

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

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT
DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

RADIOSIGNALLARNI UZATUVCHI QURILMALAR

fanidan kurs ishini bajarish uchun uslubiy ko‘rsatmalar

Toshkent - 2017

UDK 621.396.61

Tuzuvchilar: Tojiyev A. A., Jabborov A.B.

«Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalar» fanidan kurs ishini bajarish uchun uslubiy ko'rsatmalar– Toshkent: ToshDTU, 2017.

Ushbu uslubiy ko'rsatmalar «5350700 – Radioelektron qurilmalar va tizimlar (tarmoqlar bo'yicha)» yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, unda radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarni loyihalash, ularning alohida qismlarini tanlash va hisoblash, strukturaviy hamda asosiy sxemalarini tuzish masalalari keltirilgan. Kurs ishini, bajarish uchun turli xilda topshiriqlar keltirilgan.

Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat texnika universitetining ilmiy-uslubiy kengashi qarori bilan chop etildi.

Taqrizchilar: I.R.Faziljanov - t.f.n. Uz MU AL va KXX prorektori;
A.A. Yarmuhamedov – ToshDTU dotsenti.

KURS ISHINI BAJARISHDAN MAQSAD

5350700 – Radioelektron qurilmalar va tizimlar (tarmoqlar bo'yicha) yo'nalishining o'quv dasturiga asosan «Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalar» fanidan kurs ishi VIII - semestrda bajariladi. Kurs ishini bajarish talabalarni o'qitishning asosiy bosqichlaridan biri bo'lib, bunda quyidagi vazifalarni: ma'ruza paytida olingan nazariy bilimlarini muhandislik nuqtai nazaridan hisoblashni o'rganishini, talabalarning bitiruv malakaviy ishini loyihalashga tayyorlashni amalga oshirish ko'zda tutiladi.

Bundan tashqari, kurs ishini bajarish talabalarni maxsus texnik adabiyotlar bilan tanishish va ishlashni, tanlangan va hisoblangan radiosxemalarni tog'ri tahlil qilishni hamda ularni talab qilingan standart /ESKD va GOST/ darajasida chizishni o'rgatadi.

1. KURS ISHINI BAJARISHGA QO'YILGAN TALABLAR

«Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalar» fani bo'yicha kurs ishini bajarish quyidagilarni o'z ichiga olishi kerak.

1. Hisob natijalari, chizmalar va sxemalar keltirilgan tushuntirish yozuvi;
2. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning barcha elementlari keltirilgan holdagi to'la sxemasi o'rniga tushuntirish yozuvida adabiyotlardan olingan nazariy tushunchalarni keltirish man qilinadi va uning elementlari asoslanib berilishi hamda uning ishlash usuli keltirilishi kerak. Kurs ishini loyihalash uchun kerak bo'lgan soha oldindan tanlanadi. Bu vaqt ichida talaba qo'yilgan vazifani to'la tushunishi, adabiyotlarni tanlashi va ular bilan tanishib chiqishi kerak.

Kurs ishini bajarishni quyidagi tartibda olib borish maqsadga muvofiqdir:

1. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning struktura sxemasini tanlash va tuzish.

2. Sxemani mos ravishda tanlash va qurilmaning alohida qismlarini xomaki hisoblash.
3. Chiqish va chiqish oldi kaskadlarining ish holatini hisoblash.
4. Chiqish oldi kaskadining tebranish konturini tanlash va hisoblash.
5. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning tavsifnoma va chizmalarini qurish va hisoblash hamda ularni talab qilingan qiymatlar bilan taqqoslash.
6. Ta'minlovchi manbaga qo'yilgan talablarni keltirish va qurilmaning ishlashi uchun sarf bo'layotgan quvvatni hisoblash.
7. Qurilmani barcha elementlari ko'rsatilgan holdagi prinsipial sxemasini tuzish.

Kurs ishinibajarish jarayonida topshiriqda ko'rsatilgan qiymatlariga rioya qilish kerak. Ishni bajarish paytida natijalarni o'qituvchiga ko'rsatish va uning maslahatlaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Ish loyihalani bo'lgandan so'ng taqrizchi tomonidan ko'rib chiqiladi va ko'rsatilgan kamchiliklarni talaba tuzatgandan keyin himoya qilinadi.

Kurs ishini rasmiylashtirish

Kurs ishi hisoblash natijalari keltirilgan tushuntirish yozuvi va chizmalardan iborat bo'ladi.

Tushuntirish yozuvi 203x288mm o'lchamli oq varaqda yozilib, 20-25 bet qo'l yozmadan iborat bo'lib, o'z ichiga berilgan topshiriqni va fan hamda kurs ishi nomi keltirilgan ustki varaqani o'z ichiga oladi. Tushuntirish yozuvi oxirida ishlatilgan adabiyotlar ro'yxati keltiriladi. Qo'llanilayotgan adabiyotlar tartib raqami bilan berilishi va ko'rsatilganda katta qavs ichida bo'lishi kerak. Hamma hisoblash formulalari oldin keltirilib, undan keyin ular asosida hisoblangan natijalar keltiriladi.

Mal'um kaskadni hisoblayotganda, uning sxemasini va unda ishlatilayotgan lampa yoki tranzistorning ish holatini keltirish kerak. Sig'im va qarshiliklarning hisoblangan qiymatlarini standart qiymatlarga yaxlitlab olish kerak. Prinsipial sxema standart varaqada qora qalam yoki

sharikli ruchka bilan aniq qilib, ESKD davlat standartlari /GOST/ talablariga binoan chiziladi.

Topshiriq

Kurs ishini bajarish uchun topshiriq qurilmaning vazifasi va qayerda ishlatilishiga qarab tuziladi. Topshiriq o'z ichiga keng talablarni olib quyidagilardan iboratdir:

1. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning vazifasi.
2. Ish diapazoni.
3. Chiqish quvvati.
4. Foydali ish ko'effitsiyenti.
5. Modulyatsiya ko'effitsiyenti.
6. Kerakmas chastotalarni filtrlash qobilyati.
7. Ta'minlovchi manbaning pul'sasiya ko'effitsiyenti va kuchlanish o'zgarishining qiymati.

Bundan tashqari qurilmaning turiga qarab, yana qo'shimcha talablar qo'yilishi mumkin.

Kurs ishini bajarish uchun berilgan topshiriq 1-ilovada keltirilgan. Bundan tashqari talaba tomonidan uni istagiga qarab, zamonaviy qurilmani loyihalash taklif etilishi mumkin.

2. RADIOSIGNALARNI UZATUVCHI QURILMALARNI XOMAKI HISOBLASH

Bunday hisoblash jarayonida, qurilmaning taxminiy struktura sxemasi va asosiy tafsifnomalari aniqlanadi. Qurilmaning strukturaviy sxemasini tuzishda quyidagilar aniqlanadi:

1. Qurilma kaskadlarining soni.
2. Ish diapazonining chegarasi va uni nechta kichik diapazonlarga bo'linishi.
3. Har bir kaskadning chiqish quvvati.

4. Har bir kaskad uchun kerak bo'lgan tranzistorning turi.
5. Qurilmaning filtrlash qobiliyati.
6. Aktiv elementlarning (mikrosxema yoki tranzistor) ulanish sxemasi va ularning soni.
7. Har bir kaskadning vazifasi (quvvat kuchaytirgich tranzistor, chastota ko'paytirgich va h.k.).
8. Har bir kaskadning ish holati.
9. Modulyatordagi aktiv elementlar turi va soni.
10. Chastota turg'unligini amalga oshirish usuli.
11. Ta'minlovchi manba tanlanadi.

Hisoblash qurilmaning strukturaviy sxemasini chizish va qisqa ish usulini yozish bilan yakunlanadi. Qilingan hisoblash asosida qurilmaning asosiy xususiyatlari aniqlanadi.

Radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning strukturaviy sxemasi

Radiouzatuvchi qurilmalarni bajarishda uni struktura sxemasini tanlash asosiy masalalardan biri hisoblanadi. Berilgan topshiriq talablariga to'la javob beradigan struktura sxemasini tanlash uchun qurilmaning vazifasini, ish diapazonini, chiqishdagi chastota turg'unligini, modulyasiya turini tahlil qilib chiqish kerak. Hozirgi zamon radiouzatuvchi qurilmalari murakkab tizim bo'lib, uning alohida qismlari ma'lum bir vazifani bajaradi. Radiouzatuvchi qurilmalar quyidagi qismlardan iborat bo'ladi:

1. Yuqori chastotali radioto'lqinlarni ishlab beruvchi qism.
2. Yuqori chastotali radioto'lqinlarni bosh qaruvchi qism.
3. Energiya bilan ta'minlovchi qism.
4. Sovutish (katta quvvat bilan ishlaydigan RUQ da) va boshqarish qismi.
5. Avariya holatlarining oldini oluvchi va u to'g'risida xabar beruvchi hamda blokirovka qiluvchi qism.

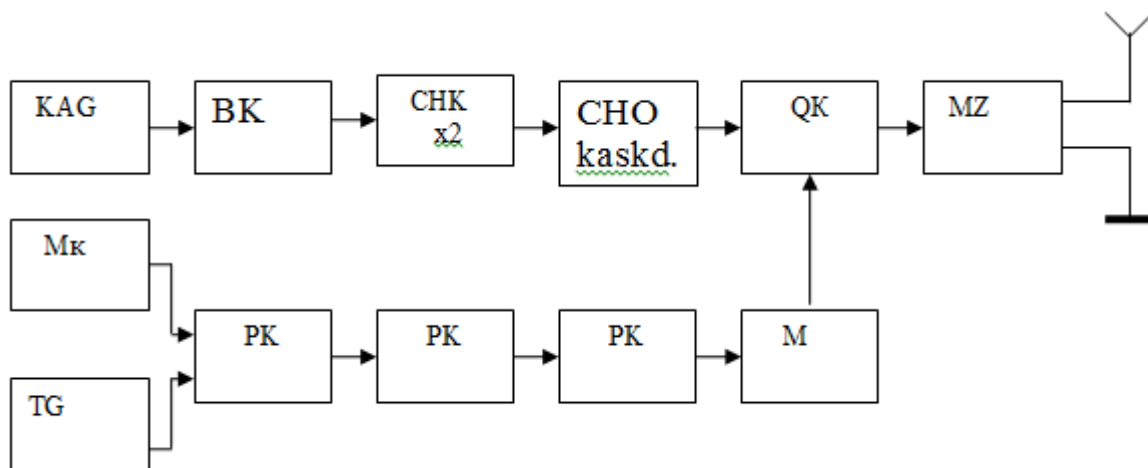
Kurs ishini bajarishda 1,2,3 – qismlar hisoblanadi.

Radioaloqani ishonchligi asosan qurilmaning chiqish quvvati va radioto'lqinlarning chastota turg'unligiga bog'liq bo'ladi. Bu ikki ko'rsatkichga

qo'yilgan talablarni bir kaskadli qurilmada amalga oshirish ancha qiyin masala. Shuning uchun radioaloqa bog'lashda asosan ko'p kaskadli qurilmalar ishlatiladi.

Talab qilingan chastota turg'unligi $\Delta f/f$ avtogenertorda (AG) amalga oshiriladi. Bunday avtogenertorning chiqish quvvati odatda kichik bo'ladi. Oraliq kaskadlarning soni qurilmani chiqish quvvatiga bog'liq.

Eng ko'p tarqalgan strukturaviy sxemalarini ko'rib chiqamiz. 1-rasmda amplitudali modulyatsiyali (AM) RUQning strukturaviy sxemasi keltirilgan. Bu yerda KAG – kvarsli o'z-o'zidan ishlovchi avtogenertor, BK – bufer kaskadi, ChK – chastota ko'paytirgich, CHO kaskd. - chiqish oldi kaskadi, QK – quvvat kuchaytirgich, MZ – moslovchi zanjir, M – modulyator, Mk – mikrofon,



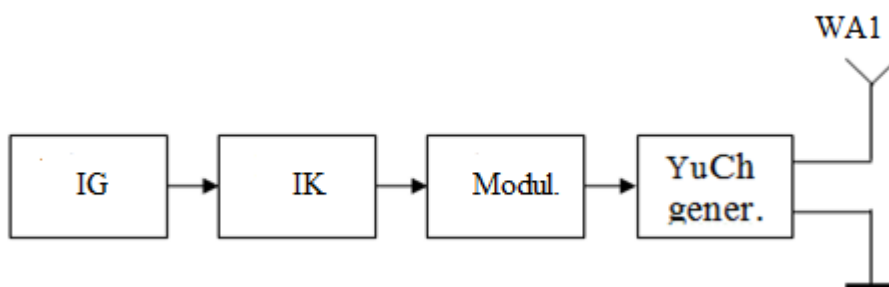
1-rasm. AM modulyatsiyali RUQning strukturaviy sxemasi

TG – tonal generator, PK – past chastotali kuchaytirgichlar. KAG yuqori chastotali to'liqlarni ishlab beradi, BK - keyingi kaskadlarning KAGga bo'lgan ta'sirini kamaytiradi. ChK - chastotani kerakli darajaga kuchaytiradi. QK - radioto'liqlar quvvatini kerakli miqdorgacha kuchaytiradi. O'ta yuqori chastotali va UKV diapazonda IM RUQ ishlatiladi. Uning struktura sxemasi 2- rasmda keltirilgan.

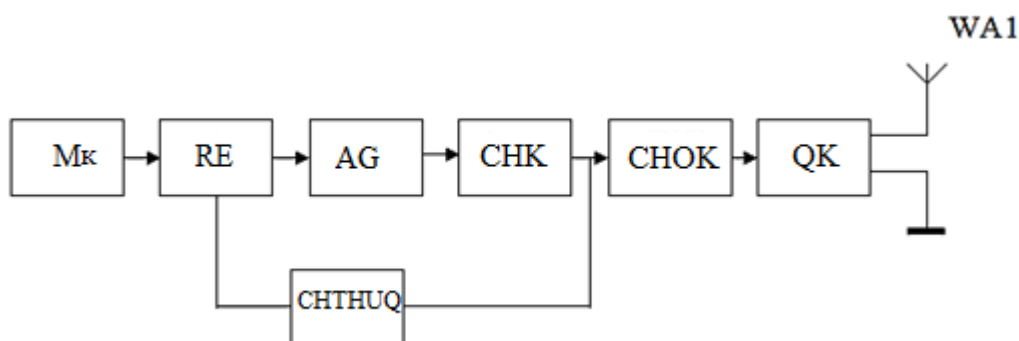
Bu yerda IG – impul'sli generator, IK – impulsli kuchaytirgich, Modul. – modulyator, YuChgener. - yuqori chastotali generator. U past chastotali

tashkil etuvchisi bo'lgan to'rt burchakli impul'sga yaqin bo'lgan radioimpul'slarni ishlab beradi.

Chastotali modulyatsiyali radiosignallarni uzatuvchi qurilmalar (CHM RUQ) ikki turda bo'ladi: bevosita modulyatsiyali va bilvosita modulyatsiyali. 3-rasmda bevosita modulyatsiyali RUQning struktura sxemasi keltirilgan.



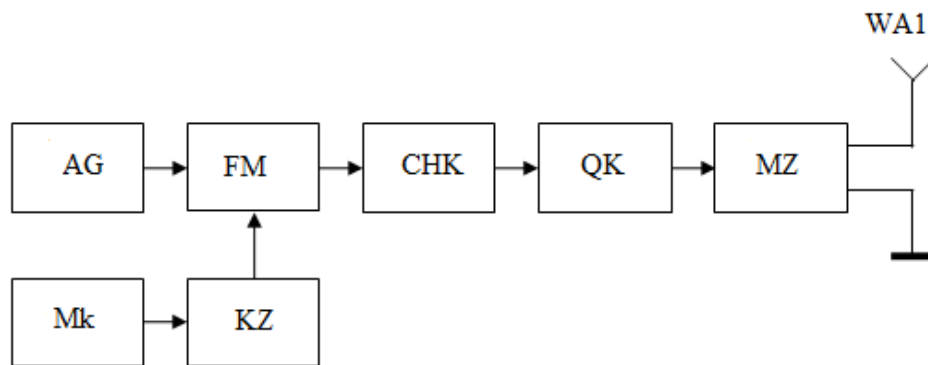
2-rasm. UKV diapazonda ishlovchi impulsli radiouzatuvchi qurilmani strukturaviy sxemasi



3-rasm. Bilvosita modulyatsiyali radiouzatuvchi qurilmaning struktura sxemasi

Mk – mikrofon, RE reaktiv element, AG - o'z- o'zidan ishlovchi avto-generator, CHK – chastota ko'paytirgichi, CHTHUQ – chastotaning turg'un holatida ishlovchi qism. CHOK – chiqish oldi kaskadi, QK – quvvat kuchaytirgichi. Uzatish kerak bo'lgan xabar REga kelib, uning sig'imini o'zgartiradi va shu bilan birga AG chastotasini o'zgartiradi. Odatda RE sifatida varikap ishlatiladi. Bu turdagi sxema kichik va o'rta quvvatli RUQlarda ishlatiladi.

Katta quvvatli RUQlarda bilvosita modulyatsiyali sxemalar ishlatiladi. 4-rasmda uning sxemasi keltirilgan.

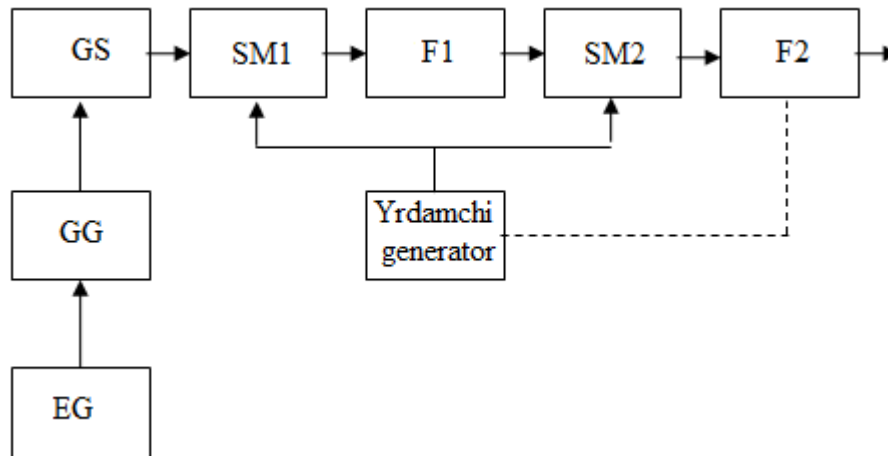


4-rasm. Bilvosita modulyatsiyali radiouzatuvchi qurilmaning struktura sxemasi

AG - yuqori chastotali avtogenerator, FM – fazali modulyator, CHK – chastota ko‘paytirgich, QK - quvvat kuchaytirgichi, Mk – mikrofon , KZ – korreksiylovchi zanjir, chastota deviatsiyasini modulyasiya qiluvchi signalga bog‘liqligini susaytiradi. MZ- moslovchi zanjir. Bunday RUQning afzalligi – chastota turg‘unligi nisbatan yuqori bo‘ladi. Odatda yuqori chastotali generator sifatida kvars tebrantirgichli generator ishlatiladi. O‘rta va uzun to‘lqinlar diapazonida tranzistor yordamida 300W gacha quvvat olish mumkin. Detsimetrli to‘lqin diapazonida va 400MHz gacha bo‘lgan chastotalarda zamonaviy tranzistorlar yordamida 50Wgacha, 1GGz chastotada esa 20W gacha quvvat olish mumkin.

Ko‘p diapazonli RUQlarda «Kvars-Volna» turdagi generatorlar ishlatiladi. Odatda ularning ish chastotasi 10dan oshmaydi. Maxsus hollarda ish chastotasi f_r 10 dan ortiq bo‘lganda va chastota turg‘unligiga katta talablar qo‘yilganda chastota sintezatorlari ishlatiladi. Ularda maxsus o‘zgartirishlar yordamida etalon generator signalidan juda ko‘p ish chastotalarini olish mumkin. Chastota sintezatori 5-rasmda ko‘rsatilgan struktura sxemasi asosida ishlaydi. EG- etalon generator, chastota turg‘unligi yuqori bo‘lgan to‘lqinlarni ishlab beradi. GG – garmonikalar generatori, sinusoi-

dal to'ldirishni to'rt burchakli qisqa impul'sga aylantirib beradi. GS – garmonikalar selektori, kerakli garmonikani tanlaydi. SM₁- smesitel garmonikalar selektorini va yordamchi generator signallarini qo'shib, F₁ filtrga uzatadi.



5-rasm Chastota sintezatorining struktura sxemasi

Yr.Gen. – yordamchi generator, F₁ - o'tkazish qobiliyati tor bo'lgan filtr, SM₂ yordamchi generator va F₁ dan chiqqan signalni qo'shib, F₂ filtrga uzatadi. F₂ – sozlanadigan filtr, chiqish signalini qo'shni garmonikalardan tozalab, keyingi kaskadga uzatadi.

Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarda kichik diapazonlar sonini aniqlash

Struktura sxemasi aniqlanganidan keyin RUQning ish diapazoni kichik diapazonlarga ajratiladi. Bunday ajratish qoplovchi koeffitsiyentini $K_f = f_{\max}/f_{\min} \geq 3$, bo'lganda, ya'ni keng diapazonli RUQlarda amalga oshiriladi. Amalda ikki xil usul bilan kichik diapazonlarga ajratiladi:

1) Har bir kichik diapazonlarning qoplovchi koeffitsiyentni $K_f = f_{\max}/f_{\min}$ ni doimiy qilib bo'lish.

2) Kichik diapazonlarning chastota oralig'ini bir xil qilib bo'lish, ya'ni $K_f = f_{\max} - f_{\min} = \text{const}$. Birinchi usul keng tarqalgan bolib, unda kichik diapazonlar soni ancha kam bo'ladi.

Kichik diapazonlar sonini aniqlash uchun, bir diapazon uchun qoplovchi koeffitsiyentini belgilab olish kerak. Agar ma'lum chastotaga sozlash uchun o'zgaruvchan sig'im ishlatilsa K_f 2-3 atrofida o'zgaruvchan induktivlik, ya'ni variometr ishlatilsa K_f 2-4 atrofida olinadi. U holda kichik diapazonlar soni quyidagi ifoda orqali topiladi:

$$n = \frac{\lg K_f}{\lg K_f} = \frac{\lg f_{\max} / \lg f_{\min}}{\lg f_{\max} / \lg f_{\min}}$$

Umumiy diapazonni ikkinchi usul bilan kichik diapazonlarga bo'lish, odatda kam quvvatli va kichik hajmdagi RUQLarda ishlatiladi. Kichik diapazonlar soni nisbatan ko'p bo'ladi va ularni soni quyidagi ifoda orqali aniqlash mumkin:

$$n = (f_{\max} - f_{\min}) \Delta f_g$$

Δf_g – bitta kichik diapazon band etgan chastota oralig'i. Ko'p hollarda Δf_g eng kichik diapazon uchun aniqlanadi. Buning uchun qoplovchi koeffitsiyent K_{fg} ni belgilab olish kerak, keyin quyidagi ifoda orqali band qilingan chastota oralig'ini aniqlash mumkin:

$$\Delta f = f_{\min} (K_{fg} - 1)$$

3. YUQORI CHASTOTA TO'LQINLARINI ISHLAB BERUVCHI GENERATOR SXEMASINI TANLASH VA CHASTO- TA TURG'UNLIGINI OSHIRISH USULLARI

Yuqori chastotali to'lqinlarni o'z-o'zidan ishlovchi generator (avto-generator) ishlab beradi. Bu generatorlarga qo'yilgan asosiy talablardan biri - iloji boricha chastota turg'unligi $\Delta f/f$ yuqori bo'lishi kerak. Tebranish

konturi induktivlik va sigʻimdan iborat boʻlgan generatorlarda $\Delta f/f = 10^{-2} \div 10^{-3}$ dan oshmaydi va generatorlar koʻp hollarda RUQlarda ishlatilmaydi. Metrli diapazonlarda tebranish konturi kvars rezonatorlardan iborat boʻlgan generatorlar ishlatiladi. Ularning chastota turgʻunligi $\Delta f/f = 10^{-4} \div 10^{-6}$ ni tashkil etadi. Qisqa toʻlqinli diapazonlarda va ish chastotasi f_p koʻp boʻlgan hollarda chastota sintezatorlari ishlatiladi. Sintezatorlarda chastota qadami $F_c = 1\text{KHz}, 100\text{Hz}, 10\text{Hz}$ boʻlishi mumkin. Kurs ishini loyihalashda ish diapazoni mos keladigan chastota sintezatorining turini tanlash bilan kifoyalansa boʻladi.

Oʻta yuqori diapazonda ishlovchi radiolokatsiyali va radionavigatsiyali RUQlarda klistron yoki magnetron asosida ishlovchi avtogeneratorlar ishlatiladi. Bu generatorlarni hisoblash va tanlash kurs ishini loyihalash vazifasiga kiradi.

Chiqish kaskadini tanlash

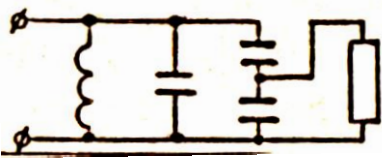
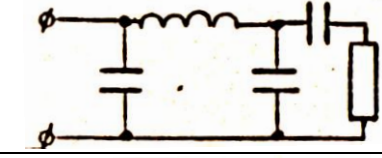
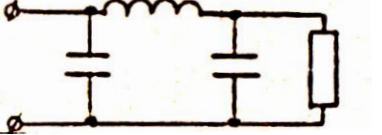
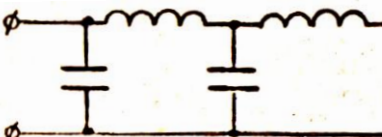
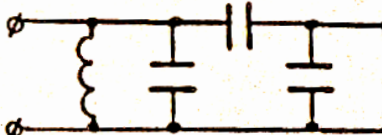
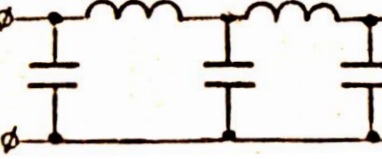
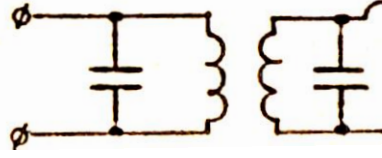
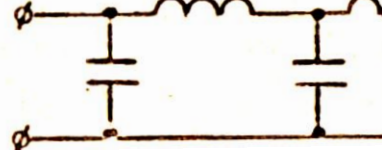
Chiqish kaskadida radiotoʻlqinlar juda katta quvvatgacha kuchaytiriladi. Shuning uchun RUQlarni foydali ish koʻeffitsiyentini aniqlashda, chiqish kaskadining sxemasini tanlash va uni antenna bilan moslash muhim ahamiyatga ega. Chiqish kaskadining tebranish konturi aktiv element (AE) qarshiligini isteʼmolchining qarshiligiga mos ravishda tenglashtirishi kerak. Bu holda RUQlarni foydali ish koʻeffitsiyenti (F.I.K.) yuqori boʻladi. Demak, kurs ishini loyihalashda chiqish kaskadini toʻgʻri tanlash asosiy bosqichlardan biri hisoblanadi.

Hozirgi paytda MKKRga muvofiq kerakmas toʻlqinlarga boʻlgan talablar juda yuqori. Iloji boricha ularning miqdori kam boʻlishi kerak. 30 MHz dan past chastotada ishlovchi RUQlarda, yuqori garmonikalar quvvati 50 mW dan oshmasligi kerak. 30-235 MHz diapazonda ishlovchi radio va teleeshittirish qurilmalarida bu quvvat 1mW dan oshmasligi kerak. Tanlangan chiqish kaskadining sxemasi ancha murakkab boʻlib, tarkibida bitta yoki bir nechta oraliq hamda antenna konturi boʻlishi kerak. Bu holda umumiy F.I.K. biroz kamayadi. Lekin yuqori garmonikalarni filtrlash

yaxshilanadi. RUQlarning chiqish kaskadida ishlatiladigan tebranish konturlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Tebranish konturlarining turlari

Moslovchi zanjir turlari	$A_{n,m}$	$A_{2,m}$
	$n(1-1/n^2)^2$	1,5
	$n^2(1-1/n^2)^2$	3
	$n^3(1-1/n^2)^2$	6
	$n^4(1-1/n^2)^2$	12
	$n(1-1/n^2)^2$	1,125
	$n^7(1-1/n^2)^2$	72
	$n^5(1-1/n^2)^2$	18
	$n^6(1-1/n^2)^2$	18

Antenna yoki iste'molchi oraliq kontur bilan transformator, avtotransformator yoki sig'im orqali bog'lanishi mumkin. Bog'lanish turi antenna va RUQning xususiyatlariga qarab tanlanadi. 2-jadvalda RUQning ish diapazoni, quvvati va kirish qarshiligiga qarab bog'lanish turini tanlash ko'rsatilgan.

100MGs ga ega bo'lgan diapazonda ishlovchi chiqish kaskadlarida umumiy katod yoki umumiy turli sxemada ishlovchi pentod va tetrodlar ishlatilishi mumkin

AE elementlarining quvvatini oshirish uchun ularni parallel ulash yoki ikki taktli quvvatini qo'shish sxemasini ishlatish mumkin. Tebranish konturini tanlashda uni filtrlash xususiyatiga qaratiladi. Bir taktli sxemalarda filtrlash xususiyati ikkinchi garmonika uchun, ikki taktli sxemada uchinchi garmonika uchun hisoblanadi. RUQlarning quvvati $P_{\sim} < 1\text{KW}$ bo'lganda bittadan oraliq ($m=1$) va istemolchi konturi, $P_{\sim} = 100\text{KW}$ bo'lganda ikkita oraliq ($m = 2$), $P_{\sim} > 100\text{KW}$ bo'lganda esa uchta oraliq konturlari ishlatiladi.

Berilgan quvvatga qarab oraliq konturlarining taxminiy soni (m), aniqlanadi va ikkinchi garmonika uchun filtrlash xususiyatini ko'rsatuvchi koeffitsiyent A_{2m} topiladi

$$A_{2m} \geq \frac{1,7\sqrt{P_{\sim}/K_i}}{(Q_s \frac{1 - \eta_{kmin}}{m})}$$

Bu yerda $P_{\sim}$ -radiouzatuvchi qurilmaning ish chastotasidagi quvvati, $K_i = 0,3 \dots 0,8$ - asosiy chastotadagi yuguruvchi to'lqin koeffitsiyenti, $Q_s = 100 \dots 400$ – konturning salt saxiyligi, $\eta_{kmin} = 0,7-0,95$ konturning F.I.K. Topilgan A_{2m} qiymatiga qarab, 1-jadvaldan tebranish konturining turi aniqlanadi. Bu yerda shuni ta'kidlash kerakki, P - ko'rinishdagi kontur boshqa konturlarga nisbatan radiosignallni uzatuvchi qurilmalarda keng

tarqalgan bo'lib, asosan 3 guruhdan iborat. Tebranish konturini tanlash va hisoblash juda ko'p adabiyotlarda keltirilgan.

2-jadval

Antenna va iste'molchi orasidagi bog'lanish turlari

RUQ va antenna xususiyatlari		Bog'lanish turlari
Quvvat	Kichik (sig'im orqali sozlash) O'rta va katta quvvat (sozlash variometry orqali)	Transformatorli Avtogeneratorli, sig'imli, induktivli tarmog'idan
Diapazon	1.2 -1.3	O'zgarmas bog'lanish
o'zgarishi	1.3	O'zgaruvchan bog'lanish
kirish	100 Om gacha	Transformatorli yoki sig'imli
Qarshiligi R_{kir}	100 Om dan yuqori	Sig'imli

AE ni tanlash antennadan uzatilishi kerak bo'lgan quvvatga asoslanadi. Ikki konturli kaskad uchun quvvat quyidagicha bo'ladi:

$$P_{tash} \geq P_a / \eta_o \eta_a$$

η_o - oraliq konturining foyldai ish koeffitsiyenti, P_{tash} -tashuvchi signal quvvati,

η_a - antenning foydali ish koeffitsiyenti, P_a – antennadagi quvvat.

Oraliq konturining soni ($m > 1$) ko'p bo'lganda, yuqoridagi ifodaning maxraji ham kontur F.I.K.ni ko'paytmasidan iborat bo'ladi.

Antennaning F.I.K. $\eta_a = \eta_a / (\eta_a - x_Q / Q)$ ga teng.

Bu erda η_a – antennaning aktiv qarshiligi,

x_a – antennaning reaktiv qarshiligi,

Q – antenna konturining saxiyiligi.

Aktiv element (AE) sifatida lampa ishlatilganda mumkin bo'lgan quvvatlan tashqari, ta'minlovchi manba kuchlanishi U_a va AElarning ulanish koeffisientini e'tiborga olish kerak.

AE sifatida tranzistor ishlatilganda 3-jadvaldan foydalanish kerak. Agar berilgan quvvat P_e va ish chastotasi f_{ish} jadvaldagidan farq qilsa, u holda quvvat kuchaytirish koeffisientini qayta hisoblab chiqish kerak. $K_r < 10-15$ bo'lganda:

$$K_p = K_{pe} \left(f_{ish} / f_{cheg} \right)^2$$

Kollektor kuchlanishi E_k kamaytirilganda, va F.I.K. $\eta = 60\%$ bo'lgan holda K_p (E_k / E_{ke}) ga proporsional ravishda kamayadi. Shuning uchun E_k ni jadvalda ko'rsatilgan qiymatini olish kerak. Agar tanlangan tranzistor uchun kerakli qiymatlar jadvalda bo'lmasa, ularni quyidagicha hisoblash mumkin:

$$I_{k\ max} = 10P_{\sim} / U_k < I_k$$

U_k va I_k – tranzistor kollektorining kuchlanishi va toki

$$T_{o't} = T_m + R_{k\ o't} P \cong T_{o't}$$

T_m - muhit harorati, $R_{k\ o't}$ - kollektor o'tish qismining qarshiligi, $T_{o't}$ – esa shu qismning harorati.

$$f_{ish} \leq 0,5 f_{cheg} \quad (1)$$

f_{cheg} - radioto'liqning yuqori chegaraviy chastotasi. f_{ish} -ishchi chastota. (1)
ifodani bajarilishi kerakli quvvatini olish uchun kerak:

$$P_{\Sigma} = \frac{P_{\sim}}{S_{kr} E_k^2} \leq 0,1 \quad (2)$$

P_{Σ} – normallashtirilgan quvvat. Agar (2) tenglama bajarilmasa FIK 40% dan past bo'ladi. Agar berilgan ish chastotasi f_r da quvvatni beradigan tranzistor topilmasa, u holda RUQ da chastota ko'paytirgich ishlatishga to'g'ri keladi. Chastota ko'paytirgichning ko'paytirish koeffisityenti $N = 2-3$ dan oshishi kerak emas.

Ta'minlovchi zanjir sxemsini shunday tanlash kerakki, tranzistorning umumiy elektrodi, radiosignallarni uzatuvchi qurilmani massasi bilan ulanishi kerak.

Oraliq kaskad sxemalarini tanlash va ular sonini aniqlash

Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarda qo'llaniladigan oraliq kaskadlar quyidagi talablarni qanoatlantirishi kerak:

- a) Chiqish kaskadi uchun kerakli quvvatni ishlab berish kerak.
- b) Chiqish kaskadiga ta'sir qiluvchi signal amplitudasini bir xil qilib, ushlab turish kerak.
- c) Chiqish kaskadini o'z-o'zidan ishlovchi generatorning chastota turg'unligi bo'lgan ta'sirini susaytirish kerak.

Oraliq kaskadlarda asosan 1- jadvalda keltirilgan bir konturli 1-3 sxemalar qo'llaniladi. Bu kaskadlarning quvvatini yuqorida keltirilgan (1) ifoda orqali topish mumkin. Kaskad o'ta kuchlanish ish holatida ishlashi kerak.

Oraliq kaskadlar sxemaning turiga qarab uch guruhga bo'linishi mumkin:

- a) rezonansli kaskad kuchaytirgichlari;
- b) aperiodik kaskad kuchaytirgichlari;

v) keng to'liq diapazonida ishlovchi kaskadlar.

Bulardagi sozlash va boshqarish elemenlarini kamaytirish maqsadida 3-guruh kaskadlari ko'proq ishlatiladi. Aperiodik kaskad kuchaytirgichlari kam quvvatli, ya'ni bufer kaskadlarda ishlatiladi. Birinchi va ikkinchi guruh kaskadlari ishlatilganda, filtrlash asosan chiqish kaskadida amalga oshiriladi. Rezonans kaskadlar bir taktli va ikki taktli sxema asosida ishlatilishi mumkin. Chiqish oldi kaskadi quvvatini aniqlash uchun uning tebranish konturining F.I.K.ni aniqlash kerak. Odatda F.I.K. $\eta_k = 0,8-0,85$ atrofida olinib, bu quvvat ko'paytirish koefitsiyentiga bog'liq bo'ladi.

$$K_p = 2 \dots 40$$

Oraliq kaskadga tranzistor tanlashda ikki narsaga ahamiyat berish kerak:

a) Tranzistor iste'molchiga talab qilingan quvvatni kuchaytirib berishi kerak.

b) Diapazonning yuqori chastotasida tranzistorning kuchaytirish koefitsiyenti 3 dan kam bo'lishi kerak emas.

$K_p < 3$ bo'lganda struktura sxemadagi kaskadlar soni ko'payadi, bu esa radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarni ishlash turg'unligini va F.I.K.ni pasaytiradi.

Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarda ishlatiladigan modulyatsiya turlari

Ma'lumki hozirgi paytda ishonchli va nisbatan arzon bo'lgan raqamli bo'lgan radiouzatuvchi qurilmalari keng ishlatilmoqda. Ularda uzatilishi kerak bo'lgan axborot tashuvchi signalga raqamli modulyatsiya orqali qo'shiladi. Raqamli modulyatsiya analogli modulyatsiyaga nisbatan bir qancha afzalliklarga ega. Bular qatoriga chastotalar spektrini unumliroq ishlatilishi, halaqit bardoshlikni yuqoriligi, ko'p stansiyali boshqarilishni effektivligi, axborot yaxshi himoyalanganligi kabilar kirishi mumkin. Masalan yuqori darajali raqamli modulyatsiya QAM analog modulyatsiyaga nisbatan radiosignal chastota spektri ancha unumli ishlatadi. Bu modulyatsiya turida

kodlash jarayonida kodli modulyatsiyani ishlatish radiosignalni shovqin halaqitlarga va tovush yo`q bo`lish hodisalarga bardoshlilikini oshiradi. Raqamli modulyatsiyada signal spektrini kengligi oshirish bir vaqtni o`zida tovush yo`q bo`lish hodisasini bartaraf qiladi va qabul qilish paytida signalni ko`p nurli tarqatilishni birlashtiradi, interfrekvensiyaga bo`lgan halaqitbardoshlikni oshiradi. Bundan tashqari ko`p signallarni qabul qilish imkonini beradi. Shu jihatdan bugungi kunda simsiz radioaloqa tizimida deyarli raqamli modulyatsiya, ya'ni raqamli uzatish qurilmalari ko`proq ishlatiladi.

Raqamli modulyatsiyada axborotni aloqa kanali bo`yicha uzatish bitlar oqimi tarzda uzatiladi. Bu bitlar axborot manbadan keladi. Axborot manbai analogli

(ARO` barajildi) yoki raqamli bo`lishi mumkin. Bit- bu 1 yoki 0 qiymatlarni oluvchi ikkilik simvollardir. Axborotni bit oqimi ketma-ketligi olish uchun axborot manbai chastota bo`yicha siqilishi mumkin. Raqamli modulyatsiya axborot bitlarini aloqa kanalidan uzatish paytida axborot bitlari uzatilishdan oldingi holatiga qaytariladi.(1)

Modulyatsiya turini tanlashda quyidagilarga amal qilinadi:

- Axborotni uzatish tezligi yuqori bo`lishi kerak
- Signalni chastota spektri effektiv ishlatilishi kerak
- Uzatuvchi quvvati minimal qiymatga ega bo`lishi (minimal talab qilingan quvvat)
- Aloqa kanalidagi signallar halaqit bardosh bo`lishi kerak
- Axborotni uzatish kam quvvatli va narxi qimmat bo`lmasligi kerak

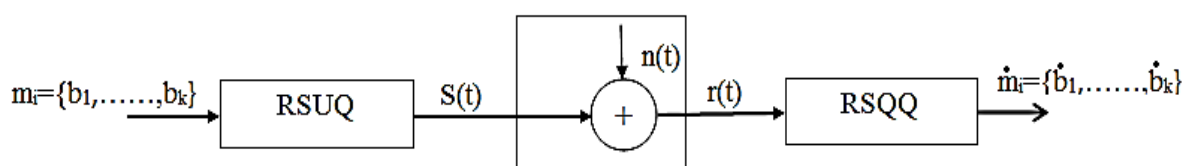
Ko`p hollarda bu talablar qarama – qarshi bo`ladi va optimal natija olish uchun

Modulyatsiyani quyidagi turlari mavjud:

- Amplitudali
- Chastotali
- Fazali

Chastota bo`yicha modullashtirilgan signal doimiy tashkil etuvchiga ega bo`lib, nochiziqli usullar bilan ishlab chiqiladi. Shuning uchun uni nochiziqli modulyatsiya yoki doimiy tashkil etuvchisi bo`lgan modulyatsi-

ya deyiladi. Amplitudali va fazali modulyatsiya chiziqli usullar bilan ishlab chiqiladi va chiziqli modulyatsiya deyiladi. Odatda chiziqli modulyatsiyani spectral xarakteristikalarini nochoziqligiga nisbatan ancha yaxshi bo`ladi. Lekin amplitudali va fazali modulyatsiyada axborot amplitudani yoki fazani o`zgartiradi, ya'ni amplitudada yoki fazada joylashgan bo`ladi. Amplituda va faza esa ko`proq interfrensiya va tovush yo`q bo`lish hodisasi ta`sirida bo`ladi. Bundan tashqari bu turdagi modulyatsiyani kuchaytirish uchun chiziqli kuchaytirgich kerak bo`ladi. Shuning uchun modulyatsiyani turini tanlashda yuqorida bayon qilingan fikrlarga qarab tanlanadi. Simsiz aloqa tizimida modulyatsiya turini tanlash (1 2) kechiktirilgan signallarni fazaviy konsepsiyaga asoslangan. Bundan tashqari bu adabiyotlarda (1) signallarni fazaviy konsepsiyasi amplituda impulsli AIM (PAM – Pulse Amplitude Modulation), Fazali manipulyatsiya FMN (PSK – Phase – Shift keying), Kvadraturali amplitudali modulyatsiya KAM (QAM – Quadrature Amplitude Modulation) tahlil qilish uchun qo`llaniladi.



6-rasm. Simsiz aloqa tizimining strukturaviy sxemasi.

Simsiz aloqa tizimini strukturaviy sxemasini ko`rib chiqamiz. U radiosignallarni uzatuvchi qurilma, aloqa kanali va radiosignallarni qabul qiluvchi qurilmadan tashkil topgan. Har bir T sekund davomida simsiz aloqa tizimi aloqa kanali orqali $K = \log_2 M$ axborot bit oqimi $R = K/T$ bit/sek tezlik bilan uzatadi. Axborot bit oqimini $M = 2^K$ mumkin bo`lgan ketma ketligi mavjud. Shuning uchun har bir ketma-ket  $K$  bit  $m_i = \{b_1, \dots, b_k\} \in M$  ko`rinishidagi axborotni tashkil etadi.

Bu yerda $M = \{m_1, \dots, m_M\}$ - barcha axborotlarni to`plami. Bularning tanlash ehtimoli  $P_i$ ,  $\sum_{i=1}^M P_i = 1$   $m_i$  axborot  $[0, T]$  vaqt oralig`ida uzatilishi kerak. Aloqa kanali anologli bo`lganligi uchun, axborot ham anologli

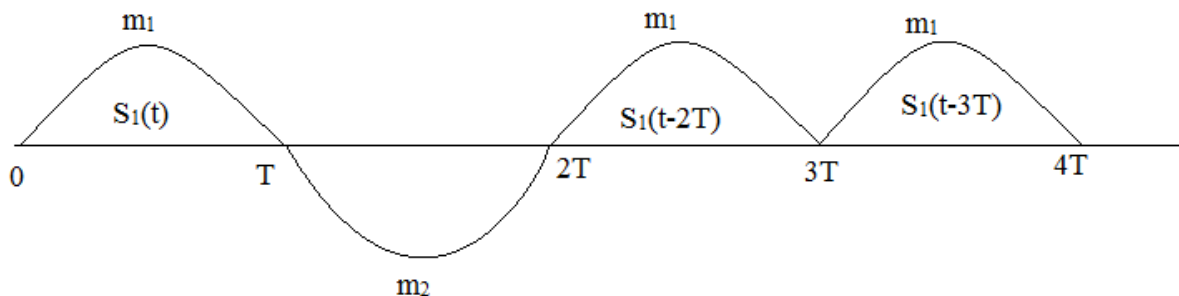
koʻrinishiga oʻzgartirilishi kerak, yaʼni $m_i \in M$ koʻrinishidagihar bir axborot $S_i(t) \in \{S_1(t), \dots, S_M(t)\}$ koʻrinishida analog signalga aylantiriladi. Bu signal vaqt boʻyicha $[0, T]$ oraligʻida va quyidagi energiyaga ega.

$$E_{si} = \int_0^T S_i^2(t) dt$$

Har bir axborot bitlar ketma – ketligidan iborat boʻlgani, unga tegishli boʻlgan har bir $S_i(t) \in S$ signal ham bitlar ketma-ketligidan iborat boʻladi. Uzatilgan $S_i(t)$ signal radiosignallarni qabul qiluvchi qurilmada bitlar ketma – ketligi tarzida demodulyatsiya qilinadi. Axborot ketma – ket uzatilganda, unga tegishli uzatilayotgan signal ham analog signallar $[kT, (k+1)T]$ vaqt oraligʻida ketma ketlikni hosil qiladi.

$$S(t) = \sum_k S_i(t - kT)$$

Bu yerda $S_i(t) - [kT, (k+1)T]$ vaqt oraligʻidagi keng polosali signal.



7-rasm. Axborot ketma-ketligiga tegishli uzatilayotgan signal

Simsiz aloqa tizimini 6-rasmdagi struktura sxemasida signal AWGN additiv oq shovqinli aloqa kanali orqali uzatiladi. Qabul qilishda uzatilgan bu signalga spektral zichligi $N_0/2: r(t) = s(t) + n(t)$ boʻlgan oq gausli shovqin $n(t)$ qoʻshiladi. Berilgan $r(t)$ funksiyaga qarab radiosignalni qabul qiluvchi

qurilma $[kT, (k+1)T]$ oraliqda uzatilayotgan $S_i(t)ES$ sugnallar ketma-ketligidan eng yaxshisini tanlaydi. Bu eng yaxshi signalga $m_i(t) \in M$ axborot to'g'ri keladi. Radiosignalni qabul qiluvchi qurilmani chiqish qismida axborot $m = \{b_1, \dots, b_k\} \in M$ ko'rinishidagi uzatilgan bitlar ketma-ketligida namoyon bo'ladi. [1,2].

Yuqorida bayon qilinganidek burchak modulyatsiyasida uzatilayotgan xabar ta'sirida tashuvchi signalni fazasi o'zgaradi. Faza devyatsiyasi uncha katta bo'lmagan paytda $m_f \ll 1$ FM uchun, $m_{CHM} \ll 1$ ChM uchun tashuvchi signal spektri amplitudali modulyatsiya spektriga o'xshash bo'ladi. Faqat quyi yon chastota tashkil etuvchisi ($\omega_0 - \Omega$) fazasi yuqori yon tashuvchiga nisbatan ($\omega_0 + \Omega$) teskari bo'ladi. Burchak modulyatsiyada halaqit bardoshlikni oshirish uchun $m_f \gg 1$ ish holati qo'llaniladi. Bu holda signal spektri ancha keng bo'ladi va band qilingan chastota oralig'i quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$P_b = 2\Omega(m_f + 1) \approx 2 \omega_n$$

Bu ifodadan ko'rinish turibdiki, chastotali modulyatsiyada ($m_f \gg 1$) band qilingan chastota oralig'i modulyatsiya qiluvchi signal chastotasiga bog'liq bo'ladi. $P_b \approx 2 a_w U_\Omega$, fazali modulyatsiyada esa proporsional bo'ladi.

$$P_b \approx 2 \Omega_{maks} a_f U_\Omega$$

Modulyator sxemasini tanlash

Modulyator past chastotali ko'paytirgich bo'lib unda rezistorli yoki yoki transformatorli iste'molchi ishlatiladi. Modulyatorda kollyektorli (anodli) modulyasiya ishlatilganda, modulyasiya qilinayotgan kaskadni aktiv elementidan foydalaniladi. Ta'minlovchi manba umumiy bo'ladi. Modulyator chiqish qismining F.I.K. 50% dan oshmaydi; shuning uchun modulyatorga berilayotgan quvvat $P_{bp} = 2P_m$ ga, tokni doimiy tashkil etuvchisi $I_{0m} = P_{0m}E_m$ ga teng bo'ladi.

Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarni xomaki hisoblashda modulyator quvvatining taxminiy qiymatini, modulyasiya transformatorining F.I.K. ni ($\eta_{tr} = 0.35 \dots 0.035$) hisobga olgan holda quyidagi ifoda orqali hisoblash kerak:

$$P_m = (m^2 E_{AM} I_{0m}) / \eta_{tr}$$

Radiotoʻlqinlarni uzatuvchi qurilmalarning kaskadlarini hisoblash

Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarning struktura sxemasi va uning alohida kaskadlarining soni aniqlanganidan keyin, struktura sxema taxminiy hisoblanadi. Hisoblash natijasida chiqish kaskadining sxemasi, quvvati P_{chiq} , antennadagi quvvat P_a , aktiv elementni turi maʼlum boʻladi. Keyin chiqish oldi kaskadining ish holatlari toʻla hisoblanadi. Hisoblash paytida manbaning kuchlanishi, yuqori chastotali isteʼmolchi qarshiligi Z_n aniqlanadi. Z_n ni qiymati shunday boʻlishi kerakki, bunda AE isteʼmolchiga talab qilingan quvvatni ishlab berish kerak.

Agar loyihalayotgan radiouzatuvchi qurilma AMli boʻlsa, kaskadining ish holati modulyasiya turiga qarab aniqlanadi. Siljish kuchlanishi E_s orqali modulyatsiya amalga oshirilganda, kaskadning ish holati kam kuchlanganlik boʻladi. Quvvat quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$P = P_{\text{tash}}(1+m)^2$$

Modulyatsion tavsifnoma chiziqli boʻlishi uchun kollektor tokining kesish burchagi $\theta = 100-110^\circ$ boʻlishi kerak. Kollektorli modulyatsiya chiqish kaskadida amalga oshiriladi va kaskad oʻta kuchlanganlik ish holatida ishlashi kerak. Chiqish kaskadining quvvati “telefon” ish holati uchun (1) ifoda orqali hisoblanadi. Kollektor tokining kesish burchagi $\theta = 80-90^\circ$ ga teng. Televizion uzatuvchi qurilmalarda, modulyatsiya kam quvvatli kaskadlarda amalga oshiriladi. Shuning uchun bunday radiouzatuvchi qurilmalarda modulyatsiya qilingan signallarni kuchaytirish kerak. Bunday kuchaytirgichlar kam kuchlanganlik ish holatida ishlatiladi va kesish burchagi $\theta = 90^\circ$ qilib olinadi. Bu holda nochiziqli buzuqliklar kam miqdorda boʻladi. 100% li modulyatsiyani amalga oshirish uchkn kesish burchagi θ ni quyidagi ifoda orqali aniqlash mumkin:

$$\theta_{\text{max}} = \arccos[(1 - m_b)/(1 + m_b)]$$

m_b – katta qiymatga ega boʻlgan modulyatsiya koeffitsiyenti.

Chiqish va chiqish oldi kaskadlarining ish holatlarini hisoblash

Chiqish kaskadi uchun tranzistor, berilgan yoki hisoblangan chiqish quvvati (R_{chq}) va ish chastotasiga (f_{ish}) qarab tanlanadi. Tranzistorni tanlashda 3- jadvaldan yoki boshqa adabiyotlardan (spravochnik) foydalanish mumkin.

3 –jadval

Tranzistor parametrlari

Toʻlqinlar diapazoni	Tranzistor turi	Eksperimental parametrlari $t=20^{\circ}\text{S}$						Chegaraviy qiymatlari			
		f_{ish} MGs	P_{nom} W	K_{pe}	E_k , V	η , %	E_m V	$E_{kch.}$ V	P_m W	I_k A	$t_M^{\circ}\text{C}$
Dekametrli	KT602	6	1	10	15	-	30	25	-	1,5	85
	P701	1	1,6	8	25	-	10	80	2,5	0,5	150
	KT801	-	-	-	-	-	80	80	2	2	150
	KT802	20-	30	8	30	50	150	90	3	10	150
	KT804	-	-	-	-	-	190	75	2	-	-
	KT805	-	-	-	-	-	180	160	5	8	150
	KT903	25	18	8	-	-	60	60	4	3	150
	KT603	50	0,1	5	8	60	20	12	3	0,12	85
Metrli va des- imetrli	KT602	100	1,0	-	-	-	120	100	5	0,5	150
	KT603	150	0,5	3	-	55	30	30	3	0,5	150
	KT904	100	8	8	-	73	-				
	KT913A	1500	3,5	2	28	60	55	55	3,5	0,5	150
	KT913B	1500	6	2	28	60	55	55	3,5	1	150
	KT640A	6000	0,1	4	15	-	25	-	3	0,06	150
	KT919A	1350	4,4	4,4	28	-	45	-	3,5	0,7	150
	KT930A	1000	40	5	28	-	-	28	4	6	150
	KT930B		75	3,5	28	-	-	28	4	10	150

Chiqish quvvati tranzistor harorati 20°C boʻlgan hol uchun hisoblanadi, chunki harorat oshishi bilan foydali chiqish quvvati kamayadi. Ish chastotasi kamayishi bilan, tranzistor ishlab berayotgan foydali quvvat oshadi. Bu asosan tranzistor ish holatining kuchlanganligi hisobiga boʻladi.

Yuqori chastotali quvvatli tranzistorlarni kuchaytirish ish holatida ishlatilganda, ularning ishlab beradigan quvvati R_{chiq} , uning mumkin bo'lgan quvvati R_{mum} ni 40-50 % ni tashkil etishi kerak. Aks holda tranzistorning F.I.K. kamayib ketadi.

Odatda adabiyotlarda tranzistor uchun chastota oralig'i ($f_{max}-f_{min}$) ko'rsatiladi. Quyi ish chastotasi f_{min} tranzistorni chegara ish chastotasining 20-30% ni tashkil etishi, yuqorisi f_{max} esa f_{chyeq} ga yaqin bo'lishi kerak.

Nisbatan past chastotalarda umumiy emmitterli sxema, yuqori chastotalarda esa umumiy bazali sxemalar ishlatiladi.

Agar tanlangan tranzistor jadvalda keltirilmagan bo'lsa, u holda uning xususiyatlarini, pasportida keltirilgan f_{chyeq} , r'_e , S_k , S_e orqali topish mumkin. Bundan tashqari L_{umum} induktivlikni bilish kerak. Odatda $L_{umum}=0,1-0,4$ nGn, kollektor L_k va L_b induktivliklar qiymati 5 baravar ko'p qiymatni tashkil etadi. $C(5...10)C_k$, $r'_k \approx r'_e \approx 0,3r'_b$.

Tokni uzatish ko'effitsiyenti h_{21} yuqori chastotali ko'paytirgichlarni hisoblashda 10÷100ga tyeng bo'lishi mumkin. Statik tavsifnomalarning siljish kuchlanishi U' kremniy asosida tayyorlangan tranzistorlarda 0,6-0,9V ni tashkil etishi mumkin. Tranzistor qiyaligi S_{cheg} taxminan $15P_{chiq}/U_{ko}^2$ ga teng qilib olinadi.

Hisoblash paytida quvvat kuchaytirish ko'effitsiyenti K_p ning qiymati, pasportda ko'rsatilgan qiymatidan 20% ga farq qilsa, ekvivalent sxema elementlari to'g'ri tanlangan deyish mumkin.

Emmitterga qo'yilgan U_{ebmax} teskari kuchlanish, chegaralangan qiymatdan kop'roq olish kerak.

Yuqorida qayd qilingan ishni loyihalash uchun I_{chiq} , f_r , t_{sr} berilishi kerak. Agar talab qilingan quvvat tranzistor quvvatiga yaqin bo'lsa, u holda kuchlanishni $U_{ko} = 28$ V qilib, ish holatini esa kritik qilib olish kerak. Agar talab qilingan quvvat tranzistor quvvatiga yaqin bo'lsa, kuchlanishni kamaytirish kerak. Shuni ta'kidlash kerakki, U_{ko} ni ikki baravar kamaytirish f_{chyeq} ning (5-15)% kamayishiga, S_k ni esa 15-40% ko'paytirishiga olib keladi.

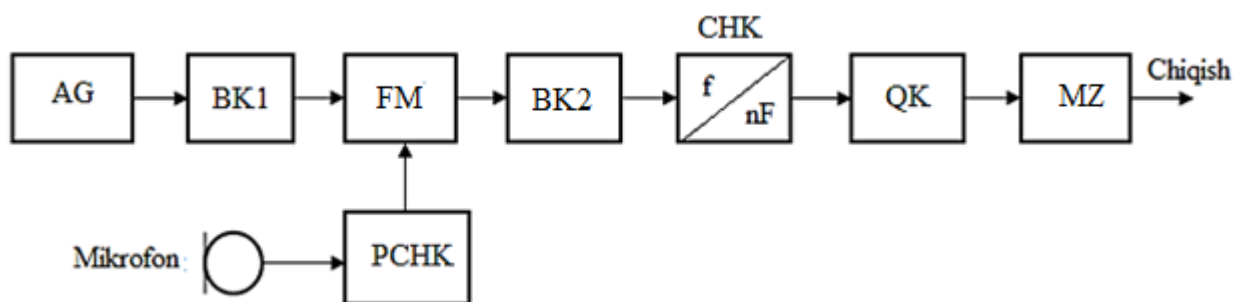
Siljish kuchlanishi U_s odatda, quvvati kata bo'lgan kuchaytirgichlarda nolga teng qilib olinadi. Bu sxemani soddalashtirishga va kesish burchagini

$0=90^\circ$ ga teng qilishga imkon beradi. Tranzistor haroratini $t_k = t_m + (10...20)^\circ\text{C}$ ga teng qilib olish mumkin.

Umumiy emmitterli sxemalarda ekvivalent generator ishlab berayotgan quvvat P_g ni $(0,5...1)f_{\text{cheg}}$ chastotalarda chiqish quvvatidan (P_{chiq}) 10-25% kam olish kerak. Ish chastotasi chegaraviy chastotadan ($f_{\text{ish}} > f_{\text{cheg}}$) katta bo'lganda P_r ni 40-50% ko'proq olish kerak. Aloqa boglovchi peredatchikni hisoblash quyidagicha olib boriladi:

4. FAZA BO'YICHA MODULLASHTIRILGAN ALOQA BOG'LOVCHI RADIOSIGNALLARNI UZATUVCHI QURILMANI HISOBLASH

Hozirgi paytda keng qo'llanilayotgan fazali modulyatsiyali aloqa bog'lovchi tranzistorli radiosignallarni uzatuvchi qurilmalar quyidagi strukturaviy sxema asosida yaratiladi:



8-rasm. Fazali modulyatsiyali aloqa bog'lovchi tranzistorli radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning strukturaviy sxemasi.

AG – tashuvchi signal avtogeneratori

BK1, BK2 – kirish qarshiligi kata bo'lgan bufer kaskadi, chastota ko'paytirgichini tashuvchi signal generatoriga bo'lgan ta'sirini kamaytiradi

CHK – chastota ko'paytirgich

FM – varikap asosida ishlaydigan fazali modulyator

PCHK –past chastota kuchaytirgichi

QK – quvvat kuchaytirgichi

MZ- moslovchi zanjir

Radiosignallarni uzatuvchi qurilma tarkibidagi kaskadlarni kuchaytirish ko'effitsiyentlarini aniqlash

Umumiy emitterli quvvat kuchaytirgichlarni haqiqiy kuchaytirish ko'effitsiyentlari ishchi chastota (f_{ish}) va tranzistorni chegaraviy chastotasini (f_{cheg}) nisbatiga bog'liq bo'ladi va ishchi chastota oshishi bilan kamayadi.

UKV (ultra qisqa to'lqin) diapazonida ishchi chastota $f_{ish} = 0,3... 0,7 f_{cheg}$ bo'lganda, radiosignallarni uzatuvchi qurilmani (peredatchikni) strukturaviy sxemasini hisoblash uchun quyida keltirilgan kuchaytirish ko'effitsiyentlari qabul qilinadi.

- Kuchaytirish kaskadlari uchun $K_{pk} = 3...10$
- Bufer kaskadlari uchun $K_{pbk} = 3...5$
- Chastota ko'paytirgichlari uchun $K_{pn} = \frac{K_{pk}}{n}$, n – chastotani ko'paytirish ko'effitsiyenti
- Fazali modulyator (FM) signalni bir muncha susaytiradi, shuning uchun $K_{p\,fm} = 0,1...0,3$ deb olish mumkin.

Peredatchikni umumiy kuchaytirish ko'effitsiyenti quyidagi ifoda bilan topiladi.

$$K_{p\,um} = \frac{P_{chiq}}{P_{kir}} = K_{pbk} \cdot K_{p\,fm} \cdot K_{pbk} \cdot K_{pn} \cdot K_{pk}$$

Chastota ko'paytirgichni ko'paytirish ko'effitsiyenti odatda $n = 2-3$, tashuvchi signal generatorini (avtogeneratorni) chastotasi esa $f_{ag} = 10...15$ MGs deb olinadi.

Radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning strukturaviy sxemasini hisoblash namunasi

Hisoblash uchun berilgan qiymatlar:

Antennadagi quvvat $P_a = 20$ W

Tashuvchi signal avtogeneratorini quvvati $P_{ag} = 10 \text{ mW}$

Ishchi chastota $f_{ish} = 120 \text{ MGs}$

Strukturaviy sxemani hisoblash quyidagi tartibda olib boriladi:

1. Chastota ko'paytirgichlarni soni aniqlanadi.

$$n_{umum} = \frac{f_{ish}}{f_{ag}}; \quad n_{umum} = \frac{120}{10 \dots 15} = 8 \dots 12;$$

Chastota ko'paytirish koefitsiyentini $n = 2 \dots 3$ deb olamiz. Agar chastotani ko'paytirish koefitsiyentini, $n = 3$ teng qilib olinsa, u holda chastotani umumiy ko'paytirish koefitsiyenti $n_{umum} = 9 = 3 \times 3$ bo'ladi. Demak ko'paytirish koefitsiyenti $n = 3$ bo'lgan ikkita chastota ko'paytirgichini ishlatish kerak.

2. Avtogeneratorni chastotasi:

$$f_{ag} = \frac{f_{ish}}{n_{umum}}; \quad f_{ag} = \frac{120}{9} = 13,333 \text{ MGs};$$

3. Kuchaytirgichni quvvat bo'yicha kuchaytirish koefitsiyenti

$$K_{pn1} = K_{pn2}; \quad K_{pn1} = \frac{3 \dots 10}{3} = 1,0 \dots 3,3$$

Kuchaytirish koefitsiyentini $K_{pn1} = K_{pn2} = 2$ deb qabul qilamiz.

Chastota ko'paytirgichni umumiy ko'paytirish koefitsiyenti

$$K_{pn} = K_{pn1} = K_{pn2}$$

$$K_{pn1} = 2 \cdot 2 = 4$$

4. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmani umumiy kuchaytirish koefitsiyenti

$$K_{p\text{ um}} = \frac{R_{chiq}}{R_{ag}} = \frac{20}{10 \cdot 10^{-3}} = 2000$$

5. Bufer kaskadlarni kuchaytirish koefitsiyentini $K_{pbk1}=K_{pbk2} = 3$ deb qabul qilamiz va kam quvvatli kaskadlarni umumiy kuchaytirish koefitsiyentini topamiz.

$$K_{p\text{ kq}} = K_{pbk1} \cdot K_{p\text{ fm}} \cdot K_{pbk2} \cdot K_{p\text{ n}}$$

$$K_{p\text{ kq}} = 3 \cdot 0,2 \cdot 3 \cdot 4 = 7,2$$

6. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmani quvvat kuchaytirgich kaskadlarining talab qilingan kuchaytirish koefitsiyentini aniqlaymiz.

$$K_{p\text{ tal}} = \frac{K_{p\text{ um}}}{K_{p\text{ kq}}} = \frac{200}{7,2} = 277,7$$

Bitta kuchaytirish kaskadini kuchaytirish koefitsiyentini $K_{pk} = 4 \dots 5$ deb qabul qilamiz, u holda talab qilingan umumiy kuchaytirish koefitsiyentini olish uchun, to'rtta kaskad yetarli bo'ladi.

$$K_{p\text{ tal}} = 277,7; \quad K_{p\text{ tal}} = K_{p\text{ tal}}^4 = 277 \approx (4 \dots 5)^4$$

Chiqish kaskadini kuchaytirish koefitsiyentini $K_{p\text{ chiq}} = 5$, qolgan har bir kuchaytirish kaskadi uchun $K_{pk} = 4$; ($K_{pk1} = K_{pk2} = K_{pk3} = 4$) deb qabul qilamiz. U holda kuchaytirish kaskadlarining umumiy kuchaytirish koefitsiyenti quyidagicha bo'ladi.

$$K_{pk\text{ umum.}} = K_{pk1} \times K_{pk2} \times K_{pk3} \times K_{pk\text{ chiq.}} = 4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 5 = 320$$

$$K_{pk\text{ umum.}} = 320 > K_{k\text{ tal}} = 277;$$

Demak umumiy kuchaytirish koefitsiyenti talab qilingan kuchaytirish koefitsiyentidan 20...30 % ga yuqori, bu esa hisobga olinmagan filtr va fid-erlardagi (kabel) quvvat sarf bo'lishini kompensasiya qiladi.

7. Yuqorida bayon qilingan hisoblar asosida yaratilgan radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarning strukturaviy sxemasi 9-rasmda keltirilgan.

Qabul qilingan kuchaytirish koefitsiyentlari va $P_{chiq} = P_{kir} \times K_p$ ifoda asosida kaskadlarni quvvatini aniqlaymiz:

$$P_{\sim ag} = 10 \text{ mW (berilgan);}$$

$$P_{\sim bk1} = P_{\sim ag} \times K_{p \text{ bk1}} = 10 \times 3 = 30 \text{ mW;}$$

$$P_{\sim fm} = P_{\sim bk1} \times K_{p \text{ fm}} = 30 \times 0,2 = 6 \text{ mW;}$$

$$P_{\sim bk2} = P_{\sim fm} \times K_{p \text{ bk2}} = 6 \times 3 = 18 \text{ mW;}$$

$$P_{\sim n1} = P_{\sim bk2} \times K_{p \text{ n1}} = 18 \times 2 = 36 \text{ mW;}$$

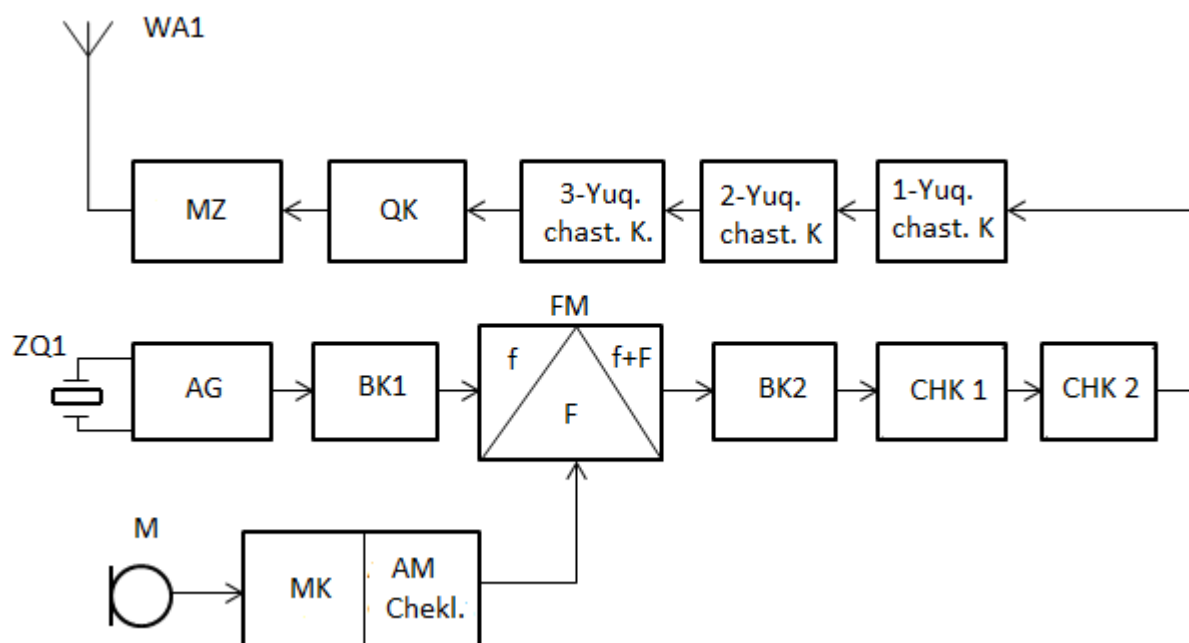
$$P_{\sim n2} = P_{\sim n1} \times K_{pn2} = 36 \times 2 = 72 \text{ mW;}$$

$$P_{\sim n1} = P_{\sim bk2} \times K_{r \text{ n1}} = 18 \times 2 = 36 \text{ mW;}$$

$$P_{\sim n2} = P_{\sim n1} \times K_{r \text{ n2}} = 36 \times 2 = 72 \text{ mW;}$$

$$P_{\sim k1} = P_{\sim n2} \times K_{rk1} = 72 \times 4 = 288 \text{ W;}$$

$$P_{\sim k2} = P_{nk1} \times K_{rk2} = 288 \times 4 = 1152 \text{ W;}$$



9-rasm. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning strukturaviy sxemasi

AG – tashuvchi signal avtogenatori
 BK1, BK2 – bufer kaskadlari
 FM – fazali modulyator
 CHK1, CHK2 – chastota ko'paytirgichlari
 1, 2, 3 – yuqori chastotali kuchaytirgichlar
 QK – quvvat kuchaytirgichi
 MZ – moslovchi zanjir
 M - mikrofon
 MK – mikrofon kuchaytirgichi
 AM Chekl. – amplitudali cheklagich

$$P_{\sim u3} = P_{nu2} \times K_{ru3} = 1152 \times 4 = 4,6 \text{ W};$$

$$P_{\sim chiq} = R_{nu3} \times K_{r \text{ chiq}} = 4,6 \times 5 = 23 \text{ W}.$$

Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarni talab qilingan antennadagi quvvati $P_a = 20\text{W}$ ni, hisoblangan quvvat esa $P_{\sim chiq} = 23\text{W}$ ni tashkil qi-

ladi va 15% ga ko'p. Bu yuqorida qilingan filtr va fiderlardagi quvvat sarf bo'lishini kompensatsiya qiladi.

Chiqish kaskadini parametrlarini hisoblash

Hisoblash uchun berilgan qiymatlar:

Chiqish kaskadini quvvati ... $P_{chiq} = 20 \text{ W}$

Ishchi chastota $f_{ish} = 120 \text{ MGs}$

Tashqi muhit harorati $t_c = + 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Hisoblashni quyidagi tartibda olib boramiz:

1. Yuklama tizimini foydali ish koeffitsiyenti $\eta_{yu.t.} = 0,85$, kollektor tokini kesish burchagi $\theta = 90^0$ deb qabul qilamiz va uslubiy ko'rsatmani ilovasida keltirilgan jadvaldan Berg (yoyilish) koeffitsiyentlarini topamiz: $\gamma_1 = 0,5$, $\alpha_1 = 0,5$, $\alpha_0 = 0,319$.
2. Bipolyar tranzistor ishlab berishi mumkin bo'lgan quvvatni aniqlaymiz.

$$P = P_{yu.t.} = \frac{R_{chiq}}{\eta_{yu.t.}} = \frac{20}{0,85} = 23,5$$

3. 2- jadvaldan quyidagi shartni qanoatlantiradigan bipolyar tranzistorni tanlaymiz.

$$P \sim \theta = 90^0 > P_n; (0,01..0,05) \text{ ft} < f_{ish \text{ min}} \text{ va } 0,5 \text{ ft} > f_{ish \text{ max.}}$$

KT958A turdagi bipolyar tranzistorni tanlaymiz. Bu tranzistor uchun

$$P \sim \theta = 90^0 = 50 \text{ W}; \quad f_{cheg} = 300 \text{ MGs.}$$

4. Uni parametrlari:

$\beta_0 = h_{21emin}$ - umumiy emitterli qilib ulangan tranzistorni tok bo'yicha statik kuchaytirish koeffitsiyenti.

$$\beta_0 = 50; \quad \tau_k = 20 ;$$

$$S_{k \text{ nom.}} = 25 \text{ pF}; \quad r_b = 1,5;$$

$$r_b = 1,5 \text{ Om};$$

$$\tau_k = 20 \times 10^{-12} \text{ sek.};$$

$$L_e = 2 \times 10^{-9} \text{ Gn};$$

$$i_{k.mum.} = 10 \text{ A};$$

$$E_{mnom} = 24 \text{ V}.$$

5. Kollektor kuchlanishini $U_k = 24 \text{ V}$ deb olamiz va kollektordagi qoldiq kuchlanishni $E_{kmin} = 0,1E_k = 2,4 \text{ V}$ deb qabul qilamiz.

U holda kollektordagi yuqori chastotali kuchlanishni amplitudasi quyidagicha bo'ladi.

$$U_{k\sim} = E_k - E_{k\cdot min} = 24 - 2,4 = 21,6 \text{ V}.$$

6. Kollektorning impulsli tokining amplitudasi aniqlaymiz

$$i_{kimax} = \frac{2P}{a_1 \cdot U_{bm}} = \frac{2 \cdot 23,5}{0,5 \cdot 21,6} = 4,35 < 0,9 \cdot 10 = 9 \text{ A}$$

Tanlangan KT958A tranzistor uchun $0,9i_{k.mum.} = 0,9 \times 10 = 9 \text{ A}$. Demak tok bo'yicha zaxira bor, tranzistorni quvvat kuchaytirgichda ishlatish mumkin. Agar yuqorida keltirilgan shart bajarilmasa, E_v kuchlanish qiymatini $E_{v nom}$ gacha oshirish yoki quvvatliroq tranzistor ishlatish kerak.

7. Kollektor tokining doimiy tashkil etuvchisini aniqlaymiz.

$$I_{k.o} = \alpha_o \times i_{ki.max} = 0,319 \times 4,35 = 1,39 \text{ A}.$$

8. Kollektor o'tish soxasini qiyaligi topamiz.

$$S_n = \frac{1,16 \cdot 10^4 I_{b0}}{(273 + t_c)} = \frac{1,16 \cdot 10^4 \cdot 1,39}{(273 + 40)} = 51,5 \text{ Cm}$$

9. Tranzistorni statik qiyaligi

$$S_0 = \frac{\beta_0 \cdot S_n}{(\beta_0 + r_k \cdot S_n)} = \frac{50 \cdot 51,5}{(50 + 1,5 \cdot 51,5)} = 20,24 \text{ Cm}$$

10. Qo'shimcha yordamchi ko'effitsiyentni topamiz

$$X_i = \frac{2\pi \cdot f_{cheg} \cdot \gamma_1 \cdot I_e}{r_b} + 1 = \frac{6,28 \cdot 300 \cdot 10^6 \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 10^{-9}}{1,5} + 1 = 2,256$$

11. Tranzistorni qiyaligi bo'yicha chegaraviy chastota

$$f_s = \frac{f_{cheg}}{S_0 \cdot r_b \cdot X_i} = \frac{300 \cdot 10^6}{20,24 \cdot 1,5 \cdot 2,256} = 4,38 \text{ MGs}$$

12. Ishchi chastotadagi statik qiyalikni qiymati aniqlaymiz.

$$S = \frac{S_0}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{ish}}{f_s}\right)^2}} = \frac{20,24}{\sqrt{1 + \left(\frac{120}{4,38}\right)^2}} = 0,74 \text{ Cm}$$

13. Tok bo'yicha chegaraviy chastota

$$f_{yu} = \frac{f_{cheg}}{\beta_0} = \frac{300}{50} = 6 \text{ MGs}$$

$$14. f_{ish} > 3f_{yu}, \text{ bo'lgani uchun } \beta = \frac{\beta_0}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{ish}}{f_{yu}}\right)^2}} = \frac{50}{\sqrt{1 + \left(\frac{120}{6}\right)^2}} = 2,5$$

Bu yerda $\beta = h_{21}$ ishchi chastotadagi tranzistorni tok buyicha statik kuchaytirish ko'effitsiyenti.

15. Kollektor o'tish zonasining sig'imi

$$S_k = S_{k \text{ nom}} \cdot \sqrt{\frac{E_{k \text{ nom}}}{Y_{e_m}}} = 25 \cdot \sqrt{\frac{24}{24}} = 25 \text{ pF}$$

16. Kollektor o'tish zonasining sig'iminining aktiv tashkil etuvchisi

$$S_{ka} = \frac{\tau_k}{r_b} = \frac{20}{1,5} = 13,3 \text{ pF}$$

17. Bipolyar tranzistorni ichki qarshiligi

$$R_i = \frac{X_i}{2\pi \cdot f_{\text{cheg}} \cdot C_{ka}} = \frac{2,256}{6,28 \cdot 300 \cdot 10^6 \cdot 13,3 \cdot 10^{-12}} = 90 \text{ Om}$$

18. Bipolyar tranzistor yuklamasining qarshiligi

$$R_{yu} = R_{\text{tal}} = \frac{U^2}{2P_{\sim}} = \frac{21,6^2}{2 \cdot 23,5} = 9,93 \text{ Om}$$

19. Bu qarshiliklarni keltirilgan koefitsiyenti

$$A = 1 + \left(\frac{\gamma_1 \cdot R_{yu}}{R_i} \right) = 1 + \left(\frac{0,5 \cdot 9,93}{90} \right) = 1,055$$

20. Kuchlanish bo'yicha kuchaytirish koefitsiyenti

$$K_u = \frac{S \cdot \gamma_1 \cdot R_{yu}}{A} = \frac{0,74 \cdot 0,5 \cdot 9,93}{1,055} = 3,48$$

21. Kollektor tokini birinchi garmonikasining amplitudasi

$$I_{k1m} = \alpha_1 \cdot i_{ki \text{ max}} = 0,5 \cdot 4,35 = 2,175 \text{ A}$$

22. Kollektor tokining doimiy tashkil etuvchisi

$$I_{k0} = \alpha_0 \cdot i_{kimax} = 0,319 \cdot 4,35 = 1,53 \text{ A}$$

23. Manbadan olinayotgan doimiy quvvat

$$P_0 = I_{k0} \cdot E_k = 1,39 \cdot 24 = 36,36 \text{ Vt}$$

24. KT958A tranzistor ishlab berayotgan yuqori chastotali quvvat

$$P_{\sim} = 0,5 \cdot I_{k1m} \cdot U_{k\sim} = 0,5 \cdot 2,175 \cdot 21,6 = 23,49$$

Bu ifodani tekshirish:

$$P_{\sim} = P_{yus} = \frac{R_{chiq}}{\eta_{yus}} = \frac{20}{0,85} = 23,5$$

25. Chiqish kaskadini foydali ish koefitsiyenti

$$\eta_e = \frac{R_{\sim}}{R_0} = \frac{23,5}{36,36} = 0,704 \text{ yoki } 70,4 \%$$

26. Energiyani o'zgartirishni effektivligi

$$\eta_r = \eta_e \cdot \eta_{yus} = 0,704 \cdot 0,85 = 0,598\%$$

27. Chiqish kaskadini kirishidagi ta'sir qiluvchi kuchlanish

$$U_{kt} = \frac{U_{k\sim}}{K_u} = \frac{21,6}{3,48} = 6,2 \text{ B}$$

28. Kesish burchagini va kuchlanishlar qiymatini $\theta_k = \theta_v = 90^\circ$ va

$E_k = E_{silj} = E_{boshl} = 0,7 \text{ V}$ deb qabul qilamiz. Kremniy asosidagi tranzistorlar uchun $E_{boshl} = 0,6 \dots 1,0 \text{ V}$.

Yoyilish (Berg) koefitsiyentlarini qiymatini aniqlaymiz.

$$\alpha_{0k} = 0,75 \times 0,32 = 0,25 \text{ va } \alpha_{1k} = 0,75 \times 0,5 = 0,4$$

29. Tranzistorni baza tokini birinchi garmonikasini amplitudasi

$$I_{b1} = \frac{I_{k1m}}{\beta} = \frac{2,175}{2,5} = 0,87 \text{ A}$$

30. Baza tokini impulsini amplitudasi

$$I_{kmax} = \frac{I_{k1m}}{\alpha_{1k}} = \frac{0,87}{0,4} = 2,175$$

31. Baza tokini doimiy tashkil etuvchisi

$$I_{b0} = \alpha_{k0} \cdot I_{kmax} = 0,25 \cdot 2,175 = 0,544 \text{ A}$$

32. Siljish kuchlanishi zanjiriga uzatilayotgan quvvat

$$P_{sil} = I_{b0} \cdot E_{sil} = 0,544 \cdot 0,7 = 0,3808$$

33. Bipolyar tranzistorni oldingi kaskaddan olayotgan quvvati

$$P_k = 0,5 \cdot i_{b1} \cdot U_{kt} = 0,5 \cdot 0,87 \cdot 0,62 = 2,697$$

34. Chiqish kaskadining kirish qismidagi sochilish quvvati

$$R_{soch} = R_k + R_{sil} = 2,69 + 0,3808 = 3,0778 \text{ W}$$

35. Chiqish kaskadining quvvat bo'yicha umumiy kuchaytirish koeffitsiyenti

$$K_p = \frac{P_{chiq}}{P_{soch}} = \frac{20}{3,0778} = 6,5$$

Kaskadni kuchaytirish koeffitsiyentini tranzistorni emitterini tarmog'ini va kirish sig'imini ta'siri hisobiga 10...20% kamayishini inobatga olgan holda,

real quvvat bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyentini $K_{real} = (0,8 \dots 0,9) \cdot K_r = (0,8 \dots 0,9) \cdot 6,5 = 5,5$ deb qabul qilamiz.

36. Tranzistorni issiqlik ish holati va kollektor sohasida issiqlik hisobiga bo'ladigan quvvat sarfi

$$R_{sarf} = R_0 - R_{\sim} = 33,36 - 23,49 = 9,87$$

Tranzistorni kristallida sarf bo'layotgan quvvat

$$P_{ksarf} = P_{sarf} + P_{soch} = 9,87 + 3,0778 = 12,95$$

37. Radiator yuzasi

$$S_{(cm)^2} = \frac{1400}{\left(\frac{t_{n\max}^0 - t_C^0}{P_{ksarf}} - r_{nk}\right)} = \frac{1400}{\left(\frac{120 - 40}{12,95} - 12\right)} = 240 \text{ cm}^2$$

Bu yerda: $t_{n\max}^0 = 120 \dots 150 \text{ } ^\circ\text{C}$ kremniy asosidagi tranzistorlar uchun;
 $r_{nk} = 12 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{Wt}$ tranzistor korpusi va o'tish zonasi orasidagi issiqlik qarshiligi (tranzistor parametrlari keltirilgan jadvaldan olinadi).

38. Tranzistor emitteridagi harorat stabilizatsiyasi uchun ishlatilgan qarshilikni qiymatini hisoblaymiz:

$$U_e = (0,05 \dots 0,1)U_{k\sim} \text{ yoki } U_{yu} = (0,05 \dots 0,1)U_{k1m}$$

$$U_e = (0,05 \dots 0,1) 21,6 = 1,5 \text{ V}$$

U holda

$$R_e = R_{yu} = \frac{U_{yu}}{I_{yu0}} = \frac{U_e}{I_{e0}} = \frac{U_e}{I_{k0} + I_{b0}} = \frac{1,5}{1,39 + 0,544} = 0,78 \text{ Om}$$

39. Tranzistor bazasidagi siljish kuchlanishini qarshiligi

$$R_b = \frac{E_{boshl} + U_e}{I_{bo}} = \frac{0,7+1,5}{0,544} = 4 \text{ Om}$$

Chiqish kaskadi yuklama tizimini hisoblash

1. UKV diapazonda ishlovchi radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarni tranzistorli kaskadlarida odatda filtrlovchi yuklama tizimi qo'llaniladi. Ular yuqori garmonikalarni va polosadan tashqarida bo'lgan nurlanishlarni filtrlaydi va antenna-traktning qarshiligini chiqish kaskadining chiqish qarshiligi bilan moslab beradi.
2. Antenna fider traktning xarakteristik qarshiligini $\rho_f = 50 \text{ Om}$ deb qabul qilamiz.
3. Tranzistorni ichki qarshiligini hisoblaymiz.

$$R_i = \frac{U_{k\sim}}{I_{k\max}} = \frac{21,6}{2,175} = 9,9 \text{ Om}$$

U holda G – ko'rinishidagi yuklama tizimini parametrlari

$$L_{yu} = \frac{2R_i}{2\pi f} \sqrt{\frac{\rho_f}{R_i} - 1} = \frac{2 \cdot 9,9}{6,28 \cdot 120 \cdot 10^6} \sqrt{\frac{50}{9,9} - 1} = 64 \text{ nGn}$$

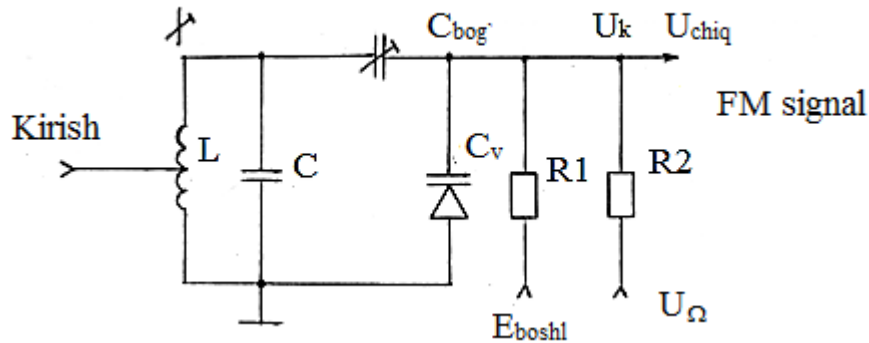
$$C_{yu} = \frac{2}{2\pi f \cdot \rho_f} \sqrt{\frac{\rho_f}{R_i} - 1} = \frac{2}{2 \cdot 3,14 \cdot 120 \cdot 10^6 \cdot 50} \sqrt{\frac{50}{9,9} - 1} = 130 \text{ pF}$$

5. FAZALI MODULYATORNI HISOBLASH

Varikap asosida ishlaydigan fazali modulyatorni hisoblash

Fazali modulyator bu peredatchikni kam quvvatli kaskadlaridan biri bo'lib, uni konturiga parallel ravishda bitta yoki qarama-qarshi qo'yilgan ikkita varikap ulangan bo'ladi.

Varikapga modulyasiya qiluvchi axborot signali va teskari siljish kuchlanishi $U_{tes} = 4 \dots 10 \text{ V}$ uzatiladi. Bu holda varikap yopiq xolatda bo'ladi va boshqaruvchi sig'im vazifasini bajaradi, hamda fazali modulyatorni yuklamasini sig'imini tarkibiy qismi bo'lib xizmat qiladi.



11- rasm. Fazali modulyatorni sxemasi

$$S_k = \frac{S_{bog'} \cdot S_v}{S_{bog'} + S_v}$$

Axborot signali (U_Ω) o'z qonuniyati bo'yicha varikap sig'imini (S_v) o'zgartiradi, buni natijasida konturni umumiy sig'imi ham o'zgaradi:

$$\Delta S_k = K \Delta S_v \sin \Omega t$$

Bu yerda $K = \frac{S_{bog'}}{S}$ nisbatga bog'liq bo'lgan proporsionallik koeffitsiyenti.

Kontur sig'imini o'zgarishi natijasida uni chastotasi o'zgaradi, shu bilan birga konturdagi tok va kuchlanish orasidagi ya'ni kaskadning kirish (U_{kir}) va chiqish (U_{chiq}) kuchlanishlari orasidagi fazalar siljishi ham o'zgaradi:

$$\Delta \varphi_m^0 = K_\varphi \cdot U_m$$

Bu yerda $\Delta \varphi_m^0$ – fazalar siljishi, K_φ - fazali modulyatsiyani koeffitsiyenti. Ular quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\Delta\varphi^0 = K_\varphi U_\Omega \sin\Omega t$$

Koeffitsiyent K_φ fazali modulyatsiyani xarakteristikasini qiyaligiga, o'z navbatida xarakteristikani qiyaligi esa konturni aslligiga bog'liq bo'ladi.

$$\varphi^0 \approx \arctg\left(\frac{2\Delta f}{f_r} Q\right)$$

Bu yerda Q – konturni saxiyligi

Konturni sozlanganlik darajasi juda kam o'zgarganda, fazali modulyatsiyada chastota deviasiyasi quyidagicha aniqlanadi.

$$\Delta f \text{ (kGs)} = Q \frac{2 \cdot \Delta C}{C_k}; \quad \Delta C = p^2 \Delta C_v$$

Bu yerda p – varikapni konturga ulanish koeffitsiyenti;

ΔC – kontur sig'imini deviasiyasi;

ΔC_v - varikap sig'imini deviasiyasi;

$$p = \frac{C_{bog'}}{S_k + S_{bog'}}$$

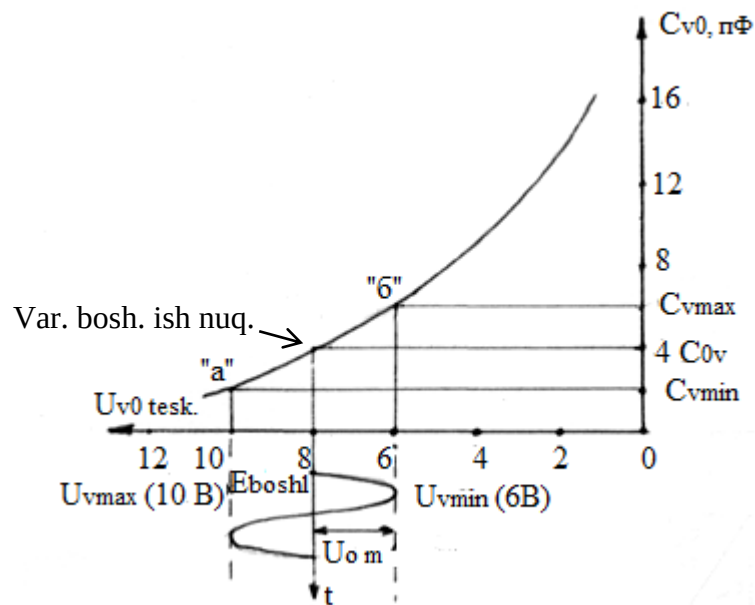
Tor polosali fazali modulyatsiyada (FM) $R = 0,1 \dots 0,2$;

$Q = 40 \dots 60$ (FM konturini aslligi), varikap sig'imini deviasiyasini odatda $\Delta C_v = 1 \dots 3$ qilib olinadi. Ko'p hollarda o'rtacha sig'imi kichik bo'lgan varikap ishlatiladi, masalan D901. Uning parametrlari quyidagicha:

$$Y_{e_{bosh}} = 8 \text{ V} \rightarrow S_{ov} = 4 \text{ pF} (Y_{e_{bosh}} = 8 \text{ V});$$

$$U_{\Omega m} = 2 \text{ V} \text{ bo'lganda } S_v = 2 \text{ pF}; S_v = F (U_{ov}).$$

Bu parametrlar 11- rasmdagi grafikdan olingan.



11- rasm. Varikap sig'imini teskari kuchlanishga bog'liqligi.

$$\Delta C_v = \frac{C_{v\max} - C_{v\min}}{2} = \frac{6 - 2}{2} = 2 \text{ pF}$$

Bu yerda: U_{ov} - varikapdagi teskari kuchlanish;

S_v - varikap sig'imi;

S_{ov} - tovush yo'q bo'lgan holatdagi varikap sig'imi;

BIQ –boshlang'ich ishchi nuqta;

«a» + «b» - varikapni ishchi sohasi;

$$U_{\Omega m} = \frac{U_{ov\max} - U_{ov\min}}{2} = \frac{10 - 6}{2} = 2 \text{ V}$$

Fazali modulyatsiyaning chastotasini devitsiyasini hisoblash

Hisoblash uchun berilgan qiymatlar:

$$S = 18 \text{ pF};$$

$$S_{v\max} = 6 \text{ pF};$$

$$S_{ov} = 4 \text{ pF};$$

$$F_{\max} = 3,4 \text{ kGs};$$

$$\Delta S_v = 3;$$

$$U_{\Omega m} = 2V;$$

$$Y_{e_{boshl}} = 6V;$$

$$Q = 40$$

F_{max} – maksimal modulyasiya qiluvchi chastota.

1. FM modulyatsiyani konturini umumiy sig'imini aniqlaymiz.

$$C_k = C + \frac{C_{bog'} \cdot C_{vmax}}{C_{bog'} + C_{vmax}} = 18 + \frac{4 \cdot 6}{10} = 20,4$$

2. Kontur sig'imini deviasiyasi

$$\Delta S = p^2 \cdot \Delta C_v = 0,1639^2 \cdot 3 = 0,08 \text{ pF}$$

3. Chastota deviasiyasi aniqlaymiz

$$\Delta f_{fm} (kGs) = Q \frac{2 \cdot \Delta C}{C_k} = 40 \cdot \frac{2 \cdot 0,08}{20,4} = 0,314 \text{ kGs}$$

4. Peredatchikni chiqish qismidagi chastota deviasiyasini aniqlaymiz.

Buning uchun peredatchik tashuvchi signal generatorini va fazali modulyator chastotasini to'qqiz marta ($n = 9$) ko'paytirishini hisobga olamiz.

$$\Delta f = \Delta f_{fm} n = 0,314 \cdot 9 = 2,826 \text{ kGs}$$

5. Burchak modulyatsiyasini indeksi

$$M_{Bm} = \frac{\Delta f}{F_{max}} = \frac{2,826}{3,4} \approx 0,8 \quad \text{ya'ni } M_{Bm} < 1$$

6. Radiokanalni effektiv polosa kengligi

$$PP_{ef} = 2F_{max} = 2 \cdot 3,4 = 6,8 \text{ kGs}$$

$M_{Bm} < 1$ ekanligini inobatga olgan holda hisoblangan qiymatni to'g'riligini tekshiramiz.

$$\begin{aligned} 2\Delta f &= (0,7 \dots 0,8) P_{pef} ; \\ 2 \cdot 2,8 &= (0,7 \dots 0,8) 6,8 \text{ kGs}; \\ 5,6 &\approx (4,8 \dots 0,8) \text{ kGs}; \end{aligned}$$

7. Past chastotali signal varikapga integrallovchi RC zanjir orqali uzatiladi, shuning uchun PP_{ef} modulyatsiya qiluvchi signal chastotasiga bog'liq bo'lmaydi. Uning uzatish ko'effitsiyenti quyidagicha bo'ladi.

$$K_{pp} \approx \frac{1}{\Omega RC}$$

Fazali modulyatorni past chastotali kirish qismiga deviasiyani mikrofondan chiqayotgan katta darajali kuchlanish paytida cheklash uchun amplitudali cheklagich qo'yilgan.

Bundan tashqari varikapni boshlang'ich kuchlanishini o'zgartirish imkoni ham mavjud, buning natijasida chastota deviasiyasini boshqarish mumkin.

6. AVTOGENERATORNI XISOBLASH

Yuqori chastotali tashuvchi signallar ishlab beruvchi generatorni hisoblash

Hisoblash uchun berilgan qiymatlar:

1. Kvars tebrantigichli va uch nuqtali sxema asosida ishlaydigan avtogenerator.
2. Chiqish quvvati $R_{chiq} = 10 \text{ mW}$
3. Ishchi chastota $f_{ish} = 13,333 \text{ MGs}$
4. Avtogenerator chiqishidagi kuchlanish $U_{chiq} = 1 \text{ V}$

5. Nisbiy chastota turg'unligi $\frac{\Delta f}{f} = 5 \cdot 10^{-6}$

Hisoblash tartibi:

1. Avtogeneratorni foydali ish koeffitsiyentini $\eta = 0,1 \dots 0,2$ deb qabul qilamiz. U holda avtogeneratordagi tranzistorni quvvati

$$P_{\approx} = \frac{P_{chiq}}{\eta_{ag}} = \frac{0,01}{0,1} = 100 \text{ mW}$$

2. Ikkita shartga qarab avtogenerator uchun tranzistor tanlaymiz. (tranzistor parametrlari keltirilgan ilovada keltirilgan jadvaldan olinadi).

a) $P_{\sim} \leq P_{k \text{ mum}}$ yoki $P_{\sim} \leq P_{\sim \theta^0 = 90^0}$

b) $f_{ish} \leq 0,1 f_{cheg}$

$P_{k \text{ mum}}$ – tranzistor kollektoridagi mumkin bo'lgan issiqlik (sochilish) quvvati.

$P_{\sim \theta^0 = 90^0}$ – kesish burchagi $\theta^0 = 90^0$ dagi maksimal yuqori chastotali quvvat.

f_{cheg} – umumiy emitterli ulangan tranzistorni chegaraviy chastotasi.

Avtogenerator uchun KT315 turdagi tranzistor to'g'ri keladi. Uni parametrlari quyidagicha:

$P_{\sim \theta = 90} = 0,23 \text{ W};$

$f_{cheg} = 250 \text{ MGs};$

$U_{k \text{ mum}} = 25 \text{ V};$

$I_{k \text{ max}} = 0,1 \text{ A};$

$S_k = 7 \text{ pF};$

$U_{bosh} = 0,3 \text{ V};$

$h_{21e} = 20 \dots 40;$

$S_k = 0,1 \text{ A/V};$

$$h_{11e} = 200 \dots 400;$$

$$P_{k \text{ mum}} = 150 \text{ mW}.$$

Bu yerda S_k - tranzistor qiyaligi VAX ni qiyaligi $S_k = \frac{\Delta I_k}{\Delta U_b} = \frac{h_{21e}}{h_{11e}}$

Kuchlanish bilan ta'minlovchi manbani quyidagi shartlarga qarab tanlaymiz: $U_k < U_{kdop}$, $U_k = 12 \text{ V}$ va kollektor xamda emitter toklari deyarli teng $I_k \approx I_e$ deb qabul qilamiz.

3. Kesish burchagini $\theta_k = 90^\circ$ deb va ilovadagi 2-jadvaldan yoyilish (Berg) koefitsiyentlarini topamiz.

$$\alpha_1 = 0,5 \quad \alpha_0 = 0,32$$

4. Tranzistordagi tok tashuvchi zarrachalarning harakati inersiyali bo'lgani uchun baza toki oshishi tufayli, baza tokining kesish burchagi (θ_b^0) kollektor tokining kesish burchagidan fazalar siljishicha katta bo'ladi.

$$\text{tg} \varphi_{\text{amal}}^0 = \frac{f_{\text{ish}} \cdot h_{21e}}{f_{\text{cheg}}} = \frac{13,333 \cdot 20}{250} = 1,07 \text{ va } \varphi_{\text{amal}}^0 \approx 49^\circ$$

Demak baza tokini kesish burchagi:

$$\theta_b^0 = \theta_k^0 + \theta_{\text{amal}}^0 = 90 + 47 = 137^\circ$$

Baza tokini kesish burchagiga qarab 3-ilovadagi jadvaldan yoyilish koefitsiyentlarini topamiz.

$$\alpha_{1b} = 0,52 ; \quad \alpha_{0b} = 0,43; \quad \cos^0 137 = 0,73;$$

5. Kollektor kuchlanishini (manbani) ishlatish koefitsiyentini

$\xi = 0,85 \dots 0,9$, avtogeneratordagi tranzistor kritik ish holatida ishlayapti deb qabul qilamiz. U holda

$$U_{mk} = \xi \cdot E_k = 0,9 \cdot 12 = 10 \text{ B}$$

6. Tokning birinchi garmonikasini amplitudasi

$$I_{mk} = \frac{2 \cdot P_{\sim}}{U_{mk}} = \frac{2 \cdot 0,1}{10} = 20 \text{ mA}$$

7. Kollektor tokini doimiy tashkil etuvchisi

$$I_{k0} = \frac{\alpha_{0k}}{\alpha_{1k}} = \frac{0,32}{0,5} \cdot 20 = 12,8 \text{ mA}$$

8. Kollektor tokini impulsi

$$i_{k \max} = \frac{I_{mk}}{\alpha_1} = \frac{20}{0,5} = 10 \text{ mA}$$

9. Manbadan olinayotgan quvvat

$$P_0 = I_{k0} \cdot E_k = 12,8 \cdot 10^{-3} \cdot 12 = 154 \text{ mW}$$

10. Kollektordagi issiqlik quvvati

$$P_k = P_0 - P_{\sim} = 154 - 100 = 54 \text{ mW}$$

11. Kollektor zanjirining foydali ish koeffitsiyenti

$$\eta_k = \frac{R_{\approx}}{R_0} = \frac{100}{154} = 0,649 \text{ yoki } 64,9\%$$

12. Konturning talab qilingan ekvivalent (rezonans) qarshiligi

$$R_e = \frac{U_{mk}}{I_{mk}} = \frac{10}{20 \cdot 10^{-3}} = 500 \text{ Om}$$

13. Umumiy emitterli kaskadni tok bo'yicha kuchaytirish koeffitsiyenti ishchi chastotada $f_{ish} = 14,583$ MGs.

$$h_{21}(f_{ish}) = \frac{h_{21}}{\sqrt{1 + \left(\frac{h_{21}e \cdot f_{ish}}{f_{cheg}}\right)^2}} = \frac{20}{\sqrt{1 + \left(\frac{20 \cdot 13,333}{250}\right)^2}} = 14$$

14. Baza tokini birinchi garmonikasi amplitudasi

$$I_{bm} = \frac{I_{mk}}{h_{21e}} = \frac{20}{14} = 1,4 \text{ mA}$$

15. Baza tokini impulsi

$$I_{bmax} = \frac{I_{bm}}{\alpha_{1b}} = \frac{1,4}{0,52} = 2,69 \text{ mA}$$

16. Teskari aloqa kuchlanishi

$$U_{mb} = U_{tes.al.} = \frac{i_{k \max}}{(1 - \cos \theta_b) \cdot S_k} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{(1 - 0,73) \cdot 0,1} = 0,37 \text{ B}$$

Avtogeneratordagi tranzistorni baza zanjirini hisoblash

1. Baza toki bilan belgilangan siljish kuchlanishini aniqlaymiz.

$$U_{bo} = E_{b \text{ boshl}} + U_{mb} \cdot \cos \theta_b^0 = 0,3 + 0,37 \cdot 0,73 = 0,5701 \text{ B}$$

2. Umumiy emitterli avtogeneratorda teskari aloqa koeffitsenti taxminan

$$K_{t.al} = 1/h_{21e}, \text{ umumiy kollektorli sxemlarda manfiy teskari aloqa}$$

ta'siri bo'lgani uchun, umumiy teskari aloqa koeffitsiyentini bir daraja

yuqori olish kerak, ya'ni $K_{t.al} = 10/h_{21e}$. Tranzistorni tok bo'yicha uzatish ko'effitsiyentini $h_{21e} = 30$ deb olamiz. U holda talab qilingan teskari aloqa ko'effitsiyenti

$$K_{t.al} = 10/h_{21e} = 10/30 = 1/3 \quad \text{bo'ladi.}$$

3. Baza tokini doimiy tashkil etuvchisi

$$I_{b0} = I_{bmchiq} \cdot \alpha_{ob} = 2,69 \cdot 0,43 = 1,2 \text{ mA}$$

4. Siljish qarshiligi

$$R_b = \frac{E_k - U_{b0}}{I_{b0}} = \frac{12 - 0,57}{1,2 \cdot 10^{-3}} = 9525 \text{ Om}$$

5. Avtogenerator tarkibidagi ayiruvchi kondensatorni qiymati

$$C_{ish} = \frac{50}{f_{ish} \cdot R_b} = \frac{50}{13,333 \cdot 9525 \cdot 10^6} = 390 \text{ pF}$$

6. Tranzistor 24 voltli manbadan ta'minlanganda, uning emitteriga ulangan qarshilikdagi kuchlanish pasayishi

$$U_e = E_n - E_k = 24 - 12 = 12$$

$$R_e = \frac{U_{Re}}{I_{e0}} \approx \frac{U_{Re}}{I_{k0}} \frac{12}{12,8 \cdot 10^{-3}} = 937,5 \text{ Om}$$

7. Avtogenerator signali tranzistor kollektoridan olinadi, buning uchun uni zanjiriga past omli qarshilik qo'yamiz. Bu qarshilikni qiymati

$$R_k = \frac{U_{chiq}}{U_{km}} \cdot R_e = \frac{1}{10} \cdot 86 = 8,6 \text{ Om}$$

8. Harorat bo'yicha stabilizasiya qiluvchi emitterdagi qarshilik qiymati

$$R_e = \frac{0,1E_k}{I_{eo}} = \frac{0,1E_k}{I_{ko} + I_{bo}} = \frac{0,1 \cdot 12}{(12,8+1,2) 10^{-3}} = 86 \text{ Om}$$

Avtogenerator konturi parametrlarini hisoblash

1. Konturni sig'imi S (pF) = $(1...2) \lambda_{ish}$ (m), λ - avtogeneratorni ishchi to'lqinini uzunligi.

$$\lambda_{ish} = \frac{300}{13,333} = 22,5 \text{ m}$$

Kontur sig'imini $S = 24$ pF deb qabul qilamiz, u holda kollektor sig'imini $S_k = 7$ pF hisobga olgan holda umumiy sig'im quyidagicha bo'ladi.

$$S_{umum} = S + S_k = 24 + 7 = 31 \text{ pF}$$

2. Avtogenerator uch nuqtali sxemasidagi S sig'im ikkita sig'imdan iborat:

birinchisi – baza va emitter orasidagi sig'im S_{be} ;

ikkinchisi – kollektor va emitter orasidagi sig'im S_e ;

Teskari aloqa koeffitsiyenti mana shu sig'imlar bilan aniqlanadi.

$$K_{ta} = \frac{S_{umum}}{S_{aloq}}; \quad \text{bu yerdan} \quad S_{aloq} = \frac{S_{umum}}{K_{ta}} = \frac{31}{1/3} = 31 \text{ pF}$$

$$S_{\text{umum}} = \frac{S_{\text{aloq}} \cdot S_e}{S_{\text{aloq}} + S_e} \text{ ifodadan } S_e \text{ ni topamiz}$$

$$S_e = \frac{S_{\text{umum}} \cdot S_{\text{aloq}}}{S_{\text{aloq}} - S_{\text{umum}}} = \frac{31 \cdot 93}{93 - 31} = 46,5 \text{ pF}$$

3. Konturning induktivligi sifatida asosiy garmonikasidagi tebranish chastotasi $f_k = 13,333 \text{ MGs}$ bo'lgan kvars tebrantirgichini ishlatamiz. Ishchi chastotaga sozlash uchun unga parallel qilib sig'im $S = 0,5 \dots 5 \text{ pF}$ bo'lgan yarim o'zgaruvchn kondensator ulaymiz. Kvars tebrantirgichi chastota turg'unligi $\Delta f/f = 10^{-6} \dots 10^{-7}$ bo'lgan yuqori stabilli to'lqinlar ishlab beradi.

Kurs ishini variantlari

T/r	Radiosignallarni uzatuvchi quril. quvvati R_a , W	Ishchi chastota, MGs	Avtogenerator quvvati R_{ag} , mW	Chastota turg'unligi $\Delta f/f$	Tashqi muxit xarorati $^0T, C$
1.	10	50	5	$1 \cdot 10^{-4}$	20
2.	15	55	10	$2 \cdot 10^{-5}$	25
3.	20	60	15	$2 \cdot 10^{-6}$	35
4.	25	65	20	$4 \cdot 10^{-7}$	40
5.	30	70	25	$5 \cdot 10^{-5}$	25
6.	35	75	16	$1 \cdot 10^{-6}$	30
7.	40	80	18	$3 \cdot 10^{-4}$	35
8.	5	90	20	$3 \cdot 10^{-5}$	40
9.	18	100	8	$3 \cdot 10^{-6}$	15
10.	8	110	10	$4 \cdot 10^{-7}$	20
11.	12	120	12	$5 \cdot 10^{-4}$	25
12.	16	130	14	$5 \cdot 10^{-5}$	30
13.	18	140	16	$5 \cdot 10^{-6}$	35
14.	22	150	18	$5 \cdot 10^{-7}$	40
15.	24	160	10	$1 \cdot 10^{-4}$	45
16.	30	170	5	$1 \cdot 10^{-5}$	20
17.	15	180	8	$1 \cdot 10^{-6}$	25
18.	20	90	7	$1 \cdot 10^{-7}$	30
19.	25	60	10	$2 \cdot 10^{-4}$	35
20.	30	80	12	$2 \cdot 10^{-5}$	40
21.	10	160	14	$2 \cdot 10^{-6}$	20
22.	15	150	16	$2 \cdot 10^{-7}$	25
23.	18	140	18	$3 \cdot 10^{-4}$	30
24.	24	130	20	$3 \cdot 10^{-5}$	35

1-Ilovani davomi

25.	26	120	22	$3 \cdot 10^{-6}$	40
26.	15	110	15	$3 \cdot 10^{-7}$	20
27.	20	100	10	$4 \cdot 10^{-4}$	25
28.	25	80	12	$5 \cdot 10^{-5}$	30
29.	16	60	8	$5 \cdot 10^{-6}$	35
30.	20	50	14	$2 \cdot 10^{-7}$	40
31.	30	150	8	10^{-4}	30
32.	5	80	5	$1 \cdot 10^{-5}$	35
33.	8	60	7	$10 \cdot 10^{-6}$	20
34.	10	70	8	$6 \cdot 10^{-7}$	25
35.	12	90	10	$8 \cdot 10^{-8}$	30
36.	14	120	6	$10 \cdot 10^{-4}$	35
37.	20	130	8	$12 \cdot 10^{-5}$	40
38.	6	115	12	$14 \cdot 10^{-6}$	45
39.	9	90	15	$8 \cdot 10^{-7}$	50
40.	11	80	20	10^{-5}	38

Yuqori chastotali tranzistorlarni xususiytlari

Tranzistor turi	$P_{\sim}$ mum W	Θ^0 mum	R_{-0} 90	Ft MGs	R_{nk} C^0 Vt	h_{21E}	r_b Om	C_k nom pf	I_k mum A	Y_{ek} nom V	Le nGn	τ_k ps	h_{11e}
KT958A	85	120	50	300	12	50	1.5	25	10	24	2	20	10...100
KT920V	25	120	20	350	10	50	2	9	5	24	1.5	15	10...100
KT907A	7.2	75	13.3	350	7.5	33	2	20	3	28	0.8	15	10...50
KT922A	8.6	75	6.67	300	15	46	3	10	1.5	28	2.4	18	10...50
KT920A	5.5	120	5.0	400	12.5	47	1.2	10	1	25	0.9	5	10...50
KT603B	1.2	75	1.0	200	20	60	15	15	0.6	10	1	100	50...100
KT315	0.24	104	0.23	250	67	43	12	12	0.1	10	1	40	200...400

Tranzistorlarni xususiyatlari

№ t/r	Tranzistor turi	Korpus	Tranzistoriyi ekvivalent sxemasini xususiyatlari										Normal ish holati				
			Uke	Ube	Iki	Ik	Ikr	R(p-n)k °C/W	°C		P, W t=25°C	f MGs	Uko', V	Pchiq W	Kp	f. ish.k %	
									tp-n	tk							
V					A												
1	KT315E	И	13	211,5	0,05				300	70		0,15					
2	KT361	И	6	0,2		0,01				85		0,04	2250	3		2,5	
3	IT387	И	13				0,16	160	100			0,3	3000	7	0,09	3	
4	KT606	И	60	4	0,8	0,4	0,4	44	120	85	2,5	400	28	0,8	3	50	
5	KT610E	И	26	4		0,3	0,4		150		1,5	400	12,6	1	8	45	
6	KT904A	И	60	4	1,5	0,8	16	16	120	85	5	400	28	3,2	3,2	40	
7	KT907A	Э	60	4	3	1	1,8	7,5	120	85	13,5	400	28	10	3	65	
8	KT909A	Э	60	3,5	4	2	4	3,8	120	85	25	500	28	24	2,4	60	
9	KT909Б	Э	60	3,5	0	4	8	1,9	120	85	50	500	28	42	2,1	60	
10	KT913A	И	55	3,5	1	0,5	0,6	20	150	125	4,7	1000	28	3,3	3,3	50	
11	KT913Б	И	55	3,5	2	1	1,2	10	150	125	8	1000	28	6	3	50	
12	KT913B	И	55	3,5	2	1	2	10	150	125	12	1000	28	11	2,8	50	
13	KT918Б	Б	30	3,5		0,2	0,2	50	150	85	2,5	3000	20	0,5	3,5	35	
14	KT919A	Б	45	3,5	1,5	0,7	1,5	12	150		10	2000	28	4,4	4,4	33	
15	KT919Б	Б	45	3,5	0,7	0,35	0,8	25	150		5,3	2000	28	5	4	30	
16	KT919B	Б	45	3,5	0,4	0,2	0,4	40	150		3	2000	28	1	5	23	

Tranzistorni ekvivalent sxemasini parametrlari

Tranzistor tun	Elektrik parametrlari va ekvivalent sxema parametrlari													
	h_{21e}	U'_b , V	$S_{cheg},$ C_M	$f^{cheg},$ MGs	C_K	C_{ka}	C_e	r'_b	r'_b	r'_K	L_b	L_e	L_K	
					pF			OM			nGn			
KT315E	50	0,3	0,05	300,800	2	1	4	60			10	10	10	
KT362	40	0,3	0,005	4300	0,5	0,2	0,5	27			2	2	2	
ГТ387	50	0,7	0,035	3000	1,7	0,3	4	10		3	0,5	0,9	0,9	
KT606	20	0,7	0,03	400	4	1,5	30	4	0,2	5	3	3	3	
KT610Б	70	0,6	0,1	1000	3,8	1,3	15	6	2		2,5	0,7	2,5	
KT904A	30	0,6	0,06	500	6	2	65	2	0,1	3	3	3	3	
KT907A	50	0,6	0,19	600	15	5	110	1	0,4	1,5	3	0,8	3	
KT909A	15	0,6	0,46	650	24	8	150	2	0,1	1	1,7	0,45	2	
KT909Б	20	0,6	0,64	650	40	13	300	0,5	0,05	0,5	1,7	0,35	2	
KT913A	40	0,7	0,065	1100	4	1,3	25	2	0,15	2	3	0,52	3	
KT913Б	50	0,7	0,11	1100	7,5	2,5	50	1	0,2	1	2,5	0,25	2,5	
KT913В	50	0,7	0,20	1100	7,5	2,5	50	1	0,23	1	2,3	0,23	2,5	
KT918Б		0,7	0,02	2000	2	0,7	10	1,3		0,7	0,15	0,8	0,8	
KT919A		0,7	0,13	1500	7,5	2,5	40	0,5	0,14	0,7	0,14	0,4	0,7	
KT919Б		0,7	0,06	2100	4,1	1,5	20	1		1,4	0,25	0,5	0,6	
KT919В		0,7	0,03	2100	2,8	0,7	10	2		3	0,35	1,3	0,7	

KOSINUSODAL IMPULSLARNI YULISH KOEFFITSIENTLARI

θ^0	$\cos \theta$	α_0	α_1	α_2	α_3	γ_0	γ_1	β	g_1
0	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2,00
5	0,996	0,018	0,037	0,037	0,037	0,000	0,000	0,000	2,00
10	0,985	0,036	0,073	0,073	0,071	0,001	0,001	0,001	2,00
15	0,966	0,055	0,110	0,108	0,104	0,002	0,004	0,002	2,00
20	0,940	0,074	0,146	0,141	0,132	0,005	0,009	0,005	1,97
25	0,906	0,093	0,181	0,171	0,155	0,009	0,017	0,010	1,95
30	0,866	0,111	0,215	0,198	0,172	0,015	0,029	0,017	1,94
35	0,819	0,129	0,248	0,221	0,181	0,023	0,045	0,028	1,92
40	0,766	0,147	0,280	0,241	0,185	0,034	0,066	0,045	1,90
45	0,707	0,165	0,311	0,256	0,181	0,048	0,091	0,068	1,88
50	0,643	0,183	0,339	0,267	0,171	0,065	0,121	0,101	1,85
55	0,574	0,201	0,366	0,273	0,157	0,086	0,156	0,150	1,82
60	0,500	0,218	0,391	0,276	0,138	0,109	0,196	0,218	1,80
65	0,423	0,236	0,414	0,274	0,116	0,136	0,239	0,322	1,76
70	0,342	0,250	0,436	0,267	0,091	0,166	0,288	0,486	1,73
75	0,259	0,269	0,455	0,258	0,067	0,199	0,337	0,765	1,69
80	0,174	0,286	0,472	0,245	0,043	0,236	0,390	1,365	1,65
85	0,087	0,302	0,487	0,230	0,020	0,276	0,455	3,168	1,61
90	0,000	0,319	0,500	0,212	0,000	0,319	0,500	∞	1,57
95	-0,087	0,334	0,510	0,193	-0,017	0,363	0,554	-4,279	1,53
100	-0,174	0,350	0,520	0,172	-0,300	0,411	0,611	-2,366	1,49
105	-0,259	0,364	0,526	0,152	-0,390	0,458	0,662	-1,769	1,45
110	-0,342	0,379	0,531	0,131	-0,450	0,509	0,713	-1,488	1,40
115	-0,423	0,392	0,534	0,111	-0,470	0,558	0,760	-1,323	1,36
120	-0,500	0,406	0,536	0,092	-0,460	0,609	0,805	-1,218	1,32
125	-0,574	0,419	0,536	0,074	-0,042	0,659	0,843	-1,499	1,28
130	-0,643	0,481	0,534	0,058	-0,037	0,708	0,878	-1,101	1,24
135	-0,707	0,443	0,532	0,044	-0,031	0,756	0,908	-1,069	1,20
140	-0,766	0,453	0,528	0,032	-0,024	0,801	0,934	-1,046	1,17
145	-0,819	0,463	0,525	0,022	-0,018	0,842	0,955	-1,028	1,13
150	-0,866	0,472	0,520	0,014	-0,012	0,881	0,971	-1,017	1,10
155	-0,906	0,480	0,515	0,008	-0,003	0,917	0,983	-1,012	1,07
160	-0,940	0,487	0,510	0,004	-0,004	0,944	0,989	-1,006	1,05
165	-0,965	0,492	0,506	0,002	-0,002	0,967	0,996	-1,001	1,03
170	-0,985	0,496	0,502	0,001	-0,001	0,985	0,997	-1,000	1,01
175	-0,996	0,499	0,500	0,000	-0,000	0,996	0,999	-1,000	1,00
180	-1,000	0,500	0,500	0,000	-0,000	1,000	1,000	-1,000	1,00

Adabiyotlar

1. Goldsmit Andrea. Wireless communications. Copyright 2004, Stanford University, pp 419.
2. Голдсмит А. Беспроводные коммуникации. Перевод с английского под редакцией В.А. Березовского, М.: Техносфера, 2011, -904с.
3. Радиопередающие устройства. Учебник для вузов / Под. Ред. В.В. Шахгильдяна. – М.:Радио и связь, 2003. – 560с.
4. Проектирование радиопередающих устройств. Учебное пособие для вузов/ Под ред. В.В. Шахгильдяна. – М.:Радио и связь, 2000 – 503с.
6. Таджиев А.А. Устройства генерирования и формирования радиосигналов. Учебное пособие – Ташкент: ТашГТУ, 2008.
7. Tojiyev A.A., Nazarov A.M. “Radioto‘lqinlarni yuzaga keltiruvchi va shakllantiruvchi qurilmalar” fanidan kurs loyihasini bajarish uchun uslubiy qo‘llanma – T.:, ToshDTU, 2011.
8. Демаков Ю.Р. Проектирование радиоэлектронных средств.- Ижевск: ИжГТУ, 2002.-220 с.
9. Ворона В.А. Радиопередающие устройства. Основы теории и расчета: Учебное пособие для вузов. –М.:Горячая линия – Телеком, 2007. – 384с.

www.radio.ru

www.elektronika.ru

www.radiolab.ru

<http://www.toehelp.ru/>

<http://fismat.ru/elect/ozonov/>

<http://electrofaq.com/TOE.htm>

<http://electcsys.chat.ru/>

MUNDARIJA

Kurs ishini bajarishdan maqsad	3
1. Kurs ishini bajarishga qo'yilgan talablar	3
Kurs ishini rasmiylashtirish	4
Topshiriq.....	5
2. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarni xomaki hisoblash.....	5
Radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning struktura sxemasi.....	6
Radiouzatuvchi qurilmalarda kichik diapazonlar sonini aniqlash.....	10
3. Yuqori chastota to'liqlarini ishlab beruvchi generator sxemasini tanlash va chastota turg'unligini oshirish usullar.....	11
Chiqish kaskadini tanlash.....	12
Oraliq kaskad sxemalarini tanlash va ular sonini aniqlash.....	17
Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarda ishlatiladigan modulyatsiya turlari	18
Modulator sxemasini tanlash.....	23
Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarning kaskadlarini hisoblash.....	23
Chiqish va chiqish oldi kaskadlarining ish xolatlarini hisoblash.....	24
4. Faza bo'yicha modullashtirilgan aloqa bog'lovchi radiosignallarni uzatuvchi qurilmani hisoblash.....	26
Radiosignallarni uzatuvchi qurilma tarkibidagi kaskadlarni kuchaytirish koeffitsiyentlari aniqlash.....	27
Radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning strukturaviy sxemasini hisoblash.....	28
Chiqish kaskadini parametrlarini hisoblash	32
Chiqish kaskadini yuklama tizimini hisoblash	39
5. Fazali modulyatorni hisoblash. varikap asosida ishlaydigan fazali modulyatorni hisoblash.....	40
Fazali modulyasiyani chastotasini deviasiyasini hisoblash.....	43
5. Avtogeneratori hisoblash. Yuqori chastotali tashuvchi signallar ishlab beruvchi generatorni hisoblash	45
Avtogeneratordagi tranzistori baza zanjirini hisoblash.....	49
Avtogenerator konturini parametrlarini hisoblash	50

1-ilova. Kurs ishini variantlari	52
2-ilova. Yuqori chastotali tranzistorlarni xususiytlari	54
3- ilova Kosinusodal impulslarni yulish koeffisientlari	57
Adabiyotlar ro'yxati	59