

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA‘LIM VAZIRLIGI**

**ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT
TEXNIKA UNIVERSITETI**

«RADIOSIGNALLARNI UZATUVCHI QURILMALAR»
fanidan ma’ruza mashg‘ulotlari uchun mo‘ljallangan o‘quv-uslubiy
qo‘llanma

Toshkent - 2014

UDK 621.396.61

Tuzuvchi: A. A. Tojiyev. “Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalar” fanidan o‘quv - uslubiy qo‘llanma. – Toshkent, ToshDTU, 2014, 112bet.

Ushbu o‘quv - uslubiy qo‘llanma 5350700 – Radioelektron qurilmalar va tizimlar (tarmoqlar bo‘yicha) hamda 5111000 – Kasb ta’limi (Radioelektron qurilmalar va tizimlar) yo‘nalishi talabalari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, unda radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning vazifasi, struktura va prinsipial shemalari xamda alohida qismlari haqida asosiy nazariy ma’lumotlar keltirilgan.

O‘quv – uslubiy qo‘llanma IV bosqichning VII semestrida o‘tiladigan ma’ruza materiallariga asoslanib tuzilgan va talabalarning mustaqil ravishda bilimlarini osirish uchun mo‘ljallangan.

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent Davlat texnika universitetining ilmiy-uslubiy kengashi qarori bilan chop etildi.

Taqrizchilar: t.f.n. F. F. Umarov - TTYTMI dotsenti
t.f.n. Z.A. Isaxanov - Ion – plazma va lazer
texnologiyalari institutining katta ilmiy xodimi

Kirish

Oliy ta'limning (bakalavr - magistr) ko'p bosqichli sistemasiga o'tishda "Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalar" fanining vazifasi yanada ortadi, chunki radio uzatuvchi qurilmalar, keyingi semestrda o'tiladigan "Radio tizimlar" tarkibiga kiradi. "Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalar» kursi talabalarni turli maqsadlar uchun mo'ljallangan zamonaviy radio uzatuvchi qurilmalarni ishlash usuli bilan tanishtirish, ularga analiz qilish va hisoblash usulini o'rgatishdir hamda talabalarda bilim, tajriba va mustaqil fikrlashni kabi hislatlarni oshirishdir.

Maxsus sohalarida, ayniqsa, radiotexnikani amalda qo'llashda mutaxassislar maxsus fanni yaxshi bilmay turib, o'z sohalarini mukammal o'rgana olmaydilar, chunki bu fan ham boshqa fanlar kabi o'z mutaxassisligi uchun o'zak hisoblanadi. Fanni puxta va mukammal o'rganishda nazariy bilim va tajriba ishlarini o'tkazish muhim o'rin tutadi.

Ma'lumki, keyingi yillarda radio - teleeshittirish, radio aloqa qilish sohalarida bir qancha tizimlarni tutgan o'zni va ularning kelajagi aniqlandi. Bunday tizimlar turkumiga bir polosali radio aloqa, radio telefonlar, simsiz telefonlar, peyjerli va uyali aloqa, yerning sun'iy yo'ldoshlari orqali aloqa, himoya qiluvchi signalizatsiyalar kiradi. Shu bilan birga yangi texnologik masalalar hal etiladi. Bular maydon tranzistorlari asosida ishlovchi radio uzatuvchi qurilmalar, D klassida ishlovchi katta quvvatli kuchaytirgichlar, o'ta yuqori diapazonda ishlovchi, Shotki tranzistorlari asosida ishlovchi kuchaytirgichlar va boshqalar. Ma'ruzalar matnida past, yuqori va o'ta yuqori diapazonda ishlovchi radio uzatuvchi qurilmalarni loyixalash va qurish asoslari keltirilgan. Amplitudali, chastotali, bir polosali modulatsiya turlari hamda ularning xarakteristikalarini ko'rib chiqilgan. Bundan tashqari keng polosali kuchaytirgichlar, chastota kuchaytirgichlar hamda o'z - o'zidan ishlovchi generatorlarning ish usuli va energetik ko'rsatkichlari yoritib berilgan.

Hozirgi kunda radiotexnika ilm - fan va texnikaning asosiy sohalaridan biri bo'lib, shu paytgacha katta muvaffaqiyatlarga erishgan. Hozirgi zamon radiouzatuvchi qurilmalari quvvati 0,1 W dan bir necha ming kW ni, ish chastotasi esa 1000 kHz dan 10 GHz ni tashkil etadi. Radiouzatuvchi qurilmalarning takomillashishi yangi

zamonaviy radioelementlarning kelib chiqishi va yangi sxemalarni qo'llash bilan bog'liq. Mazkur fan radioto'lqinlarni yuzaga keltiruvchi va shakllantiruvchi qurilmalarni o'rganishga bag'ishlangan. Bu fanda radio uzatuvchi qurilmalarning alohida kaskadlarini qurish va tahlil qilish o'rganiladi. Energetik ko'rsatkichlarni oshirish, hisoblash va foydali ish ko'effitsientini oshirish usullari ko'rib chiqiladi.

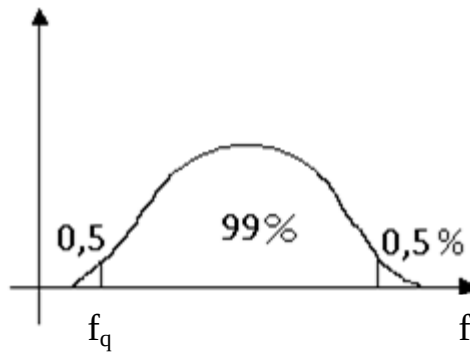
1. RADIOSIGNALLARNI UZATUVCHI QURILMALAR, ULARNING VAZIFASI VA TURLARI

1.1. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalar va radiosignallar to'g'risida umumiy tushuncha

Radiosignallarni uzatuvchi qurilma (RSUQ) deb, tarkibida uzatilishi kerak xabar bo'lgan yuqori chastotali radioto'lqinlarni ishlab beruvchi qurilmalarga aytiladi. Qurilmaning asosiy vazifasi radiosignalni yuzaga keltirish, shakllantirish va kerakli miqdorgacha kuchaytirib antennaga uzatishdir. Radiosignal bu yuqori chastotali to'lqin bo'lib, uning biror parametri uzatilayotgan xabar ta'sirida o'zgarib turadi. Radiosignal quvvati P_{chiq} radioqurilmani loyihalayotgan paytda aniqlanadi.

Radiosignal spektri ish chastotasi f , chastota turg'unligi $\Delta f/f$, band qilingan chastota kengligi va kerak emas parazit to'qinlar miqdori bilan xarakterlanadi (1.1-rasm). Band qilingan chastota kengligi bu yuqori f_{yu} va quyi f_{q} chastotalar oralig'i bo'lib, bu oraliqda signalning 99% quvvati yig'ilgan bo'ladi. $f_{\text{yu}} - f_{\text{q}}$ oraliqdan tashqarida bo'lgan to'qinlar kerak emas parazit to'qinlar hisoblanadi. Ular boshqa chastotadagi signallarni qabul qilishga halaqit beradi, shuning uchun ularning miqdorini iloji boricha kamaytirish kerak.

Ish chastotasi f_s vaqt davomida o'zgarshi chastota turg'unligi bilan aniqlanadi ($\Delta f/f$). Chastota turg'unligi iloji boricha kichik bo'lishi kerak, shu ish chastotasiga va qurilmaning quvvatiga bog'liq bo'ladi.



1.1- rasm. Radiosignalning tarkibi

Masalan: (4 - 29,7) MHz chastota oralig'ida ishlovchi va quvvati $P = 500 \text{ W}$ bo'lgan qurilmalarda $\Delta f_s < 50 \cdot 10^{-6}$ bo'lishi kerak.

1.2. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarning turlari

Radiouzatuvchi qurilmalar quyidagi turlarga bo'linadi.

- Vazifasi bo'yicha qurilma - radioaloqa bog'lovchi, radio vatelesignallarni uzatuvchi, professional aloqa bog'lovchi, telemetrik, radiolokatsion va radionavigatsiyali bo'lishi mumki.
- Ish diapazoni bo'yicha qurilmalar past chastotali, o'ta yuqori chastotali va optik diapazonda ishlovchi bo'lishi mumkin.

Qurilmaning ish diapazoni aktiv element (AE) va tebranish konturining turi bilan aniqlanadi. Yuqori chastotali radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarda aktiv element (AE) sifatida tranzistor, radiolampa va mikroshemalar, tebranish konturi sifatida esa oddiy sig'im va induktivliklar ishlatiladi. O'ta yuqori chastotali RSUQ da AE element sifatida magnetron, klistron, LOV(qaytgan to'lqin lampasi), LBV (yuguruvchi to'lqin lampasi)lar, tebranish konturi sifatida esa volnovodlar va rezonatorlar ishlatiladi. Optik diapazonda esa lazer generetorlari va svetovodlar ishlatiladi.

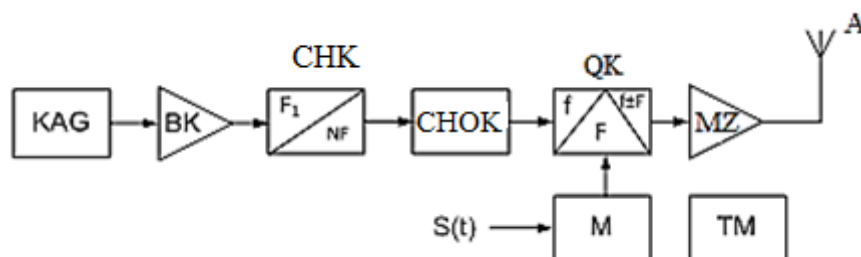
- Quvvat bo'yicha RSUQlar juda kichik quvvatli ($P < 3 \text{ W}$), kichik quvvatli (3-100 W), o'rta quvvatli (0,1-3kW), kuchli quvvatli (3-100 kW) va o'ta kuchli quvvatli ($P > 100 \text{ kW}$) bo'lishi mumkin.
- Modulatsiya turi bo'yicha RUQlar amplituda bo'yicha modullashtirilgan (AM), chastota bo'yicha modullashtirilgan (ChM) va faza bo'yicha modullashtirilgan (FM) bo'lishi mumkin. AM RSUQlar radioaloqa bog'lashda, radio - telesignallarni uzatishda, radiolokatsiyada ishlatiladi. ChM RSUQ radioaloqa bog'lashda, sifatli

radiosignallarni uzatishda, radio relejli sistemada, radiolokatsiyada ishlatilishi mumkin. FM RSUQ radioaloqa qilishda ishlatiladi.

- Ish sharoiti bo'yicha RSUQ statsional va harakatdagi (mobil) bo'lishi mumkin.

1.3. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarning strukturaviy sxemalari

Endi radio signallarni uzatuvchi qurilmaning struktura sxemasi bilan tanishib chiqamiz. 10-2000 m to'liq oralig'ida radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarda amplitudali modulatsiya (AM) ishlatiladi. Ishlab berilayotgan signal sifatiga va chastotasining turg'unligiga katta talab qo'yiladi. Odatda tashuvchi signallar ishlab beruvchi avtogenerator kvars tebrantirgichli bo'lib, kichik quvvatli bo'ladi. Shuning uchun strukturaviy sxema ko'p kaskadli qilib quriladi. Qurilmaning strukturaviy sxemasi 1.2- rasmda keltirilgan. Qurilma quyidagi qismlardan iborat: 1 - kvars tebrantirgichli avtogenerator (KAG), 2 - bufer kaskadi (BK), 3 - chastota ko'paytirgich (CHK), 4 - chiqish oldi kaskadi (CHOK), 5 - quvvat kuchaytirgich (QK), 6 – modulator (M), 7 - ta'minlovchi manba (TM).



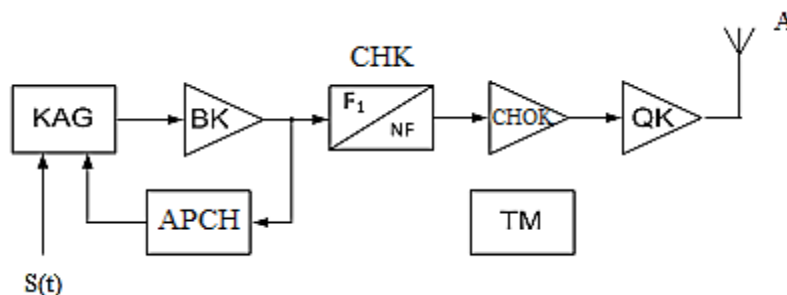
1.2-rasm. Amplitudali modulatsiyali radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning strukturaviy sxemasi

KAG - yuqori chastotali tashuvchi to'liqlarni ishlab beradi. BK - avtogenerator ishlab bergan tashuvchi signallarni qisman kuchaytiradi va chastota ko'paytirgichni avtogeneratorga bo'lgan ta'sirini kamaytiradi. Chiqish oldi kaskadi - yuqori chastotali tashuvchi radiosignallarni kerakli tarzda shakllantirib beradi. Quvvat kuchaytirgich - radiosignallarning quvvatini kerakli bo'lgan miqorgacha oshirib, antennaga uzatadi.

M - uzatilishi kerak bo'lgan axborotni va yuqori chastotali tashuvchi signallarni bir-biriga qo'shib, ya'ni amplitudali modulatsiyani amalga oshiradi.

Metrli diapazonda ishlovchi va radiolokasion RSUQlarda chastotali modulatsiya qurilmasining avtogeneratorida amalga oshiriladi. Bunday qurilmalar yuqori sifatli radio eshittirishda, ko'p kanalli radioreleyli liniyalarda ham qo'llaniladi.

Chastotali RSUQning struktura sxemasi 1.3 – rasmda keltirilgan.



1.3-rasm Chastotali modulatsiyali radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning strukturaviy sxemasi

Bu yerda: APCH - chastotani avtomatik ravishda boshqarib turuvchi qurilma. U tashuvchi signallarning chastotasini turg'un holatda bo'lishini ta'minlaydi. Uzatilishi kerak bo'lgan xabar avtogenerator ishlab berayotgan tashuvchi signal chastotasiga ta'sir qilib chastota bo'yicha modullashtiradi.

1.4. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarga qo'yiladigan talablar

RUQlarga qo'yiladigan talablar quyidagilar:

Professional RSUQlarda ish chastotasi (f_{ish}) bitta yoki bir nechta bo'lishi mumkin (ba'zi hollarda 10^4 - 10^9 ga teng bo'lishi mumkin), bu esa turli vaqtlarda aloqa qilishni ta'minlaydi. Bundan tashqari bir ish diapazonidan ikkinchi ish diapazoniga o'tish vaqti juda qisqa bo'lishi kerak. Bunday hollarda avtogenerator o'rniga chastota sintezatorlari ishlatiladi.

Talab bo'yicha kerak emas to'lqinlar quvvati $25 \cdot 10^{-6}$ - $1 \cdot 10^{-3}$ W dan oshishi kerak emas. RSUQlar ishlatish uchun qulay, manbadan

energiyani kam sarflashi va foydali ish koeffitsienti iloji boricha ko‘p bo‘lishi kerak.

Radiouzatuvchi qurilmalarga konstruktiv va elektr jihatdan bo‘lgan talablar radiosistemaga qo‘yilgan texnik shartlardan kelib chiqadi.

Nazorat savollari

1. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalar qanday vazifani bajaradi?
2. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalar qanday turlarga bo‘linadi?
3. AM radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarning strukturaviy sxemasi qanday tarkibiy qismlardan iborat?
4. ChM radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarning strukturaviy sxemasi qanday tarkibiy qismlardan iborat?
5. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarga bo‘lgan talablarni tushuntiring.

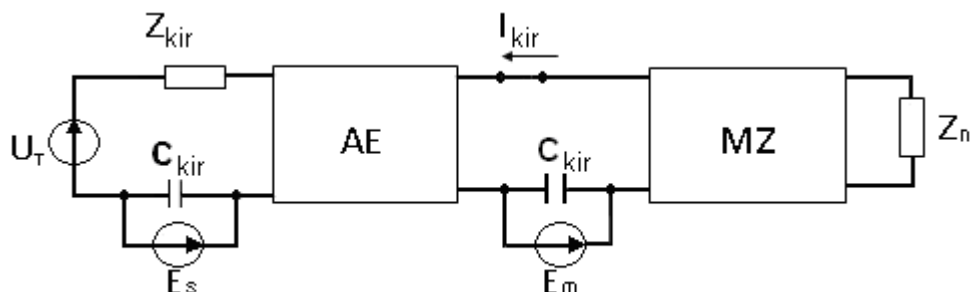
2.TASHQI TA’SIR OSTIDA ISHLOVCHI GENERATORLAR

2.1.Tashqi ta’sir ostida ishlovchi generatorlar to‘g‘risida umumiy tushuncha

Tashqi ta’sir ostida ishlovchi generatorlar radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarning asosiy qismlaridan biri bo‘lib, bu qurilma manbadan olayotgan energiyani davriy tashqi ta’sir ta’sirida yuqori chastotali energiyaga (yu. ch. e) aylantirib beradi. Boshqacha qilib aytganda, bu qurilmalarning chiqish qismida yuqori chastotali radio - to‘lqinlar kirish signali ta’sirida yuzaga keladi. Odatda bunday generetorlarning kirish va chiqish qismidagi radioto‘lqinlarning chastotasi bir xil bo‘ladi, ya’ni $f_{kir} = f_{chiq}$. Agar bu chastotalar farq qilsa, ya’ni $f_{kir} < f_{chiq}$ bo‘lsa, qurilma chastota ko‘paytirgich, $f_{kir} > f_{chiq}$ bo‘lsa chastota bo‘lgich deb ataladi.

Aktiv element (AE) sifatida bu qurilmalarda radiolampalar, tranzistorlar, tiristorlar, Gann - diodlari, yuguruvchi to‘lqin lampalari (LBV) va qaytgan to‘lqin lampa(LOV) lari ishlatilishi mumkin.

Har qanday tashqi ta'sir ostida ishlovchi generator tarkibida AE, ta'sir qiluvchi zanjir, iste'molchi, asosiy manba, siljish manbasi va moslovchi zanjir bo'ladi.



2.1-rasm. Tashqi ta'sir ostida ishlovchi generatorning strukturaviy sxemasi

Davriy ta'sir etuvchi to'liqin manbasi $U_t(t)$ va siljish manbasi E_s AE ning kirish qismida $u_{kir}(t)$ ko'rinishidagi kirish kuchlanishini yuzaga keltiradi.

$$u_{kir}(t) = E_s + u_t(t) \quad (2.1)$$

Bu kuchlanish ta'sirida va asosiy E_m manba ulangan paytda AEning chiqish qismida, davriy chiqish toki ($i_{chiq}(t)$) oqib o'tadi va bu tok moslovchi zanjirda $u_n(t)$ ko'rinishdagi kuchlanish pasayishini vujudga keltiradi. Natijada AEning chiqish qismida quyidagi ko'rinishdagi chiqish kuchlanishi paydo bo'ladi:

$$u_{chiq}(t) = E_m - u_n(t) = E_m - Z_n(j\omega)i_{chiq}(t) \quad (2.2)$$

Bu yerda: $u_n(t)$ – yuklamadagi kuchlanish, $Z_n(j\omega)$ - AE chiqish qismining qarshiligi (yuklamasi). $Z_n(j\omega)$ moslovchi zanjirni chiqishiga ulangan real iste'molchi qarshiligidan ancha farq qilishi mumkin.

Moslovchi zanjirning asosiy vazifasi iste'molchi qarshiligini (Z_n) AE ning chiqish qarshiligiga aylantirib berishdir, bu holda quvvat generatorning kirish qismidan chiqish qismiga deyarli to'liq uzatiladi.

Strukturaviy sxemadagi C_{chiq} va C_{kir} sig'implar asosiy va siljish manbalarini yuqori chastotali toklardan saqlaydi. Odatda moslovchi zanjir tanlash xususiyatiga ega va shu tufayli uning qarshiligi $Z_{mz}(\omega)$

yuqori garmonikali to‘lqinlar uchun kam, ish chastotasidagi to‘lqin, ya’ni asosiy garmonika uchun katta bo‘ladi.

$$Z_{mz}(N\omega_{kir}) \gg Z_n(n\omega_{kir}) \quad n \neq N$$

Shuning uchun chiqishdagi kuchlanish ($u_{chiq}(\tau)$) davriy garmonikali bo‘ladi.

$$u_{chiq}(\tau) = E_m - U_{nN} \cos(N\tau + \varphi_{chiqN} + \varphi_{nN}) \quad (2.3)$$

2.2. Tashqi ta’sir ostida ishlovchi generatorlarda quvvat muvozzanti

Manbadan olinayotgan energiyani yuqori chastotali to‘lqin energiyasiga aylantirish AEning chiqish qismida amalga oshiriladi. Bunday generatorlarning asosiy energetik ko‘rsatkichlariga quyidagilarni kiritish mumkin: manbadan olinayotgan quvvat - P_0 , N-garmonika uchun bo‘lgan foydali chiqish quvvati - P_{chiqN} , foydali ish koeffitsienti- η , quvvat bo‘yicha kuchaytirish koeffitsienti - K_p .

Manbadan olinayotgan quvvat qanday va nimalarga sarf bo‘lishini ko‘rib chiqamiz. Bu quvvat manba kuchlanishi E_m bilan chiqish tokining o‘zgarmas tashkil etuvchisi I_{0chiq} ning ko‘paytmasiga teng.

$$R_o = E_m I_0 \quad (2.4)$$

Yuqorida qayd qilingandek asosiy manba kuchlanishi, iste’molchidagi kuchlanish $u_n(\tau)$ va AEning chiqish qismidagi kuchlanishlar yig‘indisidan iborat.

$$E_m = u_n(\tau) + u_{chiq}(\tau) \quad (2.5)$$

(2.5) ifodaning chap va o‘ng qismini chiqish $i_{chiq}(\tau)$ ga ko‘paytiramiz va davr bo‘yicha integrallaymiz. Natijida AEning chiqish qismi uchun quvvat muvozanati tenglamasini keltirib chiqaramiz.

$$\begin{aligned}
\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} E_m i_{chiq}(\tau) d\tau &= \\
&= \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} U_n(\tau) i_{chiq}(\tau) d\tau + \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} U_{chiq}(\tau) i_{chiq}(\tau) d\tau
\end{aligned}
\tag{2.6}$$

(2.6) tenglamaning chap qismi manbadan olinayotgan quvvatni tashkil etadi, ya'ni:

$$P_0 = E_m I_{0chiq} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} E_m i_{chiq}(\tau) d\tau$$

(2.6) tenglamaning o'ng qismidagi birinchi tashkil etuvchi o'zgaruvchan yuqori chastotali quvvat (P_{chiqN}) = ($u_n I_{chiqN}$) bo'lib hisoblanadi.

$$P_{chiqN} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} U_n(\tau) d\tau$$

Ikkinchi tashkil etuvchi esa AEning chiqish qismida bo'layotgan lampa anodining yoki tranzistor kollektorining qizishiga ketayotgan quvvat hisoblanadi va iloji boricha bu quvvatni kamaytirishga harakat qilish kerak.

$$P_{sarf} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} u_{chiq}(\tau) i_{chiq}(\tau) d\tau$$

Shunday qilib, quvvat muvozanati tenglamasini soddaroq qilib yozsak quyidagi ifodani olamiz:

$$P_0 = P_{chiqN} + P_{sarf} \tag{2.7}$$

Demak, manbadan olinayotgan quvvat bir qismi yuqori chastotali foydali quvvatga va AEning chiqish elektrodini qizishiga sarf bo'lar ekan. RSUQda ish chastotasi bo'lib, ko'p holda I garmonika hisoblanadi u holda quvvat muvozanati tenglamasini yanada soddaroq yozish mumkin.

$$P_0 = P_{chiq1} + P_{sarf} \quad (2.8)$$

Yuqorida qayd qilingan quvvat muvozanati AEning chiqish qismi uchun keltirib chiqarildi.

Endi AEning kirish qismi uchun quvvat muvozanati ifodasini yozamiz. AEning kirish qismida siljish kuchlanishi E_s va ta'sir qiluvchi signal $u_t(\tau)$ quvvat muvozanatiga sabab bo'ladi. Yuqorida AEning chiqish qismi uchun qilingan o'zgartirishlarni kirish qismi uchun qo'llab quvvat muvozanatining tenglamasini keltirib chiqaramiz.

$$P_{kir1} + P_{so} = P_{kir\ sarf} \quad (2.9)$$

bu yerda: $R_{kir1} = 0,5U_{kir1}I_{kir1}\cos\varphi_{kir1}$ ta'sir qiluvchi manbaning quvvati, $R_{kirsarf}$ AEning kirish qismida sarf bo'layotgan quvvat. $R_{s0} = E_s I_{kir0}$ – siljish kuchlanishi manbasining quvvati.

Quvvat kuchaytirish koeffitsienti yuqori chastotali quvvatning kirish quvvatiga bo'lgan nisbati bilan aniqlanadi.

$$K_P = \frac{P_{chiq}}{P_{kir}} \quad (2.10)$$

Foydali ish koeffitsienti (F.I.K.) esa yuqori chastotali quvvatni manbadan olinayotgan quvvat nisbatiga teng bo'ladi.

$$\eta = \frac{P_{chiq}}{P_0} \quad (2.11)$$

Sarf qilinayotgan quvvatni hisobga olganda foydali ish koeffitsientini quyidagicha yozish mumkin:

$$\eta = 1 - P_{sarf} / P_0$$

2.3. Foydali ish koeffitsientini oshirish usullari

Ma'lumki foydali ish koeffitsienti (F.I.K.) yuqori bo'lishi uchun foydali chiqish quvvati P_{chiq1} iloji boricha katta bo'lishi kerak. F.I.K. ni oshirish yo'llarini ko'rib chiqamiz, buning uchun F.I.K. ifodasini quyidagi ko'rinishda yozamiz.

$$\eta = \frac{1}{2} \frac{I_{chiqN}}{P_0} \frac{U_{nN}}{E_m} \cos \varphi_{nN} \quad (2.12)$$

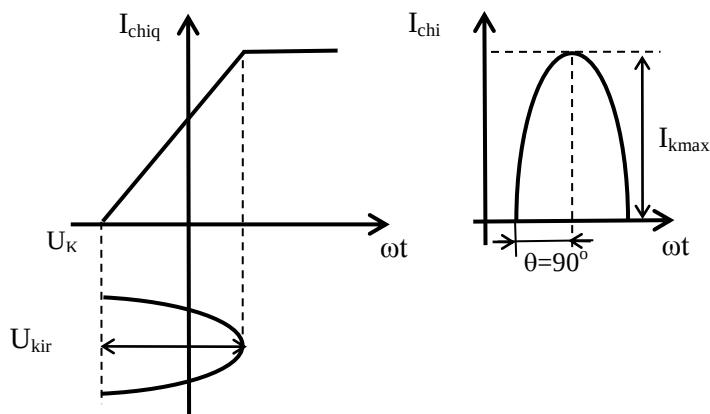
Chiqish toklarini nisbatini g_N bilan, kuchlanishlar nisbatini ξ bilan belgilaymiz. U holda $g_N = I_{chiqN} / I_{chiq0}$ tokni N - garmonikasining shakl koeffitsienti, $\xi = U_{nN} / E_m$ esa manba kuchlanishining qancha qismi ishatilayotganini ko'rsatuvchi koeffitsient deb ataladi. U holda F.I.K. ni quyidagicha yozish mumkin.

$$\varphi = 0,5 \cdot g_{nN} \cdot \xi \cos \varphi_{nN} \quad (2.13)$$

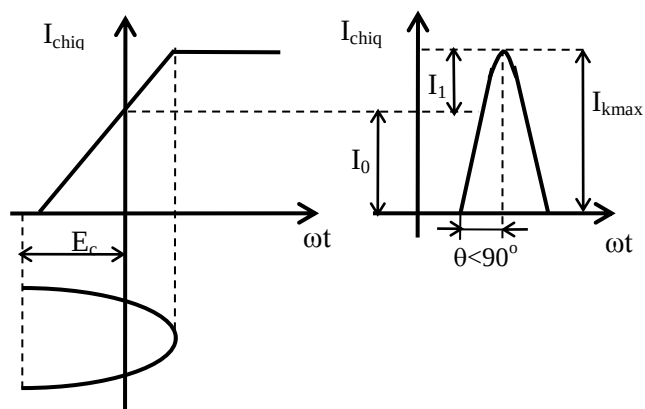
Generator sozlangan yuklamaga ishlayapti deb qabul qilamiz, u holda $N = 1$ bo'ladi. Bundan tashqari $\xi = \text{const}$ deb faraz qilamiz va bu holda f.i.k. faqat tokning shakl koeffitsienti g ga bog'liq bo'ladi.

$q = \frac{J_{chiqn}}{J_{chiq0}}$ ni esa siljish kuchlanish E_s ni va ta'sir qiluvchi kuchlanish qiymatini o'zgartirib, ko'paytirish va kamaytirish mumkin. AE chiziqli holatda ishlaganda, tok butun davr davomida oqib o'tadi. Bu tokning o'zgaruvchan yuqori chastotali tashkil etuvchisi (I_{chiq1}), o'zgarmas tashkil etuvchidan (I_{chiq0}) kichik bo'ladi. Natijada $q < 1$ va F.I.K. kichik bo'ladi. AEning bu ish holati A klassidagi ish holati deb ataladi va bu E_s ni kichik qiymatlarida vujudga keladi. Bu ish holatining grafik ko'rinishi 2.2c rasmda keltirilgan. Endi E_s qiymatini shunday ko'paytiraylikki, natijada AEdan tok davrning yarmida oqib o'tsin, ya'ni kesish ish holatida bo'lsin. Tokning shakl koeffitsienti oshib boradi. Bu ish holati B klassidagi ish holati deyiladi. (2.2,a-rasm) E_s ni ko'paytirishni davom ettirsak, chiqish toki impulsining kengligi kamayib boradi va tokning shakl koeffitsienti $q \rightarrow 2$ intiladi va bu ish holati C klassidagi ish holati deyiladi (2.2b rasm). B va C klassidagi ish holati AEning nochiziqli ish holati hisoblanadi. Bu

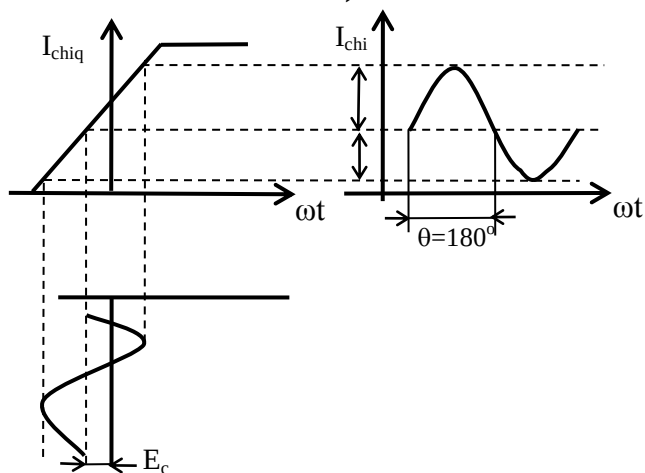
holatlarning ko'rsatkichi qilib kesish burchagi θ kiritilgan. Kesish burchagi Aning toki davrning qancha qismida o'qib o'tayotganini ko'rsatadi.



a)



b)



c)

2.2- rasm. Aktiv elementni chiziqli hamda nochiziqli kesish ish holatlarining diagrammasi: a) aktiv elementning B klassidagi ish holati, b) C klassidagi ish holati, c) A klassidagi ish holati

Demak aktiv elementni A klassdagi ish holatida kesish burchagi $\theta=180^0$ (2.2,c- rasm), B klassdagi ish holatida $\theta = 90^0$ (2.2,b- rasm, C klassdagi ish holatida $\theta < 90^0$ (2.2,a-rasm) bo‘ladi.

Odatda θ ning qiymati $60^0 - 90^0$ oraliqda olinadi, ya’ni RSUQ lar B va C klassdagi ish holatida ishlatiladi, chunki $g > 1$ va η yuqori bo‘ladi. A klassdagi ish holat RSUQlarda deyarli ishlatilmaydi. Ko‘p hollarda g va ξ larning qiymatini o‘zgartirib F.I.K. ni 65-75% gacha yetkazish mumkin.

Nazorat savollari

1. Tashqi ta’sir ostida ishlovchi generator deb qanday qurilmaga aytiladi?
2. Tashqi ta’sir ostida ishlovchi generatorda qanday aktiv elementlar ishlatiladi?
3. Tashqi ta’sir ostida ishlovchi generatorning strukturaviy sxemasi nimalardan tashkil topgan?
4. Quvvat muvozanati deganda nimani tushunasiz?
5. Nima uchun RSUQlarda AE nochiziqli kesish ish holatida ishlatiladi?
6. Ish holatining qanday turlarini bilasiz?

3. AKTIV ELEMENTLARNING STATIK XARAKTERISTIKALARI VA ULARNING APPROKSIMATSIYASI

3.1. Aktiv elementlarning statik xarakteristikalar

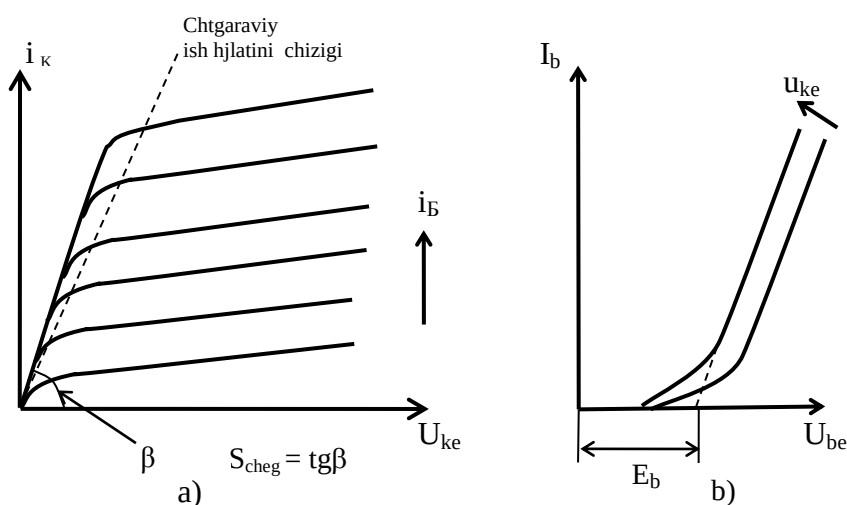
Quvvat kuchaytirgichlarda AEning ish holatini aniqlash uchun berilgan $u_{kir}(t)$, $u_{chiq}(t)$ kuchlanishlarga qarab, AEning $i_{kir}(t)$, $i_{chiq}(t)$ toklarini va ularning I_{kim} , I_{chiqn} garmonik tashkil etuvchilarini topish kerak. Agar quvvat kuchaytirgichning ish chastotasi nisbatan kichik bo‘lsa, toklarni kuchlanishlarga bog‘liqligi algebraik bo‘ladi, AE esa inersiyasiz hisoblanadi. Aktiv element toklarini kuchlanishga bog‘liqligi uning statik xarakteristikalar deyiladi. Bu tavsifnomalar ikki xil bo‘ladi:

1. Chiqish xarakteristikalarini, chiqish tokining kirish toki va chiqish kuchlanishiga bog'liqligi $I_{\text{chiq}} = f(i_{\text{kir}}, U_{\text{chiq}})$;

2. Kirish xarakteristikalarini - kirish tokini kirish va chiqish kuchlanishlariga bog'liqligi $i_{\text{kir}} = (u_{\text{kir}}, U_{\text{kir}})$;

Inersiyasiz hisoblangan aktiv elementlarning toklarini hisoblash uchun mana shu ikkita statik tavsifnomadan foydalanish kifoya. Aktiv elementning chegaralangan chastotasi $\omega_{\text{cheg}} \geq \omega_0$ bo'lgan holda AE inersiyasiz hisoblanadi. Ish chastota oshib borishi tufayli, ya'ni $\omega_0 > \omega_{\text{cheg}}$ bo'lgan holda AE inersiyali hisoblanadi. Bu holda RSUQni loyihalashda, kirish va chiqish tok hamda kuchlanishlarini bog'lovchi murakkab integral va differensial ifodalarni ishlatishga to'g'ri keladi.

Lampa va maydonli tranzistorlarni, ularning ish chastotasi oralig'ining ko'p qismida inersiyasiz deb hisoblash mumkin. Bipolar tranzistorlarni esa ish chastotasi oralig'ining atigi 30% da inersiyasiz deb hisoblash mumkin.

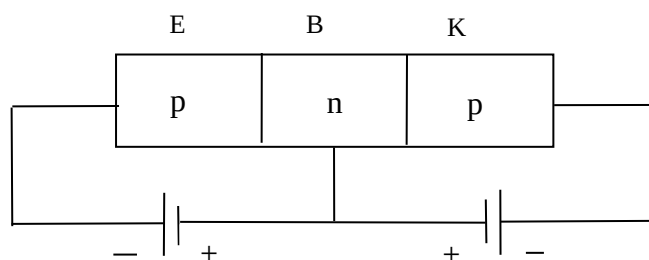


3.1 rasm. Aktiv elementning volt-amper xarakteristikasi:
a) chiqish, b) kirish

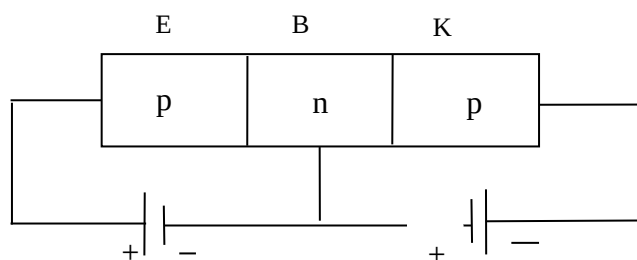
Chiqish xarakteristikalarini ba'zi hollarda volt-amper xarakteristikalarini (VAX) ham deb ataladi.

Bu xarakteristikalar orqali tokning uzatish ko'effitsientini aniqlash mumkin. VAX yuzasida to'rtta soha joylashgan.

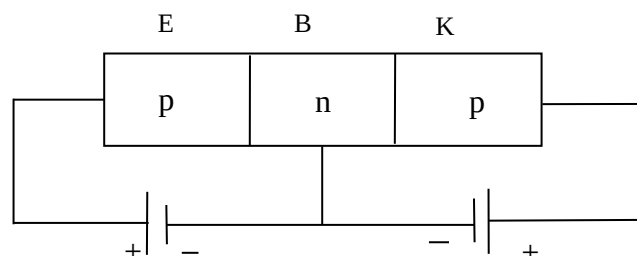
1. Kesish sohasi - bu sohada emmitter va kollektor o'tish zonalari teskari siljigan.



2. Aktiv soha - bu sohada emitter o'tish zonasi to'g'ri, kollektor o'tish zonasi esa teskari siljigan.



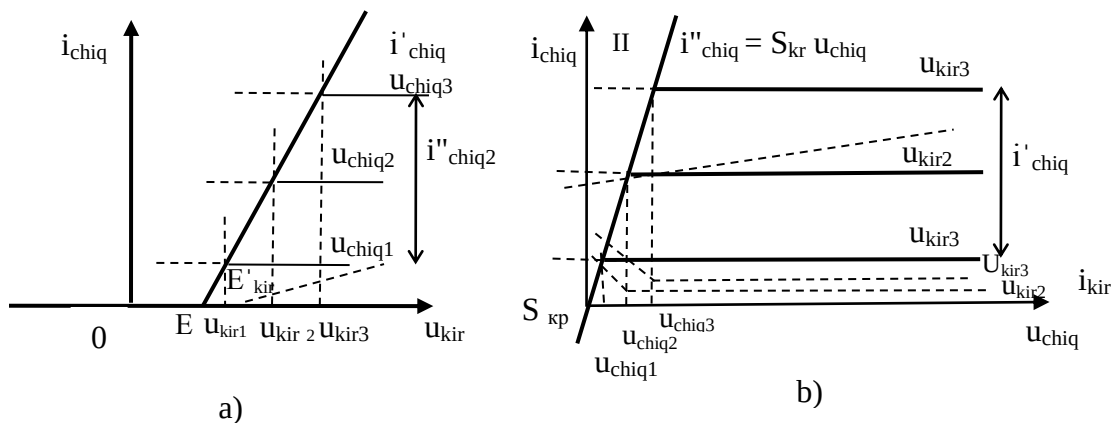
3. To'yinish sohasi - emitter va kollektor o'tish zonalar to'g'ri siljigan.



4. Teshilish sohasi - tok tashuvchi zarrachalarni elektr maydoni ta'sirida keskin oshib ketish sohasi - bu sohada chiqish toki katta bo'lganligi sababli aktiv element bu sohada ishlatilmaydi, chunki u ishdan chiqishi mumkin.

Volt-amper xarakteristikalarini approksimatsiyalash - bu egri chiziqli uchastkalarni, qisman to'g'ri chiziqli uchastkalarga almashtirishdir (3.2-rasm).

Statik xarakteristikalar uchta to'g'ri chiziq bilan approksimasiya qilinadi. Bunday approksimatsiya poligonal yoki qisman-chiziqli deb ataladi. Bu qisman-chiziqli approksimatsiya AE toklarini nisbatan qo'pol (15 -20%) hisoblash imkonini beradi, lekin shunga qaramay muhandislik hisoblari ishlari uchun u yetarli deb aytish mumkin.



3.2 –rasm. Statik xarakteristikalarining approksimatsiyasi
a) kirish, b) chiqish xarakteristikalari

3.2. Chiqish toklarini garmonik analiz qilish

Kritik ish holatida ishlayotgan inersiyasiz AEning chiqish toklari garmonikalarini ko‘rib chiqamiz. AEning kirish qismida $u_{kir}(\tau)$ ko‘rinishidagi garmonik kuchlanish ta’sir qilayapti, deb faraz qilamiz. Chiqish toki ($I_{chiq}(\tau)$) va kirish kuchlanishi ($u_{kir}(\tau)$) orasida fazoviy siljish yo‘q. Bu holatda AEning chiqish qismidagi tok ham garmonik ko‘rinishda bo‘ladi va uni Furiye qatoriga yoyib yozish mumkin. Furiye qatori - bu har qanday davriy signalni cheksiz sinusoidal va kosinusoidal argumenti karrali tashkil etuvchilar va doimiy tashkil etuvchi yig‘indi ko‘rinishida ifodalashdir:

$$i_{chiq}(i) = I_{xbr} + \sum_{n=1}^{\infty} I_{chiq} \cos(ni + \varphi_{chiq}) \quad (3.1)$$

yoki uni boshqacha ko‘rinishla yozish mumkin:

$$i_{chiq}(i) = I_{xbr0} + I_{chiq1} \cos \tau + I_{chiq2} \cos 2\tau + \dots + I_{chiqn} \cos n\tau \quad (3.2)$$

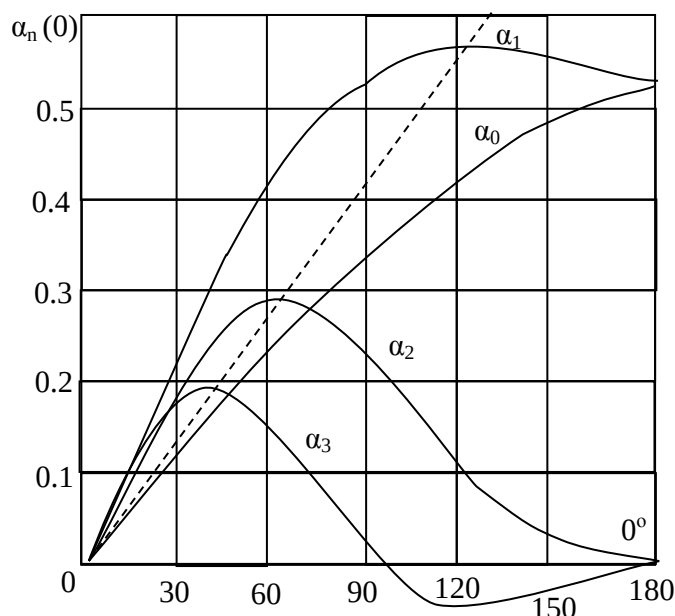
By yerda I_{chiq0} - chiqish tokining doimiy tashkil etuvchisi, I_{chiq1} chiqish tokining o‘zgaruvchan asosiy tashkil etuvchisi yoki birinchi garmonikasi deyiladi. Uning davri umumiy chiqish tokining davriga teng, qolgan tashkil etuvchilar yuqori garmonikalar deyiladi. AEning

chiqish tokining amplitudasi qancha katta bo'lsa, uning doimiy va asosiy hamda yuqori tashkil etuvchilari ham shuncha katta qiymatga ega bo'ladi va ular chiqish tokining maksimal amplitudasi bilan proporsionallik koeffitsientlari orqali bog'langan.

$$I_{\text{chiq}0} = (\alpha_0 I_{\text{chiq}m}); \quad I_{\text{chiq}1} = (\alpha_1 I_{\text{chiq}m});$$

$$I_{\text{chiq}2} = (\alpha_2 I_{\text{chiq}m}); \quad I_{\text{chiq}n} = (\alpha_n I_{\text{chiq}m}); \quad (3.3)$$

$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_n$ - proporsionallik koeffitsienti yoki yoyilish koeffitsienti deyiladi. Ba'zi hollarda ularni Berg koeffitsienti deb ham ataladi. Bu koeffitsientlar kesish burchagi θ ga bog'liq bo'ladi va ularning qiymati jadvalda yoki grafik holda beriladi (3.3 rasm).



3.3- rasm. Yoyilish koeffitsientining kesish burchagiga bog'liqligi.

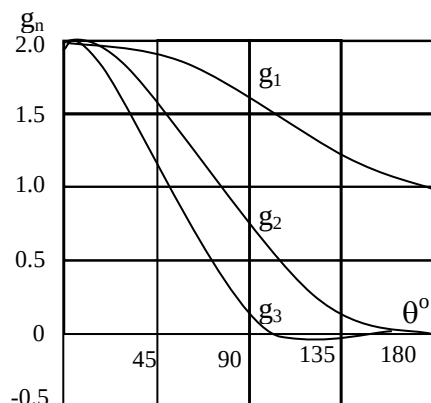
3.3 - rasmdan ko'rinib turibdiki, $\alpha_n(\theta_n)$ funksiyaning eng katta qiymati

$$(n \geq 1) \quad \alpha_n(\theta_n) = \frac{\alpha_1(120^\circ)}{N} \quad \text{da bo'ladi.}$$

Tokning shakl koeffitsientini Berg koeffitsienti orqali yozish mumkin, u holda:

$$g_n(\theta) = I_{\downarrow \text{chiq}n} / I_{\downarrow \text{chiq}0} = \alpha_n(\theta) / \alpha_0(\theta)$$

3.4-rasmda tokning shakl ko'effitsientini kesish burchagiga bog'liqligi ko'rsatilgan.



3.4-rasm. Tokning shakl ko'effitsientini kesish burchagiga bog'liqligi

Kesish burchagi θ 0 dan 180^0 gacha o'zgarganda tokning shakl ko'effitsienti $g(\theta)$ ni qiymati 2 dan 1 gacha kamayadi, kesish burchagi $\theta = 90^0$ bo'lganda $g_1 = \pi/2$ bo'ladi.

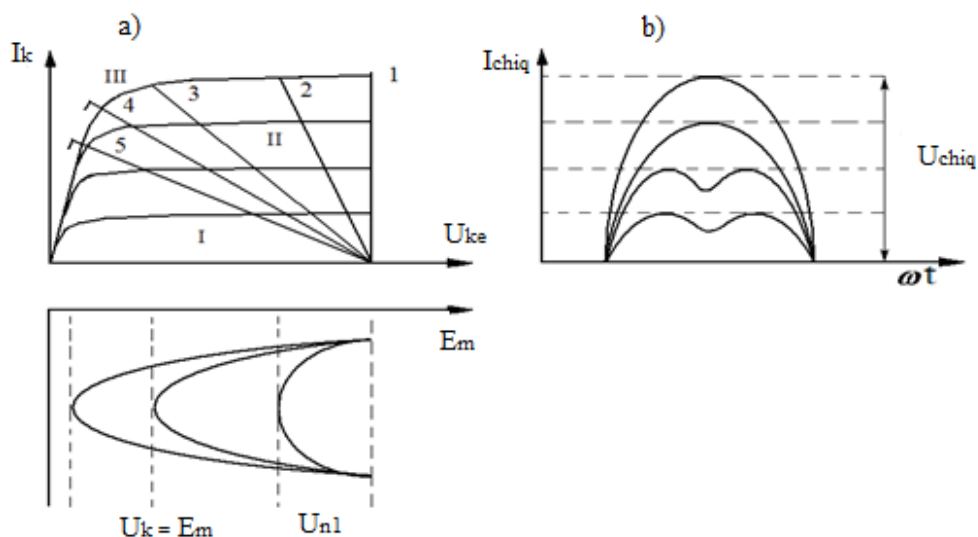
Nazorat savollari

1. Aktiv elementning statik xarakteristikalarini deganda nimani tushunasiz?
2. Aktiv element qanday hollarda inersiyasiz va inersiyali hisoblanadi?
3. Aktiv elementning statik xarakteristikalarini approksimasiyalash deganda nimani tushunasiz?
4. Berg ko'effitsienti haqida ma'lumot keltiring.
5. Berg ko'effitsienti kesish burchagi va tokning shakl ko'effitsientiga qanday bog'langan?

4. AKTIV ELEMENTNING QULAY ISH HOLATLARI. KESISH BURCHAGI θ VA MANBA KUCHLANISHINI ANIQLASH

4.1 Aktiv elementning ish holati turlari

Tashqi ta'sir ostidagi ishlovchi generatorlardagi aktiv element (AE) ning kirish va chiqish qismiga bir vaqtning o'zida katta o'zgaruvchan kuchlanish ta'sir etadi. AEning toklarga chiqish kuchlanishining o'zgarishi ta'siriga qarab, ularning ish holati ikki turda bo'lishi mumkin: chiqish kuchlanishi (U_{chiq}) tokka kam ta'sir etuvchi holat, chiqish kuchlanishini tokka kuchli ta'sir etuvchi holat. Umuman olganda mana shu ta'sirga qarab generatoridagi AEning ish holati to'rt xil turda bo'lishi mumkin. Generatorning bu ish holatlarini aktiv elementning (AE) volt-amper xarakteristikasi (VAX) yuzasida joylashtiriladigan dinamik xarakteristika, ya'ni butun bir davr davomida tok va kuchlanish nuqtalarini birlashtiruvchi to'g'ri chiziqqa qarab aniqlash mumkin. Bu ish holatlari kam kuchlanishli (KKX), kritik (KR), o'ta kuchlanishli (O'KX) va kalitli ish holatlari bo'lishi mumkin (4.1- rasm).



4.1- rasm. Volt-amper xarakteristika sohasida dinamik xarakteristikani joylashishi a) chiqish tokining shaklini AEning ish holatiga bog'liqligi b) yuklamadagi kuchlanishni AEning ish holatiga bog'liqligi

Agar dinamik xarakteristika aktiv (II) va kesish (I) sohalarida joylashgan bo'lsa, generatorning ish holati kam kuchlanishli (KKX) deb ataladi. Agar dinamik xarakteristika (3) qisman to'yingan (III) sohaga o'tsa, ish holati o'ta kuchlanishli (O'KX) deb ataladi. Bu ikki ish holatini kritik ish holati (KX) ajratib turadi. Bu holatga 2-dinamik tavsifnoma to'g'ri keladi. To'rtinchi ish holat kalitli deyiladi. Bu ish holatida aktiv element ish nuqtasi davrining birinchi yarmida to'yinish sohasida (AE ochiq holatda), davrning ikkinchi yarmida esa kesish sohasida (AE yopiq holatda) joylashadi.

4.2 Quvvat kuchaytirgichlardagi aktiv elementlarning ish holatini aniqlash

Aktiv element (AE) va manba kuchlanishi E_m berilgan bo'lsin. AEning ish holatini va iste'molchi (yuklama) Z_n ni shunday tanlash kerakki, AEnining energetik ko'rsatkichlari: foydali chiqish quvvati P_{chiq1} , foydali ish ko'effitsienti η (F.I.K.), quvvatni kuchaytirish ko'effitsienti (K_p) maksimal qiymatga ega bo'lsin. Bizga ma'lumki, chiqish quvvati P_{chiq1} eng katta qiymatga $Z_n = R_n$ da, ya'ni yuklama aktiv bo'lgan holda erishadi. Bu holda $\cos \varphi = 1$, $\varphi = 90^\circ$ bo'ladi va foydali chiqish quvvati quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$P_{chiq1} = 0,5 I_{chiq1} U_n \quad (4.1)$$

Kirishdagi ta'sir qiluvchi signalning amplitudasi U_{kir} va siljish kuchlanishi E_s berilgan, uni doimiy deb hisoblaymiz.

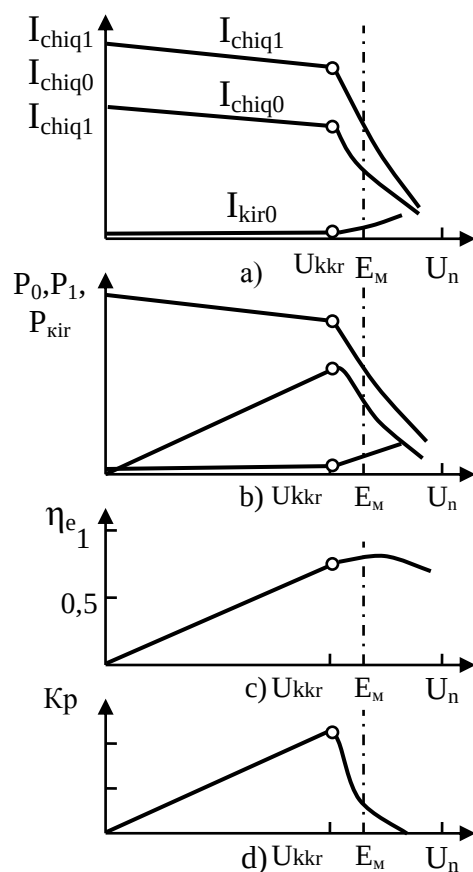
Yuklamadagi kuchlanish U_n ni o'zgartirib, AEni energetik ko'rsatkichlari qanday o'zgarishini ko'rib chiqamiz. Yuklamadagi kuchlanish U_n ning kichik qiymatlarida AEni ish holati kam kuchlanishli bo'ladi. Bu ish holatda $U_n < U_{nkr}$ bo'lib, kuchlanish ta'sirida chiqish tokining impulsi amplitudasi deyarli o'zgarmaydi (biroz kamayadi), impuls shakli kosinusoidal ko'rinishda bo'ladi. Kam kuchlanishli ish holatida chiqish toklari I_{chiq0} , I_{chiq1} qiymati jihatidan biroz kamayadi. Manba kuchlanishi E_m doimiy va I_{chiq0} toki kam o'zgargani uchun manbadan olinayotgan quvvat P_0 ham $U_n < U_{nkr}$ bo'lganda kam o'zgaradi (4.2-rasm).

$$P_0 = E_m I_{\text{chiq}0}$$

Foydali chiqish quvvati $P_{\text{chiq}1}$ $U_n < U_{\text{nkr}}$ bo'lganda, yuklamadagi kuchlanish U_n oshishi bilan (4.1) ifodaga binoan ko'payib boradi. Kam kuchlanganlik ish holatida kirishdagi quvvat ham deyarli o'zgarmaydi. Bu ish holatida foydali ish ko'effitsienti va quvvatni kuchaytirish ko'effitsienti kuchlanish oshishi bilan kattalashib boradi, chunki $P_{\text{chiq}1}$ ni qiymati o'sib boradi. Manbadan olinayotgan quvvat $P_0 = \text{const}$ bo'ladi.

Foydali chiqish quvvati, foydali ish va quvvatni kuchaytirish ko'effitsientlari $U_n = U_{\text{nkr}}$ nuqtada o'zining eng katta qiymatlariga erishishadilar, chunki $P_{\text{chiq}1}$ ko'payadi, $P_{\text{kir}} = \text{const}$. Bu holda kritik ish holati vujudga keladi (4.2-rasm). $U_n > U_{\text{nkr}}$ bo'lganda AEning ish holati o'ta kuchlanishli bo'ladi. Chiqish toki impulsi amplitudasida pasayishlar sodir bo'ladi va bu pasayishlar U_n oshib borishi bilan ko'payadi. 4.2-rasm energetik ko'rsatkichlarni yuklamadagi kuchlanishiga bog'liqligi ko'rsatilgan.

Bu esa chiqish $I_{\text{chiq}1}$, $I_{\text{chiq}0}$ toklarini kamayishiga olib keladi. Bu toklar keskin kamayadi, kirish toki esa keskin ko'payadi. Bu toklar kamayishi hisobiga $U_n > U_{\text{nkr}}$ bo'lganda $P_{\text{chiq}1}$ va P_0 lar ham keskin kamayishni boshlaydi. P_{kir} esa oshib boradi, 4.2- rasmdagi grafiklardan ko'rinib turibdiki, foydali ish ko'effitsienti va quvvatni kuchaytirish ko'effitsientlari ham pasayib boradi. $R_{\text{chiq}1}$, R_0 , K_r lar o'zining maksimal qiymatiga kritik ish holatida, ya'ni $U_n = U_{\text{nkr}}$ bo'lganda erishadi. Energetik ko'rsatkichlarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, kritik ish holati AE element uchun eng qulay ish holati bo'lib hisoblanadi va amalda ko'p qo'llaniladi, chunki foydali chiqish quvvati $P_{\text{chiq}1}$, foydali ish ko'effitsienti η va quvvatni kuchaytirish ko'effitsienti K_p lar eng katta qiymatlarga erishadi. Boshqa ish holatlari o'ta kuchlanishli va kam kuchlanishli ish holatlari esa alohida talablar qo'yilganda ishlatiladi. Bu talablar jumlasiga AM modulatsiyani amalga oshirish, modulatsiya paytida nochiziqli buzuvchilikni kamaytirish, modulyatsiyalashgan signallarni kuchaytirish kiradi.



4.2-rasm energetik ko'rsatkichlarni kuc yuklamadagi kuchlanishiga bog'liqligi: a) chiqish va kirish toklari, b) chiqish va kirish quvvatlari, c) F.I.K., d) quvvat boyicha kuchaytirish koefitsientini

4.3 Quvvat kuchaytirgich uchun aktiv elementni tanlash

Tashqi ta'sir ostida ishlovchi generatorlar uchun AE berilgan ish chastota f_0 va antenna-fider quvvati P_F ga qarab tanlanadi. Odatda AEning parametrlari ko'rsatilgan adabiyotlarda AEning kollektor-emitteriga qo'yilgan kuchlanishining maksimal qiymati U_{kemaks} , chiqish tokining masimal qiymati I_{kmaks} , kollektordagi issiqlik sifatida ajralayotgan sochilish quvvati $P_{k\ soch\ maks}$, baza-emitter kuchlanishining eng katta qiymatlari U_{bemaks} va yuqori chegaraviy chastota f_{cheg} ko'rsatiladi. Chastota oshishi bilan AEning quvvatni kuchaytirish koefitsienti keskin kamaya boshlaydi. Shuning uchun tanlangan AEning quvvatni kuchaytirish koefitsienti $K_p = 2-3$ dan kam bo'lishi kerak emas.

Yuqorida qayd qilingandek, maksimal chiqish quvvati yuklamakaga kritik ish holatida uzatiladi va tok impul'sining maksimal qiymati I_{km} bo'ladi. Agar manba kuchlanishi E_M berilgan bo'lsa, yuklamdagi kritik kuchlanish

$$U_{nkp} = E_m - u_{keminkr} = E_m - I_{kmaks}/S_{kp} \quad (4.2)$$

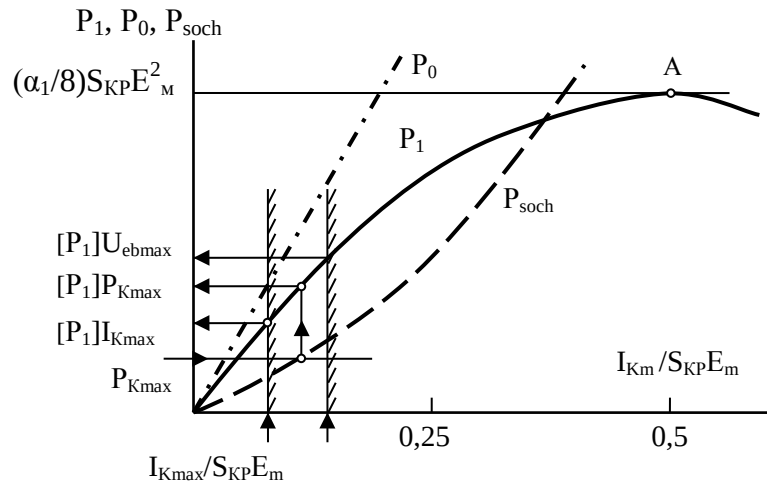
Kollektor tokining birinchi garmonikasi I_{k1} ning tokning maksimal qiymati I_{km} orqali ifodalaymiz.

$$I_{chiq1} = \alpha_1 I_{chiq \max} = \alpha_1 I_{km} \quad (4.3)$$

(4.1), (4.2) va (4.3) ifodalardan nominal chiqish quvvatini topamiz.

$$P_{chiq1} = 0,5\alpha_1(\theta) I_{km} E_m (1 - I_{km}/S_{kr} E_m) \quad (4.4)$$

Nominal quvvat kesisish burchagi $\theta = 90^\circ$ va yoyilish koeffitsienti $\alpha_1(\theta) = 0,5$ bo'lgan hol uchun topilgan. $P_{chiq1}(\theta)$ funksiya parabola ko'rinishiga ega (4.3- rasm).



4.3.rasm. Maksimal foydali quvvatni mumkin bo'lgan parametrlar yordamida aniqlash

Bu rasmdagi A nuqtada tokni maksimal qiymati $I_{km} = 0,5 S_{kr} E_m$ ga teng bo'ladi. Real AE bunday quvvatni ishlab berolmaydi ($P_{chiq1} = 0,125 \alpha_1 S_{kr} E_m$), chunki mumkin bo'lgan kollektor toki $I_{kmaks} \ll 0,5 S_{kr} E_m$ dan ancha kichik. (4.4) ifodadagi I_{km} o'rniga I_{kmaks} ni qo'yib,

cheklangan va mumkin bo'lgan chiqish quvvatini tok bo'yicha to'liq ishlatilgan AE uchun topamiz

$$(1 - I_{kmaks}/S_{kr}E)$$

Bundan tashqari AEning chiqish quvvati kollektordagi mumkin bo'lgan sochilish quvvati bilan ham chegaralangan bo'lishi mumkin. Quvvat muvozanatidan ma'lumki, sochilish quvvati $P_{soch} = P_0 - P_{chiq1} \leq P_{kmaks}$ ga teng. P_0 va P_{chiq1} quvvatlarni I_{km} orqali ifodalaymiz

$$P_{soch} = \alpha(\theta) I_{km} E_m - 0,5 \alpha_1 (I_{km} E_m (1 - I_{kmaks}/S_{kr} E_m))$$

4.3-rasmda mumkin bo'lgan P_{maks} quvvatdan sochilish quvvatining cheklangan qiymatini topish ko'rsatilgan

$$P_{soch} = (1 / \eta - 1) P_{chiq1} = 0,5 P_{chiq1}$$

Ba'zi hollarda P_{kmax} adabiyotlarda ko'rsatilmasligi mumkin, u holda ko'rsatilgan harorat qarshiligini R_t (grad/W), kollektor o'tish zonasining harorati (t_{nmax}^0) va berilgan muhit haroratini (t_{mux}^0) qiymatidan foydalanib P_{kmax} ni topish mumkin.

$$P_{kmax} = (t_{nmax}^0 - t_{mux}^0) / R_t$$

Bu yerda t_{mux}^0 - atrof- muhitning harorati.

Tranzistorning ish holati yana uning kirish qismidagi quvvatga ham bog'liq bo'ladi ($P_{kirsoch}$). Ammo bu quvvat $P_{kirsoch}$ kollektordagi quvvatga nisbatan juda kichkina va uni hisobga olmasa ham bo'ladi. Tranzistorda $E_m + U_n = U_{kemax}$ shart bajarilishi kerak. Agar $\xi = U_n/E_m$ birga yaqin bo'lsa, kollektor kuchlanishini $E_k = U_{kemax}/2$ qilib olib tranzistorning nominal quvvatini to'g'ri tanlash mumkin va kollektorda kuchlanish bo'yicha $U_{ke min}$ ga teng bo'lgan qiymatni saqlash mumkin. Bunday ehtiyot shart juda foydalidir, chunki texnik shartga asosan tranzistorni bir vaqtda tok va kuchlanishni maksimal qiymatda ishlatib bo'lmaydi.

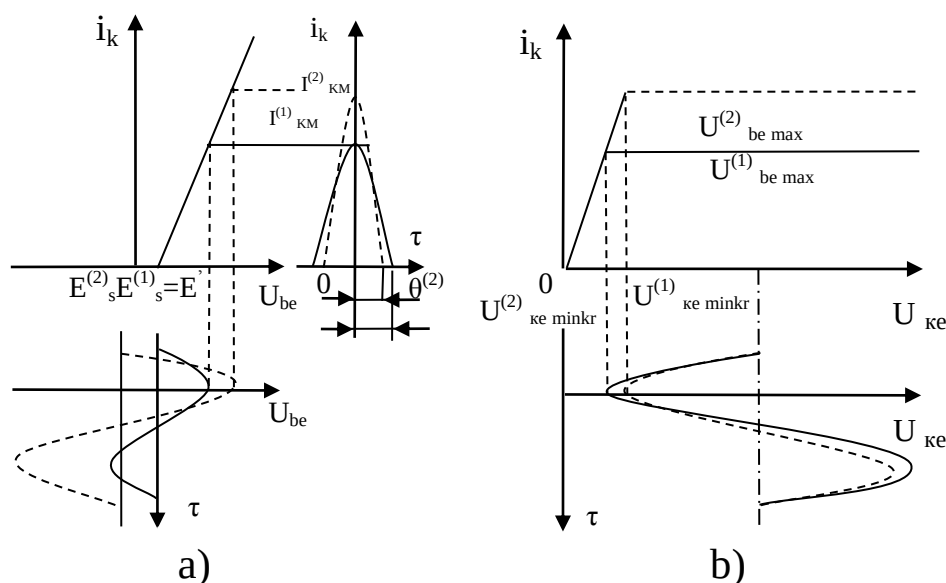
4.4. Kesish burchagi θ va manba kuchlanishini aniqlash

Kesish burchagi θ va manba kuchlanishi E_m hisoblanishi kerak bo'lgan ish holatining xarakteristikalarini aniqlab beradi. Ana shu xarakteristikalarni o'zgartirib AEni eng qulay ish holatiga erishish mumkin. Kesish burchagini tanlashda ikki xil vazifa qo'yilishi mumkin.

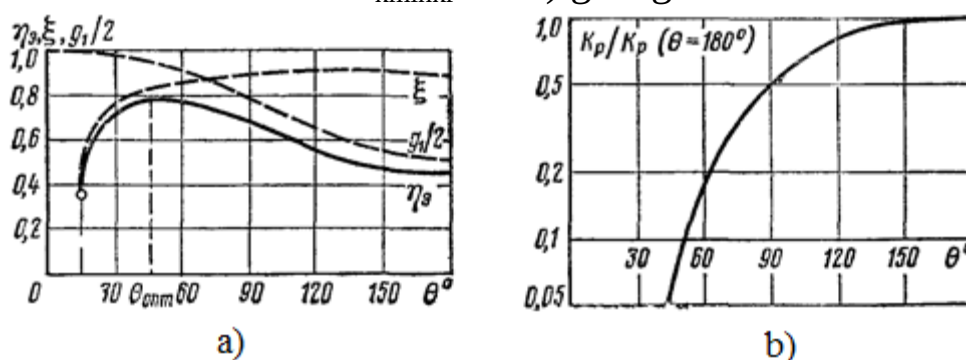
1. Manba kuchlanishi E_m va chiqish toki amplitudasining maksimal qiymati I_{km} beriladi va AEdan iloji boricha katta foydali quvvat P_{chiq} olish kerak. Odatda $I_{km} = I_{kmaks}$, S_{kp} va $E_m = U_{nkr}$ aniqlangan holda P_{chiq} ni katta qiymati $\theta = 120^0$ da bo'ladi. Buning uchun $\alpha(120^0) = 0,536$ va kollektor tokining birinchi garmonikasi I_{k1} maksimal qiymatga ega bo'lishi kerak.

Agar kesish burchagi θ ni 90^0 gacha kamaytirsak u holda $R_{chiq1kr}$ ning qiymati atigi 7% ga kamayadi, ammo lekin foydali ish koefitsienti η ($g=0,9$ bo'lganda) 0,60 dan 0,71 gacha ko'payadi. Shu bilan birga sochilish quvvati P_{soch1} deyarli ikki barobar kamayadi. Kesish burchagini yanada kamaytirish AE kirish qismining ish holatini yomonlashishiga olib keladi. Kirishdagi kuchlanish u_{kir} , siljish kuchlanishi E_s , kirishdagi P_{kir} lar kattalashadi, natijada quvvatni kuchaytirish koefitsienti kamayadi. Shunga asosan aytish mumkinki, kesish burchagining $\theta = 90^0$ qiymati eng qulay (optimal) hisoblanadi.

2. Foydali chiqish quvvati P_{chiq1} va manba kuchlanishi E_m berilgan. AE $P_{chiq1kr}$ dan oshiq quvvat bo'yicha tanlangan deb hisoblaymiz. Kesish burchagini shunday tanlash kerakki, AEning foydali ish koefitsienti maksimal bo'lsin. Tok impulsini amplitudasi va kuchlanish cheklanmagan hamda $P_{chiq1kr} = \text{const}$ deb hisoblab, kesish burchagi θ o'zgarganda F.I.K. η qanaqa bo'lishini ko'rib chiqamiz (4.4-rasm). Kesish burchagi θ kamayishi bilan tok impulsining amplitudasi I_{km} va kollektordagi qoldiq kuchlanish $U_{kmin} = I_{km} / S_{cheg}$ oshadi, lekin U_{nkr} va ξ_{kr} kamayadi. $\eta = 0,5 g_1(\theta) \xi_{kr}$ qiymati kesish burchagini 180^0 dan boshlab kamaytirganda, oldin oshib



4.4-rasm. Kesish burchagini ikkita qiymatida tok impulsi I_{km} ni –a) va kuchlanish u_{kminkr} ni -b) grafigi



4.5-rasm. F.I.K. (a) va kuchaytirish koefitsientini (b) kesish burchagiga bog‘liqligi

boradi, chunki ξ_{kr} bu holda deyarli o‘zgarmaydi, $g_1(\theta)$ esa oshib boradi (4.5,a-rasm). Lekin kesish burchagi $\theta < 70^\circ - 80^\circ$ bo‘lganda tokning shakl koefitsienti $g_1(\theta)$ ni o‘sishi kamayadi, ξ_{kr} ni kamayishi I_{km} va u_{kminkr} larni oshishi hisobiga keskinlashadi. Shuning uchun kesish burchagining kichik qiymatlarida F.I.K. η qiymati ham kamayadi. Demak F.I.K. maksimal qiymati kesish burchagini ma’lum optimal qiymatlarida bo‘ladi (4.5,a-rasm). Real AElarda F.I.K. $\eta = 50-80\%$ ni tashkil etadi va S_{kp} hamda E_m larga bog‘liq bo‘ladi. Ba’zi hollarda θ ni kamayishi va I_{km} ni oshishi bilan kirishdagi signal u_{tkir} ham oshib boradi. Shuning uchun quvvat kuchaytirgichni kuchaytirish koefitsienti K_p kesish burchagi θ ning kichik

qiymatlarida juda kamayib ketadi va uni oldingi kaskadlarda kompensatsiya qilish ancha qiyindir.

Umuman olganda, $\theta > \theta_{op} = 75 - 90^\circ$ atrofida olish kerak. Kesish burchagi kichik qiymatlarini kuchaytirish koeffitsienti K_p katta bo'lgan hollarda olish kerak.

Manba kuchlanishini tanlash

Manba kuchlanishi E_m ning optimal qiymatini tanlashda A_{Eni} quvvat bo'yicha to'liq ishlatilmagan holini nazarda tutib tanlash kerak. Buning uchun nominal manba kuchlanishini saqlab, A_{Eni} tok bo'yicha to'liq ishlatmaslik kerak. U holda manba kuchlanishini ishlatish koeffitsienti ξ_{kr} va F.I.K. chiqishdagi qoldiq kuchlanish $U_{chiqminkr} = I_{km}/S_{kr}$ ni pasayishi hisobiga katta bo'ladi. Shuning uchun, A_{Eni} tok bo'yicha to'liq ishlatish, kuchlanish bo'yicha esa to'liq ishlatmaslik tavsiya etiladi.

4.5. Kirish signalini amplitudasi, siljish va manba kuchlanishini quvvat kuchaytirgichining ish holatiga ta'siri

RSUQ loyihalashtirilayotganda U_{kir} va E_m larni quvvat kuchaytirgichga ta'sirini hisobga olish kerak, chunki quvvat kuchaytirgichni sozlash jarayonida ularni o'zgartirib, optimal qiymatini topishga to'g'ri keladi. Bundan tashqari AM modulatsiya siljish kuchlanishi E_s ning o'zgarishi hisobiga, AM to'liqinli signalni kuchaytirish I_{kir} ning o'zgarishi hisobiga bo'ladi.

Dastavval kuchaytirgich xarakteristikalariga kirishdagi ta'sir qiluvchi kuchlanish I_{kir} ta'sirini ko'rib chiqamiz. Faraz qilamiz, E_s , E_m , R_n berilgan va $E_s = E'$ bu holda

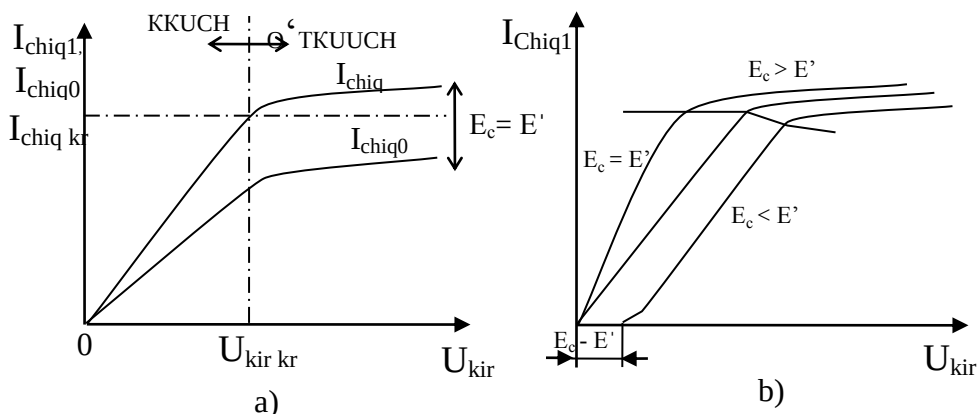
$$\cos \theta = - \frac{E_c - E'}{U_{kir}} = 0$$

ya'ni kesish burchagi $\theta = 90^\circ$ bo'ladi va kirish kuchlanishiga boq'liq bo'lmaydi.

Kirish signalini kichik qiymatlarida chiqish toki I_{chiq1} kichik bo'ladi, AE kam kuchlanganlik holatida, ya'ni $U_n < U_{nkr}$ da ishlaydi. Chiqish tokini shakli kosinusoida shaklida bo'ladi. Chiqish toki I_{chiq1} U_{kir} ga proporsional ravishda o'zgaradi. Shu bilan birga I_{chiq0} va U_{kir}

ham proporsional ravishda o'zgaradi. U_{kir} yanada oshishi davomida tok impulsida chuqurliklar paydo bo'ladi, AE o'ta kuchlanganlik holatiga o'tadi va chiqish tokining amplitudasi deyarli o'zgarmaydi.

$E_s = E$ teng bo'lgan holdagi $I_{chiq1}, I_{chiq0} = f(u_{kir})$ funksiyaning grafigi 4.6- rasmda keltirilgan.



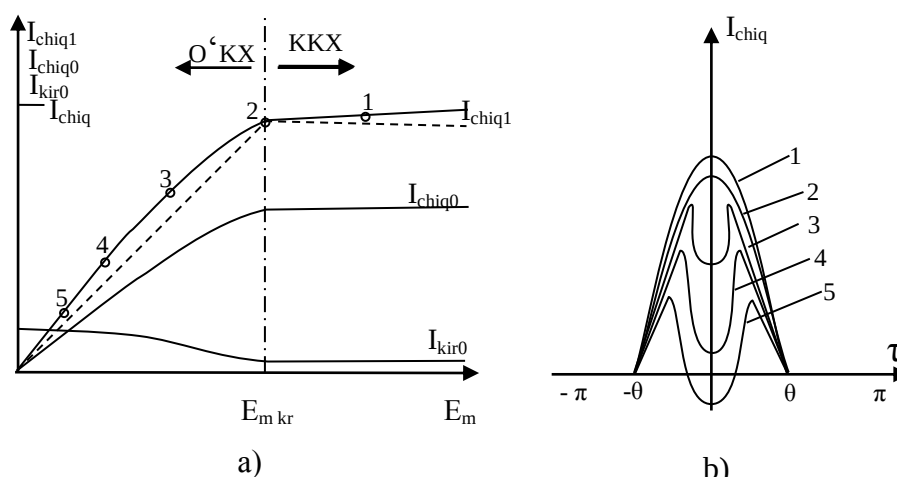
4.6-rasm. Chiqish toklarini kirish kuchlanishiga bog'liqligi - a) Chiqish tokini va uni doimiy tashkil etuvchini kirish kuchlanishiga bog'liqligi, b) Chiqish tokini silgish kuchlanishiga bog'liqligi

Agar siljish kuchlanishi $E_s > E'$ bo'lsa, u holda $I_{chiq1} = f(u_{kir})$ funksiya oldingi vaziyatiga nisbatan chap tomonga suriladi va u_{kir} har bir nuqtasiga $E_s = E'$ bo'lgan holatga qaraganda katta tok to'g'ri keladi. Shuning uchun AE o'ta kuchlanganlik ish holatiga u_{kir} ning kichikroq qiymatida erishadi. Agar $E_s < E'$ bo'lsa, $U_{kir} < E_s - E'$ kichik qiymatda bo'ladi, bu paytda AE yopiq holatda bo'ladi, ya'ni undan chiqish toki oqib o'tmaydi, $u_{kir} > E_s$ AE ochiladi va undan chiqish toki oqib o'ta boshlaydi va bu tok kam kuchlanganlik holatda oshadi, (U_{kir} va θ o'shishi hisobiga) o'ta kuchlanganlik holatda deyarli o'zgarmaydi.

Manba kuchlanishini E_m ni ta'sirini kritik holatda kirishdan boshlaymiz. $U_n = U_{kr}$ va $E_p = E_{kr}$. Manba kuchlanishi oshishi bilan qoldiq kuchlanish $U_{chiqmin} = E_m U_n$ ham oshib boradi va $U_{chiqmin} > U_{chiqmin\ kr}$ bo'lganda ish holati kam kuchlanganlik bo'ladi. Tok impulsining amplitudasi va formasi kirish signaliga qarab aniqlanadi va shuning uchun $E_m > E_{mkr}$, bo'lganda I_{chiq0} va I_{chiq1} toklar deyarli o'zgarmaydi. Manba kuchlanishi E_m kamayishi bilan, ya'ni $E_m < E_{mkr}$ bo'lganda AEning chiqish elektrodidagi qoldiq kuchlanish kritik

kuchlanishdan kichik bo‘ladi. Tok impulsida chuqurliklar paydo bo‘ladi (4.7- rasm).

Chiqish toklari I_{chiq0} va I_{chiq1} kamayadi. Manba kuchlanishini qiymati nolga teng bo‘lganda AE ni chiqishidagi tok ham nolga teng bo‘ladi (4.7b-rasm). O‘ta kuchlanganlik ish holatida chiqish toklari manba kuchlanishiga proporsional ravishda kamayadi, kirish bir biroz o‘sadi.



4.7-rasm. a) chiqish toklarini manba kuchlanishiga bog‘liqligi, b) –chiqish tokini turli nuqtalardagi shakli

Aytib o‘tilgan siljish va manba kuchlanishlarini generator parametrlariga ta’sirini analiz qilish shuni ko‘rsatadiki, siljish (E_s) va manba kuchlanishini (E_m) stabillashtirish kerak. Bu holda kuchaytirgichning energetik ko‘rsatkichlari deyarli o‘zgarmaydi.

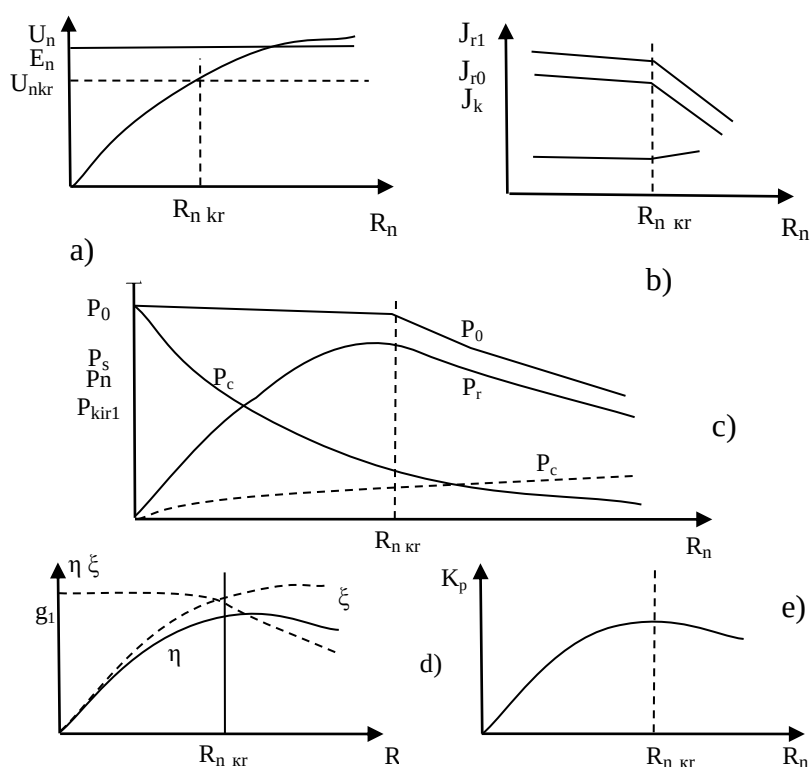
4.6. Quvvat kuchaytirgichning yuklama xarakteristikalar

Generatorning energetik ko‘rsatkichlari hamda AE toklarining nagruzka qarshiligiga (R_n) bog‘liqligi uning yuklama (nagruzka) xarakteristikalar deb ataladi.

$$R_{chiq1}, R_{chiq0}, \eta, K_p = f(R_n) \text{ va } I_{chiq0}, I_{chiq1}, I_{kir} = f(R_n)$$

Bu xarakteristikalar quvvat kuchaytirgichni kerakli ish holatiga sozlashda ishlatiladi. Yuklama aktiv bo‘lgan holatdagi, ya’ni $Z_n = R_n$

ish holatlarini ko'rib chiqamiz. Quvvat kuchaytirgich umumiy emitterli bo'lib, tranzistorda qurilgan va uning yuklamasidagi kuchlanish garmonikali $U_n(\tau)$ bo'lsin. P_n qiymati o'zgarganda nagruzkadagi kuchlanish ham o'zgaradi $U_n = P_n / I_{chiq1}$. Biz oldingi o'tilgan darslardan bilamizki, chiqish tokining o'zi U_n ga bog'liqdir. Bu bog'liqlikning har bir nuqtasiga iste'molchi qarshiligining o'z qiymati $P_n = U_n / I_{k1}$ to'g'ri keladi. P_n argument sifatida olib, $I_{chiq1} = f(P_n)$ va $U_n = f(P_n)$ ko'rinishdagi bog'liqlikning yuklama xarakteristikalarini quramiz (4.8-rasm). Yuklamadagi P_n quvvat oshishi bilan yuklamai kuchlanish U_n ham keskin osha boshlaydi va tok I_{k1} asta-sekin biroz kamayadi. AE kam kuchlanganlik (KKX) holatida bo'ladi.

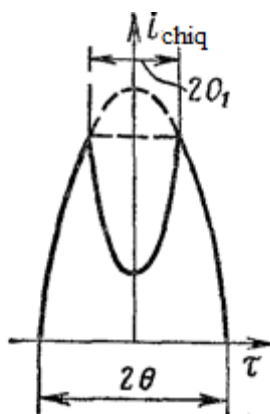


4.8-rasm. Quvvat kuchaytirgichning yuklama xarakteristikalarini:
a) yuklama kuchlanishining yuklama qarshiligi R_n ga bog'liqligi,
b) toklarni R_n ga bog'liqligi, c) quvvatlarni R_n ga bog'liqligi,
d) tokni shakl koeffitsientini R_n ga bog'liqligi, e) F.I.K. ni R_n ga bog'liqligi

Chiqish toklari I_{chiq1} va I_{chiq0} ozgina kamayadi, kirish toki I_{kir} biroz ko'payadi. $R_n = R_{kr}$ bo'lganda kritik holat vujudga keladi. P_n ni yanada oshirsak $P_n > P_{kir}$ bo'lganda $U_n > U_{nkr}$ kuchlanishdan oshib ketadi va

uning oshishi endi sekinlashadi. AE o'ta kuchlanganlik (O'KX) ish holatiga o'tadi va chiqish tokining impulsida chuqurlik paydo bo'ladi (4.9-rasm). Shu sababli chiqish toklari keskin kamayadi, kirish toki ko'payadi. Shunday qilib, kam uchlanganlik holatida chiqish toklari, o'ta kuchlanganlik holatida esa yuklamadagi kuchlanish U_n deyarli o'zgarmaydi. U holda quyidagilarni yozish mumkin.

$$\begin{array}{ll}
 I_{\text{chiq1}} = \{ I_{\text{chiq kr}} & P_n < P_{n \text{ kr}} \text{ bo'lganda} \\
 I_{\text{chiq1}} = \{ U_n / P_n & P_n > P_{n \text{ kr}} \text{ bo'lganda} \\
 U_n = P_n / I_{\text{chiq kr}} & P_n < P_{n \text{ kr}} \text{ bo'lganda} \\
 U_n = U_{\text{kr}} & P_n > P_{n \text{ kr}} \text{ bo'lganda}
 \end{array}$$



4.9-rasm. O'ta kuchlanganlik ish holatida chiqish toki impulsining shakli

$I_{\text{chiq1}} = f(R_n)$ va $U_n = f(R_n)$ grafiklardan $R_0, R_1, R_{\text{soch}} = f(R)$ funksiyalar grafigini quramiz.

Manba kuchlanishi $E_m = \text{const}$ bo'lgani uchun manbadan olinayotgan quvvat $P_0 = E_m I_{\text{chiq0}} = f(R_n)$ doimiy tok $I_{\text{chiq0}} = f(R_n)$ grafigini qaytaradi. Foydali quvvat R_{chiq1} kam kuchlanishli ish holatda ($R_n < R_{n \text{ kr}}$) yuklama qarshiligi R_n ga proporsional ravishda o'zgaradi. $R_n = R_{n \text{ kr}}$, ya'ni kritik ish holatida o'zining maksimal qiymatiga erishadi va o'ta kuchlanganlik holatida ($R_n > R_{n \text{ kr}}$) esa kamayadi. Aktiv elementni qizishiga sarf bo'layotgan sochilish quvvati P_{soch} ni yo'nalishi $P_{\text{soch}} = P_{\text{chiq0}} - P_{\text{chiq1}}$ bilan aniqlanadi. Yuklama qarshiligi $R_n = 0$ bo'lganda manbadan olinayotgan quvvatni deyarli hammasi AEning chiqish qismida sarflanadi. R_n oshishi bilan P_{soch} kam

kuchlanganlik holatida keskin kamayadi, o'ta kuchlanganlik ish holatida sekinroq kamayadi. Sozlanmagan yuklamada $P_{ch1} \approx 0$ bo'ladi va shu tufayli AE element og'ir ish holatida ishlaydi. Shuning uchun quvvat kuchaytirgichni sozlash jarayoni kirish U_{kir} va manba kuchlanish E_m larning kichik qiymatlarida amalga oshiriladi. Ta'minlovchi manbani kuchlanishini ishlatish koeffitsienti $\xi = f(P_n)$ ning grafigi $U_n = f(P_n)$ chizig'ini takrorlaydi, chunki $\xi = U_n / E_m$, $E_m = \text{const}$. Tokning shakl koeffitsienti $g = I_{k1} / I_{k0}$ kam kuchlanganlik ish holatida deyarli o'zgarmaydi va o'ta kuchlanganlik holatida tok impulsida chuqurliklar paydo bo'lishi tufayli sekin ko'payishni boshlaydi. Shuning uchun F.I.K. o'ta kuchlanganlik ish holatini boshlang'ich qismida maksimal qiymatga erishadi. 4.8-rasmdan ko'rinib turibdiki, quvvatni kuchaytirish koeffitsienti K_p $P_n < P_{nkr}$ bo'lganda yuklama qarshiligiga proporsional ravishda o'sadi. $R_n > R_{nkr}$ bo'lganda ta'sir qiluvchi quvvat oshgani uchun kamayadi.

Yuklama xarakteristikalarini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, kritik ish holati AE element uchun eng qulay ish holati bo'lib hisoblanadi va amalda ko'p qo'llaniladi, chunki foydali chiqish quvvati P_{ch1} , foydali ish koeffitsienti η va quvvatni kuchaytirish koeffitsienti K_p lar eng katta qiymatlarga erishadilar. Boshqa ish holatlari o'ta kuchlanishli va kam kuchlanishli ish holatlari esa alohida talablar qo'yilganda ishlatiladi. Bu talablar jumlasiga AM modulatsiyani amalga oshirish, modulatsiya paytida nochiziqli buzuqlikni kamaytirish, modulatsiyalashgan signallarni kuchaytirishlar kiradi.

Nazorat savollari

1. Aktiv elementlarning ish holatini necha xil turini bilasiz va ularni qanday aniqlash mumkin?
2. Quvvat kuchaytirgichning qanday energetik ko'rsatkichlarini bilasiz?
3. Qaysi ish holat amalda ko'p ishlatiladi?
4. Kam kuchlanishli va o'ta kuchlanishli ish holati qachon ishlatiladi?
5. Quvvat kuchaytirgich uchun aktiv element qanday tanlanadi?
6. Kesish burchagining optimal qiymati qanchani tashkil etadi?

7. Kesish burchagi qanday tanlanadi?
8. Manba kuchlanishi qanday tanlanadi?
9. Siljish kuchlanishi kuchaytirgichning xarakteristikalariga qanday ta'sir ko'rsatadi?
10. Yuklama xarakteristikasi deganda nimani tushunasiz?
11. Kuchaytirgichni sozlash jarayoni qanday bajariladi?
12. Nima uchun foydali chiqish quvvati o'ta kuchlanganlik ish holatida kamayadi?

5. MOSLOVCHI ZANJIRLAR

5.1. Moslovchi zanjirlarga bo'lgan talablar

Bizga ma'lum bo'ldiki, quvvat kuchaytirgichdagi AE uchun eng qulay rejim kiritik ish holatidir. AE kritik ish holatida ishlashi uchun uning chiqish qismiga $R_{\text{chiq}} = R_{\text{Nkr}}$ qarshilikni ulash kerak. Lekin ko'p hollarda yuqori chastotali signallarni iste'mol qiluvchi qurilmalarning qarshiligi xususan antenaning Z_n qarshiligi o'zgaruvchan bo'lib, P_{nkir} qarshilikdan ancha farq qiladi va chastotaga bog'liq bo'ladi. Antennaning bu qarshiligi chiqish kaskadi uchun yuklama qarshiligi bo'lib xizmat qiladi. Oraliq kaskadlar uchun esa undan keyingi kaskadlarning kirish qarshiligi nagruzka bo'ladi. Bundan shuni aytish mumkinki, moslovchi zanjirning (MZ) asosiy vazifasi iste'molchi (yuklama) qarshiligini AEning chiqish qarshiligiga moslab berishdir. MZning ikkinchi vazifisi - yuqori garmonikalarni filtrlab berishidir. RSUQlarda parazit to'lqinlarni yo'qotishga qo'yilgan talablar kattadir. Chiqish kaskadining yuqori ishchi bo'lmagan garmonikalari iste'molchida quvvat paydo qilish kerak emas. Oraliq kaskadlarda ishlatilayotgan MZlarga bo'lgan talablar bir muncha pastroqdir, lekin shu bilan birga qarshiklarni yaxshi moslashtirish uchun MZ elementlarni shunday tanlash kerakki, keyingi kaskadning kirish qismidagi tok garmonik ko'rinishga ega bo'lishi kerak. Odatda lampali kaskadlar uchun kritik qarshilik $R_{\text{Nkri}} = 1000-5000 \text{ Om}$ ni, tranzistorli kaskadlar uchun esa $P_{\text{Nkri}} = 20-200 \text{ Om}$ ni tashkil etadi.

Moslovchi zanjir ikki xil bo'ladi.

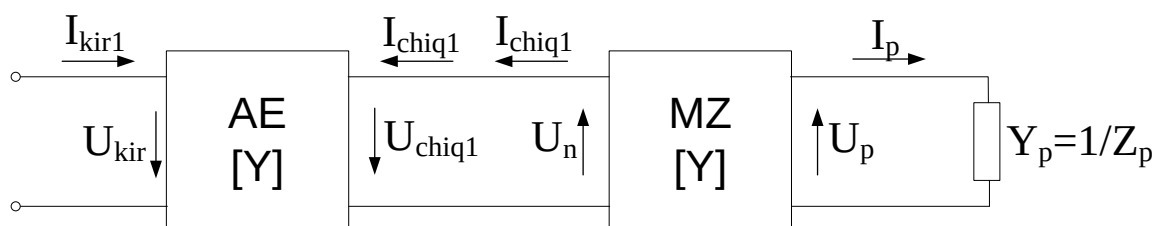
1. Bitta ish chastotada moslaydigan zanjirlar. Bu zanjirlarda f_{kir} chastota o'zgarganda moslovchi zanjirni qaytadan sozlash kerak bo'ladi. Ular tor polosali moslovchi zanjirlar deyiladi.

2. Berilgan ($f_{yu}-f_q$) chastotalar oralig'ida moslashuvchi zanjirlar.

Bu holda qarshiliklarni moslash ($Z_n = R_{nkr}$) berilgan chastota o'raliq'ida amalga oshiriladi. Bunday moslovchi zanjirlarda kirishdagi chastota f_{kir} o'zgarishi bilan MZni qaytadan sozlash kerak bo'lmaydi. Bu zanjirlar keng polosali moslovchi zanjirlar deyiladi. Ular oldingi tor polosali zanjirga nisbatan birmuncha qulaylikka egadir. Moslovchi zanjirlarda quvvat sarf bo'lishi kuzatilganligi tufayli buni loyihalash vaqtida nazarda tutish kerak.

5.2. Moslovchi zanjirlarning struktura sxemasi

Moslashuvchi zanjirning umumiy struktura sxemasi quydagicha bo'ladi (5.1-rasm).



5.1-rasm. Moslovchi zanjirning strukturaviy sxemasi

Moslovchi zanjirlarga quyidagi talablar qo'yiladi:

1) asosiy ω chastotada yuklamaningning $Z_N(\omega)$ kompleks qarshiligini umumiy holda $Z_{kir}(\omega)$ kompleks qarshiligiga transformatsiyalab berishi kerak va u elektron asbob (AE) uchun optimal (R_{ekv} qarshilikka yaqin yoki unga teng bo'lgan) hisoblanadi. Aks holda generator foydasiz ish holatida ishlaydi, bunda uning chiqish quvvati va foydali ish koeffitsienti kamayadi, shuningdek, uzatiladigan signalning buzilishi vujudga keladi. Xususan, bizning misolimizda agar ikkinchi kaskad uzatgichning oxirgi kaskadi bo'lsa, uning yuklamasi to'g'ridan-to'g'ri antenaning $Z_A(\omega)$ kirish qarshiligi, yoki fiderning $Z_F(\omega)$, yoki antenadan oldin quyiladigan moslashtirish qurilmasining $Z_{MQ}(\omega)$ qarshiligi, yoki yuqori

garmonikalarini so'ndirish uchun uzatgich chiqishiga qo'yiladigan chiqish tebranish tizimining kirish qarshiligi bo'lishi mumkin. Kaskadlararo zanjirlarda yuklama bo'lib keyingi kaskadda AE ning kirish qarshiligi xizmat qiladi, u oldingi kaskad AE uchun optimal (R_{ekv} qarshilikka yaqin yoki unga teng bo'lgan) $Z_{kir}(\omega)$ qarshilikka transformasiyalanishi kerak. Birinchi kuchaytirish kaskadning kirish qarshiligi avtogenerator yoki uning bufer kaskadi, yoki uzatgich qo'zg'atgichi yoki chastota sintezatori uchun optimal yuklamaga yaqin bo'lgan $Z_{kir}(\omega)$ qarshilikni ta'minlash kerak bo'ladi. 5.2–rasmda ular $Z_G(\omega)$ ichki qarshilikli generator ko'rinishida tasvirlangan;

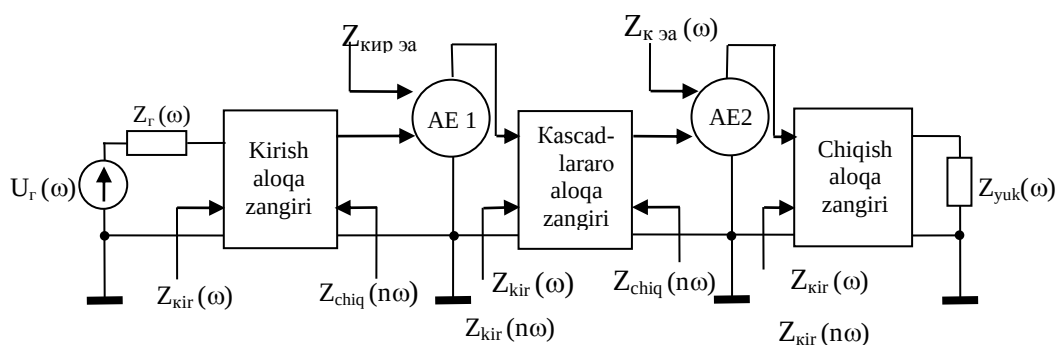
2) chiqish va kaskadlararo aloqa zanjirlarining ma'lum kirish qarshiliklarini $Z_{kir}(n\omega)$ yuqori garmonikalar chastotalarida va shunga o'xshash, chiqish va kaskadlararo aloqa (moslovchi) zanjirlarining ma'lum chiqish qarshiliklarini $Z_{chiq}(n\omega)$ ta'minlashi kerak. Bu shunga bog'liqki, quvvatli kaskadlarda AE qoidaga ko'ra noxiziqli ish holatida ishlaydi. Tashqi qo'zg'atishli generatorning ko'p sxemalarida bu qarshiliklarning qiymatlarini nisbatan kichik yoki ularning asosiy chastotadagi qiymatlariga solishtirilganda nisbatan yuqori bo'lishini ta'minlash yetarli. Masalan, rezonans yuklamali lampali tashqi qo'zg'atishli generatorlarda odatda $|Z_{kir}(n\omega)| \ll |Z_{ekv}(\omega)|$, $|Z_{chiq}(n\omega)| \ll |Z_{kir}(\omega)|$ shart bajariladi va shu bilan birga lampa anodida va kirishida kuchlanishni garmonik shaklga yaqin bo'lishi ta'minlanadi. Biroq biogarmonik ish holatida ishlaydigan generatorlarda va shakllantiruvchi konturli kalitli generatorlarda aloqa zanjirlari yuqori garmonikalar chastotalarida ma'lum kirish va chiqish qarshiliklariga ega bo'lishi kerak. Bundan tashqari, aloqa zanjirlari parazit tebranishlarni vujudga kelish xavfini minimumgacha kamaytirish, yoki umuman bo'lmasligiga erishishi uchun aloqa zanjirlari ko'proq pastroq va ish diapazonidan yuqori chastotalarda yetarlicha yuqori kirish va chiqish qarshiliklarini ta'minlashi kerak bo'ladi;

3) ularning quvvatlari ruxsat etilgan qiymatdan oshib ketmasligi uchun yuklamadagi yuqori garmonikalarni ushlab qolish (filtrlash) kerak (keyingi kaskad kirishida, antennada yoki uning oxirgi kaskad uchun moslashtirish qurilmasida);

4) sezilarsiz quvvat yo'qotishlarini kiritish, ya'ni asosiy chastotada aloqa zanjirining yuqori foydali ish koeffitsientini ta'minlash;

5) keng diapazonli genratorlarda ishchi chastotalar diapazonida berilgan xarakteristikalarini saqlab qolish. Xususan, ularni qurishda ishchi chastotaning ortishi bilan elektron asbob kirish va chiqish sig'implari o'tkazuvchanliklari va ularning chiqishlari induktiv qarshiliklarining ortishini hisobga olish zarur bo'ladi. Bundan tashqari keng diapazonli aloqa zanjirlarida elektron asbob quvvati bo'yicha kuchaytirish koeffitsientini chastotaga bog'liqligining kamayishini kompensatsiyalash ko'zda tutilishi mumkin;

6) berilgan tebranishlar quvvati, toklar va kuchlanishlarda ishlashni ko'zda tutadi.



5.2-rasm. PSUQlarda ishlatiladigan moslovchi zanjirlar

Oxirgi kaskad chiqish aloqa zanjirlarini qurishda berilgan o'tkazish oralig'ini (yoki ishchi chastotalar diapazonini), maksimal foydali ish koeffitsientini va tebranish quvvatini yuqori sathida ishlash imkoniyatini saqlagan holda yuklamada yuqori garmonikalarni fil'trlashni yuqori darajada olishga tegishli qarama - qarshi talablar qo'shiladi. Shuning uchun bu yerda ko'pincha yuqori garmonikalarni filtrlash masalasi uzatgichning alohida o'rnatiladigan chiqishdagi tebranish tizimiga yuklanadi.

5.3. Moslovchi zanjirlarni filtrlash koeffitsienti

Moslovchi zanjirlarni (MZ) filtrlash koeffitsientini aniqlash uchun yuklama qarshiligini va moslovchi zanjir elementlarini bilish kerak. Buning uchun yuqori n - garmonikalar quvvati P_n ni foydali asosiy

garmonikaning chiqish quvvati P_{chiq1} ga bo'lgan nisbatini ifodalovchi formuladan foydalanamiz.

$$P_n/P_{chiq1} = \left(I_{chiqn}/I_{chiq1} \right)^2 R_{yn}/R_y \quad (5.1)$$

Bu yerda R_H va R_{Hn} - moslovchi zanjirning kirish qarshiliklarini n - va asosiy garmonikalaridagi aktiv tashkil etuvchilari.

(5.1) ifodadan topilgan qiymatni nurlantirilayotgan quvvatga teng deb qaraymiz va uni har bir garmonikalar uchun mumkin bo'lgan nurlanish quvvatlari bilan solishtiramiz. n va asosiy garmonikalar chiqish toklarining nisbati yoyish koeffitsientlarining nisbatiga teng va ular berilgan garmonika uchun faqat kesish burchagi θ ga bog'liq bo'ladi.

$$I_{chiqn}/I_{chiq1} = \alpha_n(\theta)/\alpha_1(\theta) \quad (5.2)$$

(5.1) tenglamadagi ikkinchi tashkil etuvchi yuklamani asosiy va n -garmonikalardagi yuklama o'tkazuvchanliklari Y_{y1} (ish chastotada) Y_{yn} (n -garmonikada) hamda moslovchi zanjirni elementlari bilan aniqlanadi.

$P_{yn}/P_y = F_n$ belgilash kiritamiz.

Bu holda F_n n -garmonika uchun filtrlash koeffitsienti deyiladi.

Yuqorida aytib o'tilgan mulohazalarni inobatga olib (5.1) tenglamani boshqacha yozish mumkin:

$$P_n/P_{chiq1} = [\alpha_n(\theta)/\alpha_1(\theta)]^2 F_n \quad (5-3)$$

Garmonikaning tartib raqami $n = 2$ bo'lganda va kesish burchagi $\theta=60^0$ dan 110^0 gacha oshganda, bu ifodaning birinchi tashkil etuvchisi 0,5 dan 0,06 gacha kamayadi. Garmonikaning tartib raqami n ni yanada oshishi bilan kesish burchagining har bir qiymati uchun $[\alpha_n(\theta)/\alpha_1(\theta)]^2$ keskin kamayib boradi.

5.4. Lampali oraliq kaskadlar uchun moslovchi zanjirlar

Rezonans generatorlar (tor diapazonli) aloqa zanjirlarini qurish afzalliklarini oraliq (dastlabki) kaskadlar misolida ko'rib chiqamiz.

Bu yerda yuqori garmonika filtratsiyasiga va foydali ish ko'effitsientiga katta talab qo'yiladi, aloqa zanjirini sozlashni sodda va nazorat-o'lchov asboblari iloji boricha kam bo'lishiga erishiladi. Lampali generatorning kaskadlararo zanjiridagi LC_1 kontur ko'rinishi 5.3-rasmda keltirilgan. Keyingi kaskad bilan sig'imli aloqa C_2, C_3, L_{bl1} bo'luvchilaridan tuzilgan. Blokirovkalovchi C_{bl} va bo'luvchi C_p kondensatorlar, shuningdek L_{bl} drossel anod va to'r siljitish kuchlanishlarini ta'minlaydi.

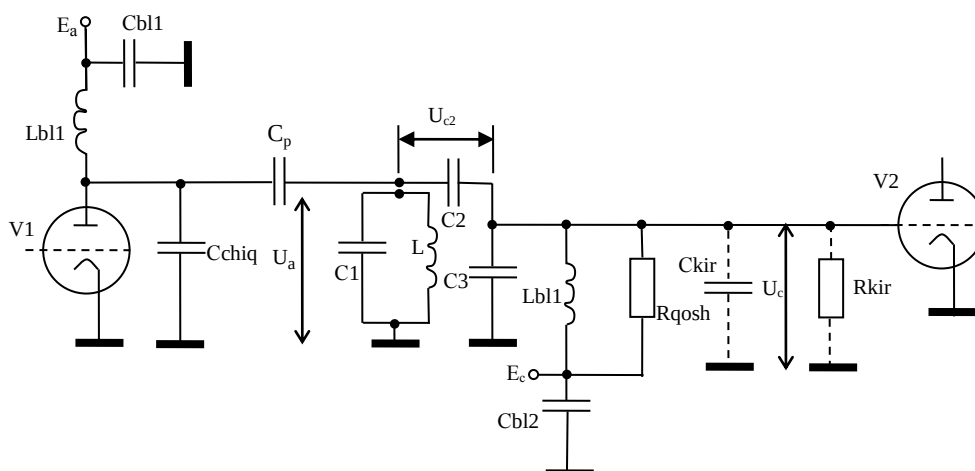
Yuklama (R_y) bo'lib C_{kir} sig'im orqali shuntlangan ikkinchi lampani kirish qarshiligining birinchi garmonikasi bo'yicha $R_{kir} = U_s / I_{s1}$ aktiv qarshiligi hisoblanadi. Birinchi lampa uchun birinchi garmonika bo'yicha $Z_{kir}(\omega) = P_{ekv}$ ekvivalent yuklama qarshiligini stabillash uchun, shuningdek, quvvat bo'yicha kuchaytirish ko'effitsienti kamayishi hisobiga generator ishining barqarorligini oshirish uchun ikkinchi lampa ko'pincha $R_{qo'sh}$ qo'shimcha rezistor orqali kirish bo'yicha shuntlanadi.

$P_{qo'sh}$ rezistorning qiymati P_{kir} qarshilikdan ko'p martaga kichik bo'ladi. Shuning uchun oldingi kaskadda hosil qilinadigan $P_1 = 0,5U_a^2 / P_{ekv}$ quvvatning $P_c = 0,5U_c^2 / R_{kir}$ qismi ikkinchi lampaning to'riga beriladi, boshqa bir $P_{qo'sh} = 0,5U_s^2 / P_{qo'sh}$ qismi esa $P_{qo'sh}$ rezistorda tarqaladi.

Yuklamaning $P_{yuk} = P_{qo'sh}P_{kir} / (P_{qo'sh} + P_{kir})$ natijaviy qarshiligi oldingi kaskad lampasi uchun P_{ekv} qarshilikka transformatsiyalanadi.

Yuqori garmonikalar chastotalarida aloqa zanjirlari kirish va chiqish qarshiliklari dastlabki yaqinlashishda mos ravishda C_1 va C_3 sig'imlar orqali aniqlanadi. Agar sig'imlar yetarlicha katta bo'lsa, ya'ni $1/\omega(C_1 + C_{chiq}) \ll P_{ekv}$, $1/\omega(C_3 + C_{kir}) \ll P_{yuk}$ bo'lsa, birinchi lampa anodidagi va ikkinchi lampa boshqarish to'ridagi kuchlanishning garmonik shakli ta'minlanadi. Bu shartlarda kuchlanishning transformatsiya (bo'lish) ko'effitsienti faqat sig'imlar orqali aniqlanadi va chastota bo'yicha mustaqil bo'lib keladi:

$$U_c / U_a = C_2 / (C_2 + C_3 + C_{kp}).$$



5.3-rasm. Lampali generatorning kaskadlararo zanjiridagi LC_1 kontur ko‘rinishi

Konturning induktivligi birinchi garmonikani chastotasiga rezonans qilib sozlanish shartidan aniqlanadi:

$$\omega = 1 / \sqrt{L(C_1 + C_{ch1} + C_2(C_3 + C_{kir}) / (C_2 + C_3 + C_{kir}))}$$

C_2 aloqa sig‘imi qarshiliklarni transformatsiyalash shartidan tanlanadi:

$$R_{ekv} / R_{yuk} = [(C_2 + C_3 + C_{kir}) / C_2]^2$$

Bu munosabat birinchi lampa beradigan $P_1 = 0,5U_a^2 / R_{ekv}$ va $R_{qo'sh}$ hamda R_y qarshiliklarida tarqaladigan $P_y = 0,5U_s^2 / R_y$ quvvatlar balansi shartidan kelib chiqadi.

Sig‘im aloqali zanjiri bir tomondan quyidagilarga imkon beradi:

1) C_{ch1} va C_{kir} lampalar sig‘imlarini oson hisobga olish mumkin (bizning misolimizda mos ravishda C_1 va C_3 lar uchun ifodalangan). Bunda qo‘shimcha parazit konturlar vujudga kelmaydi;

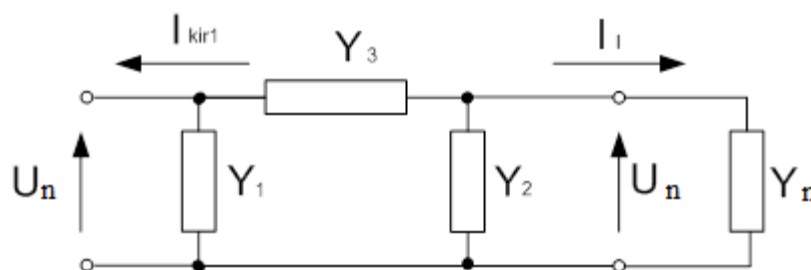
2) L va C_1 elementlarni bir vaqtda o‘zgartirish bilan berilgan chastotalar diapazonida LC – konturni sozlash va qayta sozlashni amalga oshirish. Bunda R_{ekv}/R_H yuklama qarshiliklarining

transformatsiyalash koeffitsienti va U_s/U_a kuchlanishlar bo'lish koeffitsienti o'zgarmaydi.

Boshqa tomondan, rezonans aloqa zanjirlarini qo'llanilishi katta kontur toklariga (kuchlanishlarga), LC elementlardagi reaktiv quvvatlarga va demak, ulardagi katta yo'qotishlarga olib keladi.

5.5. Radiolampa va yuklama qarshiligini moslab beruvchi oddiy zanjirlar

Bunday moslovchi zanjirlar reaktiv elementlari $Y_1 = jB_1$; $Y_2 = jB_2$; $Y_3 = jB_3$ bo'lgan Π – ko'rinishidagi to'rt qutblikdan iborat bo'ladi (5.4-rasm).

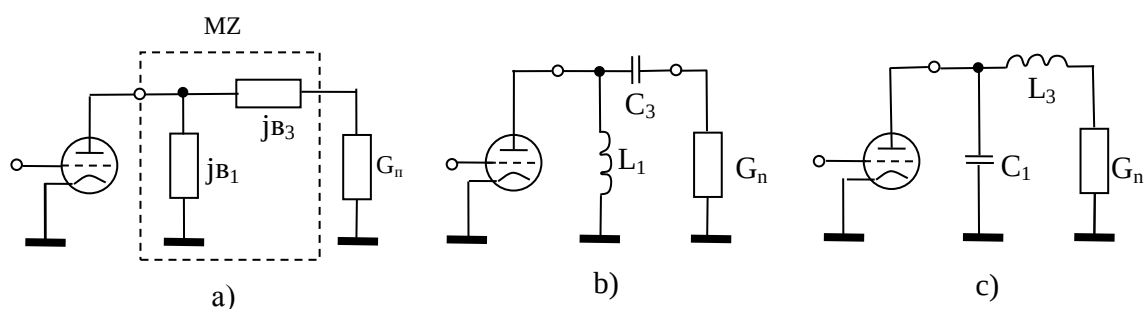


5.4-rasm. Moslovchi zanjirning ekvivalent sxemasi

Lampali chiqish kaskadlari uchun yuklama qarshiligi R_n nisbatan katta bo'ladi ($R_{nkp} = 1-5000 \text{ Om}$) va antenna qarshiligi esa kichik bo'ladi ($r_a = 1-100 \text{ Om}$). Demak, bu holda moslovchi zanjir kichik antenna qarshiligining chiqish kaskadini katta qarshiligiga aylantirib berishi kerak. Yuqorida qayd qilingandek, AE kritik ish holatida ishlashi uchun $G_{nkr}=1/R_{nkr}$ bo'lishi kerak. Lampali kaskadlar uchun quyidagi munosabatni yozish mumkin.

$$G_{ykr}/G_y = r_a/R_{ykr} \ll 1; \quad b_{11} = B_1 + B_2 \approx 0 \quad (5.4)$$

Ammo bu tenglamadagi B_1 , B_2 , B_3 reaktiv elementlarni topib bo'lmaydi, buning uchun to'rt qutblikdagi moslovchi zanjirning ba'zi elementlarini olib tashlash kerak. Masalan, $B_2 = 0$, $B_n=0$ deb hisoblaymiz. U holda bir konturli moslovchi zanjir sxemasiga ega bo'lamiz. Bu sxemada $b_{12} = -B_3$, $b_{22} = B_3$.



5.5-rasm. Chiqish kaskadlari uchun bir konturli moslovchi zanjirlar:
a) sxema bir konturli sodda moslovchi zanjirning ekvivalent sxemasi,
b) yuklama sig‘im tarmog‘iga c) yuklamka induktiv tarmogiga ulangan sxemalari

bu yerdan B_3 ni topish mumkin

$$B_3 = \pm \sqrt{G_{Hkr} G_a} \quad (5.5)$$

(5.4) va (5.5) tenglamalar sxemadagi ikki reaktiv elementni topish imkonini beradi. (5.4) ifoda bundan tashqari konturning parallel rezonans sharti bo‘lib hisoblanadi.

Bu sxemalarda ishlatiladigan konturlarning parametrlariga quyidagilarni kiritish mumkin:

Xarakteristik qarshilik $\rho = U/I$; $\rho = \omega L$; $\rho = -1/\omega C$; $\rho = \sqrt{\frac{L}{C}}$;

Kontur saxiyligi (aslligi) $Q = \frac{\rho}{r_a}$;

Rezonans qarshilik $R_n = 1/G_n = \rho Q = r_a Q^2$

Yuklama sig‘im tarmogiga ulangan sxemada garmonikalar toki n^4 marta ko‘p bo‘ladi. Demak, yuqori garmonikalar quvvati yuklama sig‘im tarmoqqa ulangan sxemada induktiv tarmoqqa ulangan sxemaga nisbatan n^4 marta ko‘p bo‘ladi. Shunga asosan aytish mumkinki, induktiv tarmoqqa ulangan sxema yuqori garmonikalarni yaxshiroq filtrlaydi. Bu ikkala sxemani filtrlash qobiliyati qoniqarli hisoblanadi. Bundan tashqari moslovchi zanjirni ish chastotaga sozlashda, bir vaqtni o‘zida B_1 va B_3 reaktiv elementlarni o‘zgartirish kerak. Bu esa ancha noqulaylik keltiradi. Shuning uchun bir konturli sxemalar eng sodda hollarda ishlatiladi.

5.6. Aktiv elementni konturga qisman ulanishi

Filtrlash xususiyatini oshirish uchun murakkab konturlar ishlatishga to'g'ri keladi. Buning uchun AE ni konturga qisman ulash kerak, bu holda kontur sozini buzmasdan G_y ni istagancha o'zgartirish mumkin bo'ladi. Bunday moslovchi zanjirlarda B_1 va B_3 elementlarni o'zgartirmasdan xarakteristik qarshilikni oshirish mumkin, bu esa kontur saxiyligini oshirish imkonini beradi. Demak filtrlash xususiyati ham oshadi. Chunki $Q = \rho/r_a$.

Moslovchi zanjirlarda elementlarini aniqlovchi (5.4) va (5.5) tenglamalarini $X_1 = 1/jB_1$; $X_2 = 1/jB_2$; $X_3 = 1/jB_3$ dan iborat reaktiv qarshiliklar orqali yozamiz.

$$X_1 + X_3 = 0 \quad R_{n\text{ kp}} = X_1^2/r_a$$

Bir konturli sodda MZ sxemada jB_1 o'rniga X_1 reaktiv qarshilikni, jB_3 o'rniga X_3 qarshilikni qo'yamiz

$$X_1 = \omega_{kir} L_1 > 0; \quad X_3 = -1/\omega_{kir} S_3 + \omega_{kir} L_3 < 0 \text{ deb hisoblaymiz.}$$

Natijada lampani induktiv tarmoqqa qisman ulangan MZ sxemasini olamiz (5.6a- rasm).

Agar $X_1 = -1/\omega_{kir} S_1 < 0$; $X_3 = \omega_{kir} L_3 - 1/\omega_{kip} C_3 > 0$ deb hisoblasak lampani sig'imli tarmoqqa qisman ulangan sxemani olamiz (5.6b- rasm). Lampani kontur bilan bog'liqligini, ulanish koeffitsienti p bilan xarakterlash mumkin.

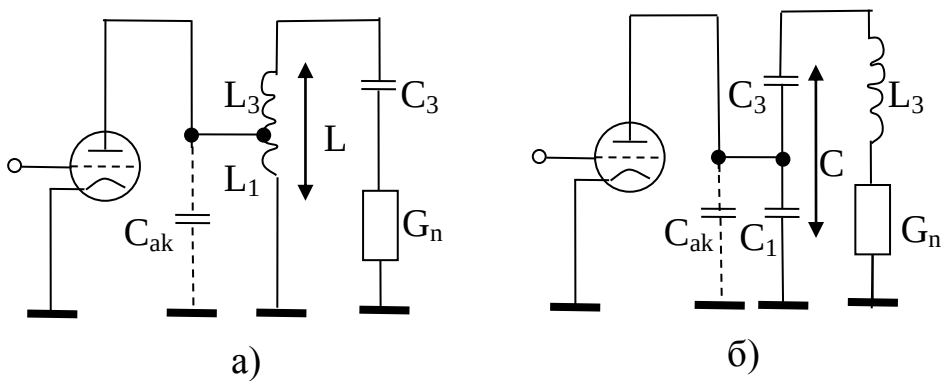
$$p = |X_1|/\rho$$

Qisman induktiv tarmoqqa ulangan sxema uchun

$$\rho = \omega L, \quad L = L_1 + L_3, \quad r = L_1/L$$

Qisman sigimli tarmoqqa ulangan sxema uchun

$$\rho = 1/\omega C, \quad 1/C = 1/C_1 + 1/C_3$$



5.6-rasm. Lampani konturga qisman ulanish sxemasi:
 a) aktiv elementni induktiv tarmoqqa qisman ulanishi,
 b) sig‘im tarmoqqa ulanishi

Qisman sig‘imli tarmoqqa ulangan sxema uchun

$$\rho = 1/\omega C, 1/C = 1/C_1 + 1/C_3$$

Bu sxemalarda induktivlik L va sig‘im C ni o‘zgarmas qilib, konturni sozini buzmasdan, ulanish koeffitsientini o‘zgartirib AE yuklamasini boshqarib turish mumkin

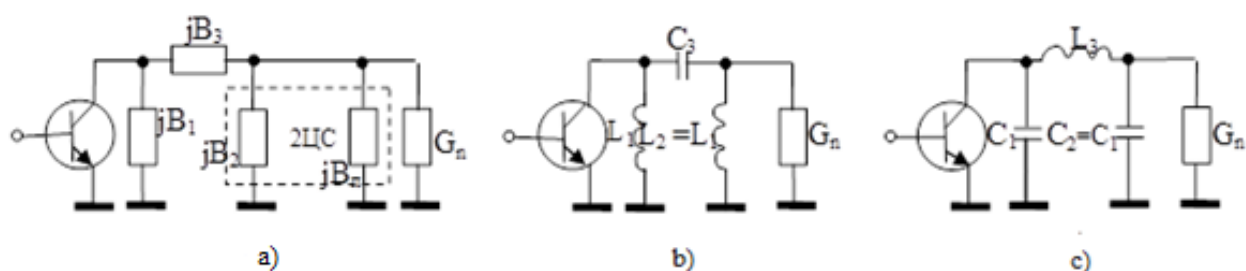
$$R_n = \frac{x_1^2}{r_u} = \frac{p^2 \rho^2}{r_u} = p^2 \rho^2 Q$$

Bu esa yuklama qarshiligini kritik qarshilikka tenglashtirish imkonini beradi $R_n = R_{nkr}$. Lampaning C_{ak} sig‘imi kontur soziga nisbatan past chastotalarda kam ta‘sir etadi va buni C va L ni o‘zgartirib konturni sozini joyiga olib kelib qo‘yish mumkin. MZ ning bu sxemalarida kontur saxiyiligi $1/p$ marta oshadi, filtrlash xususiyati esa $(1/p)^2$ marta yaxshilanadi.

5.7. Tranzistor va yuklama qarshiliglarini moslab beruvchi zanjirlar

Tranzistorli chiqish kaskadlarida nagruzka va kritik qarshiliklar lampali kaskadlardan farqli o‘larok deyarli bir-biriga yaqin bo‘ladi va ularning nisbati birga yaqin bo‘ladi, ya‘ni $\frac{G_y}{G_{ykr}} \approx 1$. Bu holda simmetrik P- ko‘rinishidagi moslovchi zanjirlarni ishlatish ancha qulaydir (5.7a-rasm).

Moslovchi zanjir simmetrik bo'lishi uchun $B_1 = B_2$ sharti bajarilishi kerak. Bu sxemalar uchun $(B_1 + B_3)[1 - G_{ykr}/G_i] = 0$ tenglamani yozish mumkin, bu tenglama $B_3 = -B_1$ (5.4) ifodaga ekvivalentdir.



5.7-rasm. Tranzistorli kaskadlar uchun moslovchi zanjir sxemasi (a), yqori chastota filtri (b), quyi chastota filtri (c)

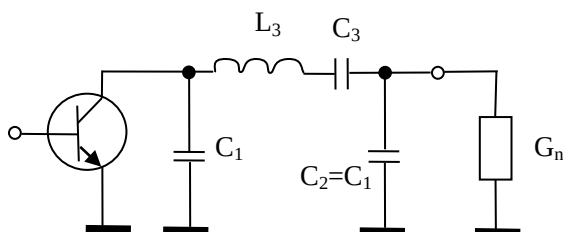
$B_n = 0$ deb hisoblasak, u holda B_1 reaktiv elementni topish mumkin

$$B_1 = \pm \sqrt{G_H + G_{HKP}}$$

ifodadagi (+) ishora b) sxemaga, (-) ishora c) sxemaga tegishlidir. c) sxema quyi chastotalar filtri deb ataladi va bu sxema yuqori garmonikalarni yaxshi filtrlaydi, amalda ko'p qo'llaniladi. Filtrlash koeffitsienti quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$F_n = n^{-2} \left[(n^2 - 2)^2 + (G_H / G_{HKP})(n^2 - 1)^2 \right]^{-1}$$

Agar filtrlash xususiyatini yanada yaxshilash kerak bo'lsa, $X_3 = \omega L$ qarshilikka ketma-ket qilib C_3 sig'imni ulash kerak. U holda reaktiv qarshilik $X_3 = \omega L_3 1/\omega C_3 = X_{3L} + X_{3C}$ ga teng bo'ladi (5.8-rasm).



5.8-rasm Moslovchi zanjirning filtrlash xususiyati yaxshilangan sxema

Bu sxemani filtrlash koeffitsienti quyidagicha bo'ladi:

$$F_n = n^{-2} \left\{ (n^2 - 1)(h + 1) - 1 \right\}^2 + (G_u / G_{HKP})(h + 1)^2 (n^2 - 1)^2 \left\}^{-1}$$

Bu yerda: $h = -X_{3C}/X_3 = B_3/\omega C_3$

h ning qiymati ko'payishi bilan filtrlash yaxshilanadi. Bu sxema chiqish va oraliq kaskadlarda ishlatilishi mumkin. Moslovchi zanjir sxemasini oraliq kaskadda ishlatilganda yuklama qarshiligi vazifasini keyingi kaskad tranzistorining kirish o'tkazuvchanligi bajaradi. Bunday kaskadlarda nosimmetrik moslovchi zanjirlar ishlatiladi, ya'ni B_1 va B_2 o'tkazuvchanliklar bir-biridan ancha farq qiladi. Agar keyingi kaskad tranzistorining kirish o'tkazuvchanligi kritik G_{ykr} dan o'tkazuvchanlikdan katta bo'lsa, moslovchi zanjirni shunday qilish kerakki, tranzistorning kirish toki garmonik tokka yaqin bo'lishi kerak. Buning uchun kirish qarshiligiga ketma-ket qilib moslovchi zanjirning induktivligi ulanadi. U holda $r_i \ll R_{ykr}$ shart bajariladi.

5.8. Moslovchi zanjirlarda quvvatning sarf bo'lishi va ularning foydali ish koeffitsienti

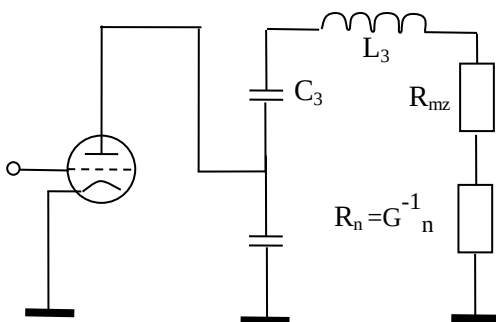
Moslovchi zanjirlarning real elementlarining reaktiv tashkil etuvchilari bilan birgalikda aktiv tashkil etuvchilari ham bor. Shu sababli aktiv element ishlab chiqarayotgan quvvatning, ma'lum qismi moslovchi zanjirda sarf bo'ladi. Yuklama qabul qilayotgan foydali quvvatning (P_y), aktiv element chiqishidagi quvvatga nisbati moslovchi zanjirlarni foydali ish koeffitsienti deb ataladi.

$$\eta_{MZ} = \frac{P_y}{P_{chiq1}} = 1 - \frac{P_{MZ}}{P_{chiq1}}$$

Bu yerda: P_{MZ} - moslovchi zanjirda sarf bo'layotgan quvvat. Chiqish kaskadlaridagi moslovchi zanjirlarning foydali ish koeffitsientini iloji boricha katta bo'lishiga erishish kerak. Oraliq kaskadlarda moslovchi zanjir foydali ish koeffitsientini nisbatan kichikroq qilish mumkin, buning uchun chiqish kaskadining quvvat kuchaytirish koeffitsienti (K_p) katta bo'lishi kerak.

Moslovchi zanjirning foydali ish koeffitsientini aniqlash uchun aktiv element konturiga qisman ulangan va tranzistorli kaskaddagi sxemalarini ko'rib chiqamiz. Quvvatning sarf bo'lishi asosan induktivlikda bo'ladi deb hisoblaymiz va moslovchi zanjirlar quvvatni sarf qilayotgan elementining aktiv tashkil etuvchisini r_{mz}

bilan belgilaymiz. U holda induktivlikning ish chastotasidagi saxiyligi $Q_L = \omega L / r_{mz}$ bo'ladi.



5.9- rasm. Moslovchi zanjir induktivligidagi quvvatni sarf bo'lishini hisobga olgan sxema

Lampali kaskadning moslovchi zanjirida (5.9-rasm) aktiv element (AE) ishlab berayotgan P_{chiq1} quvvatning bir qismi $(r_i + r_{mz})$ qarshilikda va uning foydali tashkil etuvchisi r_n qarshilikda sarf bo'ladi. Bu ikki qarshilik orqali bir xil kontur toki oqib o'tadi. Shuning uchun foydali ish koeffitsieti (F.I.K.) uchun quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$\eta_{MZ} = r_{sarf} / (r_{sarf} + r_{MZ}) = 1 - r_{MZ} / (r_{sarf} + r_{MZ})$$

Yoki yuklama va konturning saxiyligi orqali yozish mumkin:

$$\eta_{MZ} = 1 - Q_n / Q_L$$

Bu yerda $Q_n = \omega L / (r_n + r_{MZ})$ - yuklangan konturning saxiyligi.

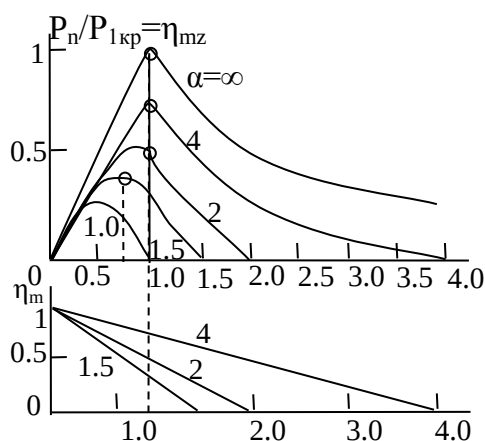
Bu ifodadan ko'rinib turibdiki, agar moslovchi zanjirni filtrlash xususiyatini yaxshilash yuklama konturini saxiyligini oshirish evaziga bo'lsa va Q_L doimiy bo'lsa, foydali ish koeffitsieti (η_{mz}) kamayadi. Buni aktiv element qisman ulangan sxemalarda hisobga olish kerak.

$R_n = r^2 \rho Q_n = r^2 (r_n + r_{MZ}) Q_n^2$ - yuklangan konturning rezonans qarshiligi bo'lsa, u holda yuklanmagan konturning rezonans qarshiligi ga teng bo'ladi. Bu qarshilik (R_{nyu}) $r = \text{const}$ va r_p o'zgarganda, R_n ni mumkin bo'lgan katta qiymatini belgilaydi. U R_{nkr} qarshilikdan qancha katta bo'lsa, moslovchi zanjirlarda quvvat sarf bo'lishi shuncha kam bo'ladi. Ularning nisbatini a bilan belgilaymiz $a = R_{nyu} / R_{nkr}$.

Endi foydali ish koeffitsietini yangi ifodasini bu qarshiliklar orqali yozish mumkin:

$$\eta_{MZ} = 1 - R_n / R_{nYu} = 1 - R_n / aR_{nkr}$$

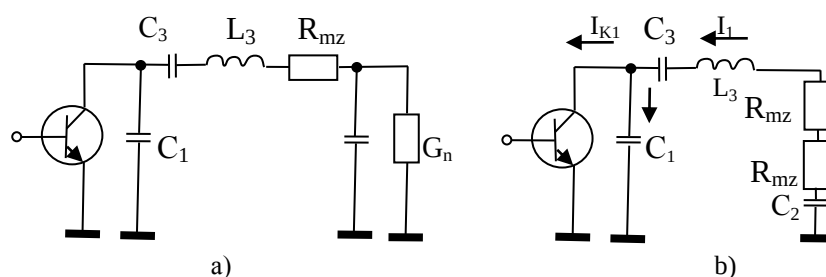
Bundan ko‘rinib turibdiki, kritik ish holatida (KR) $\eta_{mz} = 1 - a^{-1}$ bo‘ladi va $a = R_{nyu} / R_n$ ning qiymati oshishi bilan foydali ish koeffitsietini ham ko‘payadi.



5.10-rasm. Yuklamadagi quvvat va F.I.K.ni yuklama qarshiligiga bog‘likligi grafigi

$a > 2$ bo‘lganda quvvatning maksimal qiymati kritik ish holatida yuklamaga uzatiladi va $\eta_{mz} \approx 1$ ga yaqin bo‘ladi. Buni quyidagi 5.10-rasmdan ko‘rish mumkin. Agar $a < 2$ kichik bo‘lsa, quvvatning maksimal qiymati kam kuchlanganlik ish holatida yuklamaga uzatiladi va yuklama qarshiligi $R_y = R_{nyu} / 2$, foydali ish koeffitsietini esa $\eta_m = 0.5$ bo‘ladi. Bu degani ishlab chiqarilayotgan quvvatning yarmisi ($R_{1kr}/2$) foydali bo‘lib yuklamaga uzatiladi. Amalda $a < 2$ bo‘lishi kam uchraydi, bunga misol qilib, o‘ta yuqori chastotada ishlayotgan lampani keltirish mumkin, u C_{ak} va montaj sig‘imi R_{yu} qiymatini chegaralaydi. Tranzistorli kaskadning moslovchi zanjirlarlarida (5.11 - rasm) r_{mz} va o‘tkazuvchanlik G_y zanjirni turli tarmoqlariga ulangan.

Foydali ish koeffitsietini aniqlash uchun, avval G_y va jB_2 larni ketma- ket ekvivalent sxemadagi umumiy qarshiligini topamiz. $r_{ye} = G_y / (G_y^2 + B_y^2)$. Foydali ish koeffitsietini hisoblash uchun r_y ni r_{ye} ga almashtirish kerak.



5.11-rasm. Tranzistorli kaskaddagi moslovchi zanjir sxemasi:
a) induktivlikdagi sarfni hisobga olgan sxema; b) F.I.K. ni hisoblash uchun o'zgartirilgan sxema

$h = -X_{3c} / X_3$ ekanligini nazarda tutib quyidagi ifodani olamiz:

$$\eta_{MZ} = \frac{X_{3L}}{Q_L} = \frac{X_3 - X_{3C}}{Q_L} = \frac{(1+h)|X_3|}{Q_L}$$

Sxemaga $r_{mz} \ll r_{ye}$ bo'lgan qarshilikni ulash konturini moslash xususiyatini deyarli o'zgartirmaydi.

$B_3^2 = G_y G_{ykr} = 1/X_3^2$ bo'lgani uchun, moslovchi zanjirlarning qarshiligini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

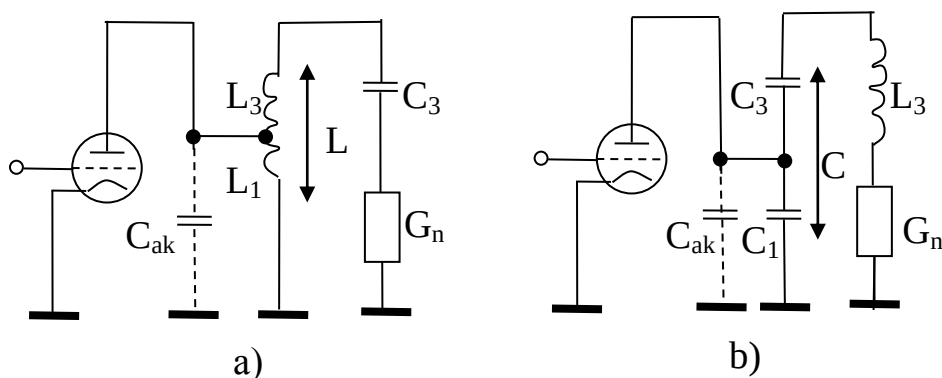
$$r_{MZ} \approx \frac{1+h}{Q_L \sqrt{G_y G_{ykr}}}; \quad r_{ye} \approx \frac{1}{G_y + G_{ykr}};$$

$$\eta_{MZ} \approx 1 - \frac{r_{MZ}}{r_{ye}} = 1 - \frac{1+h}{Q_L} \left(\sqrt{\frac{G_y}{G_{ykr}}} + \sqrt{\frac{G_{ykr}}{G_y}} \right)$$

Bundan ko'rinib turibdiki, (5.11a - rasm) sxemaning h parametrini (induktivlik) oshishi filtrlashni yaxshilaydi, shu bilan birga moslovchi zanjirlarning foydali ish ko'effitsietini kamaytiradi. Shunday qilib, ko'rib chiqilgan moslovchi zanjirlarning sxemalarida yuqori garmonikalarni filtrlashni yaxshilash, hamma vaqt quvvatni sarf bo'lishini ko'paytiradi.

5.9. Moslovchi zanjirlarni sozlash usuli

Moslovchi zanjirlarni sozlashda, uning reaktiv elementlarini shunday qilish kerakki, aktiv element yuklamasi aktiv va kritik qiymatga (R_{hkr}) ega bo'lishi kerak. Yuklamadagi quvvat maksimal qiymatga ega bo'lganda moslovchi zanjir kerakli chastotaga sozlangan deb hisoblanadi. Buning uchun moslovchi zanjirni kamida ikkita elementi o'zgaruvchan bo'lishi kerak. Lampali moslovchi zanjirni sozlash ancha oson, shuning uchun sozlash jarayonini uning misolida ko'rib chiqamiz. Sxemadagi C_3 sig'imning qiymati o'zgartirilsa moslovchi zanjir o'tkazuvchanligining reaktiv tashkil etuvchisi keskin o'zgaradi, aktiv tashkil etuvchisi esa sekin o'zgaradi. Yuklamaga quvvatni o'lchovchi asbob ulanadi. C_3 sig'imni o'zgartirib konturni rezonans chastotaga sozlaymiz. Rezonans holatda yuklamada maksimal quvvat ajraladi, buni o'lchovchi asbob orqali bilish mumkin. C_3 sig'imni rezonans holatdagi qiymatini belgilab olamiz va endi konturning ulanish koeffitsientini o'zgartirib, G_y qiymatini G_{ykr} ga teng qilamiz. G_y qiymati G_{ykr} ga yaqinlashgan sari indikatorning ko'rsatishi oshib boradi. $G_y = G_{ykr}$ bo'lganda quvvat eng katta qiymatga erishadi va sozlash jarayoni tugagan deb hisoblanadi.



5.12-rasm. Aktiv elementninig konturga qisman ulanish sxemasi:

- a) Aktiv elementni induktivli tarmoqqa qisman ulanishi,
- b) Sig'imli tarmoqqa ulanishi

Agar ulanish koeffitsienti p o'zgartirilganda konturga kiritilgan sig'im $C_{kir} = r^2 S_{ak}$ ham o'zgarsa, u holda C_3 sig'imini yana biroz o'zgartirib, yuklamada maksimal quvvatni olishga erishish kerak. Rezonans paytida lampali kaskadlarda anod tokining minimal qiymati, boshqaruvchi to'r tokining maksimal qiymati kuzatiladi va bundan

indikator sifatida foydalanish mumkin. Odatda sozlanmagan konturning qarshiligi juda kichik bo‘ladi. Shuning uchun manbadan olinayotgan quvvatning hammasi aktiv elementda sarf bo‘ladi va u og‘ir sharoitda ishlaydi. Bu hol yuz bermasligi uchun sozlash jarayonini, kirish va manba kuchlanishining kichik qiymatlarida olib borish kerak. Konturni sozlab bo‘lgandan keyin kirish va manba kuchlanishi kerakli nominal qiymatgacha ko‘tarib qo‘yiladi.

Nazorat savollari

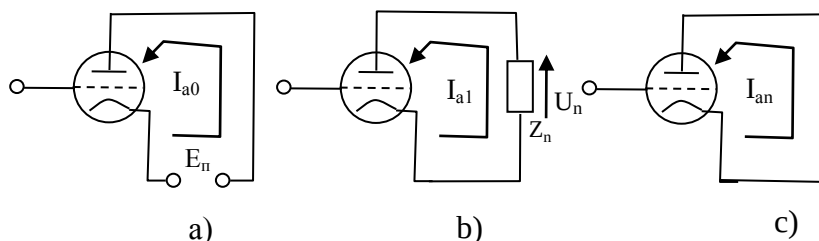
1. Moslovchi zanjirlarning asosiy vazifalari nimalardan iborat?
2. Moslovchi zanjirlar necha xil turda bo‘ladi?
3. Moslovchi zanjirning struktura sxemasi nimalardan iborat?
4. Moslovchi zanjirlarga qanday talablar qo‘yiladi?
5. Filtrlash koefitsienti deganda nimani tushunasiz?
6. Kaskadlararo moslovchi zanjirlarda sig‘im aloqali zanjiri qanday imkon beradi?
7. Moslovchi zanjir konturining qanday parametrlarini bilasiz?
8. Moslovchi zanjir filtrlash koefitsientini yaxshilash uchun nima qilish kerak?
9. Aktiv elementni konturga qisman ulanishi deganda nimani tushunasiz?
10. Ulanish koefitsienti qanday ko‘rsatkich?
11. Tranzistorli chiqish kaskadlarida yuklama va kritik qarshiliklar qanday munosabatda bo‘ladi?
12. Filtrlash xususiyatini yanada yaxshilash uchun nima qilish kerak?
13. T korinishdagi aloqa zanjirining sxemasini chizing va ishlash prinsipini tushuntiring.
14. G korinishdagi aloqa zanjirining sxemasini chizing va ishlash prinsipini tushuntiring.
15. P korinishdagi aloqa zanjirining sxemasini chizing va ishlash prinsipini tushuntiring.
16. Moslovchi zanjirning sozlash jarayonini tushuntiring.
17. Lampali kaskaddagi moslovchi zanjirning F.I.K. nimaga teng?
18. Trazistorli kaskaddagi moslovchi zanjirning F.I.K. nimaga teng?

6. TASHQI TA'SIR OSTIDA ISHLOVCHI GENERATOR SXEMALARI

6.1 Generator sxemasini tuzish

Oldingi ma'ruzalarda tashqi ta'sir ostida ishlovchi generatorning struktura va ekvivalent sxemalarini ko'rib chiqqan edik. Endi bunday generator sxemalarini tuzushning umumiy qoidalarini ko'rib chiqamiz.

Aktiv elementning kirish va chiqish qismidagi davriy tok, cheksiz yuqori garmonikalari toki yigindisidan iboratdir. Tashqi ta'sir ostida ishlovchi generator sxemalarini shunday tuzish kerakki, unda tokni barcha tashkil etuvchilari uchun berk kontur bo'lishi kerak va yuklamada kerakli garmonika tokining quvvati ajralib chiqishi kerak. U holda real quvvat kuchaytirgich sxemasi uchta ekvivalent sxemaning xususiyatlarini mujassamlashtirishi kerak.



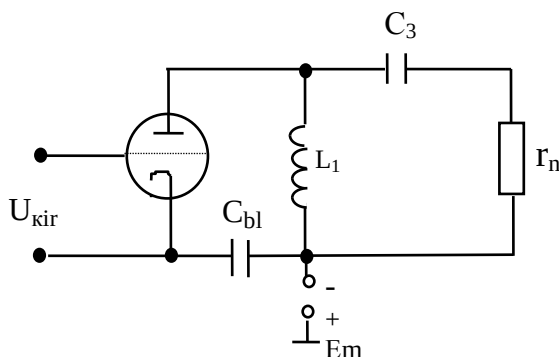
6.1-rasm. Quvvat kuchaytirgichini ideallashtirilgan ekvivalent sxemasi: a) tokning doimiy tashkil etuvchisi uchun, b) birinchi garmonika uchun, c) yuqori garmonikalar uchun

Tokning doimiy tashkil etuvchisi uchun tuzilgan sxema (6.1a-rasm) tarkibida ta'minlovchi manba E_m va aktiv element (AE) bo'ladi. Bu ikki elementdan tuzilgan berk zanjirdan doimiy tok oqib o'tadi. Tokning birinchi garmonikasi uchun tuzilgan sxema tarkibida aktiv element (AE) va yuklama Z_n bo'ladi (6.1,b-rasm). Bu zanjirdan faqat yuqori chastotali asosiy garmonika toki oqib o'tadi. Yuqori garmonikalar uchun qarshilik deyarli nolga teng bo'ladi (6.1c-rasm) va quvvat ajralmaydi, berk zanjirdan yuqori garmonikalar toki oqib o'tadi. Real sxemalarda bu toklarni oqib o'tadigan yo'llari, blokirovka qiluvchi elementlar orqali bir-biridan ajratiladi. Bunday elementlarga sig'im va induktivlikni kiritish mumkin. Blokirovka qiluvchi

kondensator yuqori chastotali toklarga deyarli qarshilik ko'rsatmaydi, doimiy tok uchun esa katta qarshilik ko'rsatadi. Blokirovka qiluvchi induktivlik - drossel doimiy toklarni o'tkazadi, lekin o'zgaruvchan tok uchun katta qarshilik ko'rsatadi. Quvvat kuchaytirgichda ishlatiladigan aktiv elementlarning ko'pgchiligi uch qutbli bo'ladi (tranzistor, lampali triod). Ularning bir elektrodi albatta umumiy bo'ladi, ya'ni u ham kirish, ham chiqish qismiga tegishli bo'ladi. Odatda umumiy elektrod shunday tanlanadiki, energetik ko'rsatkichlar yuqori bo'lishi kerak. Ko'p hollarda umumiy elektrod "yerga" yoki shassiga ulanadi. Bu esa aktiv element elektrodleri orasidagi va montaj parazit sigi'mlarini kamaytirishga imkon beradi.

6.2 Quvvat kuchaytirgich chiqish zanjirini ketma-ket ta'minlash sxemalari

Quvvat kuchaytirgichdagi aktiv elementning chiqish zanjiri moslovchi zanjir (MZ), yuklama (r_n), va ta'minlovchi manbadan (E_m) iborat. Bu elementlarni sxemaga paralel yoki ketma-ket qilib ulash mumkin. Avval ketma-ket ulangan sxemalarni ko'rib chiqamiz. Bunday kuchaytirgichlarning sodda sxemasi quyidagicha bo'ladi:



6.2-rasm. Ketma - ket ta'minlash sxemasi

L_1 , C_3 , r_n elementlar moslovchi zanjirni tashkil etadi. Blokirovka qiluvchi kondensator C_{b1} aktiv element ishlab chiqayotgan yuqori chastotali tokni 1- va yuqori garmonikalarini o'tkazish uchun xizmat qiladi. Tokni doimiy tashkil etuvchisi I_{a0} E_m , L_1 , aktiv elementdan iborat bo'lgan berk konturdan oqib o'tadi. L_1 induktivlik doimiy tokka deyarli qarshilik ko'rsatmaydi, lekin lampaning anodidagi yuqori chastotali o'zgaruvchan tokni manbaga o'tkazmaydi. Bu doimiy tok uchun tuzilgan sxema yuqorida ko'rsatilgandagi (6.1a-rasm) sxemaga o'xshab ketadi. Yuqori chastotaling tokning birinchi garmonikasi

(I_{chiq1}) uchun sxemani tuzishda C_{bl} sig‘im qiymatini to‘g‘ri tanlash kerak bo‘ladi. Bu sig‘imdagi kuchlanish U_{cbl} asosiy yuqori chastotalari kuchlanishga nisbatan qancha kichik bo‘lsa, zanjir ideallashtirilgan (6.1b) sxemaga shuncha yaqin bo‘ladi. Blokirovka qiluvchi sigimni qiymatini aniqlash uchun quyidagilarni bajarish kerak bo‘ladi.

1. C_{bl} sig‘imdan oqib o‘tayotgan I_{cbl} tokni aniqlash kerak. Yuqori garmonikalarning tok va E_m manbaga tarmoqlanishini hisobga olmaganda, bu tok anoddagi o‘zgaruvchan tokka teng bo‘ladi.

$$I_{\text{cbl}} \approx I_{\text{a1}} \quad (6.1)$$

2. C_{bl} sig‘imdagi U_{cbl} kuchlanish amplitudasini aniqlash kerak

$$C_{\text{cbl}} = X_{\text{cbl}} I_{\text{cbl}} = I_{\text{cbl}} / \omega C_{\text{bl}} \quad (6.2)$$

3. U_{cbl} kuchlanish va yuklamadagi kuchlanish U_n orasidagi nisbatni aniqlash kerak

$$U_{\text{cbl}} = U_n / A_s \quad (6.3)$$

bu yerda: $A_s = 50-200$ bo‘lishi mumkin

4. Sig‘imni qarshiligi X_{cbl} va sig‘im qiymatini aniqlash kerak.

$$X_{\text{cbl}} = U_n / A_s I_{\text{a1}} \quad (6.4)$$

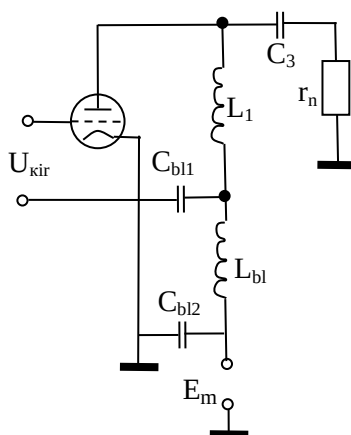
$$C_b = 1 / \omega X_{\text{cbl}} \quad (6.5)$$

bu yerda: chastotani (ω) to‘lqin uzunligi orqali yozib, sig‘imni quyidagi formuladan topish mumkin.

$$C_{\text{bl}}[\text{pF}] = 530 \lambda[\text{m}] / X_{\text{cbl}}[\text{Om}] \quad (6.6)$$

Ko‘rib chiqilgan sodda sxemaning kamchiligi shundan iboratki, yuklama r_n va moslovchi kontur umumiy simga nisbatan yuqori kuchlanishga ega bo‘ladi. Bundan tashqari sig‘imdagi kuchlanish U_{cbl} manba E_m ning kirish qismiga ulangan, bu esa manbada kerak bo‘lmagan yuqori chastotali toklarni keltirib chiqarishi mumkin. Bu

kamchiliklarni yo‘qotish uchun moslovchi konturga ketma-ket qilib P ko‘rinishdagi filtr ulanadi.



6.3- rasm. Moslovchi zanjrga P ko‘rinishidagi filtr ulangan sxema

Filtr C_{bl1} , C_{bl2} va L_{bl} induktivlikdan iborat. Yuklama bir uchi bilan umumiy simga ulangan. S_{bl1} qiymati yuqorida qayd qilingan mulohazalarga asoslanib aniqlanadi. Bu sig‘imdagi tok quyidagi ifodadan topiladi:

$$I_{cbl} \approx I_{L1} = U_n / X_1 = r Q_n I_{a1} \quad (6.7)$$

sig‘im qarshiligi va qiymati quyidagi ifodadan topiladi:

$$X_{cbl1} = X_1 / A_s = U_n / I_{c1} A_s; \quad A_s = 50 - 200; \quad C_{bl2} = C_{bl1}$$

$$C_{bl} = 1 / \omega X_{cbl}$$

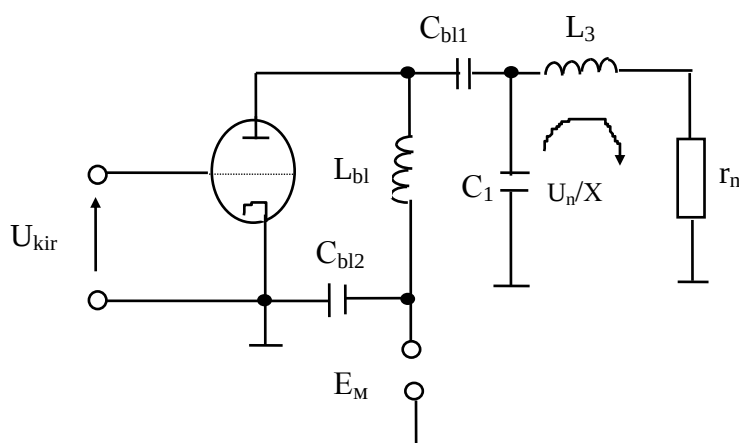
Blokirovka qiluvchi induktivlik (L_{bl1}) qarshiligi $X_{Lb} = \omega L_{bl}$ blokirovka qiluvchi sig‘im qarshiligidan katta bo‘lishi kerak

$$X_{Lbl} = A_L X_{cbl1}; \quad A_L = 20-50 \quad (6.8)$$

Bu holda E_m manbaga kelib tushayotgan yuqori chastotali toklarning qiymati juda kam bo‘ladi.

6.3 Quvvat kuchaytirgich chiqish zanjirini parallel ta'minlash sxemalari

Ketma-ket ta'minlash sxemasi, blokirovka qiluvchi elementlar ratsional tanlanganda, yuqoridagi ideallashtirilgan sxemalarga yaqin bo'ladi. Bunday sxemalarda doimiy tok oqib o'tishi uchun berk conturi bo'lgan moslovchi zanjirlarni ishlatish mumkin. Agar bunday zanjir bo'lmasa, u holda moslovchi zanjirni aktiv elementga paralel qilib ulash kerak va ular orasidagi aloqa sig'imi orqali amalga oshiriladi.



6.4-rasm. Parallel ta'minlash sxemasi

Bu sxemada tokni doimiy tashkil etuvchisi (L_{bl} drossel orqali) va o'zgaruvchan yuqori chastota toklarining yo'llari (moslovchi zanjir orqali) bir-biridan ajratilgan (6.4-rasm). Doimiy tok blokirovka qiluvchi drossel (L_{bl}) va aktiv elementdan oqib o'tadi. O'zgaruvchan tok esa moslovchi zanjir elementlaridan oqib o'tadi. C_{bl1} sigim orqali aktiv element moslovchi zanjir bilan bog'langan. L_{bl} drosseldan o'tgan yuqori chastotali toklarni C_{bl2} sig'im umumiy simga o'tkazib yuboradi. Bu toklar L_{bl} dan qisman bo'lsa ham o'tishi mumkin, chunki ideal drosselni deyarli yasab bo'lmaydi. L_{bl} drossel moslovchi zanjirga paralel ulangani uchun uning induktivligini shunday tanlash kerakki, undan o'tishi mumkin bo'lgan yuqori chastotali tok miqdori moslovchi zanjirdagi asosiy o'zgaruvchan tok miqdoridan iloji boricha kichik bo'lishi kerak. Buning uchun quyidagi shartlarni bajarish kerak.

1. Drosselga qo'yilgan yuqori chastotali kuchlanishni aniqlash kerak va L_{bl} drosseldagi o'tayotgan tokni topish kerak

$$I_{Lbl} = U_n / X_{Lbl} \quad (6.9)$$

2. Sxemadagi asosiy yuqori chastotali tokni aniqlash kerak va bu tok hamda I_{Lbl} tok orasidagi nisbatni topish kerak

$$I_{Lbl} = U_n / (A_L X_1) \quad (6.10)$$

3. Drosselning qarshiligini va induktivligini hisoblash kerak

$$X_{Lbl} = \omega L_{bl} = A_L X_1 \quad (6.11)$$

$$L_{bl} = X_{Lbl} / \omega \quad (6.12)$$

A_L koeffisientni 10-20 atrofida olinadi va undan katta qiymatlarni olmaslikga harakat qilish kerak. Chunki X_{Lbl} va L_{bl} oshishi drossel chulgʻamlarning sigiʻmini oshishiga olib keladi. Bu esa oʻz navbatida oʻralayotgan sim uzunligi l_{sim} ni ham oshishiga olib keladi. Simning uzunligi toʻlqin uzunligiga ($l_{sim} \approx \lambda$) yaqin boʻlsa, drossel qarshiligi chastota oʻzgarishi bilan, bir uchi qisqa tutashtirilgan uzun liniya qarshiligiga oʻxshash oʻzgaradi. Agar $l \approx \lambda/2$ boʻlsa, qarshilik nolga teng boʻlishi mumkin. Shuning uchun simning uzunligi $l_{sim} < \lambda/4$ qilib olish tavsiya etiladi. U holda drossel induktivligini quyidagi ifoda orqali topish mumkin:

$$L_{bl}[\text{mkGn}] = X_{Lbl}[\text{Om}] \lambda[\text{m}] / 1885 \quad (6.13)$$

C_{bl1} va C_{bl2} sigʻim miqdori yuqorida bayon qilingan mulohazalar orqali topiladi. Bu sigʻimlardan oʻtayotgan tok qiymati:

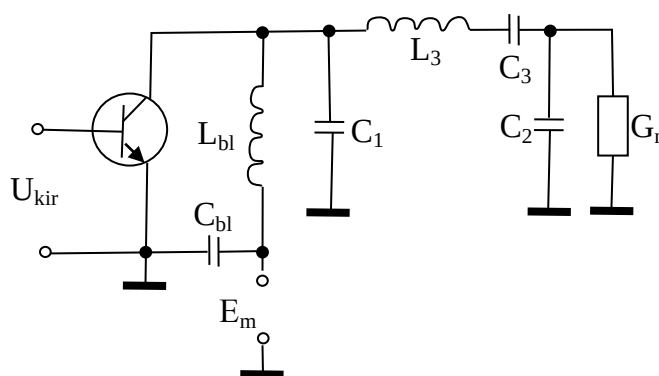
$$I_{cbl1} = I_{a1} + I_{Lbl} \approx I_{Lbl}; \quad I_{cbl2} = I_{Lbl}$$

Sigʻim qarshiliklarini drosselning induktiv qarshiligi orqali topish mumkin

$$X_{sbl1} = X_{Lbl} / A_1; \quad X_{cbl2} = X_{Lbl} / A_2 \quad (6.14)$$

A_2 koeffitsient 50- 200 atrofida, A_1 10-20 dan oshmasligi kerak. Aks holda C_{bl1} va C_{bl2} sigimlarni qiymati katta bo‘ladi va ularning o‘lchami ham katta bo‘ladi. Bu holda ularni umumiy sig‘imga nisbatan parazit sig‘imi ham oshadi. Demak, ko‘rib chiqilgan parallel ta‘minlash sxemasi moslovchi zanjir elementlariga bog‘liq bo‘ladi. Bu sxemada ishlatiladigan drossel katta induktivlikka ega bo‘lgani uchun uni tayyorlash va parazit sig‘imini kamaytirish ancha mushkul ishdir. Bundan tashqari moslovchi zanjir ga parallel qilib ulangan blokirovka qiluvchi elementlarni ham parazit sig‘imi nisbatan katta bo‘ladi. Shuning uchun lampali kaskadlarda parallel ta‘minlash sxemalarini mumkin qadar ishlatmaslik kerak.

Tranzistorli quvvat kuchaytirgich sxemasi yuqorida qayd qilingan lampali kuchaytirgich qoidalariga asoslanib tuziladi. Ko‘p hollarda bu sxemalarda paralel ta‘minlash ishlatiladi, chunki ketma-ket ta‘minlashni moslovchi zanjirda doimiy tok I_{ko} uchun yo‘l mavjud emas. Bu tok berk conturi moslovchi zanjir bilan bog‘lovchi sig‘im orqali ajratiladi 6.5-rasm. Blokirovka qiluvchi elementlar yuqorida ko‘rib chiqilgan ifodalar yordamida topiladi.



6.5-rasm. Tranzistorli kaskad uchun paralel ta‘minlash sxemasi

Drosseldagi tok I_{Lbl} asosiy tokdan kichik bo‘lishi kerak. Sxemada asosiy tok bo‘lib, C_1 sig‘imdan o‘tayotgan tok hisoblanadi va u $I_{k1} = U_n / X_1$ ga teng. U holda X_{Lbl} qarshilik hamda X_{c1} qarshilik quyidagi ifodalar orqali topiladi:

$$X_{Lbl} = \omega L_{bl} = A_L X, \quad L_{bl} = X_{Lbl} / \omega \quad X_{cbl} = X_{Lbl} / A_1$$

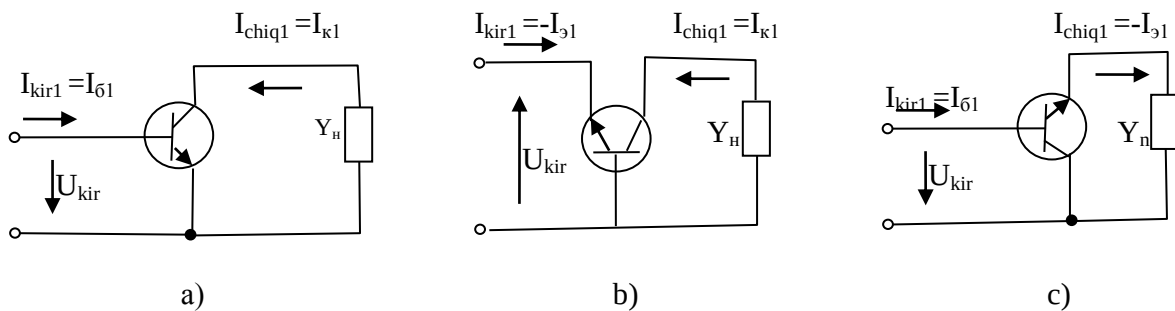
Nazorat savollari

1. Tashqi ta'sir ostida ishlovchi generatorning sxemalari qanday tuziladi?
2. Blokirovka qiluvchi elementlar qanday vazifani bajaradi?
3. Ketma-ket ta'minlash sxemasini chizing va tushuntiring.
4. Parallel ta'minlash sxemasini chizing va tushuntiring.
5. Ketma-ket ta'minlash sxemasining qanday kamchiligi bor?
6. Parallel ta'minlash sxemasining qanday kamchiligi bor?

7. QUVVAT KUCHAYTIRGICHDAGI AKTIV ELEMENTLARNING UMUMIY ELEKTRODINI TANLASH

7.1. Quvvat kuchaytirgichdagi aktiv elementlarning umumiy elektrodini tanlash

Bir vaqtni o'zida xam chiqish qismiga, xam kirish qismiga tegishli bo'lgan elektrod umumiy elektrod deyiladi. Uch elektrodli aktiv elementlarni umumiy emitterli (katodli) (a), umumiy bazali (to'rtli) (b), umumiy kollektorli (anodli) (v) qilib ulash mumkin (7.1 rasm).



7.1- rasm Aktiv elementni umumiy emitterli (a), umumiy bazali (b), va umumiy kollektorli c) kilib ulash sxemalari

Umumiy emitterli sxemada kirish tokini 1-garmonikasi I_{kir} baza toki I_{b1} ga teng bo'ladi, umumiy bazali sxemada kirish toki bo'lib emitter toki xizmat qiladi $I_{kir} = -I_{emit}$, umumiy kollektorli sxemada esa emitter toki chiqish toki vazifasini bajaradi $I_{chiq1} = I_{emit}$.

Aktiv elementlarni bu ulanishga qarab ularni kirish va chiqish parametrlari ham xarhil bo'ladi. Bular katoriga kirish o'tkazuvchanligini $Y_{kir} = 1/Z_{kir} = I_{kir1} / U_{kir}$, kuchlanish bo'yicha

kuchaytirish koefitsienti $K_u = U_n/U_{kir}$, tok bo'yicha kuchaytirish koefitsienti $K_i = I_{chiq1}/I_{kir1}$, quvvat bo'yicha kuchaytirish koefitsienti $K_p = P_1/P_{kir1}$ larni kiritish mumkin. Buni sababi kirish, chiqish va o'tish o'tkazuvchanliklarni umumiy emitterli, bazali va kollektorli sxemalarda turli xil bo'lishidir. Ayniqsa o'tish o'tkazuvchanligini ta'siri katta bo'ladi. Bu o'tkazuvchanlik teskari reaksiya va to'g'ri o'tish kabi zararli xodisalarni keltirib chiqaradi.

Teskari reaksiya natijasida kirish zanjirini ish holati va parametrlari chiqish zanjirini xususiyatlari o'zgarganda u ham o'zgaradi.

To'g'ri o'tish xodisasi bu yuklamadagi manba kuchlanishi o'chirilganda ham tok paydo bo'lishidir.

Umumiy emitterli va umumiy bazali sxemalarni xarakteristikalarini ko'rib chiqamiz. Umumiy kollektorli sxemani kuchaytirish koefitsienti kam bo'lgani uchun radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarda, u kuchaytirgich sifatida deyarli ishlatilmaydi.

Umumiy emitterli sxemada $I_{kir1} = I_{b1} = S_{b1} U_{kir}$. Kirishdagi quvvat $P_{kir1e} = 0,5 U_{kir} I_{b1}$, chiqishdagi sozlangan yuklamadagi quvvat ($Y_n = G_n$) $P_{1e} = 0,5 U_{ne} I_{k1}$ ga teng bo'ladi.

Quvvat bo'yicha kuchaytirish koefitsienti

$$K_{pe} = P_{1e}/P_{kire} = U_n I_{k1}/U_{kir} I_{b1} = K_{ue} K_{ie}$$

Bipolyar tranzistorlarda $K_{1e} = h_{21e} = 30-50$, $K_{ue} \approx 10-20$ ga teng, u holda quvvatni kuchaytirish koefitsientini ham katta bo'ladi va taxminan $K_{pe} = 300-1000$ ni tashkil etadi.

Umumiy bazali sxemada $I_{kir1} = - (I_{b1} + I_{k1})$ va ta'sir qiluvchi quvvat P_{kir1b} kirishdagi quvvat P_{kire} ga nisbatan ancha katta bo'ladi:

$$P_{kir1} = 0,5 U_{kir} (I_{b1} + I_{k1}) = (1 + h_{21e}) P_{kir1e}$$

Aktiv elementni kollektor tokini boshqarish uchun sarf bo'ladigan kirishdagi quvvat P_{kir1} ikkala sxemada bir xil bo'ladi.

Oldingi kaskaddan olinayotgan ortiqcha quvvat $h_{21e} P_{kire}$ umumiy bazali sxemada yuklamaga o'tkaziladi va kollektorda ishlab berilayotgan umumiy foydali quvvat bilan birgalikda ajraladi.

$$P_{1b} = P_{1e} + h_{21e} P_{kir1e} = (1/K_{ue} + 1) P_{1e}.$$

$K_{ie} = 10-20$ bo'lganda, umumiy bazali sxemadagi quvvat P_{1b} umumiy emitterli sxemadagi P_{1e} ga nisbatan 10-15% oshadi. Umumiy bazali sxemani quvvat bo'yicha kuchaytirish ko'effitsienti umumiy emitterli sxemaga nisbatan h_{21} marta kam bo'ladi.

$$K_{pb} = \frac{P_{1b}}{P_{kir1b}} = \frac{\left(1 + 1/K_{ue}\right) P_{1e}}{(1 + h_{21e}) P_{kir1e}} \approx K_{ue}$$

Bu ifodadan ko'rinib turibdiki, umumiy bazali sxemada quvvatni kuchaytirish ko'effitsienti kuchlanishni kuchaytirish ko'effisientiga teng. Tokni kuchaytirish ko'effitsienti esa birga yaqin bo'ladi:

$$K_{rb} = K_{ue}, \quad K_{ib} = 1$$

Umumiy emitterli va bazali sxemalarni kirish o'tkazuvchanliklarini ko'rib chiqamiz. Umumiy emitterli sxemada $Y_{kire} = G_{kire} = I_{b1}/U_{kir}$, umumiy bazalida esa $Y_{kirb} = 1 + h_{21e}$ marta oshadi:

$$Y_{kirb} = G_{kirb} = (I_{b1} + I_{k1})/U = (1 + h_{21e})/G_{kir1}$$

Shunday qilib past chastotalarda umumiy bazali sxemani quvvat bo'yicha kuchaytirish ko'effitsienti K_{rb} va kirish o'tkazuvchanligi $R_{kirb} = 1/G_{kirb}$ kichik bo'lgani uchun, umumiy bazali sxema umumiy emitterli sxemaga nisbatan yomon ko'rsatkichlarga ega. Lekin chastota oshishi bilan umumiy bazali sxemani afzalligi yaqqol namoyon bo'ladi.

Umumiy elektrodni tanlashda quyidagi tavsiyalarga rioya qilish kerak. Lampali sxemalarda setka-anod sig'imi katta bo'ladi, shuning uchun sxemani umumiy katodli qilish mumkin. Bu sxema 1MGs chastotada ancha yaxshi ishlaydi.

Quvvat 100-200 W bo'lganda tetrod va pentodlar ishlatiladi. Ularni S_{ac} sig'imi 1-2 daraja past bo'ladi va yuqori chastotalarda (100MGs gacha) ishlash imkonini beradi. Bundan yuqori quvvat olish kerak bo'lganda va chastota 10 MGs dan oshganda triodlar umumiy setkali qilib ishlatiladi.

Tranzistorli quvvat kuchaytirgichlarda umumiy emitterli yoki umumiy bazali sxemalar ulanish sharoitga qarab tanlanadi. Odatda umumiy bazali sxema yuqori chastotalardi ishlatiladi, chunki bunday

xemani kuchaytirish koefitsienti ancha turg'un bo'ladi. Umumiy emitterli sxema yuqori chastotalarda nisbatan yomon ishlaydi. Ularni kuchaytirish koefitsienti $K_{pe} < 1$ bo'ladi. Ular past chastotada yaxshi ishlaydilar va bu diapazonda ularni kuchaytirish koefitsienti katta bo'ladi. Quvvat kuchaytirgichni turg'unligini oshirish uchun neytralizasiya sxemalari qo'llaniladi. Bu sxemalar aktiv elementlarni o'tish o'tkazuvchanligini neytralizasiya qiladi. Shuni ta'kidlash kerakki, hozirgi paytda ishlab chiqarilayotgan radiolampa va tranzistorlar neytralizasiya sxemalariga muxtoj emaslar.

Nazorat savollari

1. Qanday elektrod umumiy deb hisoblanadi?
2. Aktiv elementni umumiy elektrodi qanday tanlanadi?
3. Teskari reaksiya deb nimaga aytiladi?
4. O'tish utkazuvchanligi nima?
5. Umumiy emitterli sxema qachon ishlatiladi?
6. Umumiy bazali sxema qanday afzallikga ega?
7. Umumiy kollektorli sxemani qanday kamchiliklari bor?

8. AKTIV ELEMENT QUVVATLARINI QO'YISH USULLARI

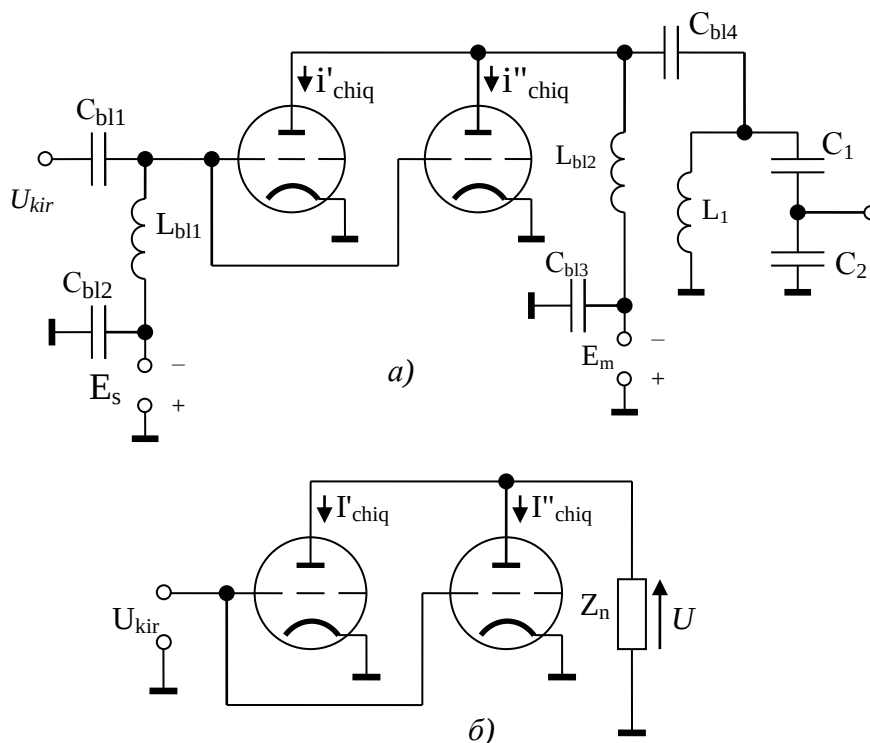
Aktiv element quvvatlarini qo'yish usullari

Ma'lumki, ko'p hollarda radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarni chiqish quvvati bitta aktiv element (AE) quvvatidan ancha katta bo'ladi. Bu holda kerakli foydali quvvatni olish uchun bir nechta aktiv elementni ishlatishga to'g'ri keladi. Buning uchun aktiv element quvvatlarini qo'shish masalasini yechishga to'g'ri keladi. Ayniqsa, tranzistorli qurilmalarda bu masala muhim o'rin tutadi, chunki ular ishlab berayotgan quvvat nisbatan kichik bo'ladi. Aktiv elementni quvvatlarini qo'yish usullari asosan uch xil bo'ladi. Aktiv elementlarni parallel ulash, ikki taktli qilib ulash va ko'prik orqali ulash mumkin.

8.1. Aktiv elementlarni paralel ulash

Bu usullari eng soddasi aktiv elementlarni paralel ulash bo'lib, ularda yuklama Z_n umumiy bo'ladi. Bu umumiy qarshilikdan aktiv elementlarni chiqish toklarini yig'indisi oqib o'tadi. Aktiv

elementlarni paralel ulanishini elektr va ekvivalent sxemasi 13.1-rasmda keltirilgan.



8.1-rasm. Quvvat kuchaytirgichdagi aktiv elementlarni paralel ulash sxemasi: a) prinsipial, b) ekvivalent

Aktiv element toklarini birinchi garmonikasi yuklama qarshiligi Z_n da U_n ko‘rinishidagi kuchlanish pasayishini vujudga keltiradi.

$$U_n = Z_n I_{chiq1} = Z_n (I'_{chiq1} + I''_{chiq2}) \quad (8.1)$$

$$I_{chiq1} = I'_{chiq1} + I''_{chiq2} \quad (8.2)$$

Umumiy qarshilik Z_n dagi kuchlanish U_n ni aktiv elementni chiqish toklariga nisbati, shu aktiv element uchun faraz qilingan yuklama qarshiligi deyiladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$Z'_n = U_n / I'_{chiq1} = Z_n (1 + I''_{chiq1} / I'_{chiq1}) \quad (8.3)$$

$$Z''_n = U_n / I''_{chiq1} = Z_n (1 + I'_{chiq1} / I''_{chiq1})$$

Z'_n qarshilik birinchi aktiv element uchun, Z''_n esa ikkinchi aktiv element uchun faraz qilingan yuklama qarshiligi bo‘lib hisoblanadi. Umuman olganda bu qarshiliklar umumiy yuklama Z_n qarshiligidan

ancha farq qiladi va aktiv element toklarini nisbatiga bog'liq bo'ladi. Aktiv elementlar ishlab chiqayotgan foydali quvvatlar umumiy yuklama Z_n da qo'shilashadi.

$$P_1 = P'_1 + P''_1 = 0,5 I_n I'_{chiq1} \cos \varphi'_n + 0,5 I_n I''_{chiq1} \cos \varphi_n \quad (8.4)$$

Bu yerda φ'_n va φ''_n lar U_n kuchlanishga nisbatan I'_{chiq1} hamda I''_{chiq2} toklar fazasi.

Ta'minlovchi manbadagi olinayotgan aktiv elementlarni doimiy quvvatlari ham yig'indi tarzida ifodalanadi:

$$P_o = P'_o + P''_o = E_m I'_{chiq0} + E_m I''_{chiq0}$$

Parallel ulanishda aktiv elementlarni birgalikda yaxshi ishlashi uchun, ular va ularni xususiyatlari hamda ish holatlari bir xil bo'lishi kerak. Bu holda umumiy qarshilik aktiv xarakterga ega bo'ladi ($Z_n = R_n$) va faraz qilingan qarshiliklarni quyidagicha yozish mumkin:

$$Z'_n = R'_n = 2R_n; \quad Z''_n = R''_n = 2R_n$$

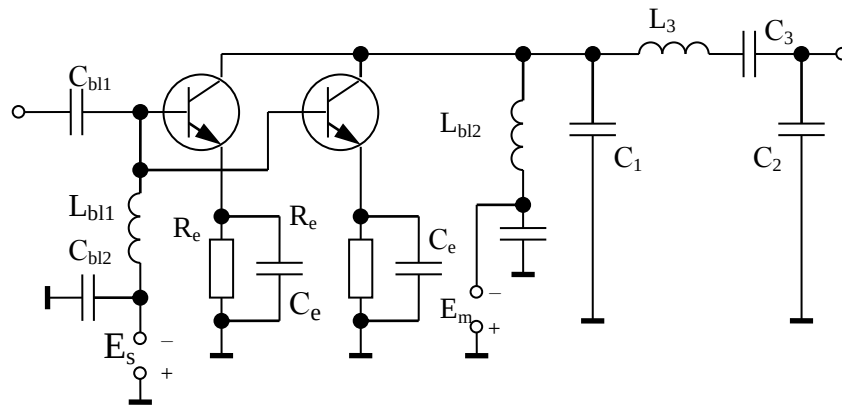
Demak, paralel ulanish sxemasini ikkita mustaqil quvvat kuchaytirgichni sxemasiga bo'lish mumkin. Ularni har birini yuklama qarshiligi $2R_n$ bo'ladi. Maksimal foydali quvvat olish uchun aktiv elementlarni har biri kritik ish holatida ishlashi kerak va ularni kritik qarshiliklari bir-biriga teng bo'lishi kerak $R'_{nkr} = R''_{nkr}$. Shuning uchun sxemani chiqish qismiga ulangan moslovchi zanjirni qarshiligi $R_{nkr} = 0,5 R'_{nkr} = 0,5 R''_{nkr}$ bo'lishi kerak. Yuqorida aytib o'tildiki, sxema yaxshi ishlashi uchun aktiv elementlarni ish holati bir xil bo'lishi kerak. Ammo ba'zi hollarda ular bir xil bo'lmasligi mumkin. Masalan φ'_n va φ''_n fazalar bir-biriga mos tushmasligiga mumkin. Agar quvvat kuchaytirgichni chiqish qismiga sozlangan moslovchi zanjir ulangan bo'lsa, umumiy tok $I_{chiq1} = I'_{chiq1} + I''_{chiq2}$ va kuchlanish U_n orasida fazalar siljishi bo'lmasligi mumkin, lekin I'_{chiq1} va I''_{chiq1} toklari orasida faza siljishi vujudga kelishi mumkin. Bu holda aktiv elementlar uchun yuklama qarshiligi kompleks xarakterga ega bo'ladi.

$$Z'_n = R_n(1 + e^{j\varphi/2}); \quad Z''_n = R_n(1 + e^{-j\varphi/2}) \quad (8.7)$$

Foydali quvvat faza siljishi tufayli birmuncha kamayadi.

$$P_{chik1} = 0,5 U_{nIchiq} \cos(\varphi/2)$$

Aktiv elementlarni VAX qiyaligini va siljish kuchlanishini bir xil bo‘lmasligi kesishish burchagini (θ) hamda chiqish toklarini farq qilishiga olib keladi. Natijada bitta aktiv element og‘ir ish holatida, ikkinchisi esa engil ish holatida bo‘lishi mumkin. Shuning uchun aktiv elementlarni paralel ulashda, albatta iloji boricha ish holatini bir xil simmetrik qilishga erishish kerak. Simmetrik ish holatini olishni oddiy usullaridan biri, avtosiljish zanjirlarini lampani katodida yoki tranzistorni emitterida qo‘llash kerak. Buning uchun tranzistorni emitteriga kema-ket qilib R_e qarshilik ulanadi (8.2 -rasm).



8.2-rasm. Avtomatik siljish kiritilgan kuchaytirgichni sxemasi

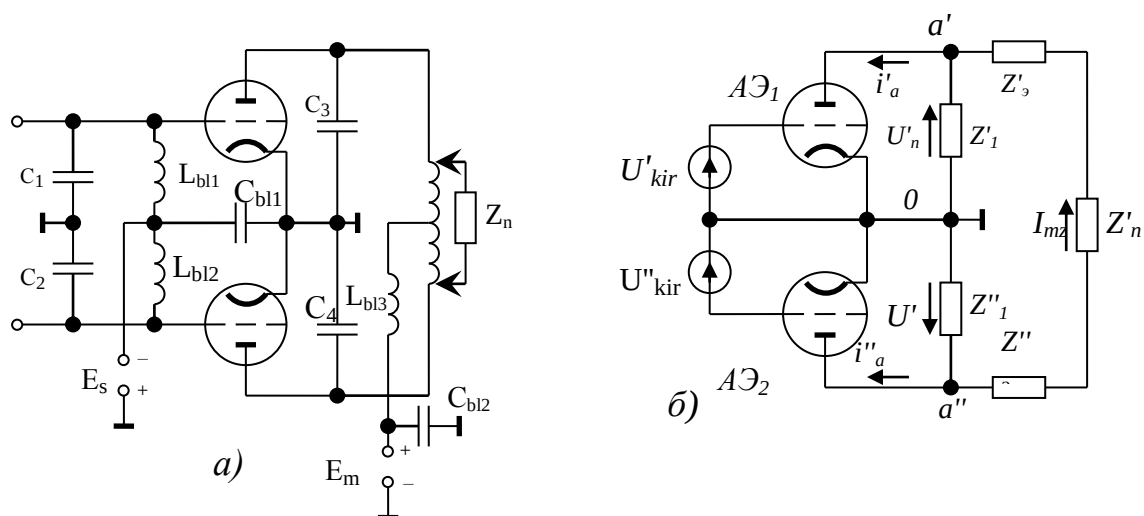
R_e qarshilik aktiv elementlarni ish holatini bir xil bo‘lishini ta’minlaydi. Umuman olganda paralel ulashda aktiv elementlar soni m ta bo‘lishi mumkin va shunga asosan quvvat m marta oshishi mumkin.

$$P_o = m P'_o; \quad P_1 = m P'_1; \quad R_n = m R_n$$

8.3 Aktiv elementlarni ikki taktli qilib ulash

Aktiv elementlar quvvatini qo‘shish usullarining ikkinchi turi ularni ikki taktli qilib ulashdir. Ikki taktli sxemalar umumiy simga

nisbatan simmetrik bo'лади va aktiv elementlarning ish holati bir hil bo'лади. Ikki taktli ulashni elektr va ekvivalent sxemasi quyidagi 8.3-rasmlarda ko'rsatilgan.



8.3-rasm. Aktiv elementlarni ikki taktli qilib ulash sxemalari:
a) elektr, b) ekvivalent

Ekvivalent sxemadagi moslovchi zanjir va yuklama qarshiligi Z_n ikki bir-biriga teng bo'lgan qarshiliklardan iborat.

$$Z'_1 = Z''_1 = Z_1; \quad Z'_3 = Z''_3 = Z_3$$

Sxemadagi tok va kuchlanishni oniy qiymatlari orasidagi bog'liqlikni topamiz. Oa' va Oa'' nuqtalar orasidagi u'_n va u''_n kuchlanishlarni quyidagi ko'rinishda yozamiz.

$$U'_n = Z_1(i'_a - i_{mz}); \quad U''_n = Z_1(i''_a + i_{mz})$$

U'_n va U''_n kuchlanishlar orasidagi farq a' va a'' nuqtalar orasidagi kuchlanishga teng bo'лади.

$$Z_1(i'_a - i''_a) - 2Z_1 i_{mz} = (2Z_3 + Z_n) i_{mz}$$

bu yerdan moslovchi zanjirdan o'tayotgan tokni topish mumkin

$$i_{mz} = (i'_a - i''_a)(Z_1/Z)$$

Z - qarshiliklar yig'indisi

$$Z = 2Z_1 + 2Z_3 + Z_n$$

n-garmonika uchun moslovchi zanjirdagi tok quyidagicha bo'ladi.

$$I_{MZn} = (I'_a - I''_a)(Z_{1n}/Z_n); \quad n=1, 2, 3, \dots$$

Agar $i'_a = i''_a$ bo'lsa, moslovchi zanjirdagi tok $i_{MZ} = 0$ ga teng bo'ladi va yuklama qarshiligida quvvat ajralmaydi.

Quvvat kuchaytirgichni chiqish qismida quvvat ajralishi uchun, anod toklarini bittasini yo'nalishini teskariga o'zgartirish kerak. Buning uchun kirish qismidagi kuchlanishlar u'_{kir} va u''_{kir} fazasini qarama - qarshi qilish kerak.

$$u'_{kir} = u_{kir} \cos \tau; \quad u''_{kir} = u_{kir} \cos \tau$$

U holda anod toklarini garmonika toki yig'indisi tarzida yozish mumkin.

$$i'_a = I'_{a0} + I'_{a1} \cos \tau + I'_{a2} \cos 2\tau + I'_{a3} \cos 3\tau + \dots$$

$$i''_a = I''_{a0} - I''_{a1} \cos \tau + I''_{a2} \cos 2\tau - I''_{a3} \cos 3\tau + \dots$$

$$i_{MZ} = (i'_a - i''_a) (Z_1/Z)$$

Bu tenglamalardan ko'rinib turibdiki, sxema va aktiv elementlarning ish holatlari simmetrik bo'lganda, moslovchi zanjirdagi tok faqat garmonikalar tokidan iborat bo'ladi. Bu moslovchi zanjirga bo'lgan talablarni ancha yengillashtiradi.

Aktiv elementlar uchun faraz qilingan Z'_a , Z''_a qarshiliklarni va moslovchi zanjirga kelayotgan P' , P'' quvvatlarni aniqlaymiz. Buning uchun $I_{MZ1} \gg I'_{a1}, I''_{a1}$ deb hisoblaymiz va U'_{a1} , U''_{a1} kuchlanishlarni topamiz.

$$U'_a = \left(-\frac{Z_1^2}{Z} \right) I'_{a1} \left(1 - \frac{I''_{a1}}{I'_{a1}} \right)$$

$$U_a'' = \left(-\frac{Z_1^2}{Z}\right) I_{a1}'' \left(1 - \frac{I_a'}{I_a''}\right)$$

$\left(\frac{Z_1^2}{Z}\right) = Z_a$ qarshilik bitta ishlayotgan aktiv element uchun yuklama hisoblanadi. Bu paytda ikkinchi aktiv element o'chirilgan bo'ladi. Yuklama ya'ni istemolchi qarshiligi kompleks bo'lganda $Z_n = r_n + jX_n$ va $Z_1 = jX_1$, $Z_3 = jX_3$ ga teng bo'lsa, bir aktiv element uchun nagruzka qarshiligini quyidagicha yozish mumkin.

$$Z_a = -Z_1^2/Z = X_1^2/(r_n + jX_n)$$

bu yerda $X = 2X_1 + 2X_3 + X_n$

X_3 kontur elementlarini shunday sozlash kerakki, umumiy reaktiv qarshilik $X = 0$ bo'lsin, u holda Z_a yuklama qarshiligi haqiqiy va aktiv bo'ladi.

$$Z_a = R_a = X_1^2/r_n$$

Z_a ni bu qiymati $a'-a''$ nuqtalarga ulangan kontur qarshilikdan to'rt marta kichik bo'ladi.

$$R_{a'a''} = (2X_1)^2/r_n = 4X_1^2/r_n = 4R_a$$

Agar $X_1 = -1/\omega C_1$, $X_3 = \omega L_3$, $X_n = 0$ bo'lsa, $R_{a'a''}$ qarshilik konturni to'liq ulangandagi rezonans qarshiligi deb hisoblanadi. U holda faraz qilingan qarshiliklar uchun quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$R_n' = \frac{U_a'}{I_{a1}'} = R_a \left(1 - \frac{I_{a1}''}{I_{a1}'}\right)$$

$$R_n'' = \frac{U_a''}{I_{a1}''} = R_a \left(1 - \frac{I_{a1}'}{I_{a1}''}\right)$$

I_{a1}' , I_{a1}'' toklar amplitudasi bir xil fazalari qarama-qarshi bo'lganda ularning nisbati $I_{a1}'/I_{a1}'' = -1$ teng bo'ladi. U holda parallel ulanilgan

AE_1 va AE_2 lar uchun faraz qilingan yuklama qarshiliklari o'zaro teng bo'lib, $R_n' = R_n'' = 0,5 R_a' = 2R_a$ ni tashkil etadi.

Demak, parallel ulanish sxemasiga aytilgan mulohazalar, ikki taktli ulanish sxemasiga ham tegishlidir. Ikki taktli sxemaning afzalligi shundan iboratki, ular juft garmonikalar tokini yaxshi filtrlaydi. Bu esa bunday sxemalarni keng polosali kuchaytirgichlarda ishlatish imkonini beradi.

8.4. Aktiv elementlarni ko'priksimon qilib ulash sxemalari

Yuqorida aktiv elementlarning quvvatini qo'shish usullari, ya'ni parallel va ikki taktli ulash sxemalarini ko'rib chiqqan edik. Bu sxemalarda iste'molchi (yuklama) qarshiligi umumiy bo'ladi. Mana shu umumiy istemolchi qarshiligi va ta'minlovchi manbaning ichki qarshiligi orqali aktiv elementlar bir-biri bilan o'zaro bog'langan bo'ladi. Bu o'zaro bog'liqlik tufayli parallel va ikki taktli sxemalarni bir qancha kamchiliklarni bor. Ularning asosiylari quyidagilar:

Aktiv elementlardan birining ishdan chiqishi umumiy quvvatni kamayishiga olib keladi va boshqa aktiv elementlar og'ir ish holatida bo'ladi. Bu esa ularning ishdan chiqishiga olib keladi; aktiv elementlarning chiqish va kirish zanjiridagi qisqa tutashuv qurilmani butunlay ishdan chiqarishi mumkin;

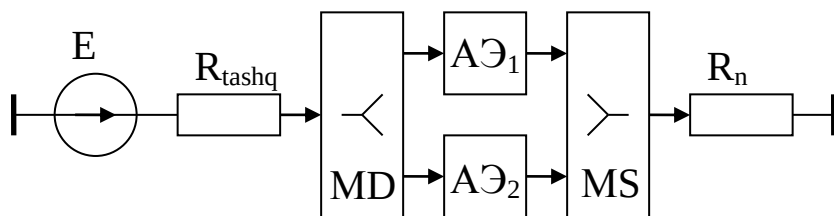
Aktiv elementlarni xususiyatlari bir xil bo'lmagani uchun ulardan o'tayotgan toklar ham bir tekisda taqsimlanmaydi. Bu esa aktiv elementlar orasidagi o'zaro bog'liqlikni yanada kuchaytiradi. Ba'zi hollarda aktiv elementlar quvvatni ishlab berish holatidan quvvatni sarf qilish ish holatiga o'tadi;

Parallel va ikki taktli sxemalarda ularning murakkabligi va parazit reaktiv elementlar ko'p bo'lganligi tufayli parazit to'lqinlarni kelib chiqish ehtimoli ancha katta.

Bu kamchiliklarni yo'qotish uchun aktiv elementlar orasidagi o'zaro bog'liqlikni yo'qotish kerak. Buning uchun aktiv elementlarni sxemaga ko'priksimon qilib ulash keark (8.4-rasm).

Bu sxemada MD-quvvatni bo'luvchi ko'prik, MS-qo'shuvchi ko'prik. Normal ish holatda ko'priksimon kuchaytirgichlarda aktiv elementlar xususiyatlari va ish holatlari bir xil bo'ladi. MD ko'prik quvvatni aktiv elementlarga teng qilib bo'lib beradi, MS ko'prik esa

aktiv elementlar ishlab chiqarayotgan quvvatlarini umumiy qarshilik R_n da qo'shib beradi. Bu ish holatda quvvatni qo'shish va bo'lish sarf



8.4-rasm. Ko'priqli kuchaytirgichni strukturaviy sxemasi

sarf bo'lmasdan amalga oshiriladi. Aktiv elementlarning o'zaro bog'liqligini MD va MS ko'priklar orqali yo'qotiladi. Normal ish holat buzilganda ham aktiv elementlar orasidagi o'zaro bog'liqlik ko'priklar yordamida saqlanib turadi. Bo'luvchi ko'priklar MD aktiv elementlarning kirish qismidagi ta'sir etuvchi kuchlanishni doimiy qilib turadi. Qo'shuvchi ko'priklar MS esa AE_2 ni ish holati o'zgarganda, AE_1 uchun iste'molchi qarshiligi R_n ni bir xil qilib turadi.

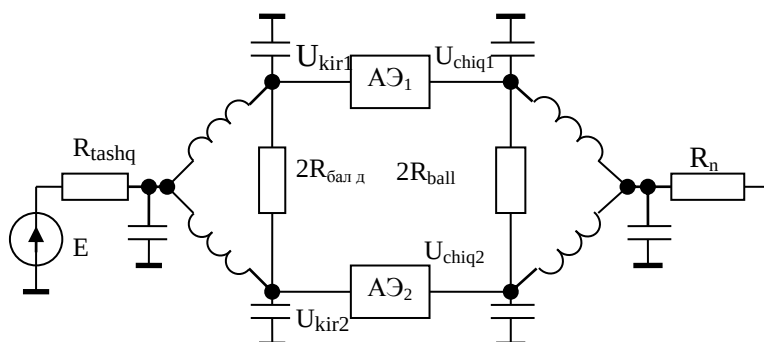
Agar ko'priklar faqat reaktiv elementlardan iborat bo'lsa, u holda sxemadagi R_n qarshilik mavhum qiymatga ega bo'ladi va ko'priklarni asosiy xususiyati - aktiv elementlarni o'zaro bog'liqligini yo'qotish bajarilmaydi. Buning uchun ko'priklarni albatta aktiv qarshiligi bo'lishi kerak. Bu qarshilik ballast qarshilik deb ataladi. Nominal ish holatida ballast qarshilikda (R_{bal}) quvvat sarf bo'lishi kuzatilmaydi, chunki u ekvipotensial nuqtalar orasiga ulangan bo'ladi.

Amalda sinfazli va kvadraturali ko'priklar ko'p ishlatiladi. Sinfazli ko'priklar sinxron generatorlar quvvatini qo'shish va bir xil fazali kuchlanishlarni olish uchun qo'llaniladi (8.5-rasm).

Aktiv elementlar orasidagi umumiy qarshilik R_n orqali bo'ladigan o'zaro bog'liqlik qo'shuvchi ko'priklarni ballast qarshiligi $2R_{bal}$ orqali bo'ladigan qo'shimcha aloqa yordamida kompensatsiya qilinadi. $2R_{bal}$ qarshilik orqali aktiv elementlar qo'shimcha bog'langan bo'ladi. Bu holda o'zaro bog'liqlikni yo'qotishning fazali sharti bajariladi. Chunki AE_2 chiqish qismiga umumiy qarshilik R_n orqali kelayotgan kuchlanish, ballast qarshilikdan kelayotgan kuchlanishga nisbatan 180° ga kechikib keladi. Buning asosiy sababi umumiy qarshilikdan o'tayotgan kuchlanishlar ikkita P - ko'rinishdagi reaktiv zanjirlardan

o'tib keladi. P-zanjirni har biri kuchlanishni faza bo'yicha 90^0 ga siljitadi.

Shunday qilib, sinfaz ko'priknin reaktiv qismi 180^0 li faza aylantirgich hisoblanadi. Faza aylantirgich elementlari sifatida LC-zanjirlar, liniyalar bo'lagi, ferrit asosida yig'ilgan transformatorlar ishlatilishi mumkin. O'zaro bog'liqlikni yo'qotishning amplituda sharti bajarilishi uchun $2R_{bal}$, R_n qarshiliklar va ko'priknin reaktiv elementlari orasida ma'lum bir nisbat bo'lishi kerak. Bu ta'kidlangan



8.5-rasm. Sinfaz ko'priknin kuchaytirgich sxemasi

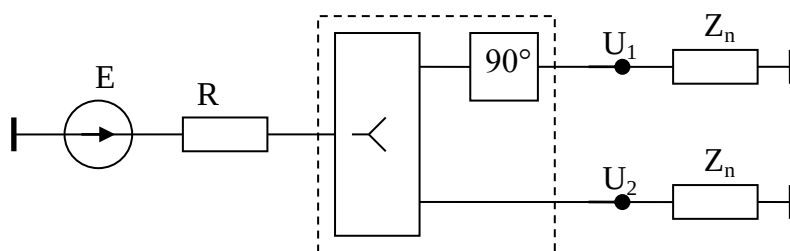
elementlardan birortasining nisbat o'zgarishi aktiv elementlar orasidagi o'zaro bog'liqlikni kuchaytiradi. Quvvat bo'luvchi MD ko'priknin kirish qismidagi o'zaro bog'liqlik ham shu usulda yo'qotiladi. Bu yerda ham R_{vn} , $2R_{bal}$ va reaktiv elementlari orasida ma'lum nisbat bajarilishi kerak. Ulardan birortasining o'zgarishi o'zaro aloqani kuchaytiradi. Nominal ish holatida ballast qarshiliklarda quvvat sarf bo'lmasligi sababi, kuchaytirgich aktiv elementlarning kirish va chiqish qismidagi kuchlanishlar teng bo'ladi. Chunki kuchaytirgich simmetrik holatda bo'ladi.

$$U_{chiq1} = U_{chiq2}, \quad U_{kir1} = U_{kir2}$$

Kuchaytirgichning kirish va chiqish qarshiliklari uning muhim parametrlari bo'lib, ular AE ni ish holati va xususiyatlariga bog'liq bo'ladi. Aktiv elementlarning eskirishi, almashtirilishi, tashqi muhit haroratini o'zgarishi uning kirish va chiqish qarshiliklarini o'zgartiradi. Bu esa o'z navbatida kuchaytirgichning kirish va chiqish qarshiliklarining o'zgarishiga olib keladi. Ko'p kaskadli

kuchaytirgichlarda bu hodisa oldingi kaskadlarning ish holatini o'zgarishiga va noqulay vaziyatga olib keladi. Bu holda sinfaz ko'priqli kuchaytirgichlar oddiy kuchaytirgichlardan farq qilmaydi va ko'priklar reaktiv transformator vazifasini o'taydi. Ballast qarshiliklardan simmetrik ish holatda tok o'tmaydi. Bu sinfaz sxemalarining asosiy kamchiliklaridandir.

Ko'priqli kuchaytirgich sxemalarida aktiv elementlarning o'zaro bog'liqligini yo'qotish bilan birga ularning yana bir muhim xususiyati bor. Bunday sxemalarning kirish va chiqish qarshiliklari aktiv elementlar parametrlariga bog'liq bo'lmaydi. Buning uchun aktiv elementlar bir xil bo'lishi kerak. Bunday kuchaytirgichlar kvadraturali ko'prik deyiladi. Kvadraturali ko'priknı sinfaz ko'prik asosida qurish mumkin. Buning uchun uni birorta chiqish qismiga P yoki T ko'rinishdagi inverter ulash kerak (8.6, 8.7-rasmlar). Ular fazani 90^0 ga siljitadi, lekin ko'priknıng kirish o'tkazuvchanligini o'zgartirmaydi.

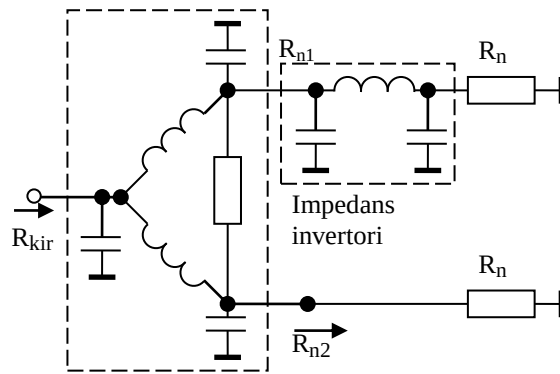


8.6-rasm. Sinfaz ko'prik asosida qurilgan kvadraturali ko'prik

Quvvat qo'shuvchi kvadraturali ko'priklarnı chiqish qismidagi kuchlanishlar amplituda bo'yicha o'zaro teng, lekin faza bo'yicha bir-biridan 90^0 ga siljigan, ya'ni bu kuchlanishlar kvadraturali bo'lishi kerak: $U_1 = \pm U_2$.

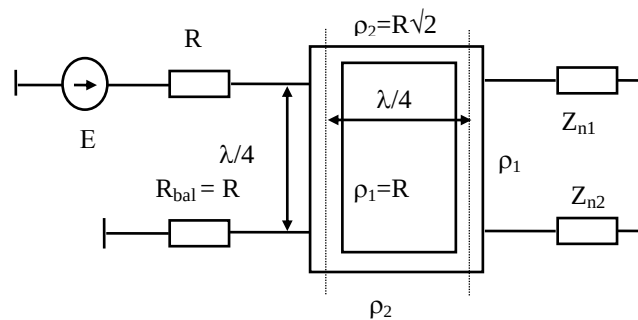
Bu holda istemolchi (yuklama) qarshiliklari $Z_{n1} = Z_{n2}$ o'zgarganda, uning kirish qarshiligi doimiy saqlanib qoladi.

Inverterli kvadraturali ko'prik sxemadagi (8.7-rasm) R_n istemolchi qarshiligining oshishi R_{n1} qarshilikning kamayishiga, R_{n2} esa ortishiga olib keladi. Buning natijasida kirish qarshiligi R_{kir} doimiy o'zgarmas qilib turiladi.



8.7-rasm. Invertorli kvadraturali ko‘prik sxemasi

Kvadraturali ko‘prikning yana bir turi “kvadrat” ko‘prik sxemasi bo‘lib, unda fazani 90° ga siljitish to‘lqinlarning turli yo‘l bilan istemolchiga etib kelishidir (8.8-rasm).

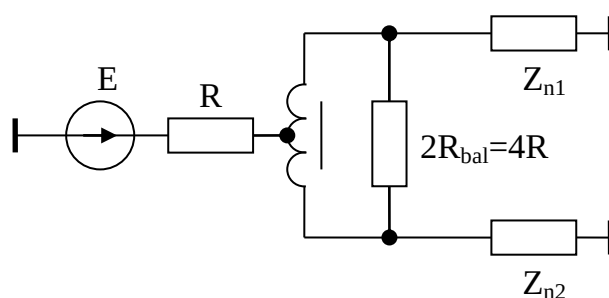


8.8-rasm. Kvadrat ko‘prik sxemasi

Bunday sxemalarning kirish qarshiligi hamma vaqt aktiv bo‘ladi va aktiv elementlarga deyarli bog‘liq bo‘lmaydi, hatto aktiv elementlar kirish qarshiligining aktiv tashkil etuvchisi manfiy bo‘lganda ham. Manfiy kirish qarshiligi o‘ta yuqori diapazonda aktiv elementlarni umumiy bazali qilib ulashda vujudga kelishi mumkin va tranzistor potensial turg‘un holatda bo‘lmaydi. Bunday hollarda kvadratik ko‘priklarni qo‘llash o‘ta yuqori diapazonda kuchaytirgichlarning turg‘unligini oshiradi. Buning uchun MD ko‘prik elementlarini shunday tanlash kerakki, uning chiqish qarshiliklari yig‘indisi va AE kirish qarshiligining aktiv qismi hamma vaqt musbat bo‘lishi kerak. Kvadraturali sxemalar, asosan, kichik quvvatli kuchaytirgichlarda ishlatiladi.

Keng polosali kuchaytirgichlardagi koʻpriklarda faza aylantirgich sifatida ferrit asosida tayyorlangan avtotransformatorlar ishlatiladi (8.9-rasm). Bu turdagi koʻpriklar asosan koʻp oktavli UKV diapazonda ishlovchi kuchaytirgichlarda ishlatiladi.

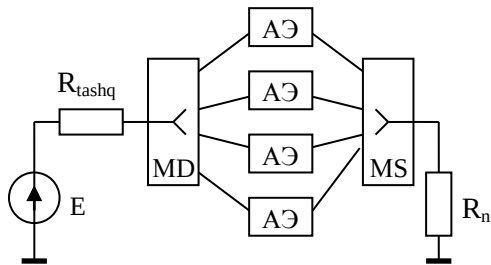
Umumiy yuklamaga ishlayotgan generatorlarning oʻzaro bogʻliqligini koʻprik sxemalari orqali yoʻqotishni asosiy kamchiligi shundan iboratki, koʻprikni kirish qismidagi kuchlanishlar, nominal ish holatdagi kuchlanishlardan farq qilsa, sxemani foydali ish koeffitsienti kamayadi. Bu holda ballast qarshiliklarda tok oʻta boshlaydi va quvvat sarf boʻlishi kuzatiladi.



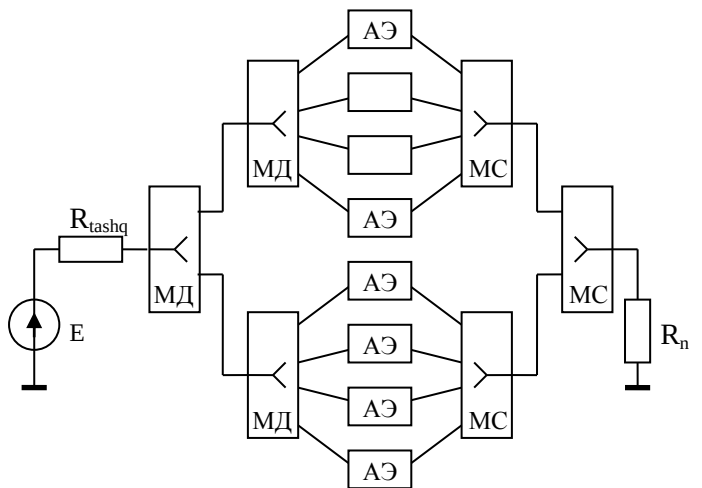
8.9-rasm. Ferrit transformatorli sinfaz koʻprik sxemasi

Agar quvvatni qoʻshishda koʻp aktiv elementlar ishlatish kerak boʻlsa, u holda koʻp qutbli koʻpriklar va ularning kombinatsiyasi ishlatiladi. Koʻp qutbli koʻpriklar sxemasi (8.10-rasm) 16 tagacha aktiv elementlar quvvatlarini qoʻshish imkonini beradi. Aktiv elementlar soni 16 dan oshganda koʻpriklar kombinatsiyasi ishlatiladi (8.11-rasm). Amalda bu sxemalarda aktiv elementlarning toklari biroz boʻlsada bir-biridan farq qilishadi. Chunki aktiv elementlarning oʻzi bir xil xususiyatga ega boʻlmaydi. Demak, quvvatning bir qismi albatta ballast qarshilikda sarf boʻladi va F.I.K. $\eta < 1$ boʻladi.

Demak, xulosa qilib shuni aytish mumkinki, koʻpriqli sxemalarda avariya holatida bir necha aktiv elementlar ishdan chiqsa ham umumiy istemolchida (yuklamada) quvvat doimiy ravishda saqlanib turadi, albatta biroz kamaygan holda. Aktiv elementlar qisqa tutashuv, elektrodlarini uzilishi, eskirishi tufayli ishdan chiqishi mumkin.



8.10-rasm. Ko‘p qutbli ko‘prik



8.11-rasm. Ko‘priklar kombinatsiyasi

Parallel va ikki taktli sxemalarda esa avariya holatida kuchaytirgich butunlay ishdan chiqadi va quvvat ishlab chiqilmaydi.

Nazorat savollari

1. Faraz qilingan yuklama qarshiliklari deganda nimani tushunasiz?
2. Nima uchun aktiv elementlarni parallel ulash sxemasida aktiv elementlar va ularning ish holatlari bir xil bo‘lishi kerak?
3. Aktiv elementlarlar ish holatlarini simmetrik qilish qanday amalga oshiriladi?
4. Ikki taktli ulanish sxemasida faraz qilingan nagruzka qarshiligi nimaga teng?
5. Ikki taktli ulanish sxemasining qanday afzalliklari bor?
6. Parallel va ikki taktli sxemalarni qanaqa kamchiliklari bor?
7. AE lar nima uchun ko‘priksimon qilib ulanadi?
8. Sinfaz ko‘priklarning asosiy kamchiliklari nimadan iborat?
9. Kvadraturali ko‘prik nima asosida quriladi?
10. Qaysi hollarda ko‘p qutbli va kombinatsiyali ko‘priklar ishlatiladi?

9. KENG POLOSALI KUCHAYTIRGICHLAR

9.1.Keng polosali kuchaytirgichlar to'g'risida umumiy ma'lumot

Keng polosali kuchaytirgichlar, asosan, spektri keng bo'lgan radioto'lqinlarni kuchaytirishda va uzatishda ishlatiladi. Lekin tor spektrli radioto'lqinlarni uzatishda ham ular bir qancha afzalliklarni keltirib chiqaradi. Tor polosada ishlovchi RSUQ larda bir ish chastotadan ikkinchisiga o'tganda konturlarni o'zgartirish kerak bo'ladi. Bundan tashqari, konturlarni o'zgartirish RSUQ larni murakkablashtirishga va ishonchliligini kamaytirishga olib keladi. Keng polosali kuchaytirgichlarni (KPK) ishlatish bu muammoni ancha yengillashtiradi. Keng polosali kuchaytirgichlar universal bo'lib, ulardan bittasining asosida turli xil diapazonda ishlovchi RSUQ larni qurish mumkin. Bu esa RSUQ larni loyihalashni ancha osonlashtiradi. Kuchaytirgichlarda ishlatiladigan keng polosali moslovchi zanjirlar ferrit transformatorlarida, quyi chastota filtrlarida, LC - polosali filtrlarda, koaksial kabel bo'laklarida yasalishi mumkin.

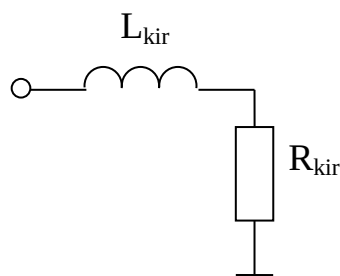
Ferritli transformatorlar, asosan, kengligi bir necha oktavadan iborat bo'lgan kuchaytirgichlarda ishlatiladi va oraliq kaskadlardagi barcha o'zgaruvchan rezonans zanjirlardan qutilish imkonini beradi.

Polosa kengligi bir oktavadan oshgan RSUQ larda yuqori garmonikalarni filtrlash uchun jilgichlar orqali ulanadigan kengligi bir oktavadan kichik bo'lgan bir nechta filtrlar ishlatiladi. Buning natijasida keng polosali RSUQ larning ish diapazoni bir necha kichik diapazonlarga bo'linadi. Ko'p oktavali RSUQ larda alohida polosali bir necha (odatda uchta) kuchaytirgichlarni ishlatish, jilgichlar orqali ulanadigan o'zgaruvchan filtrlarni yo'qotish imkonini beradi. Keng polosali kuchaytirgichning moslovchi zanjirlariga alohida talablar qo'yiladi. Chiqish kaskadlardagi moslovchi zanjirlar aktiv elementlarni chiqish va yuklama qarshiliklarini butun ish diapazonida moslab berishi hamda filtrlashi kerak. Oraliq kaskadlardagi moslovchi zanjirlar qarshilikni moslashdan tashqari, kuchaytirgichni amplituda-chastota xarakteristikasini korreksiya qilib berishi va oldingi kaskad uchun yuklamani moslab berishi kerak.

9.2. Kengligi bir oktavadan kichik bo'lgan kuchaytirgichlar

Metrlı va detsimetrli to'liq diapazonlarida, asosan, kengligi bir oktavadan oshmagan kuchaytirgichlar ishlatiladi. Bunday quvvat kuchaytirgichlarning moslovchi zanjirlarini oddiy induktivlik, sig'im yoki koaksial kabel bo'laklarida qurish mumkin. Umumiy emitterli tranzistorli keng polosali kuchaytirgich sxemalarini ko'rib chiqamiz. Bunday tranzistorli kuchaytirgichlar $3f_{\text{cheg}} / h_{21e}$ dan yuqori chastotalarda ishlatilganda, uning tokni uzatish koeffitsienti h_{21e} ish chastotasiga teskari proporsional bo'ladi. Demak, kollektor tokining amplitudasini butun ish diapazonida bir xil qilib turishi uchun chastota oshishi bilan baza tokini ham oshirish kerak bo'ladi. Chunki ish diapazonining quyi chastotalarida kuchaytirgichning tokni uzatish koeffitsienti katta bo'ladi, yuqori chastotalarda esa kamayadi. Shuning uchun kuchaytirgichning kirish qismidagi moslovchi zanjirni loyihalayotganda tranzistor kirish qarshiligining parametrlarini hisobga olish kerak. Chastota $f > 3f_{\text{cheg}}h_{21e}$ va kollektor yuklamasi aktiv bo'lganda, umumiy emitterli qilib ulangan tranzistorni kirish qarshiligi Z_{kir} induktiv xarakterga ega bo'lgan reaktiv $x_{\text{ki}r} = \omega L_{\text{kir}}$ va chastotaga bog'liq bo'lmagan aktiv r_{kir} tashkil etuvchilardan iborat bo'ladi (9.1- rasm). Tranzistorning chastotaga bog'liq bo'lgan tok bo'yicha kuchaytirish koeffitsientini butun ish diapazonida bir xil qilish uchun parallel yoki ketma-ket tebranish konturidan iborat bo'lgan sodd moslovchi zanjirlarni ishlatish mumkin (9.2- rasm).

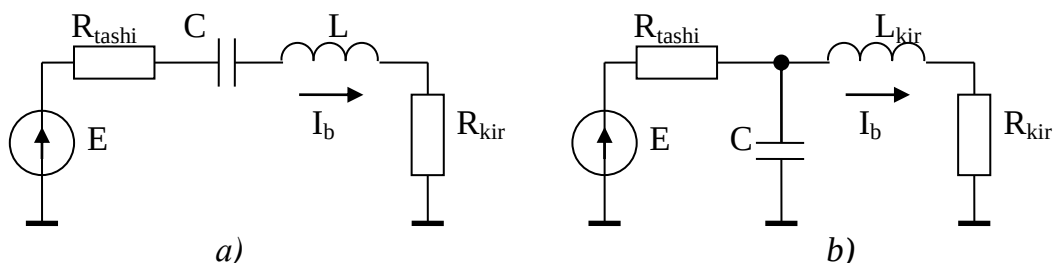
Bunday moslovchi zanjirlar tranzistor kirish qarshiligining ekvivalent sxemasi elementlaridan va yakka konturdan iborat bo'ladi.



9.1-rasm. Tranzistor kirish qarshiligining ekvivalent sxemasi

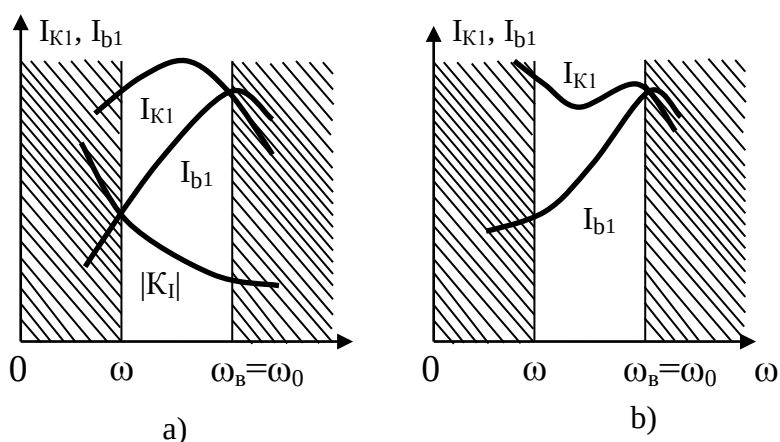
Ketma-ket va parallel moslovchi zanjirlarni ishlatilgan kuchaytirgichlarda tokni uzatish koeffitsientini chastota bo'yicha

korreksiyasi, ya'ni baza va kollektor toklarining chastotaga bog'liqligi 9.3a-b rasmlarda keltirilgan. Bu rasmlarda ko'rinib turibdiki, moslovchi zanjirning rezonans chastotasi ω_0 ni ish diapazoni



9.2-rasm. Tokni kuchaytirish koeffitsientini korreksiya qiluvchi zanjir: a) ketma-ket konturli, b) parallel konturli

yuqori chastotasi ω_{yu} ga tenglashtirish ($\omega_0 = \omega_{yu}$) tranzistorni baza tokining chastota ortishi bilan oshishiga olib keladi. Bu holda kollektor tokining notekisligi ($\omega_q - \omega_{yu}$) chastotalar oralig'ida (taxminan bir oktavada) atigi 8-10% tashkil etadi. Buning uchun ketma-ket moslovchi zanjir sxemasidagi (9.2 a-rasm) kontur induktivligini sahiyligi $Q = \omega_{yu}L/r_k \approx 2,3$, paralel sxemadagi (9.2 b-rasm) kontur induktivligini sahiyligi $Q = 4,5$ bo'lishi va moslovchi zanjir oldingi kaskad (generator) bilan rezonans chastotada moslashgan bo'lishi kerak.



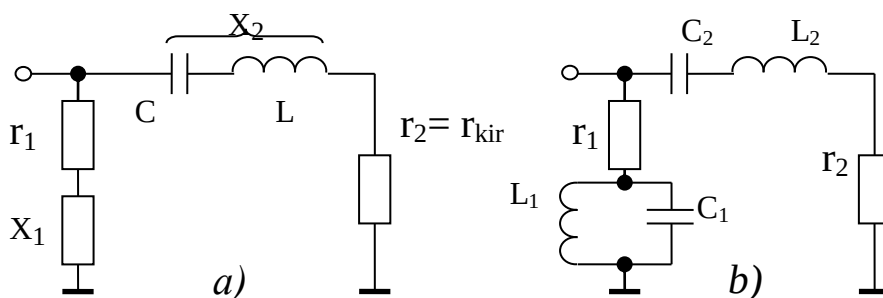
9.3-rasm. Baza (I_{b1}) va (I_{k1}) kollektor toklarining chastota bog'liqligi: a) ketma-ket kontur uchun, b) paraller kontur uchun

Umuman olganda, oldingi kaskadning ichki qarshiligi R_{ichki} ni hisobga olgan holda kirish zanjirining sahiyligi ikki marta kichik

bo'lishi kerak, ya'ni 1,15 a) sxema uchun, 2,25 b) sxema uchun. Demak, moslovchi zanjirni rezonans chastotasini $\omega_0 = \omega_{yu}$ ga tenglashtirish maqsadga muvofiq bo'ladi, chunki $\omega_0 < \omega_{yu}$ bo'lganda I_{k1} keskin kamayadi, $\omega_0 > \omega_{yu}$ da esa $\omega_q - \omega_{yu}$ chastota oralig'ida kollektor tokini notekisligi ortadi.

Ketma-ket moslovchi zanjirni kirish qarshiligi $\omega_0 = \omega_{yu}$ chastotada tranzistor qarshiligining aktiv tashkil etuvchisi r_{kir} ga teng bo'ladi. Bu zanjir qarshilikni transformasiya qilish xususiyatiga ega emas. Bu uni asosiy kamchiligidir. Bunday moslovchi zanjirni kam quvvatli kuchaytirgichlarda ishlatish tavsiya qilinadi, ularda $r_{kir} \approx 50 \text{ Om}$ ni tashkil etadi. Paralel moslovchi zanjir qarshilikni transformasiyalash qobiliyatiga ega va $\omega = \omega_{yu}$ bo'lganda transformasiyalash koeffitsienti $K \approx Q^2 \approx 20$ ga teng. Bu moslovchi zanjirni katta quvvatli keng polosali tranzistorli kuchaytirgichlarda ishlatish tavsiya etiladi, ularda $r_{kir} \approx 1 \text{ Om}$ ni tashkil etadi.

Ko'rib o'tilgan amplitude – chastota xarakteristika(AChX) ni korreksiya qiluvchi sxemalar «ortiqcha» quvvatni qaytaruvchi sxemalar turkumiga kiradi. Yuqori chastotalarda moslovchi zanjirni kirish qarshiligini aktiv tashkil etuvchisi r_{kir} , ish diapazonini quyi chastota yaqinida moslanmagan kompleks qarshilikga aylanadi va oldingi kaskad berayotgan quvvatni pasaytiradi. Buni asosiy sababi bu kaskad uchun nagruzka endi kompleks bo'lib, moslanmagan bo'ladi va quvvatni ko'p qismi aktiv elementni qizishi uchun sarf bo'ladi. Bu kamchiliklarni yo'qotish uchun moslovchi zanjirni sxemasiga qo'shimcha zanjir ulanadi va undagi qarshilik ballast qarshilik deyiladi (9.4-rasm). Bunday sxemalar yuqorida qayd qilingan xususiyatlarni saqlagan holda kirishdagi qarshilikni doimiy qilib turadi.

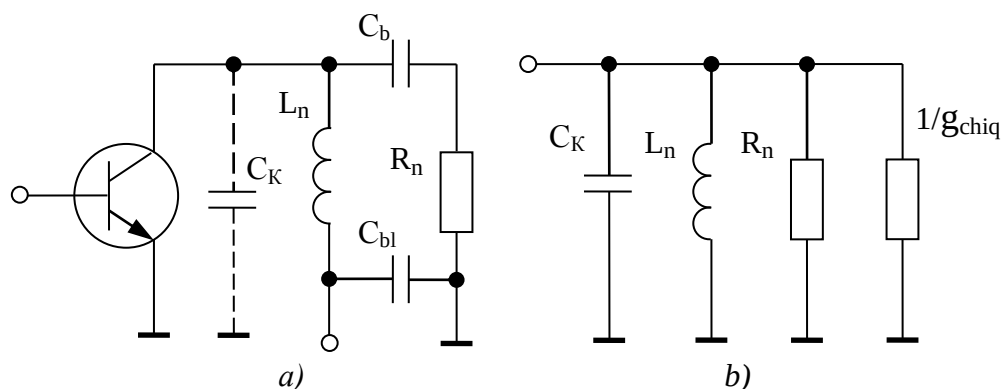


9.4-rasm. Keng polosali kuchaytirgichni qo'shimcha zanjir ulangan korreksiya qiluvchi kirish qismi: a) doimiy qarshilik zanjiri, b) parallel kontur zanjiri

Keng polosali kuchaytirgichlarni kvadraturali ko'prik sxemalari asosida qurish mumkin. Ularni kirish qarshiligi nagruzka o'zgarganda doimiy bo'lib turadi.

9.3. Kuchaytirgichni chiqish qismi uchun korreksiya qiluvchi zanjirlar

Tranzistorli keng polosali kuchaytirgichlarni chiqishdagi chastota ora'ligini kengligiga asosan tranzistor kollektorini tarmog'ini sig'imi C_k va induktivligi L_k ta'sir qiladi (9.5-rasm).



9.5-rasm Keng polosali kuchaytirgichni chiqish qismini sxemasi - a), ekvivalent sxemasi - b)

Nisbatan uncha yuqori bo'lmagan chastotalarda va $\omega L_k \ll 1/\omega C_k$ bo'lganda L_k ni chastota oralig'ini kengligiga ta'sirini hisobga olmasa bo'ladi. U holda ωC_k sig'imli o'tkazuvchanlikni chastota oralig'iga ta'sirini kamaytirish uchun tranzistorni chiqish qismiga paralel qilib L_n induktivlikni ulash kerak (15.6-rasm). C_k sig'im va L_k induktivlik paralel konturni tashkil etadi va ish chastotani o'rta qiymatiga mos qilib sozlanadi. C_p -ajratuvchi sig'im bo'lib nagruzka R_n ni va manbani bir-biridan ajratadi. Sxema berilgan chastota oralig'ida to'g'ri ishlashi uchun S_k , L_k , R_n va tranzistor chiqish o'tkazuvchanligini aktiv tashkil etuvchisidan g_{chiq} iborat bo'lgan konturni sahiyligi nisbatan kichik bo'lishi kerak.

Paralel kontur qarshiligini quyidagi ifoda orqali yozish mumkin:

$$Z_n = R/(1+j\xi); \quad \xi = (\omega/\omega_0 - \omega_0/\omega)Q; \quad (9.1)$$

ξ - kontur sozini buzilishi, $R = R_p/(1+R_{ngchiq})$ - rezonans chastotadagi kontur qarshiligi, $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_H C_k}}$ - konturni rezonans chastotasi,

$Q = R/\omega_0 L_H$ - kontur sahiyligi. Agar ω_k , ω_{yu} , ω_0 chastotalar o'zaro bog'langan bo'lsa, quyi chastotadagi (ω_q) kontur sozini buzilishi (ξ_k) va ω_{yu} yuqori chastotadagi (ω_{yu}) kontur sozini buzilishi (ξ_{yu}) modul jig'atdan teng bo'ladi. Chastotalarni bir-biri bilan bog'lanishi quyidagi ifoda orqali yoziladi:

$$\omega_0 = \sqrt{\omega_q \omega_{yu}} \quad (9.2)$$

$|\xi_q| = |\xi_{yu}| = 0,3$ bo'lganda kontur o'tkazuvchanligining reaktiv tashkil etuvchisi aktiv tashkil etuvchidan 3,3 marta kichik bo'ladi. O'tkazuvchanlikni aktiv tashkil etuvchisi berilgan chastota oralig'ida atigi 10% o'zgaradi. Demak bunday kontur sozini buzilishini hisobga olmasa bo'ladi.

(9.1) va (9.2) - ifodalardan foydalanib ξ orqali kontur sahiyligini yozamiz:

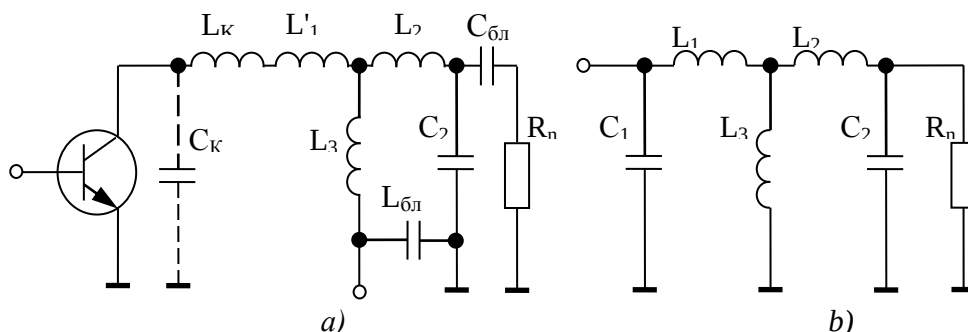
$$Q_0 = \frac{|\xi|}{\left(\sqrt{\frac{\omega_{yu}}{\omega_q}} - \sqrt{\frac{\omega_q}{\omega_{yu}}} \right)} \quad (9.3)$$

Kuchaytirgichni chiqish zanjirini amaldagi saxiyligi quyidagicha bo'ladi:

$$Q_{chiq} = \omega_0 S_k R_n / (1 + g_{chiq} R_n) \quad (9.4)$$

Demak $\xi=0,3$ bo'lganda, 9.5-rasmda sxemani amalda qo'llanilishi uchun $Q_{chiq} < Q_0$ bo'lishi kerak. Bir oktavali kuchaytirigichlar uchun $Q_0=0,424$ bo'ladi. Bir konturli sxema chiqish qarshiligini transformasiya qilolmaydi va yuqori garmonikalarni fil'trlash xususiyati xam past bo'ladi. Chiqish qarshiligini transformasiya qilish kerak bo'lganda va $\omega L_k \approx 1/\omega C_k$, ya'ni L_k hisobga olish kerak bo'lgan

hollarda, murakkab chiqish zanjirlarini ishlatishga to'g'ri keladi. Bularni turiga o'zaro bog'langan ikki konturli sxemani keltirish mumkin (9.6 - rasm).



9.6-rasm a) Ikki konturli chiqish zanjirini sxemasi b) ekvivalent sxemasi.

Bu sxemada C_k va L_k birinchi kontur tarkibiga kiradi. $C_1 = C_k$, $L_1 = L_k + L'$. Bunday chiqish zanjirlari yuqori garmonikalarni yaxshi fil'trlaydilar.

Nazorat savollari

1. Keng polosali kuchaytirgich deganda nimani tushunasiz?
2. Keng polosali kuchaytirgichlar qanday afzalliklarga ega?
3. Parallel konturli korreksiya qiluvchi zanjirni transformasiyalash koeffitsienti qanchaga teng?
4. Kuchaytirgichni chiqish qismi uchun korreksiya qiluvchi zanjirlarni ish usulini tushuntiring.
5. Kuchaytirgichni chiqish qismi uchun korreksiya qiluvchi zanjirlarning qaysi elementlari polosa kengligiga ta'sir qiladilar?

10. CHASTOTA KO'PAYTIRGICHLARI

10.1.Chastota ko'paytirgichlari to'g'risida umumiy ma'lumotlar

Kirish qismiga $2\pi/\omega_{kir}$ to'lqin berilganda chiqish qismida $2\pi/\omega_{kir}$ davrli, ya'ni chastotasi N marta ko'paygan to'lqinni ishlab beruvchi qurilma chastota ko'paytirgich deb ataladi. Chastota ko'paytirgichning

(ChK) chiqish konturi ta'sir qiluvchi to'liqning kerak bo'lgan yuqori garmonikasiga sozlanadi. Shunday qilib chastota ko'paytirgich konturning qaysi garmonikaga sozlanishiga va ish holatiga qarab, quvvat kuchaytirgich yoki chastota ko'paytirgich bo'lib ishlashi mumkin.

Bu bo'limda kirish va chiqish kuchlanishlari garmonik bo'lgan chastota ko'paytirgichlarini ko'rib chiqamiz. Bu holda kirish signalini spektrida ω_{kir} , chiqish signalini spektrida $N\omega_{kir}$ ko'rinishidagi signallar mavjud bo'ladi. Bunday chastota ko'paytirgichlar quyidagi texnik vazifalarni hal etishda qo'llaniladi:

1. Kvars tebrantirgichli avtogeneratorlarni chastota turg'unligi katta (stabil) bo'ladi. Lekin kvars tebrantirgichli avtogeneratorlar 50-100 MGs chastota oralig'ida tashuvchi to'liqlar ishlab beradi. Chastota ko'paytirgich yordamida O'YuCh diapazonida, ya'ni 200-1000 MGs chastota oralig'ida ham yuqori stabilli to'liqlarni olish imkoniyati bo'ladi. Bu holda signallarni chastota turg'unligini kvarsli avtogenerator belgilab beradi.
2. Chastota sintezatorlarida chiqish signali kvarsli avtogeneratorni ishlab berayotgan signalidan murakkab o'zgartirishlar qilib xosil qilinadi. Bu holda sintezatorlarda chastota ko'paytirgichlari ishlatiladi.
3. Avtogeneratorni chastota turg'unligi tekshirilayotganda, etalon generator chastota turg'unligi bilan taqqoslanadi. Agar etalon generatorni chastotasi katta yoki kichik bo'lsa, bunday taqqoslash imkoniyati bo'lmaydi. Chastota ko'paytirgich yordamida bu masalalarni hal etish mumkin bo'ladi.

Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarda chastota ko'paytirgich quyidagi masalalarni hal etadi:

-Tashuvchi signal ishlab berayotgan avtogenerator chastotasini pasaytirib beradi, bu esa RSUQ ni chiqishdagi signalini turg'un holatda bo'lishini yengillashtiradi.

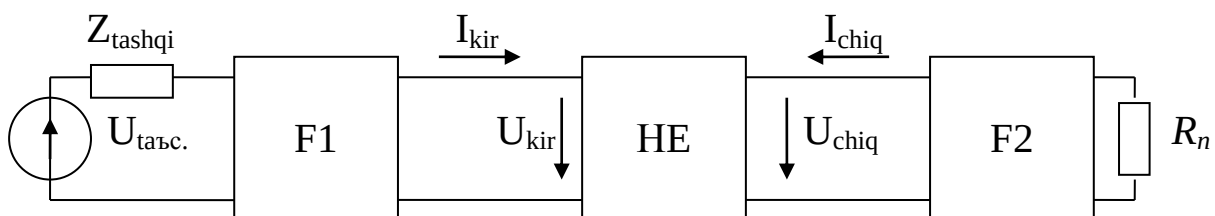
-Avtogeneratorni ish diapazonidan qat'iy nazar, RSUQ larni ish diapazonini kengaytirish imkonini tug'diradi.

-RSUQ larni turg'un ish holatini oshiradi, chunki chastota ko'paytirgichni kirish va chiqish zanjirlari turli chastotalarda ishlaydi. Bu esa parazit teskari aloqani kamaytiradi.

-Chastota bo'yicha modulyatsiya qilingan signallarni ishlab chiqishda, chastota yoki faza modulyatsiyasini oshiradi.

Chastota ko'paytirgichning asosiy parametrlari quyidagilar: chastotani ko'paytirish koeffitsienti N , chiqish quvvati P_N , quvvat kuchaytirish koeffitsienti K_{PN} , F.I.K (η). Bundan tashqari ba'zi hollarda chastota ko'paytirgichni amplituda va chastota xarakteristikalarini, chiqish kuchlanishining fazasini turg'unligi, harorat o'zgariganda chiqish quvvatini o'zgarishi alohida ahamiyatga ega bo'ladi.

Chastota ko'paytirgichni aktiv elementi kesish ish holatida bo'lgan quvvat kuchaytirgich asosida ishlab chiqish mumkin. Uni strukturaviy sxemasi 10.1-rasmda keltirilgan. Sxemadagi kirish fil'tri F_1 ω_{kir} chastotaga sozlangan bo'lib, ta'sir qiluvchi manbani chiqish qarshiligini nochiqliq elementni (NE) kirish qarshiligiga moslab beradi. Chiqish filtri F_2 esa nochiqliq element uchun yuklama qarshiligi R_n ni optimal qilib beradi. Bundan tashqari u yuklamaga faqat $N\omega_{kir}$ signalni o'tkazadi, qolganlarini so'ndiradi. Nochiqliq element sifatida elektron lampa, tranzistor, varaktor va klistron kabilarni ishlatilish mumkin.



10.1-rasm. Chastota ko'paytirgichni strukturaviy sxemasi

Chastotani ko'paytirish jarayonida generatorning chiqish konturi kerak bo'lgan garmonikaga sozlanadi va bu konturda shu ko'paygan chastota to'liqining quvvati ajralib chiqadi. Bunda $U_n = E_c + U_n \cos \tau$ ko'rinishdagi ta'sir qiluvchi to'liq berilganda, chiqish kuchlanishi $U_n = E_c - U_{nN} \cos N\tau$ ko'rinishda bo'ladi. Chastota ko'paytirish jarayonida kesish burchagi θ ni to'g'ri tanlash kerak, chunki uning qiymatiga

foydali quvvat P_N , foydali ish koeffitsienti η va garmonika toklarining amplitudasi I_{k0} bog'liq bo'ladi.

10.2. Inersiyasiz to'rt qutbli chastota ko'paytirgichlari

Chastota ko'paytirgichi bo'lgan RSUQ larni loyixalashda, chastotani ko'paytirishni qanday amalga oshirish masalasini hal etishga to'g'ri keladi. Bularga chastotani bitta yoki birnechta kaskadda amalga oshirish, chastota ko'paytirgichni qurilmani chiqish yoki oraliq kaskadlarda amalga oshirish, qanday nochiziqli element tanlash kabilarni kiritish mumkin. Bu masalalarni hal etish quvvat kuchaytirgich va chastota ko'paytirgichni energetik ko'rsatkichlarini bir-birini nisbatiga bog'liq bo'ladi. Ko'paytirgichni va kuchaytirgichni energetik ko'rsatkichlari bir xil bo'lganda, chastota ko'paytirgichni barcha kaskadlarda, yomon bo'lganda oraliq kaskadlarda, yaxshi bo'lganda chiqish kaskadida qo'llash kerak.

Quvvat kuchaytirgich va chastota ko'paytirgichni energetik ko'rsatkichlarini bir-biri bilan taqqoslaymiz. Aniqlik kiritish uchun nochiziqli element sifatida, umumiy emitterli qilib ulangan va past chastotalarda ($\omega_{kir} < \omega_{cheg}$) ishlayotgan tranzistorni olamiz. Bu holda tranzistor inersiyasiz hisoblanadi. Kollektor kuchlanishi kollektor va baza toklariga ta'sir qilmayapti deb qabul qilamiz.

Energetik ko'rsatkichlarini bir-biri bilan taqqoslash natijasi, nochiziqli element (NE) ni qaysi parametri uni foydali quvvatini chegaralishiga bog'liq bo'ladi. Misol tariqasida chegaralovchi parametr sifatida kollektor tokini amplitudasi I_{km} ni qabul qilamiz. U holda NE ni kirishiga $u_{kir} = E_c + U_{be1} \cos \tau$ ko'rinishidagi kuchlanish ta'sir qilganda garmonikalar toki quyidagi formula orqali topiladi:

$$I_{k0} = I_{\max} \alpha_0(\theta); \quad I_{kN} = I_{k \max} \alpha_N(\theta);$$

Yoyish koeffitsienti α_N kesish burchagi $\theta_N = \theta_{opt} = 120/N$ bo'lganda eng katta qiymatiga ega bo'ladi.

$$\alpha_N(\theta_N) = \alpha_1(120^0)/N = 0,536/N$$

F_2 filtrni kirish qarshiligini $N\omega_{kir}$ chastotada R_n ga teng, boshqa chastotalarda kichik deb hisoblaymiz va kollektordagi kuchlanishning oniy qiymatini topamiz:

$$U_{ke}(\tau) = E_M - U_{nN} \cos N\tau$$

Bu yerda E_M – manba kuchlanishi; $U_{nN} = I_{kN} R_n$.

Chastota ko‘paytirgichning energetik ko‘rsatkichlarini quyidagi ifodalar orqali yozamiz:

Kollektor zanjiridagi N - nomerli garmonika uchun bo‘lgan quvvat

$$P_N = 0.5 U_n I_{AN}$$

Manbadan olinayotgan quvvat

$$P_o = E_m I_{ko}$$

Foydali ish koefitsienti

$$\eta = P_N / P_o$$

Quvvatni ko‘paytirish koefitsienti

$$K_{pN} = P / P_{kir N}$$

Endi quvvat kuchaytirgichni va chastota ko‘paytirgichni kusatkichlarini bir xil sharoitda taqqoslaymiz. Ikkala qurilmada ham tranzistor kritik ish holatida ishlayapdi va E_m , I_{ko} , ξ parametrlari bir hil deb hisoblaymiz. Bundan tashqari kesish burchagini $\theta_1 = 90^\circ$, $\theta_N = \theta_{opt} = 120/N$ deb qabul qilamiz va quvvat kuchaytirgich va chastota ko‘paytargichning energetik ko‘rsatkichlarini taqqoslab, quyidagi ifodalarni olamiz:

$$\frac{P_N}{P_1} = \frac{\alpha_N(\theta_{opt})}{\alpha_1(90^\circ)} \approx \frac{1}{N}$$

$$\frac{\eta_{eN}}{\eta_{e1}} = \frac{g_N(\theta_{opt})}{g_1(90^\circ)}$$

Ko'paytirish ko'effitsienti $N = 2, 3, 4$ bo'lganda $g_N(\theta_{opt})$ ni qiymati 1,27, 1,26, 1,25 bo'ladi va deyarli o'zgarmaydi. Demak foydali ish ko'effitsienti uchun quyidagi ifodani yozishimiz mumkin:

$$\eta_{eN} / \eta_{e1} \approx 1,25 / 1,57 \approx 0,8; \quad g_1(90^0) = 1,57$$

Bundan aytish mumkinki, chastota ko'paytirgichni foydali ish ko'effitsienti chastotani ko'paytirish ko'effitsientiga bog'liq emas, kuchaytirgichniki $\eta_{e1} = 65 - 70\%$ bo'lganda ko'paytirgichniki $\eta_{eN} = 50-55\%$ bo'ladi. Foydali quvvat esa N marta kamayadi,

$$P_N/P_o = (\theta_{opt})/(90^\circ) = 1/N;$$

Shuni ta'kidlash kerakki, ChK larda generatorning kritik holati nagruzka qarshiligining katta qiymatida ro'y beradi.

$$\frac{R_{HN}}{R_H} = \frac{I_{a1}}{I_{AN}} \frac{U_{\text{шкп}}}{P_1} = \frac{\alpha_1(0)}{\alpha_N(0_k)} \approx N$$

$$\frac{U_{beN}}{U_{be1}} = \frac{SI_{kM}}{1 - \cos \theta_{opt}} \frac{1 - \cos \theta_1}{SI_{kM}} = \frac{1}{1 - \cos \theta_{opt}} \approx 0,46N^2$$

Bu yerda: $\cos \theta_{opt} \approx 1 - \frac{\theta_{opt}^2}{2}; \quad \theta_{opt} = 2\pi/3N$

Chastota ko'paytirish ko'effitsientini quvvat kuchaytirgich ko'effitsientiga nisbati quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{K_{pN}}{K_{p1}} = \frac{P_N}{P_{kirN}} \frac{P_{kir1}}{P_1} = \frac{1}{N} \frac{U_{be1}^2}{U_{beN}^2} \frac{\gamma_1(\theta_1)}{\gamma_1(\theta_{opt})} \approx \frac{1,23}{N^2}$$

Bu yerda $\gamma_1(\theta_{opt}) \approx 0,6(1 - \cos \theta_{opt})^{3/2} + \dots$; [6]

Bu taqqoslash shuni ko'rsatadiki, chastota ko'paytirgichni energetik ko'rsatkichlari, quvvat ko'rsatkichnikidan ancha past ekan va ular N ko'payishi bilan keskin kamayadi. Shuning uchun chastota

ko'paytirgichni amalda ishlatishda uning chastota ko'paytirish koeffitsientini N ni 3,4 dan oshirish kerak emas, chunki u holda energetik ko'rsatkichlar juda kamayib ketadi. Agar kollektor kuchlanishini baza va kollektor toklariga ta'siri bo'lsa, bu ko'rsatkichlar yanada kamayadi.

Nazorat savollari

1. Chastota ko'paytirgichlari qanday qurilma?
2. Chastota ko'paytirgichni struktura sxemasi va ishlash usulini tushuntiring.
3. Chastota ko'paytirgichi qanday imkoniyatlarini bilasiz?
4. Chastota ko'paytirgichi qanday vazifani bajaradi?
5. Chastota ko'paytirgichni qanday energetik ko'rsatkichlarini bilasiz?
6. Nima uchun ko'paytirish koeffitsientini 4 dan katta qilib bo'lmaydi?

11.AVTOGENERATORLAR

11.1. Avtogeneratorlar to'g'risida umumiy tushunchalar

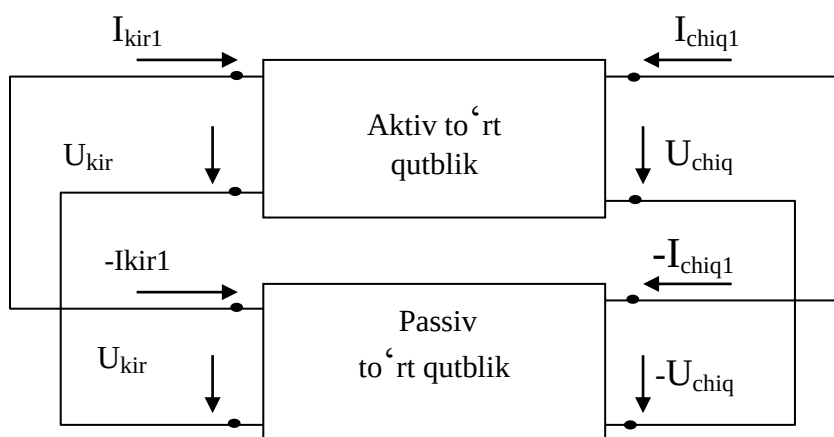
Avtogenerator RSUQ larni asosiy qismi bo'lib, unda ta'milovchi manbani energiyasi tashqi ta'sirsiz yuqori chastotali energiyaga aylantirib beradi. Avtogenerator radiosignallarni birlamchi manbasi bo'lib, u ishlab berayotgan to'lqinlarni chastotasi va amplitudasi faqat sxemani elementlariga bog'liq bo'ladi. Avtogenerator (AG) tarkibida aktiv element va tebranish konturi bo'ladi. Aktiv element manba energiyasini tebranish konturiga kelib tushishini boshqarib, to'lqin amplitudasini doimiy qilib turadi. Tebranish konturi esa ishlab chiqarilayotgan to'lqin energiyasini chastotasini belgilab beradi. Avtogeneratorlar RSUQ larda yuqori chastotali tashuvchi signallarlar ishlab berish uchun, radioqabul qiluvchi qurilmalarda geterodin sifatida, kontrol-o'lchov asboblari, televizorlarda ishlatiladi. Bir kaskadli RSUQ larda avtogeneratorlarni quvvati uzatuvchi qurilmani quvvatiga teng bo'lishi kerak, ko'p kaskadli radiouzatuvchi qurilmalarda AG chastotasini turg'unligiga katta e'tibor beriladi. Chastota turg'unligini oshirish uchun AG tashqi muhit ta'siridan

himoya qilish kerak: bular qatoriga ta'minlovchi manba kuchlanishini, muhit haroratini, silkinishlar, elektromagnit va yadro nurlanishini kiritish mumkin. Tebranish konturi induktivlik va sig'imdand yoki kvarts tebrantirgichli konturidan tuzilgan bo'lishi mumkin. Zamonaviy avtogeneratlarda, keyingi paytlarda o'tkazuvchanlik xususiyatiga ega bo'lgan tebrantirgichlar (rezonatorlar) ishlatilmoqda.

Avtogenerator ishlab borayotgan to'liqlar tarkibida parazit to'liqlar, ya'ni kerak emas garmonikalar iloji boricha kam bo'lishi kerak.

11.2. Avtogeneratorni tenglamasi

Avtogenerator sxemasini quvvat kuchaytirgich asosida qurish mumkin. Buning uchun quvvatni bir qismini MZ ni chiqish qismidan AE ni kirish qismiga teskari aloqa zanjiri orqali uzatish kerak. Umuman olganda AG sxemasi berk tutash zanjirga ulangan aktiv va passiv to'rtqutblikdan iborat bo'ladi (11.1- rasm).



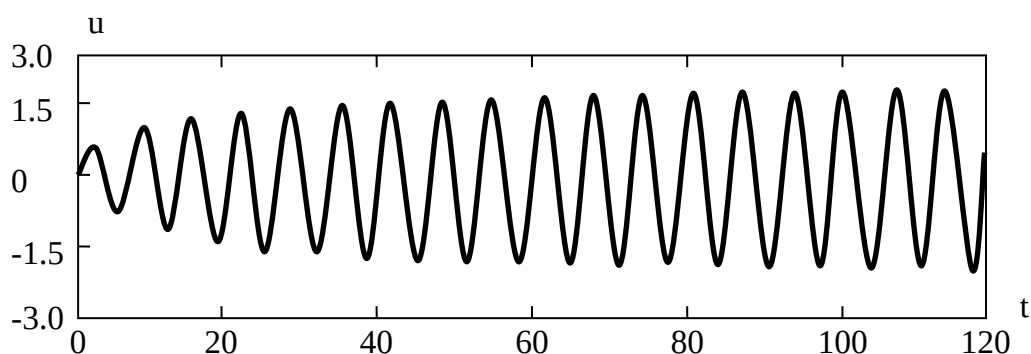
11.1- rasm. Avtogeneratorni struktura sxemasi

AG sxemasi bundan tashqari aktiv ikki qutblik, uch qutblilik va to'rt qutblikdan tuzilishi mumkin. Aktiv to'rt qutblik sifatida elektron lampa, tranzistor, klitronlar bo'lishi mumkin. Passiv to'rtqutblik tarkibiga tebranish konturi, nagruzka, teskari aloqa zanjirlarini kiritish mumkin. Yuklama qarshiligida (Z_H) AG ishlab berayotgan foydali quvvat ajratiladi.

AG dagi to‘lqinlarni ishlab chiqish jarayonini ko‘rib chiqamiz. AG qurilmasiga ta‘minlovchi manba ulangandan keyin, unda turg‘un emas ish holati vujudga keladi. AE va konturni fluktasiya toklari natijasida tebranish konturida yuzaga kelgan to‘lqinlar, aktiv to‘rt qutblik yordamida kuchaytiriladi. Tebranish konturi yuzaga kelgan to‘lqinlarni chastotasini belgilab beradi:

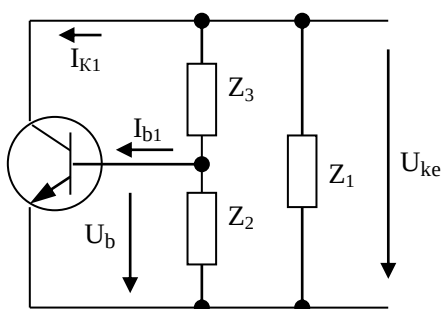
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Bu to‘lqinlar AG ni kirish qismiga teskari aloqa zanjiri orqali uzatilib, aktiv element orqali kuchaytirilib, yana konturga kelib tushadi va jarayon yana qaytariladi. Natijada to‘lqinlar amplitudasi borgan sari oshib boradi (11.2-rasm).



11.2-rasm Avtogeneratorni qo‘zg‘atish sharti bajarilaytgan vaqtdagi to‘lqinlar amplitudasini oshib borshii

Avtogeneratorlarni amaliy sxemalarini umumlashtirilgan uch nuqtali sxema orqali ifodalash mumkin (11.3-rasm).



11.3-rasm. Avtogeneratorni umumlashtirilgan uch nuqtali sxemasi

AG ni stasionar ish holatini quyidagi ifoda orqali aniqlash mumkin.

$$S_1 k Z_N = 1 \quad (11.1)$$

S_1 -AE ni kompleks qiyaligi bo'lib, u kollektor toki I_{k1} ni ta'sir etuvchi kuchlanish amplitudasi bilan bog'laydi.

$$I_{k1} = S_1 U_T \quad (11.2)$$

Teskari aloqa koefitsientini quyidagicha yozish mumkin.

$$k = -\frac{Z_2}{Z_2 + Z_3} \quad (11.3)$$

Aktiv elementni yuklama qarshiligi:

$$Z_k = \frac{Z_1(Z_2 + Z_3)}{Z_1 + Z_2 + Z_3} \quad (11.4)$$

Teskari aloqa koefitsienti (k) ni istemolchi qarshiligiga ko'paytmasi boshqaruvchi qarshilik deb ataladi.

$$Z_b = k Z_n \quad (11.5)$$

U holda AG ni stasionar ish holatini boshqacha qilib yozish mumkin:

$$S_1 Z_b = 1 \quad (11.6)$$

K , Z_n , Z_b lar AG ni umumlashtirilgan parametrlari bo'lib xizmat qilishadi. Z_1 Z_2 Z_3 qarshiliklar tarkibiga tebranish konturini qarshiligidan tashqari aktiv elementni parazit xususiyatlari ham kiradi. Bular aktiv elementni kirish, chiqish va o'tkazuvchanlik qarshiliklaridir. (11.1) tenglamadagi S_1 , K , Z_n qiymatlarini modul' va faza ko'paytirgichlari tarzida yozamiz.

$$S_1 = S_1 e^{j\varphi_s}; \quad k = k e^{j\varphi_{oc}}; \quad Z_n = |Z_n| \varphi^{j\varphi_n};$$

φ_s , φ_{oc} , φ_n - aktiv elementni qiyaligini, teskari aloqa koeffitsientini va yuklama qarshiligini fazalari. U holda (11.1) tenglama ikkita tenglamadan iborat bo‘ladi.

$$\text{Amplituda balansi tenglamasi} \quad S_1 k |Z_n| = 1 \quad (11.7)$$

$$\text{Fazalar balansi tenglamasi} \quad \varphi_s + \varphi_{oc} + \varphi_n = 0 \quad (11.8)$$

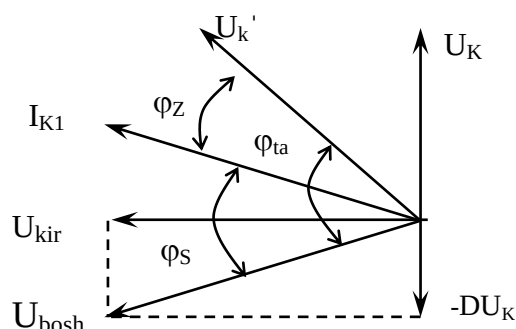
Yuqorida aytib o‘tildiki, ta’minlovchi manba avtogenerator sxemasiga ulanganda ishlab chiqayotgan to‘lqinlar amplitudasi borgan sari oshib boradi, ya’ni avtogeneratorni qo‘zg‘atish sharti bajariladi.

$$|S_1| |k| |Z_n| > 1 \quad (11.9)$$

Chunki kollektor tokini birinchi garmonikasi i_k tebranish konturidan o‘tib, unda quyidagi ko‘rinishdagi kuchlanish pasayishini hosil qiladi.

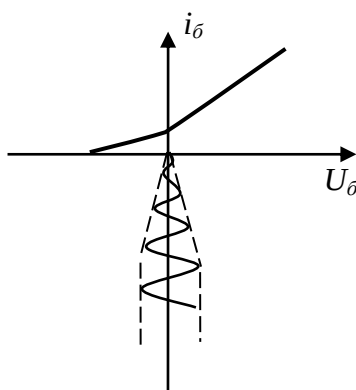
$$U_k = i_k Z_n = S_1 Z_N U_N$$

Bu “ikkilamchi” kuchlanishni (u''_k) amplitudasi birlamchi kuchlanish (u'_k) amplitudasidan katta bo‘ladi (11.4-rasm). Lekin AG nohiziqli xarakterga ega, ya’ni to‘lqinlar chastotasi oshishi bilan, aktiv elementni qiyaligi noziqli ravishda kamayib boradi (11.5-rasm). Natijada to‘lqinlar amplitudasi kamayib “ikkilamchi” va “birlamchi” kuchlanish tenglashadi va AG stasionar ish holatining amplitudalar balansi sharti bajariladi (11.7) ifoda.

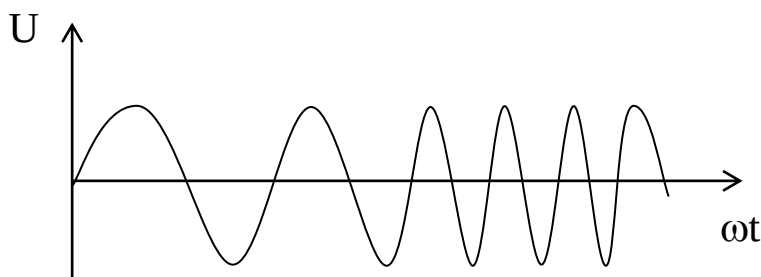


11.4 – rasm. Avtogeneratorni ish usulini ko‘rsatuvchi vektor diagrammasi

Ikkilamchi kuchlanishni (U_k) vektori “birlamchi” kuchlanish (U_k') vektoridan faza bo'yicha oldinda boradi. Demak AG ishlab berayotgan to'lqin amplitudasini maksimal qiymati oldingi holatga qaraganda tezroq erishiladi, boshqacha qilib aytganda ishlab chiqarilayotgan to'lqin siqiluvchi sinusoidani eslatadi, ya'ni to'lqin chastotasi borgan sari oshib boradi 11.6-rasm.



11.5-rasm Aktiv elementni qiyaligi noziqli ravishda kamayib borishi



11.6-rasm Siqiluvchi sinusoida

Chastota o'zgarishi bilan tebranish konturini ekvivalent qarshiligi Z_k ham o'zgaradi. Konturdagi kuchlanish va zanjirdan oqib o'tayotgan tok orasidagi faza siljishi (φ_Z), chastota o'zgarishi $\Delta\omega$ xususiy chastota ω_0 dan qancha farq qilsa, shuncha oshadi. Chastotani oshishi

vektorlar orasidagi φ_Z burchagini oshishiga olib keladi va vektor U_k' “birlamchi” vektor U_k yaqinlashadi. (16.3 -rasm)

“Ikkilamchi” va “birlamchi” vektorlarni fazalari bir-biriga mos tushganda chastotalarni oshish jarayoni to‘xtaydi. Demak $\varphi_S + \varphi_{os} + \varphi_H = 0$ shart bajariladi va bu tenglama AG ni chastotasini belgilab beradi. $\varphi_S + \varphi_{os} + \varphi_H > 0$ bo‘lganda chastota oshadi, $\varphi_S + \varphi_{os} + \varphi_H < 0$ bo‘lganda esa kamayadi.

Agar tebranish konturini va AE ni parametrlari ma’lum bo‘lsa, (11.7), (11.8) tenglamalardan to‘lqin amplitudasini aniqlash mumkin. AG lar loyixalashda odatda to‘lqin chastotasi va amplitudasi berilgan bo‘ladi, u holda (11.7), (11.8) tenglamalardan sxemani parametri va strukturasini aniqlash mumkin. Tenglama ikkita, parametrlar ko‘p bo‘lgani uchun, ba’zi parametrlarini oldindan qabul qilishga to‘g‘ri keladi.

AG sxemasidagi Z_1, Z_2, Z_3 to‘liq qarshiliklarni aniqlash uchun [5,6] adabiyotlarda keltirilgan ifodalardan foydalanish mumkin. Bu masalani hal etish talabalarni o‘ziga mustaqil ish sifatida havola qilinadi.

11.1. Avtogenerator sxemalari

Avtogeneratorlarni chastota turg’unligi yuqori bo‘lishi uchun, ularni tebranish konturida quvvat sarf bo‘lishi iloji boricha kam bo‘lishi kerak. Demak $Z_1 = r_1 + jx_1$ $Z_2 = r_2 + jx_2$ $Z_3 = r_3 + jx_3$ kompleks qarshiliklarning aktiv tashkil etuvchilarini salmog‘i kichik bo‘lishi kerak: $r_1/X_1 \ll 1$, $r_2/X_2 \ll 1$ $r_3/X_3 \ll 1$. U holda boshqaruvchi qarshilik uchun ifoda ancha soddalashadi:

$$Z_b = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2 + Z_3} = \frac{(r_1 + jx_1)(r_2 + jx_2)}{r_1 + r_2 + r_3 + j(x_1 + x_2 + x_3)} \approx \frac{x_1 x_2}{r + jx} \quad (11.1)$$

bu yerda $r = r_1 + r_2 + r_3$; $X = X_1 + X_2 + X_3$

Aktiv to‘rtqutblikni inersiyasiz va uni qiyaligi S_1 faqat haqiqiy qismdan iborat deb hisoblaymiz, u holda va boshqaruvchi qarshilik $Z_b = R_b + jX$ aktiv qarshilik R_y ga teng bo‘ladi va AG ni stasionar ish holatini quyidagicha yozish mumkin

$$S_1 R_b = 1 \quad X = 0$$

$Z_b = R_b$ bo'lishi uchun reaktiv qarshiliklar yig'indisi nolga teng bo'lishi kerak.

$$X = X_1 + X_2 + X_3 \quad (11.2)$$

(11.1) tenglamani surati haqiqiy bo'lgani uchun boshqaruvchi qarshilikni aktiv qarshilik orqali yozish mumkin.

$$R_b = X_1 X_2 / r \quad (11.3)$$

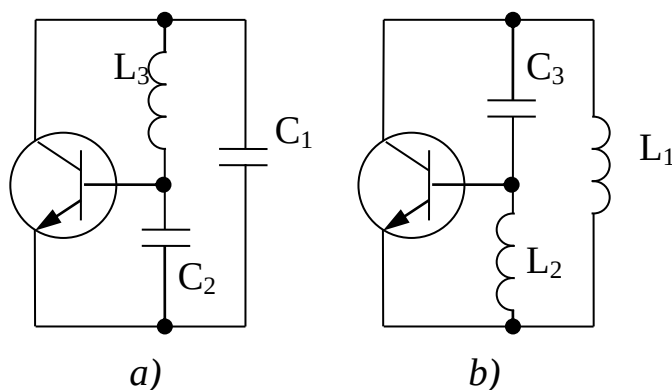
X_1 , X_2 , X_3 reaktiv qarshiliklar AG chastotasiga kuchli bog'liq bo'ladi va amplitudasiga esa deyarli bog'liq bo'lmaydi. (11.2) tenglama AG ishlab berayotgan to'lqin chastotasini belgilab beradi. Aktiv element qiyaligi $S_1 > 0$ bo'lgani uchun boshqaruvchi qarshilik R_b ham musbat ishorali va haqiqiy bo'lishi kerak. Shuning uchun $r > 0$ bo'lganda X_1 va X_2 reaktiv qarshiliklar ishorasi bir xil, X_3 niki esa qarama-qarshi bo'lishi kerak. Shunday qilib uch nuqtali avtogenerator sxemalari ikki turga bo'lishi mumkin:

a) Uch nuqtali sig'imli sxema 11.7a)-rasm

$$X_1 < 0, X_2 < 0, X_3 > 0 \quad (11.4)$$

b) Uch nuqtali induktivlik sxema 11.7 b) –rasm

$$X_1 > 0, X_2 > 0, X_3 < 0 \quad (11.5)$$



11.7-rasm. Avtogeneratorni uch nuqtali sxemasi: a) sig'imli, b) induktivli

Quvvat sarf bo‘lishi kam bo‘lgan holda, teskari aloqa koeffitsienti va iste’molchi qarshiligini aniqlovchi formulani yozamiz.

$$K = - \frac{r_2 + jx_2}{r_1 + r_2 + j(x_2 + x_3)} \approx - \frac{jx_2}{jx_2 + jx_3}$$

(11.2) tenglamadan ko‘rinib turibdiki $X_2 + X_3 = -X_1$ va teskari aloqa koeffitsienti haqiqiy va X_2 , X_1 qarshiliklar nisbatiga teng bo‘ladi.

$$k \approx K \approx X_2/X_1 \quad (11.6)$$

Nagruzka qarshiligi ham haqiqiy bo‘lib, quyidagicha ifodalanadi.

$$Z_n \approx R_n \approx X_1^2/r \quad (11.7)$$

Agar Z_1 , Z_2 , Z_3 kompleks qarshiliklarni har biri ketma-ket ulangan sig‘im va induktivlikdan iborat bo‘lsa, tebranish konturi bitta xususiy chastotaga ega bo‘ladi. Z_1 , Z_2 , Z_3 qarshiliklar tarkibiga tarmoqlangan zanjir - paralel konturlar kirs, tebranish sistemasi ikki konturli, uch konturli va ikkita yoki uchta xussiy chastotaga ega bo‘lishi mumkin. Bunday avtogeneratorlar ish holatini tahlil qilish ancha murakkab bo‘ladi. Real hollarda AG sxemalari ko‘p konturli bo‘lib, ulardagi har bir Z_1 , Z_2 , Z_3 qarshiliklar parallel ulangan aktiv, xamda passiv to‘rtqutbliklarni elementlaridan va blokirovka qiluvchi elementlardan iborat bo‘ladi.

AG ishlab berayotgan chastotani turg‘unligi tebranish konturini saxiyligiga, aktiv elementni parametrlari va ish holatiga bog‘liq bo‘ladi. Chastotani o‘zgarishiga asosan tranzistorni ish holati va uning sig‘imlari hamda qiyaligining faza burchagi φ_s sababchi bo‘ladi. φ_s qancha katta bo‘lsa, chastotaga ta’sir qiluvchi omillar ham shuncha ko‘p bo‘ladi. Shuning uchun AG larda, chegaraviy chastotasi f_{cheg} yuqori bo‘lgan tranzistorlar ishlatiladi. AG ishlab berayotgan chastotada ular uchun inersion hodisa kuzatilmaydi va $f_0 < (0,1 \dots 0,3) f_{\text{cheg}}$ bo‘ladi. Bu shart bajarilmasa aktiv elementni qiyaligini kompleks xarakterini va tranzistorni boshqa o‘tkazuvchanliklarini hisobga olish kerak bo‘ladi.

Ko'p hollarda AG da kam quvvatli yuqori chastotali KT315, K322, K324, K331, K357, KT358, KT373, KT368 turdagi tranzistorlar ishlatiladi.

11.2. Avtogeneratordagi aktiv elementni ish holati

Chastota turg'unligi yuqori bo'lgan avtogeneratorlarda tranzistorni ish holati ancha yengil bo'lishi kerak. Shuning uchun manba kuchlanishini va kollektor toki impul'sini amplitudasini quyidagi shartga qarab tanlash kerak:

$$i_{km} < (0,2 \dots 0,4) i_{kmax}; \quad E_K < (0,3 \dots 0,5) U_{Kmax}$$

i_{Kmax} va I_{kmax} tranzistor hujjatida ko'rsatilgan mumkin bo'lgan eng katta kollektor toki va kuchlanishni qiymati.

Kollektor tokini qiymati $i_{km} < 2 \dots 3 \text{mA}$ bo'lganda tranzistorni parametrlari haroratga kuchli bog'liq bo'ladi. Bundan tashqari i_{km} kamayishi bilan, AG ni chiqishida shovqin signal ko'payish ehtimoli bor, bu parazit amplitudali va fazali modulyatsiyani vujudga keltiradi va chastota turg'unligini kamaytiradi. Kollektor tokini katta qiymatlarida VAX ni qiyaligini moduli $|S|$ ko'paya boshlaydi, shu bilan birga unga proporsional ravishda kirish zanjirini vaqt doimiysi $\tau_s = 1/\omega_s$ va faza burchagini qiyaligi $\varphi_s = -\arctg \omega_{cheg} \tau_s$ ham oshadi. Shuning uchun fazalar balansi bajarilishi uchun konturni sozini f_{cheg} chastotaga nisbatan buzib, faza xarakteristikasini kichik qiymatlarida ishlashga to'g'ri keladi, bu esa chastota turg'unligini yanada pasaytiradi. AG ni yaxshi ishlashi uchun kollektor tokini qiymati $i_{km} = 5 \dots 20 \text{mA}$ atrofida bo'lishi kerak. AG ni ish holati kam kuchlanganlik qilib tanlanadi va manbani ishlatish koeffitsienti $\zeta = (0,2 \dots 0,3) \zeta_{cheg}$ atrofida olinadi. O'ta kuchlanganlik ish holatida esa ishlab chiqarilayotgan chastotaga manba kuchlanishini ta'siri kuzatiladi, bundan tashqari tranzistorni chiqish o'tkazuvchanligi ham ko'payadi. Natijada tebranish konturini saxiyiligi kamayadi.

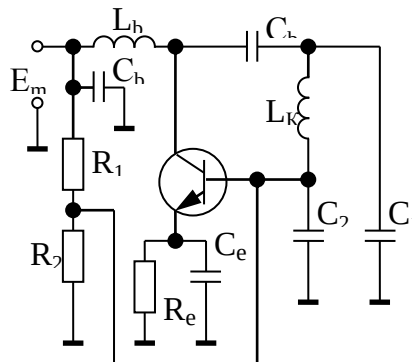
Yuqori turg'unli to'lqinlar olish uchun kesish burchagini $60^\circ < \theta < 120^\circ$ atrofida olish kerak. Siljish kuchlanishini baza zanjiridagi

rezistorli bo'lgichlar va emitter zanjiriga qarshilik ulash orqali olish tavsiya etiladi. Bu qarshilikni qiymati $R_e = (25...50)/S_0$ atrofida bo'ladi. AG ni F.I.K. $\eta_k = r_{vn}/(r_{vn}+r_{kon})$ ga teng bo'ladi. r_{vn} -kiritilgan qarshilik, r_k konturni xususiy qarshiligi. Ularni qiymati 0,1-0,3 Om ni tashkil etadi. AG va undan keyingi kaskad orasiga emitterli qaytargich qo'yib r_{vn} ni qiymatini kamaytirish mumkin. Buni natijasida yuklamani parametrlari to'liq chastotasiga ta'siri kamayadi.

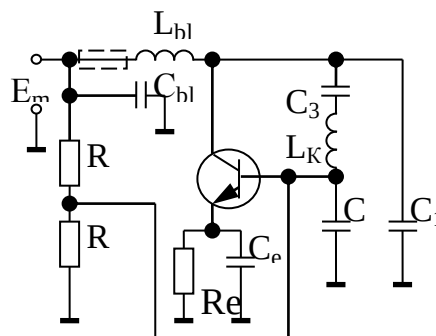
11.2. Tranzistorli avtogeneratorni sxemalari

Tranzistorli AG lar ko'p holda sig'imli yoki induktiv uch nuqtali qilib olinadi. Sig'imli uchta nuqtali sxema nisbatan yuqori chastota turqunligiga ega, 11.8-rasm. Bu sxemada C_1 va C_2 sig'implarni mavjudligi, tranzistorni kirish C_{kir} va chiqish C_{chiq} sig'implarini chastota turg'unligiga ta'sirini kamaytiradi.

Bu sxemani qulayligi yana shundan iboratki, ul'tra yuqori chastota diapazonida [tranzistorni inersion ($f_{cheg} > 0,3f_s$) xususiyati namoyon bo'lgan vaqtda] teskari aloqa koefitsientini fazasi φ_{os} va qiyalikni o'rtacha fazasi φ_s bir-birini o'zaro kompensasiya qilishadi ($\varphi_s + \varphi_{os} = 0$). Demak, tranzistor sozlangan yuklamagaga ishlaydi va nisbatan katta quvvatni beradi. Ishlab berilayotgan chastota tebranish konturini xususiy chastotasini bilan ustma-ust tushadi.



11.8- rasm. Avtogeneratorni sig'imli uchta nuqtali sxemasi



11.9-rasm. Avtogeneratorni Klapp sxemasi

Amalda sig'imli uchta nuqtali sxemaga qaraganda, Klapp sxemasi (11.9-rasm) ko'proq ishlatiladi. Bu sxemada kontur induktivligiga ketma-ket qilib, qo'shimcha C_3 sig'im ulangan. Bu tebranish konturini kollektor zanjiriga ulanish koeffitsientini kamaytiradi va yuqori xarakteristik qarshilikga (ρ) hamda yuqori sahiylikga (Q) ega bo'lgan konturni ishlatish imkonini beradi. Bundan tashqari teskari aloqa koeffitsientini va ulanish koeffitsientini bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda alohida o'zgartirish mumkin bo'ladi.

AG ni loyihalashda tranzistorni turi, uni ish holati, asosiy parametrlari I_{K1} , I_{k0} , S_1 lar tanlanadi. AGni hisoblashda tranzistorni xarakteristikasi qisman-chiziqli aproksimasiya qilib olinadi.

Agar adabiyotlarda kollektor tokini kichik qiymatlarida statik xarakteristika ko'rsatilmagan bo'lsa, uni analitik qiymatidan foydalanish mumkin.

$$S_0 = \beta_0 / (\tau_b + \tau_e) \approx \beta_0 / (\tau_b + \beta_0 \tau_{\varphi_t} / J_{k0}) = \beta_0 / (\tau_b + \beta_0 \varphi_t / i_{km} \alpha_0);$$

Nazorat savollari

1. Avtogenerator qanday qurilma va qanday vazifani bajaradi?
2. Avtogeneratorni struktura sxemasi nimalardan iborat?
3. Stasionar ish holatini tenglamasi qanday ifodalanadi?
4. Avtogeneratorni qo'zg'otish sharti nima?
5. Amplitudalar balansi deganda nimani tushunasiz?
6. Fazalar balansi deganda nimani tushunasiz?
7. Avtogeneratorni qanday uch nuqtali sxemasini bilasiz?
8. Avtogeneratorlarda qanday tranzistorlar ishlatilishi mumkin?
9. Yuqori turg'unli to'lqinlar olish uchun kesish burchagini qiymati qancha bo'lishi kerak?
10. Klapp sxemasini avzalligini tushuntiring?
11. Avtogeneratorni loyihalashda nimalarga e'tibor berish kerak?

12. AVTOGENERATORLARNI CHASTOTA TURG'UNLIGI

12.1. Avtogeneratorlarni chastota turg'unligi

Tashqi muhitni haroratini, bosimini, namligini hamda ta'minlovchi manbani kuchlanishini o'zgarishi, bundan tashqari har-xil mexanik ta'sirlar, aktiv element toklarini shovqinli tashkil etuvchilari va tebranish sistemalarini issiqlik shovqinlari avtogeneratorni chastota va amplitudasiga ta'sir ko'rsatadi. Avtogenerator chastotasi o'zgarishini keyingi kaskadlar to'g'rilab bo'lmaydi. Shuning uchun chastota turg'unligiga qo'yilgan talablarni faqat avtogeneratorni o'zida bajarish va kerakli miqdorga turg'unlashtirish mumkin. Ma'lumki avtogeneratorni chastota turg'unligi $(\Delta f)/f$ uni asosiy parametrlaridan biri bo'lib hisoblanadi va vaqt bo'yicha nisbiy o'zgarishi bilan harakterlanadi $y(t) = \Delta\omega/\omega_0 = \Delta f/f$: Chastota turg'unligini o'zgarishi ikki xil bo'lishi mumkin: uzoq vaqt davomida va qisqi vaqt davomida. Uzoq vaqt davomida bo'ladigan chastota o'zgarishi avtogenerator chastotasini sekin o'zgarishiga bog'liq. Bunga asosan tashqi muhit harorati, bosimi, namliga va manba kuchlanishini o'zgarishi ta'sir qiladi. Qisqa vaqt davomida bo'ladigan chastota o'zgarishi avtogeneratorni chastotasini keskin fluktasion o'zgarishi bilan aniqlanadi va ular AE toklarini shovqinli tashkil etuvchilari hamda tebranish konturini issiqlik shovqini ta'sirida vujudga keladi.

Avtogeneratorni kirish qismiga ta'sir qiluvchi kuchlanishni quyidagicha yozish mumkin.

$$U_{kir}(t)=[U_{kir0}+U_f(t)]\cos[\omega_0 t+\varphi(t)] \quad (12.1)$$

Bu yerda $U_f(t) \ll U_{kir0}$ - amplitudani kichik o'zgarishi, $\varphi(t)$ -faza siljishi, AG ni real chastotasini nominal qiymatidan o'zgarishini

aniqlab beradi. Chastotani oniy qiymatini ($\omega(t)$), uni absolyut $\Delta\omega(t)$ va nisbiy $y(t)$ o'zgarishini quyidagicha yozamiz:

$$\omega(t) = \omega_0 + d\varphi(t)/dt; \quad \Delta\omega(t) = \omega(t) - \omega_0 = d\varphi(t)/dt$$

$$y(t) = \Delta\omega(t)/\omega_0 = (1/\omega_0)d\varphi(t)/dt$$

Chastota o'zgarishini absolyut va nisbiy qiymati ma'lum qiymatidan katta bo'lishi mumkin emas.

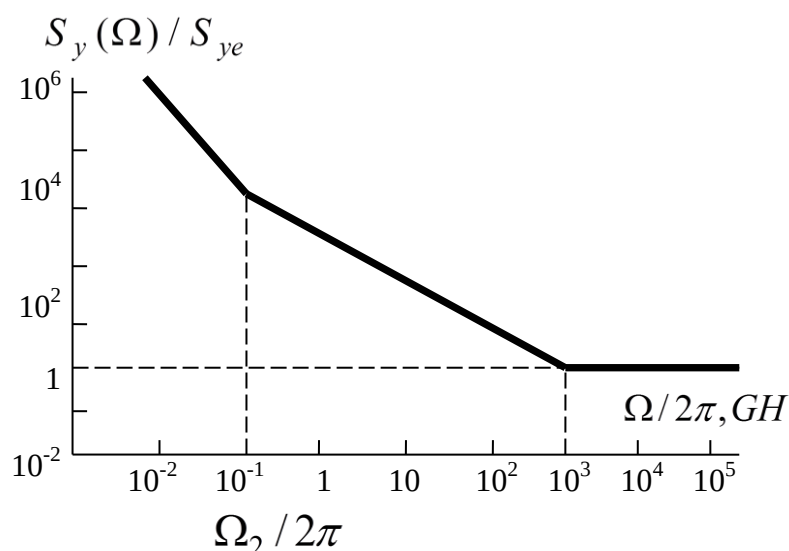
$$|\Delta\omega(t)| < \Delta\omega_{\max}, \quad |y(t)| < y_{\max}$$

U holda $\Delta\omega_{\max}$ ni - chastota o'zgarishini maksimal absolyut turg'unligi, $y(t)_{\max}$ ni - chastota o'zgarishini maksimal nisbiy turg'unligi deyiladi. Zamonaviy radiouzatuvchi qurilmalarda nisbiy chastota o'zgarishi ($u_{\max}$) $< 10^{-5} - 10^{-7}$ atrofida bo'ladi. Maxsus hollarda $u_{\max} < 10^{-10} - 10^{-13}$ bo'lishi mumkin. Chastotani vaqt bo'yicha nisbiy o'zgarishi $u(t)$ radiouztuvchi qurilmada ishlab chiqarilayotgan radiosignalni va halaqit signalarni asosiy xususiyatlarini aniqlaydi, shuning uchun uni tasodifiy jarayon deb qarash kerak. Unga shunday xarakteristikalar kiritish kerakki, bu xarakteristikalar yordamida (18-1) tenglama orqali ifodalanadigan to'liqinni to'la aniqlash imkoni bo'lsin. Izlanishlar shuni ko'rsatadiki $u(t)$ ni stasionar tasodifiy jarayon deb qarash mumkin emas va oddiy statistik harakteristikalarni (dispersiya, korrelyatsiyali funksiya) bu holda qo'llash mumkin emas Tasodifiy funktsiyani energetik spektri.

12.2. Tasodifiy funktsiyani energetik spektri

Buni tushunish uchun tasodifiy funktsiya $y(t)$ ni energetik spektrini $S_u(\Omega)$ ko'rib chiqamiz (12.1-rasm). Bu spektrni uch sohaga bo'lish mumkin. Bu sohalar Ω_1 va Ω_2 chastotalar bilan chegaralangan va har xir sohadagi spektr zichligini chastotaga bog'liqligi $S_u=f(\Omega)$ turli harakterga ega. Yuqori chastotali sohalarda ($\Omega > \Omega_1$) asosiy rol ni AE va tebranish konturini tabiiy shovqinlarni natijasida vujudga

kelgan spektrni tashkil etuvchilari o'ynaydi. Ular chastota oshishi bilan o'zgarmaydi. O'rta chastotalarda $\Omega_2 < \Omega < \Omega_1$ AE ni past chastotali shovqinlari va tebranish konturini reaktiv parametrlarini fluktasiyasi natijasida vujudga kelgan spektr rol o'ynaydi. Bu sohada spektr zichligi chastotaga teskari proporsional bo'lib bog'langan.



18.1-rasm Tasodifiy funksiyani energetik spektri

Uchinchi past chastotali soha ($\Omega < \Omega_2$) avtogenerator parametrlarini tashqi muhit ta'sirida sekin o'zgarishi bilan harakterlanadi. Spektr zichligi $S_u(\Omega)$ bu sohada chastota kvadratiga teskari proporsional bo'ladi. Shunday qilib energetik spektrni quyidagi ko'rinishda approksimasiya qilish mumkin.

$$S_y(\Omega) = S_{ye} \left[1 + \frac{\Omega_1}{\Omega} + \frac{\Omega_1 \Omega_2}{\Omega^2} \right] \quad (12.2)$$

Bu yerda $S_u(\Omega)$ -tabiiy shovqinlar ta'sirida vujudga kelgan tasodifiy funksiya $y(t)$ ni spektr zichligi. Odatda $\Omega_1 / 2\pi$ chastota 1-100 kGs orasida $\Omega_2 / 2\pi$ esa 0,1 Gs dan kichkina bo'ladi. Bundan tashqari energetik spektr tarkibida, yana ma'lum harakterli chastotalarda vujudga keladigan alohida halaqit signallari bo'lishi mumkin. Masalan; 50 va 100 Gs da ta'minlovchi manbani "foni", 1/86400 Gs da esa tashqi muhitni klimatik sutkali o'zgarishini signali bo'lishi mumkin.

Yuqorida qayd qilingandek chastota o'zgarishi qisqa muddatli ($t_n < 1_c$) va uzoq muddatli ($t_n > 1_c$) bo'lishi mumkin. Chastota o'zgarishini harakteri kuzatilish vaqti t_n ga bog'liq bo'ladi. Kuzatilish vaqti $t_n < 2\pi/\Omega_1$ bo'lganda enegetik spektr $S_u(\Omega)$ da tabiiy shovqinlar, $2\pi/\Omega_1 < t_n < 2\pi/\Omega_2$ bo'lganda ortiqcha (izbitochnie) shovqinlar, $t_n > 2\pi/\Omega_1$ bo'lganda tashqi muxitga bog'liq bo'lgan chastotani tasodifiy o'zgarishi asosiy rolni o'ynaydi. Uzoq muddatli chastota o'zgarishi tashqi muhitga bog'liq bo'ladi. Uni tajriba yo'li bilan o'lchash yoki hisoblab topish mumkin. Buning uchun u_t tashqi muhit haroratini nominal qiymatiga nisbatan o'zgarishini Δt^0 darajali qatoriga yoyish kerak.

$$y_{t1} = \alpha_t \Delta t^0 + \alpha_{t2} (\Delta t^0)^2 + \alpha_{t3} (\Delta t^0)^3 + \dots \quad (12.3)$$

Odatda bunday funksiyalar tekis bo'lib, chastotani haroratga bog'liqligini birinchi tashkil etuvchiga qarab aniqlanish mumkin, agar Δt^0 bir necha gradusdan oshmasa.

$$y_t \approx \alpha_t \Delta t^0 \quad (12.4)$$

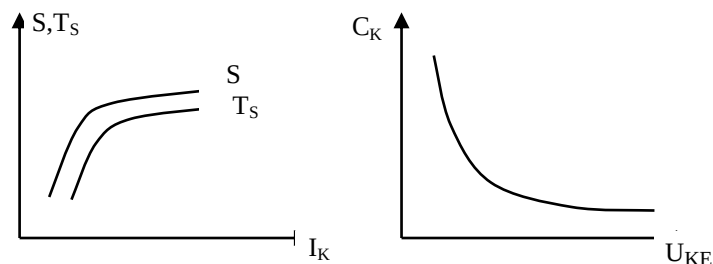
α_t avtogenerator chastotasini harorat (temperatura) koeffitsienti (TKCh) deb ataladi. (18.3) va (18.4) tenglamalarni boshqa ta'sir etuvchilarini ham yozish mumkin: Masalan kuchlanish o'zgarishiga ΔE , bosim o'zgarishiga ΔR va x.k.. Bunday darajali chiziqli qatorlardagi tashkil etuvchilar $\alpha_t, \alpha_E, \alpha_p$ va boshqalar nostabillik yoki ta'sir qilish koeffitsienti deb ataladi. Ular qanchalik kichik bo'lsa, avtogeneratorlar chstotasi shunchalik turg'un bo'ladi. Bu koeffitsientlar avtogenerator sxemasiga va elementlariga bog'liq bo'ladi. Chastota o'zgarishini kamaytirish uchun haroratni termostat, kuchlanishini stabilizator orqali turg'unlashtirish kerak.

12.3. Avtogeneratorni chastota turg'unligiga ta'sir qiluvchi omillar

Avtogeneratorni chastota turg'unligiga ta'sir qiluvchi omillar quyidagilardir:

Mexanik ta'sir: Silkinish, davriy mexanik tebranishlar, kuchli zarba harakatda bo'lgan RSUQlarda sodir bo'ladi. Bunday ta'sirlar avtogeneratorlarga albatta salbiy ta'sir ko'rsatadi. Odatda texnik hujjatda silkinish tebranishini amplitudasi va chastotasi ko'rsatiladi. RSUQlar mana shunday ko'rsatilgan mexanik silkinish va tebranishlarga bardosh berib, o'z parametrlarini o'zgartirmasdan ishlashi kerak. Mexanik silkinishlar avtogenerator va boshqa bloklardagi radioelementlarni siljitib, ular orasidagi masofani o'zgartiradi. Bu esa elementlar va montaj simlari orasidagi sig'imni o'zgarishiga olib keladi. Sig'imni o'zgarishi esa avtogenerator chastotasiga ta'sir etadi. Bunday mexanik ta'sirlarni yo'qotish uchun aktiv element simlarini va uni o'zini mahkamlash, bosma montaj usulini ishlatish, alohida bloklarni mahsus silkinishga bardosh beruvchi smolalar bilan qo'yish kerak. Ba'zi hollarda alohida bloklar va aktiv elementlar amortizator hamda prujinalar yordamida mahkamlanadi. Mexanik ta'sirni oldin hisoblab bo'lmaydi. Uni tekshirish uchun maxsus tebranish stendlarda RSUQlar va alohida bloklar sinab ko'riladi. Bu stendlardagi tebranishlar amplitudasi va chastotasi keng ko'lamda o'zgarishi mumkin.

1. Ta'minlovchi manba E_p va siljish kuchlanishi E_s chiziqli passiv elementlarga va tebranish konturiga ta'sir qilmaydi. Lekin ular aktiv element ish holatiga kuchli ta'sir ko'rsatadi. Kuchlanishni o'zgarishi o'tish zonasini sig'imini va kollektor tokini o'zgartiradi, bu esa o'z navbatida AE qiyaligi S ni, hamda vaqt doimiysini (postoyannaya vremeni) T_s ni o'zgartiradi. Bu parametrlarni kuchlanish va tokga bog'liqligi quyidagi 12.2,12.3-rasmlarda ko'rsatilgan. Bir xil AE ni xususiyatlari bir-biridan farq qiladi va shuning uchun ularni AG chastotasiga ta'sirini aniq qilib hisoblash juda qiyin. Har bir konkret AE uchun alohida hisob ishlarini bajarish kerak. AG ni chastotasiga siljish kuchlanishini ta'sirini ko'rib chiqamiz, bularga quyidagilarni kiritish mumkin:
2. Kollektor toki I_k ni o'zgarishi T_s ni o'sishiga olib keladi. Buning natijasida φ_s modul bo'yicha o'sadi, $\Delta\varphi_s < 0$ va chastota kamayadi;



12.2- rasm AE qiyaligini va vaqt doimiysini kollektor tokiga bog'liqligi

12.3-rasm Kollektor sig'imini taminlovchi manbaga bog'liqligi.

3. S ni oshishi, kesish burchagi θ va o'tkazuvchanliklar B_{a1} , B_{a2} , B_{a3} kamayadi;
4. Baza tokining I_b ni oshishi tranzistor kirish o'tkazuvchanligini o'zgartiradi, shu bilan birga teskari aloqa koeffitsientini fazasini φ_k ham o'zgartiradi. φ_k sxema turiga va o'tkazuvchanliklar yig'indisini ishorasiga bog'liq bo'ladi. Sig'imli uch nuqtali sxema uchun $B_{a2}+B_{a3}>0$, induktivli sxema uchun $B_{a2}+B_{a3}<0$ $B_{a2}+B_{a3}>0$ bo'lganda chastota oshadi. $B_{a2}+B_{a3}<0$ bo'lganda $\varphi_k<0$, chastota kamayadi.

Ta'minlovchi manba kuchlanishi E_m chastotaga ta'sirini ham, yuqorida qayd qilingan mulohazalar bilan tushuntirish mumkin. Lekin bu holda E_m ni kollektor sig'imi S_k ga ta'sirini hisobga olish kerak. Chastotani E_m va E_s ta'sirida o'zgarishi bir lahzada sodir bo'ladi. Lekin E_m va E_s oshishi natijasida quvvat oshadi, AE qiziydi, buning natijasida chastota kamayadi AEni bu qizishi bir laxzada emas, balki bir necha sekund davomida sodir bo'ladi. Shuning uchun chastota avval E_m oshishi ta'sirida keskin o'zgaradi va keyin esa tranzistor qizishi natijasida asta-sekin yana o'zgaradi.

Tashqi muhitning haroratini ta'siri RSUQlarni hamma elementlariga ta'sir etadi. Harorat o'zgarganda ham AE ni, ham tebranish konturlarini xususiyatlari o'zgaradi. Haroratni tebranish

konturiga ta'sirini ko'rib chiqamiz. Tebranish konturidagi sig'im va induktivlikga haroratni ta'siri sig'im harorat koeffitsienti va induktivlik tebranish koeffitsientlari bilan harakterlanadi, ya'ni (TKE) α_s va (TKI) α_L

$$\Delta C/C = \alpha_s \Delta t^0; \quad \Delta L/L = \alpha_L \Delta t^0;$$

Yassi kondensator turdagi sig'im uchun quyidagi ifodani yozishimiz mumkin: $S = \varepsilon S_p / 4\pi d$;

S_p - plastinalar yuzasi, d -plastinalar orasidagi masofa, ε - dielektrik singdiruvchanlik.

Bu yerdan α_s va chiziqli o'lchamni(α_i) hamda dielektrik singdiruvchanlikni (α_ε) haroratga bog'liqlik koeffitsientlarini orasidagi bog'liqlikni topish mumkin. $\alpha_s = 2\alpha_{IS} - \alpha_{id} + \alpha_\varepsilon$

Alyuminiy, latun kabi materiallar uchun $\alpha_L = 20 \cdot 10^{-6}$, havo uchun $\alpha_\varepsilon \approx 1 \cdot 10^{-6}$ (namlik 0%) va $\alpha_\varepsilon = 20 \cdot 10^{-6}$ (namlik 100%). Demak havoli sig'imlar uchun $\alpha_C \approx 50 \cdot 10^{-6}$, keramik sig'imlar uchun $\alpha_C \approx \alpha_\varepsilon = (100-200) \cdot 10^{-6}$ ga teng. Titan-keramika asosida tayyorlangan sig'imlarni α_C - manfiy bo'lib, ya'ni sig'im harorat oshish bilan kamayadi- $\alpha_\varepsilon = (-100 \div -700) \cdot 10^{-6}$.

Bunday kondensatorlarni ishlatib kontur o'zgarishini kompensasiya qilish mumkin. Induktivlarni α_L (TK si simni va karkas xususiyatiga bog'liq va g'altak konstruksiyasiga juda kuchli bog'liq bo'ladi. AG larda karkasni keramika yoki kvarsli materiallardan ishlatish kerak. ($\alpha_\varepsilon = 0,5 \cdot 10^{-6}$, $\alpha_\varepsilon = 20 \cdot 10^{-6}$). G'altak bu karkaslarga kumush qatlami surtish bilan tayyorlanadi. Ularni $\alpha_L \approx (10-20) \cdot 10^{-6}$ ga teng.

Manba ulanganda AE qizishi tufayli chastota kamayadi. 20-30 minutdan keyin chastota o'zgarishi to'xtaydi. Chastota o'zgarishi 10^{-4} - 10^{-5} ni tashkil etadi. Harorat o'zgarishidan himoya qilish uchun AG ni termostatda saqlash kerak. AG va keyingi kaskadlar orasida albatta kirish qarshiligi katta bo'lgan bufer kaskadi bo'lishi kerak. Lampali

kaskadlarda bufer kaskad vazifasi umumiy turli kaskad, tranzistorli kaskadlarda esa buni emmitter qaytargichlari bajaradi.

Nazorat savollari

1. Avtogeneratorlarni chastota turg'unligi deganda nimani tushunasiz?
2. Avtogeneratorlarni chastota turg'unligi necha xil turini bilasiz?
3. Tasodifiy funktsiyani energetik spektri deganda nimani tushunasiz?
4. Avtogeneratorni chastota turg'unligiga ta'sir qiluvchi omillar tushuntiring.
5. Tashqi muhit harorati avtogeneratorga qanday ta'sir ko'rsatadi?

ADABIYOTLAR

1. Радиопередающие устройства. Учебник для вузов / Под ред. В.В. Шахгильдяна. – М.: Радио и связь, 2003. – 560с.
2. Таджиев А.А. Устройства генерирования и формирования радиосигналов. Учебное пособие – Ташкент; ТашГТУ, 2008.
4. Tojiyev A.A., Nazarov A.M. “Radioto‘lqinlarni yuzaga keltiruvchi va shakllantiruvchi qurilmalar” fanidan tajriba ishlarini bajarish uchun uslubiy kor‘satmalar. – Toshkent, ToshDTU, 2010.
6. Проектирование радиопередающих устройств. Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.В. Шахгильдяна. – М.: Радио и связь, 2000.- 503с.
7. Tojiyev A.A., Nazarov A.M. “Radioto‘lqinlarni yuzaga keltiruvchi va shakllantiruvchi qurilmalar” fanidan kurs loyihasini bajarish uchun uslubiy qo‘llanma. – Toshkent, ToshDTU, 2011.
8. Радиотехнические устройства и элементы радиосистем. Учеб. Пособие / Каплун В.А., Браммер Ю.А., Лохова С.П., Шостак И.В. – М.: Высшая школа, 2002. – 294 с.
9. Нефедов В.И., Хахин В.И и др. Метрология и электрорадиоизмерение в телекоммуникационных системах Учебник для ВУЗов / Под ред. В.И. Нефедова – М.: Высшая школа, 2001. – 383с.
10. Зарубежные радиопередающие устройства / Антипенко В.А., Воробьев О.В., Лебедев-Карманов А.И. и др.; Под ред. Г.А. Зейтленка и А.Е. Рыжкова – М.:Радио и связь, 1999.–136 с.
11. www.radio.ru
12. www.elektronika.ru
13. www.radiolab.ru

MUNDARIJA

Kirish	3
1.RADIOSIGNALLARNI UZATUVCHI QURILMALAR, ULARNI VAZIFASI, TURLARI	4
1.1. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalar va radiosignallar to‘g‘risida umumiy tushunchalar aktiv elementlarning statik harakteristikalar va ularni approksimatsiyasi	4
1.2. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarni turlari	5
1.3. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarni strukturaviy sxemalari	6
1.4. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarga qo‘yiladigan talablar...	7
2.TASHQI TA’SIR OSTIDA ISHLOVCHI GENERATORLAR..	8
2.1. Tashqi ta’sir ostida ishlovchi generatorlar to‘g‘risida umumiy tushunchalar	8
2.2. Tashqi ta’sir ostida ishlovchi generatorlarda quvvat muvozzanti	10
2.3. Foydali ish koeffitsientini oshirish usullari	13
3.AKTIV ELEMENTLARNING STATIK XARAKTERISTIKALARI VA ULARNI APPROKSIMASIYASI	15
3.1. Aktiv elementlarning statik xarakteristikalarini	15
3.2. Chiqish toklarini garmonik analiz qilish	18
4.AKTIV ELEMENTNING QULAY ISH HOLATLARI. KESISH BURCHAGI VA MANBA KUCHLANISHINI ANIQLASH.....	21
4.1. Aktiv elementning ish holatini turlari	21
4.2. Quvvat kuchaytirgichlardagi aktiv elementlarning ish holatini aniqlash	22
4.3. Quvvat kuchaytirgich uchun aktiv elementni tanlash.....	24
4.4. Kesish burchagi θ va manba kuchlanishini aniqlash	27
4.5. Kirish signalini amplitudasini, siljish va manba kuchlanishini quvvat kuchaytirgichini ish holatiga ta’siri	29
4.6. Quvvat kuchaytirgichning yuklama xarakteristikalarini	31
5.MOSLOVCHI ZANJIRLAR	35
5.1. Moslovchi zanjirlarga bo‘lgan talablar	35

5.2. Moslovchi zanjirlarni struktura sxemasi	36
5.3. Moslovchi zanjirlarni fil'trlash koeffitsienti	38
5.4. Lampali oraliq kaskadlar kaskadlar uchun moslovchi zanjirlar.	40
5.5. Radiolampa va yuklama qarshiligini moslab beruvchi oddiy zanjirlar	42
5.6. Aktiv elementni konturga qisman ulanishi	44
5.7. Tranzistor va nagruzka qarshiliglarini moslab beruvchi zanjirlar	45
5.8. Moslovchi zanjirlarda quvvat sarf bulishi va ularni foydali ish koeffitsienti	47
5.9. Moslovchi zanjirlarni sozlash usuli	51

6.TASHQI TA'SIR OSTIDA ISHLOVCHI GENERATOR SXEMALARI

6.1 Generator sxemasini tuzish	53
6.2 Quvvat kuchaytirgichni chiqish zanjirini ketma-ket ta'minlash sxemalari	54
6.3. Quvvat kuchaytirgichni chiqish zanjirini parallel ta'minlash sxemalari	57

7.QUVVATKUCHAYTIRGICHDAKTIKVELEMENTLAR NING UMUMIY ELEKTRODINI TANLASH

7.1.Quvvat kuchaytirgichdagi aktivelementlarning umumiy elektrodini tanlash	60
---	----

8.AKTIV ELEMENT QUVVATLARINI QO'YISH USULLARI

8.1. Aktiv element quvvatlarini qo'yish usullari	63
8.2. Aktiv elementlarni parallel ulash	64
8.3 Aktiv elementlarni ikki taktli qilib ulash	66
8.4. Aktiv elementlarni ko'priksimon qilib ulash sxemalari	70

9.KENG POLOSALI KUCHAYTIRGICHLAR

9.1.Keng polosali kuchaytirgichlar to'g'risida umumiy ma'lumotlar	77
9.2. Kengligi bir oktavadan kichik bo'lgan kuchaytirgichlar	78
9.3. Kuchaytirgichni chiqish qismi uchun korreksiya qiluvchi zanjirlar	81

10. CHASTOTA KO'PAYTIRGICHLARI

10.1. Chastota ko'paytirgichlari to'g'risida umumiy ma'lumotlar	83
---	----

10.2. Inersiyasiz to‘rt qutbli chastota ko‘paytirgichlarir	86
--	----

11. AVTOGENERATORLAR	89
-----------------------------------	-----------

11.1. Avtogeneratedlar to‘g‘risida umumiy tushunchalar	89
--	----

11.2. Avtogeneratedni tenglamasi.....	90
---------------------------------------	----

11.2. Avtogenerated sxemalari	95
-------------------------------------	----

11.3. Avtogenerateddagi aktiv elementni ish holati	98
--	----

11.4. Tranzistorli avtogeneratedni sxemalari.....	99
---	----

12. AVTOGENERATORLARNI CHASTOTA TURG‘UNLIGI	
--	--

12.1 Avtogeneratedlarni chastota turg‘unligi	100
--	-----

12.2. Tasodifiy funksiyani energetik spektri	102
--	-----

12.3. Avtogeneratedni chastota turg‘unligiga ta’sir qiluvchi omillar	104
--	-----

ADABIYOTLAR	109
--------------------------	------------

Muharrir K. Sidikova

Musahhih G. Bahromova