi. Ishlash prinsipidan bunday mikrofonlar induktiv ko'rinishdagi o'zgartgich ekanligi ko'rinib turibdi. G'altakli mikrofonlar eshittirishlarni tashkil etishda ishlatiladi, yuqori mexanik mustahkamlikka ega, mikrofonni uzun kabel orqali kuchaytirgich bilan ulash imkoniyati mavjud, qo'shimcha elektr manbalar talab qilmaydi.

Elektromagnit tasmali mikrofon (MJI, MJIC). Tasmali mikrofon taqasimon magnit 1, qutbli nakonechnik 2, simmetrik tirgich 3 va yupqa gofrilangan tasmadan tashkil topgan (7.16-rasm). Tasma qalinligi 2–2,5 mkm, kengligi 2 mm, uzunligi 25–30 mm ni tashkil etadi va egiluvchanligi yuqori bo'lishi bilan yetarli mustahkamlikka va kichik massaga ega. Mikrofon konstruksiyasidan mikrofonning bosim gradiyentini simmetrik qabul qiluvchiligi ko'rinib turibdi, demak, uning yo'nalganlik diagrammasi sakkiz ko'rinishida, ya'ni qo'sh yo'nalgan.

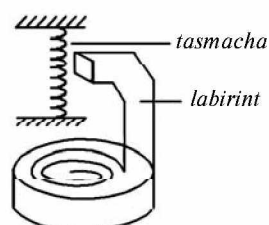
Mikrofonning ishlash prinsipi: P_1 va P_2 tovush bosimlari ostida egiluvchan tasma o'zgaras magnit maydon kuch chiziqlarini kesgan holda tebranadi. Buning natijasida tasmada EYK induktsiyalanadi.

Tasmali mikrofonning ish prinsipidan uning induktiv o'zgartirgichligi namoyon bo'lib turibdi. Hosil bo'layotgan EYK bir necha millivoltni tashkil etadi.

Akustik kombinatsiyalashgan tasmali mikrofon konstruksiyasi bo'yicha yuqorida keltirilgandan farqli ravishda, tasmaning oz qismi bir tomondan qaytgan to'lqinlarni yo'qotish uchun tovush yutuvchi



7.16-rasm. Tasmali mikrofon tuzilishi.



7.17-rasm. Labirint.

material bilan to'ldirilgan labirint bilan to'silgan (7.17-rasm).

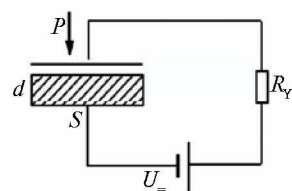
Elektr kombinatsiyalashgan tasmali g'altakli mikrofon bosim qabul qilgich va biri ikkinchisi ustiga joylashgan tasmali bosim gradiyenti qabul qilgichdan tuzilgan. Ikkala mikrofonni yoki bittasini ulab uch xil yo'nalganlik diagrammasini olish mumkin.

Tasmali mikrofonlar yuqori sezgirlikka ega, chastota xarakteristikalarini yaxshi, chastotalar diapazonining keng oralig'ida ishlaydi. Radiouylar va telemarkazlar studiyalarida ishlatiladi.

Bunday mikrofonlarning kamchiligi ulardan ochiq maydonlarda foydalanish imkoniyati yo'qligidir.

Kondensatorli mikrofonlar (MK). Kondensatorli mikrofon yassi kondensator hosil qiluvchi ikkita platinadan iborat (7.18-rasm). Ulardan biri diafragma vazifasini bajaruvchi, qalinligi 20—30 mkm bo'lgan yupqa metallashtirilgan plastinadan iborat, ikkinchisi esa katta massali qilib tayyorlangan platinadir.

Mikrofon konstruksiyasidan u aylana ko'rinishidagi yo'nalganlik diagrammasiga ega tovush bosimlarini qabul qiluvchiligi ko'rinish turibdi. Mikrofonning ishlash prinsipi quyidagicha: kondensator hosil qiluvchi yupqa platina (diafragma) tovush bosimi P ostida tebranma harakat qiladi. Natijada kondensator qoplamalari orasidagi masofa o'zgaradi. Bu kondensator sig'imining o'zgarishiga, plastinalar yaqinlashtirilganda sig'imning oshishiga (kondensator zaryadlanishiga) va plastinalar uzoqlashtirilganda sig'imning kamayishiga (kondensator razryadlanishiga) olib keladi.



7.18-rasm. Kondensatorli mikrofonning tuzilish sxemasi.

Yuklama qarshilik orqali kondensatorning zaryadlanish yoki razryadlanish toki oqadi va undagi kuchlanish qiymati tovush signali o'zgarish qonuniyati asosida o'zgaradi.

Bunday mikrofonning ishlash prinsipidan uning sig'im ko'rinishidagi o'zgartgichligi ayonlashib turibdi.

Mikrofonning kamchiligi sifatida u ishlashi uchun o'zgarimas kuchlanish manbai bo'lishi zarurligini,

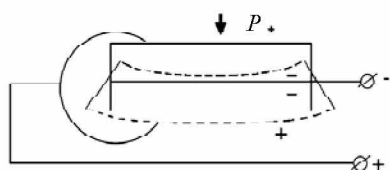
mikrofon bilan kuchaytirgichning konstruktiv umumlashganini (kabel bilan ulash mumkin emas) keltirish mumkin. Yuqori qiymatli yuklama qarshilikdan foydalanilgani sababli xususiy shovqinlari kattaligini ham aytish kerak.

Elektret mikrofon (MKЭ). Bunday mikrofonning ishlash prinsipi va konstruksiyasi kondensatorlilarnikidek. Farqi o'zgarmas kuchlanish manbayining yo'qligidir.

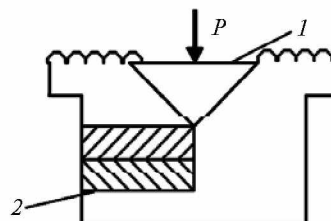
Membranalari qutblanishni uzoq yillar saqlash xususiyatiga ega bo'lgan materiallardan tayyorlanadi.

Pyezomikrofonlar. Bunday mikrofonlar konstruksiyalarida pyzeoeffektga ega bo'lgan materiallar (segnet tuzi, bariy titanati) ishlatiladi. Bunday materiallardan bimorf element (ikkita o'zaro birlashtirilgan plastinalar) tayyorlanadi. Bimorf elementga tovush bosimining ta'siri ostida yuqori plastina siqilish deformatsiyasiga, pastkisi cho'zilish deformatsiyasiga uchraydi (7.19-rasm).

Mikrofon bimorf elementning erkin uchida 2 tovush bosimi ta'sirida bir nuqtaga to'plangan yuklama hosil qiluvchi diafragma-dan 1 tuzilgan (7.20-rasm). Yuklama hisobiga bimorf element



7.19-rasm. Bimorf element tuzilishi.



7.20-rasm. Pyzeoelektrik mikrofon tuzilishi.

deformatsiyalanadi va uning o'ramlarida tovush bosimiga muvofiq o'zgaruvchi potentsiallar farqi hosil bo'ladi. Uning yo'nalganlik diagrammasi — doira.

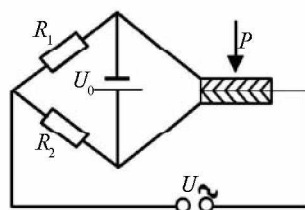
Pyzeoelement sig'imi 500—1500 pF. Bunday telefonlar sezgirligi yuqori, chastotalar diapazoni tor — 100—5000 Hz. Bundan tashqari, ularning mexanik mustahkamligi past, namlikka va temperatura ta'siriga chidamsiz, temperaturasi 45 °C dan oshmasligi kerak. Bunday mikrofonlar tovush apparatlarida qo'llaniladi.

Yarimo'tkazgichli mikrofonlarning tuzilishi pyzeoelektrik mikrofonlarnikidek, faqat bimorf element yarimo'tkazgich ma-

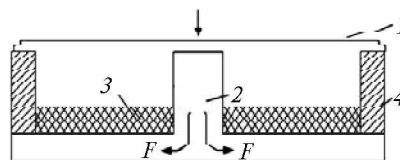
terialdan tayyorlanadi. Ishlash prinsipi pyezorezistiv effektga asoslanadi. Elektr sxemasi 7.21-rasmda ko'rsatilgan.

Yarimo'tkazgichli mikrofonlar yuqori sezgirlikka ega, ta'minlash toki kichik, lekin ishlash chastotalari diapazoni tor bo'ladi, shuning uchun faqat so'zlashuv signallari uchun ishlatiladi.

Elektromagnit mikrofonlar (МЭМ, ДЭММН). Mikrofon tuzilishi 7.22-rasmda keltirilgan.



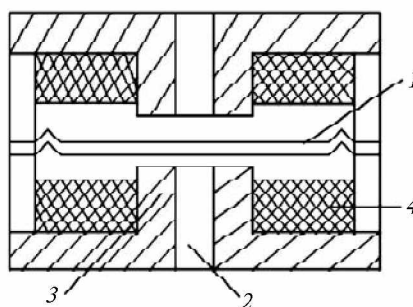
7.21-rasm. Mikrofonning elektr ulanish sxemasi.



7.22-rasm. Elektromagnitli mikrofon tuzilishi.

Tovush bosimi ta'siri ostida diafragmaning 1 tebranishi hisobiga kern 2 bilan diafragma orasidagi masofa o'zgarib, o'zgarmas magnet maydonda 4 joylashgan tovush g'altagi 3 ni kesib o'tuvchi magnet oqimi o'zgaradi. G'altakda hosil bo'luvchi o'zgaruvchan kuchlanish tovush bosimi o'zgarishi qonuniyatiga mos bo'ladi. Bunday mikrofon bosim qabul qilgich chastota xarakteristikalari notekisligi va tor chastota diapazonida ishlashi sababli faqat so'zlashuv signallarini qabul qilish uchun ishlatiladi.

Bosim gradiyenti qabul qiluvchi elektromagnit mikrofon tuzilishi 7.23-rasmda ko'rsatilgan.



7.23-rasm. Tovush bosimi gradiyentini qabul qiluvchi elektromagnit mikrofon tuzilishi.

U tovush bosimlari farqi ($P_1 - P_2$) ta'sirida tebranuvchi bitta diafragma 1 hamda ikkita tovush bosimini qabul qiluvchi mikrofonlardan tuzilgan. Tovush bosimlari farqi diafragma kern 3 dagi ochiq kanallar 2 orqali o'tib ta'sir qiladi. Natijada diafragma va kern orasidagi masofa o'zgaradi. Bu, o'z navbatida, ketma-ket ulangan tovush g'altaklari 4 ni kesib o'tuvchi magnit oqimining o'zgarishiga olib keladi. G'altaklarda induksiyalanuvchi kuchlanishlar arifmetik qo'shiladi.

Ushbu mikrofonlarning xalaqitbardoshligi yuqori. Ularni differensial, xalaqitbardosh, elektromagnit mikrofonlar deb ataladi (ДХЭМ) va bosim qabul qiluvchi mikrofonlar kabi qo'llaniladi.

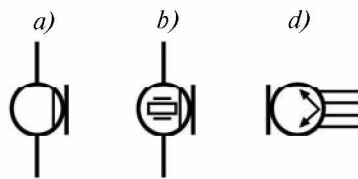
Radiomikrofonlar. Tovush kuchaytirish amaliyotida radiomikrofonlar keng tarqalgan. Radiomikrofonning oddiy mikrofonlarga nisbatan afzalligi ulardan foydalanilganda ijrochining sahna bo'ylab siljishlari mikrofon kabeliga bog'liq bo'lmasligida. Bunday holda ijrochi qo'lidagi yoki uning kiyimiga mahkamlangan mikrofon ma'lum masofada joylashgan radio qabul qilgichga ishlaydigan kichik o'lchamli radiouzatgichga ega bo'ladi. Antenna sifatida izolyatsiyalangan bir parcha simdan foydalaniladi. Mikrofon qabul qilgan signal kuchaytirilgandan so'ng quvvat kuchaytirgichga uzatilib zalga eshittiriladi. Radiomikrofonlarning asosiy kamchiligi dinamik diapazonining cheklanganligidir. Ular radioxizmat komplekslarida qo'llaniladi.

Radiouzatgich radioto'lqinlarning metrli diapazonida, 50—200 metr masofada, 10—50 mW quvvatda ishlaydi.

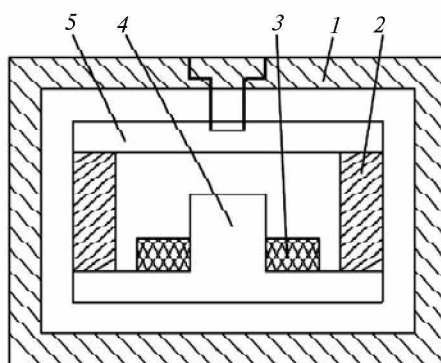
Laringofonlar. Laringofon — inson gaplashganda bo'yin mushaklari tebranishlari orqali nutqni qabul qiluvchi qurilma (7.24-rasm).

Barcha laringofonlar bo'yinga juft holda siqib qo'yilgan holda ishlatiladi. Bunda ular elektr ketma-ket ulanadi. Uglerodli va elektromagnitli laringofonlar mavjud. Elektromagnitli laringofon tuzilishi 7.25-rasmda ko'rsatilgan.

Bo'yinning mexanik tebranishlari laringofon korpusi 1 ni tebratadi. Magnit 2 va tovush g'altagi 3 hosil qilgan massa energiya



7.24-rasm. Laringofonlarning elektr sxemalarda belgilanishi: umumiy belgilanishi (a), pyezoelektrik (b) va stereo (d).



7.25-rasm. Laringofon tuzilishi.

bilan teskari fazada tebranadi. Shuning uchun kern 4 va plastina 5 orasidagi oraliq bo'yin tebranishlariga mos o'zgaradi. Plastina markazi korpusga mahkamlanadi. Oraliqning o'zgarishi magnet oqimining o'zgarishiga olib keladi. G'altak o'ramlarini kesib o'tuvchi magnet oqimi o'zgarishlari hisobiga g'altakda EYK induksiya-lanadi. Bunday laringofonlar elektromagnet mikrofonlarnikiga o'x-shash parametrlarga ega.

? NAZORAT SAVOLLARI

1. Akustik qurilmalarga ta'rif bering va asosiy parametrlarini keltiring.
2. Dinamiklarning turlari.
3. Fazoinvertorning vazifasi nimadan iborat?
4. Akustik tizimga nimalar kiradi?
5. Mikrofonlarga ta'rif bering va asosiy parametrlarini keltiring.
6. Akustik golovkalarining turlari va asosiy parametrlari.
7. Mikrofonlarning turlari.
8. Laringofonning tuzilishi va ishlash mexanizmini ko'rsating.

**VIII bob. RADIOELEKTRON APPARATURALARNING
YANGI AVLOD ELEMENT BAZALARI**

8.1. Yuzaga montaj qilish texnologiyasi uchun elementlar

Turli maqsadlarga xizmat qiluvchi zamonaviy elektron qurilmalarda yuzaga montaj qilish uchun **Surface Mounting Details (SMD)** komponentlar qo'llaniladi.

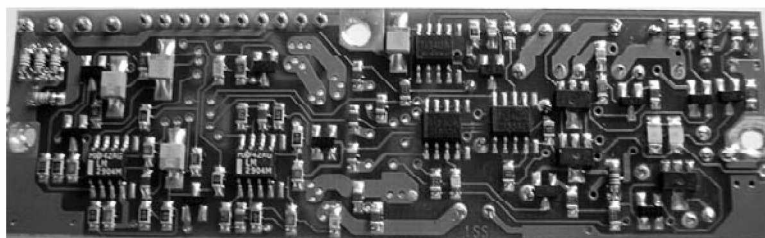
Bu texnologiya qator afzalliklarga ega:

- mahsulotlarni avtomatik usulda yig'ish, yig'malarning yuqori sifatligi va ishonchligi;
- yuqori texnologiyani ta'minlaydi;
- yig'ish jarayoniga ketadigan vaqtni kamaytirish imkonini beradi.

SMD texnologiyasi tufayli bosma platalar o'lchamlari va mos ravishda ularni tayyorlash narxi 1,5—3 marta kamaydi. SMD komponentlar narxining pastligi bilan birgalikda mahsulot tannarxining arzonlashuviga olib keldi. Ishlab chiqaruvchilarda montajning boshqa usullari bilan o'rnatilishi murakkab bo'lgan ixtiyoriy keli-shilgan o'lchamlardagi (eng kichik o'lchamlar bilan birgalikda kichik qadamlarni e'tiborga olgan holda) komponentlardan foydalanish imkoniyati paydo bo'ldi. Qutbli elementlarning noto'g'ri o'rnatilishi va yangilash nominaldagi komponentlar o'rnatilishi bilan bog'liq muammo mutlaqo yo'qoldi. Texnologik jarayonning moslashtiriluvchanligi va ishlab chiqarish liniyasini boshqa mahsulot ishlab chiqarishga qayta qurish tezligining kattaligi, hatto, kam miqdordagi platalarni liniyalarda yig'ishni maqsadga muvofiq qilib qo'ydi.

SMD komponentlar bosma platalar yo'lakchalariga to'g'ridan to'g'ri kavsharlanadi (8.1-rasm).

Ko'p platalarda elementlarning pozitsiyalar bo'yicha belgilari mavjud. Belgilar harf va qurilma yoki funksional blok sxemasida elementning shartli raqamini anglatuvchi bir necha raqamdan iborat bo'ladi (*Q* harfi bilan, odatda, analog tranzistorlar, *D* harfi bilan kalit tranzistorlar va diodlar, *Z* yoki *ZD* — stabilitronlar, *R* — rezistorlar, *C* — kondensatorlar, *L* — induktivliklar (ilovada keltirilgan)).



8.1-rasm. Yuzaga montaj qilish texnologiyasida tayyorlangan bosma plata.

SMD komponentlari o'lchamlari ularning korpuslari standart markalar yozilishi uchun juda kichiklik qiladi. Shuning uchun bunday komponentlarni markalash uchun maxsus tizim mavjud: asbob korpusiga ikki yoki uch simvoldan iborat kod yoziladi (ilovada keltirilgan).

Tape Automated Bonding (TAB) texnologiyada kremniy kristallari chip oyoqchalarining ichki ulanishlarini takomillashtiruvchi polimer tasmaga o'rnatiladi. Chip oyoqchalarini ikkinchi sath yig'masiga (chuqur bosma plataga yoki boshqa asosga) ulash polimer tasmaning tashqi oyoqchalari yordamida amalga oshiriladi. TAB komponentlari tashqi oyoqchalarini asos bilan ulash uchun, odatda, kontakt kavsharlash, issiq gaz bilan kavsharlash yoki lazerli mikropayvand usullaridan foydalaniladi.

TAB texnologiya dunyoning juda chegaralangan sondagi yetakchi texnologik firmalari tomonidan to'liq o'zlashtirilgan.

Oxirgi yillarda **Ball Grid Array (BGA)** barcha infrastrukturasi tez sur'atlar bilan rivojlandi. Hozirda plastik, keramik, metall, shishakompozit, tasmali va boshqa an'anaviy BGA emas, ko'proq ochiq kristallarni eslatuvchi mikro-mBGA ma'lum.

Hozirgi kunda bizga yaxshi tanish bo'lmagan **Chip-Scale Packages (CSP)** komponentlar o'zining rivojlanish davrini o'tmoqda. CSP, odatda, o'lchami kristall o'lchamiga nisbatan 20 % dan katta bo'lmagan komponent sifatida aniqlanadi. Bu komponentlar birinchi navbatda qo'llaniladigan sohalar xotira qurilmalari (ayniqsa, flesh), boshqarish mikrosxemalari (analog-raqamli o'zgartgichlar, kirish, chiqish kanallari soni kam mantiqiy sxemalar va mikrokontrolyorlar), raqamli ishlov berish sxemalari (masalan, signalga raqamli ishlov beruvchi protsessor (DSP)) hamda maxsus ishlarda qo'llaniluvchi mikrosxemalar (ASIC) va mikroprotsessorlardir.

8.2. Past temperaturali keramika texnologiyasi

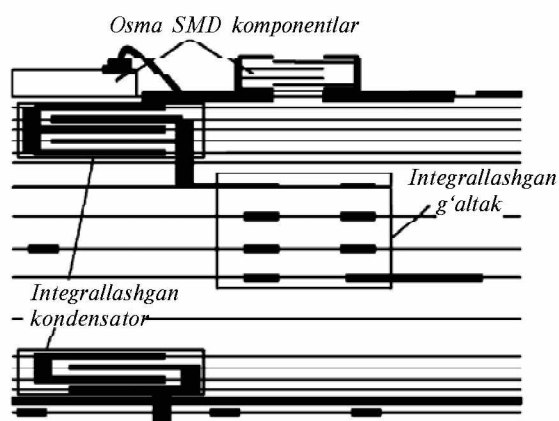
Past temperaturali keramika texnologiyasi **Low Temperature Co-fired Ceramics (LTCC)** hozirgi kunda tez rivojlanmoqda va turli sohalarda foydalanish uchun, masalan, past va o'rta integratsiya darajasidagi yuqori va o'ta yuqori chastotalarda ishlovchi mikrosxemalarda qo'llanilmoqda. Nisbatan past chastotali sohada LTCC asosda GSM, CDMA, TDMA va Bluetooth qo'llanishlar uchun qurilmalar tayyorlanmoqda, millimetrlilik to'lqin sohasida esa MMDS va LMDS qo'llanishlar keng tarqalmoqda. Ushbu texnologiya elektron sanoat sohasida elektron qurilmalarni tijorat va harbiy maqsadlar uchun, ommaviy ishlab chiqarishda arzon yechimni ta'minlamoqda.

LTCC texnologiyasi asosida tayyorlangan an'anaviy modul mustahkamligini ta'minlash maqsadida pechda qotirib olinadigan ko'p qatlamli keramik material «buterbrod»ga o'xshaydi. Har bir qatlamida tok o'tkazuvchi «rasm» mavjud. Presslashga to'liq tayyor ftoroplast yoki yuqori temperaturali keramika asosida tayyorlangan bosma platalardan farqli ravishda LTCC texnologiyada topologiyani hosil qiluvchi va tok o'tkazuvchi siyoh xom keramika varaqlariga pishirish operatsiyasigacha yurgiziladi. Shundan so'ng qatlamlarda qatlamlararo elektr bog'lanishni va issiqlik olib ketilishini ta'minlovchi tok o'tkazuvchi pasta bilan to'ldiriluvchi darchalar ochiladi. Umumiy holda har bir alohida qatlam LTCC asos stejkida qaytarilmas qalinlikka va dielektrik xarakteristikalariga ega bo'lishi mumkinligi ishlab chiqaruvchilarga har bir qatlamda komponentni amalga oshirishning keng imkoniyatlarini ochadi. Boshqa so'z bilan aytganda, agar topologiyani qaysidir qismida o'ziga xos element yaratish zarur bo'lsa, prinsipial chegaralanishlar vujudga kelmaydi.

8.2-rasmda qatlamlar stejki kesimi namuna sifatida ko'rsatilgan. Bu yerda yupqa qatlamlarda qalinligi 50 mkm ni tashkil etadi. Asos o'rtasida qalinligi 120 mkm li oltita qatlam mavjud. Kesimda spiralsimon g'altak, ikkita ko'p qatlamli kondensator hamda ikkita tashqi osma element ko'rsatilgan.

LTCC asoslar osma elementlari sifatida yuza bo'ylab montajga moslangan turli komponentlar bo'lishi mumkin, bu, o'z navbatida, montaj texnologiyalarining xilma-xilligini belgilaydi.

LTCC ko'p qatlamli platada osma komponentlar orasida bog'lanish hosil qilish bilan cheklanmaydi. Uning yordamida hosil

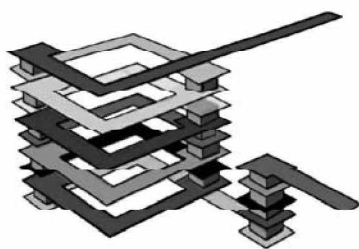


8.2-rasm. LTCC asos qatlamlari steyk namunasi.

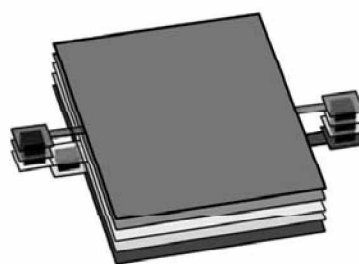
qilingan rezistorlar, induktivlik g'altaklari, kondensatorlar va simmetriyalovchi qurilmalar bevosita asosga integratsiyalashgan bo'lishi mumkin, bu berilgan funkcionallikni ta'minlagan holda diskret SMD komponentlar sonini sezilarli kamaytirish imkoniyatini ochadi.

8.3-rasmda keltirilgan vertikal induktivlik g'altagi hamda 8.4-rasmda keltirilgan ko'p qatlamli kondensatorlar qurilmalar o'lchamlarini va narxini kamaytirish imkoniyatini ochadi.

Sxemotexnik elementlar modellari ikki sinfga bo'linadi: analitik va empirik. Umumiy holda har bir element ikkala model bilan aniqlanishi mumkin, qaysi modelni tanlash foydalanuvchi ixtiyoridir.



8.3-rasm. Vertikal LTCC induktivlik g'altagi.



8.4-rasm. Ko'p qatlamli plastinali kondensator.



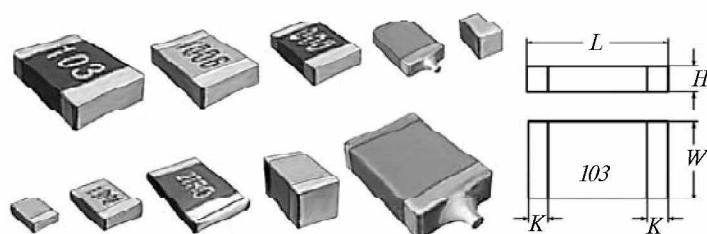
NAZORAT SAVOLLARI

1. SMD komponentlarning afzalliklari nimada?
2. SMD komponentlarning belgilanish tizimi.
3. TAB texnologiyasining boshqa texnologiyalardan farqi nimada?
4. BGA texnologiyasi haqida ma'lumot bering.
5. CSP texnologiyasi haqida ma'lumot bering.
6. LTCC texnologiyasi boshqa texnologiyalardan nima bilan farq qiladi?
7. SMD komponentlarining modellari.

I L O V A

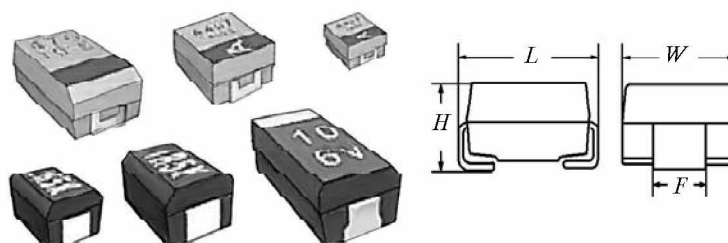
SMD KOMPONENTLAR

**Rezistorlar, kondensatorlar, induktivlik g'altaklari,
termistorlar va varistorlar**



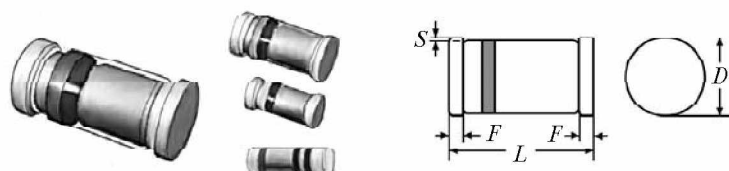
Korpus turi	L* (mm)	W* (mm)	H** (mm)	K (mm)	Izoh
0402 (1005)	1,0	0,5	0,35...0,55	0,2	
0603 (1600)	1,6	0,6	0,45...0,95	0,3	
0805 (2012)	2,0	1,25	0,4...1,6	0,5	ГОСТ R1-12-0.0052
1206 (3216)	3,2	1,6	0,4...1,75	0,5	ГОСТ R1-12-0.125; R1-16
1210 (3225)	3,2	2,5	0,55...1,9	0,5	
1218 (3245)	3,2	4,5	0,55...1,9	0,5	
1606 (4516)	4,5	1,6	1,6	0,5	
1808 (4520)	4,5	2,0	2,0	0,5	
1812 (4532)	4,5	3,2	0,9...2,3	0,5	
2010 (5025)	5,0	2,5	0,55	0,5	
2220 (5750)	5,7	5,0	1,7	0,5	
2225 (5763)	5,7	6,3	2,0	0,5	
2512 (6432)	6,4	3,2	2,0	0,5	
2924 (7161)	7,1	6,1	3,9	0,5	
3225 (6053)	8,0	6,3	3,2	0,5	
4030	10,2	7,9	3,9	0,5	
4032	10,2	8,0	3,2	0,5	
5040	12,7	10,2	4,8	0,5	
6054	15,2	13,7	4,9	0,5	

**Diodlar, stabilitronlar, kondensatorlar, induktivlik g'altaklari,
termistorlar va varistorlar**



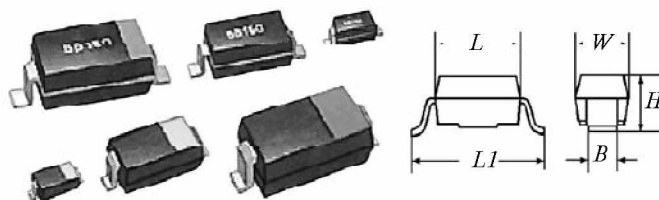
Korpus turi	L* (mm)	W* (mm)	H** (mm)	F (mm)	Izoh
2012 (0605)	2,0	1,2	1,2	1,1	EIAJ
3216 (1203)	3,2	1,6	1,6	1,2	EIAJ
3215L	3,2	1,5	1,2	1,2	EIAJ
3529	3,5	2,8	1,9	2,2	EIAJ
3520L	3,5	2,8	1,2	2,2	EIAJ
5832	5,6	3,2	1,5	2,2	—
5845	5,8	4,5	3,1	2,2	EIAJ
6032	5,0	3,2	2,5	2,2	EIAJ
7343	7,3	4,3	2,8	2,4	EIAJ
7243H	7,3	4,3	4,3	2,4	EIAJ
DO-214AA	5,4	3,6	2,3	2,05	JEDEC
DO-214AB	7,95	5,9	2,3	3,0	JEDEC
DO-214AC	5,2	2,6	2,4	1,4	JEDEC
DO-214BA	5,25	2,6	2,95	1,3	JEDEC
SMA	5,2	2,6	2,3	1,45	MOTOROLA
SMB	5,4	3,6	2,3	2,05	MOTOROLA
SMC	7,95	5,9	2,3	3,0	MOTOROLA
SDD6	5,5	3,3	2,5	2,2	ST
SDD15	7,8	5,0	2,8	3,0	ST

Diodlar, stabilitronlar, kondensatorlar va rezistorlar



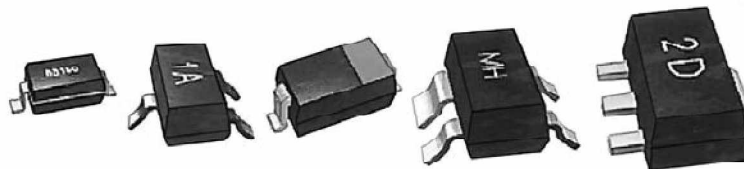
Korpus turi	L* (mm)	D* (mm)	F* (mm)	S* (mm)	Izoh
DO-213AA	3,5	1,65	0,45	0,003	JEDEC
DO-213AB	5,0	2,52	0,45	0,03	JEDEC
DO-213AC	3,45	1,4	0,42	—	JEDEC
EAD03L	1,5	1,0	0,2	0,05	PANASONIC
EAD2IL	2,0	1,25	0,3	0,07	PANASONIC
EASM	5,9	2,2	0,5	0,15	PANASONIC
MELF	5,0	2,5	0,5	0,1	CENTS
SDDEQ	3,5	1,6	0,3	0,075	PHILIPS
SDDEOC	3,6	1,52	0,3	0,075	PHILIPS
SDD87	3,5	2,06	0,3	0,075	PHILIPS

Diodlar, stabilitronlar va kondensatorlar



Korpus turi	L* (mm)	L1* (mm)	W* (mm)	H** (mm)	B (mm)	Izoh
DO-215AA	4,3	6,2	3,6	2,3	2,05	JEDEC
DO-215AB	5,65	9,9	5,9	2,3	3,0	JEDEC
DO-215AC	4,3	6,1	2,6	2,4	1,4	JEDEC
DO-215DA	4,45	6,2	2,6	2,95	1,3	JEDEC
ESC	1,2	1,6	0,6	0,6	0,3	TOSHIBA
SOD-123	2,7	3,7	1,55	1,35	0,6	PHILIPS
SOD-323	1,7	2,5	1,25	1,0	0,3	PHILIPS
SSC	1,3	2,1	0,8	0,8	0,3	TOSHIBA

**Turli firmalar tomonidan ishlab chiqarilgan
SMD komponentlarning belgilanishi**



JEDEC*	EIAJ*	PHILIPS SIEMENS CENTS* MAXIM	RDHM	SANYO	HITA- CHI	MOTO- ROLA	TOSHIBA KEC
TO-236	SC-59	SOT-345	SMD/T0		MPAK2	SC-59	S-MINI
TO-236AB		SOT/ SOD-23	SSD/T3	CP		SOT-20	
TO-243AA	SC-62	SOT-59A	MPT3		LPAK		PW- MINI
TO-243AB		SOT-59B					
TO-252-3	SC-63		CPT3				
TO-253		SOT-143	SMD/T4			SOT- 143	
TO-253		SOT-143R					
		SOD-123				SOD-123	
		SOD-323	LMD2				USC
		SOT-343					
		SOT-343R			CMPAK4		
		SOT-A7					
	SC-70	SOT-323	LMD/T3	MCP	CMPAK	SOT-323	USM
	SC-74		SMD/T6				SMS
	SC- 74A		SMD/T5				SMY
	SC- 75A	SOT-41G	EMD/T3				SSM
	SC-79	SOD-523	EMD2				
	SC-52		UMD/T4				
	SC-63	SDT-363	UMD/T6				USG
	SC62A	SDT-353	UMD/T5				USY

SMD komponentlari uchun eng ko'p ishlatiladigan korpuslarning tartiblashgan raqamlanishi

Korpus turi	PHILIPS MURATA VISHAY S&M	TDK MALLORY SYFER	SOS- THOMSON	PANA- SONIC	CTC	RDHM	SAM- SUNG
0402	0402			I0	DS		0,5
0503	0603	0603	AN21	I1	DB	18	10
0505	0605	0805	AN12	I2	I2	21	21
1206	1206	1205	AN20	I3		31	31
1210	1210	1210					
1216	1218						
1612	1912						43
2220	2220						

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *A.M. Abdullayev, N.B. Alimova, H.H. Bustanov, G.N. Kuzmina.* Radiomateriallar va radiokomponentlar. T.: TATU «Aloqachi» nashr matbaa markazi, 2009.
2. *K.C. Петров.* Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника. СПб.: «Питер», 2006.
3. *Ю.П. Демаков.* Радиоматериалы и радиокомпоненты. М.: «Высшая школа», 1999.
4. *A.M. Абдуллаев, H.B. Алимova.* Электрорадиоматериалы. Т.: Издательско-полиграфический творческий дом им. Чулпана, 2007.
5. Электрорадиоматериалы. Под редакцией *B.M. Тареева.* М.: «Высшая школа», 1978.
6. *Sh.M. Kamolov, A.Sh. Ahmedov.* Elektrotexnika materiallari. T.: «O'qituvchi», 1994.
7. R.S.D. Wahida Banu, M. Chandrasekar, S. Salma Mehajaben, C. Amirdalingam, G. Umamaheswari. Electronic Equipments. Theory. Government of Tamilnadu. First Edition, 2011.

MUNDARIJA

Kirish	3
--------------	---

I bob. REZISTORLAR

1.1. Tasnifi va konstruksiyalari	4
1.2. Rezistorlarning asosiy parametrlari	5
1.3. Umumiy maqsadlarda qo'llaniladigan rezistorlar	7
1.4. Pretsizion rezistorlar	11
1.5. Yuqori chastota va o'ta yuqori chastotada ishlovchi rezistorlar	12
1.6. Yuqori omli va yuqori voltli rezistorlar	13
1.7. Integral mikrosxema rezistorlari	14

II bob. KONDENSATORLAR

2.1. Tasnifi va konstruksiyalari	16
2.2. Kondensatorlarning asosiy parametrlari	17
2.3. O'zgarmas sig'imli yuqori chastotali kondensatorlar	20
2.4. O'zgarmas sig'imli past chastotali kondensatorlar	22
2.5. O'zgaruvchan sig'imli kondensatorlar	24
2.6. Yarimo'zgaruvchan kondensatorlar	25
2.7. Integral mikrosxemalar kondensatorlari	26

III bob. INDUKTIVLIK G'ALTAKLARI

3.1. Tasnifi va konstruksiyalari	28
3.2. Induktivlik g'altaklarining asosiy parametrlari	30
3.3. Yuqori chastotali induktivlik g'altaklari	31
3.4. Induktivlik g'altaklarining integral qo'llanilishi	34

IV bob. FILTRLAR VA KECHIKTIRISH LINIYALARI

4.1. Aktiv RC va raqamli filtrlar	36
4.2. Integral pyezoelektrik filtrlar	37

V bob. PAST CHASTOTALI TRANSFORMATORLAR VA DROSSELLAR

5.1. Tasnifi va asosiy parametrlari	42
5.2. Past chastotali quvvat transformatorlari	43
5.3. Moslashtiruvchi transformatorlar	44
5.4. Integral mikrosxemalarda moslashtiruvchi transformatorlar	45
5.5. Past chastotali drossellar	46

VI bob. ALMASHLAB ULAGICHLAR VA RELE

6.1. Tasnifi va asosiy parametrlari	47
6.2. Rele	49

VII bob. AKUSTIK QURILMALAR

7.1. Telefonlar va dinamiklarning tasnifi va asosiy parametrlari	51
7.2. Dinamiklarning turlari	52
7.3. Mikrofonlarning tasnifi va asosiy parametrlari	56
7.4. Mikrofon akustik golovkalarining turlari	60

*VIII bob. RADIOELEKTRON APPARATURALARNING YANGI
AVLOD ELEMENT BAZALARI*

8.1. Yuzaga montaj qilish texnologiyasi uchun elementlar	67
8.2. Past temperaturali keramika texnologiyasi	69
Ilova	72
Foydalanilgan adabiyotlar	77

A50 JAMOA. Radioelektron va televizion apparatlarni ta'mirlash va xizmat ko'rsatish (element bazasi)
(O'quv qo'llanma) (2-nashri). T.: «ILM ZIYO»,
2016. — 80 b.

UO'K 621.39 (075.32)

KBK32.841ya722

ISBN 978-9943-16-327-0

ALIMOVA NODIRA BATIRDJANOVNA,
BUSTANOV HABIBULLA HAMIDOVICH,
TADJIBAYEV SHAKIR ZAIDOVICH

**RADIOELEKTRON VA TELEVISION
APPARATLARNI TA'MIRLASH VA
XIZMAT KO'RSATISH
(ELEMENT BAZASI)**

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

2-nashri

Toshkent — «ILM ZIYO» — 2016

Muharrir *B. Xudoyorova*
Badiiy muharrir *M. Burxonov*
Texnik muharrir *F. Samatov*
Musahhiha *T. Mirzayev*

Noshirlik litsenziyasi AI № 275, 15.07.2015-y.

2016-yil 20-sentabrda chop etishga ruxsat berildi. Bichimi 60×90^{1/16},
«Times» harfida terilib, ofset usulida chop etildi. Bosma tabog'i 5,0.
Nashr tabog'i 4,5. 842 nusxa. Buyurtma № 91

«ILM ZIYO» nashriyot uyi. Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30-uy.
Shartnoma № 27— 2016.

«PAPER MAX» xususiy korxonasiida chop etildi.
Toshkent, Navoiy ko'chasi, 30-uy.