

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

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

«RADIOSIGNALLARNI UZATUVCHI QURILMALAR»

fanidan amaliy mashg'ulotlarni bajarish uchun o'quv- uslubiy qo'llanma

Toshkent – 2013

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

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

«RADIOSIGNALARNI UZATUVCHI QURILMALAR»
fanidan amaliy mashg'ulotlarni bajarish uchun o'quv- uslubiy qo'llanma

Toshkent – 2013

UDK 621.396.61

Tuzuvchilar: A. A. Tojiyev, A. M. Nazarov

“Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalar” fanidan amaliy mashgʻulotlarni bajarish uchun oʻquv - uslubiy qoʻllanma. – Toshkent: ToshDTU. 2013

Ushbu oʻquv - uslubiy qoʻllanma 5311100 – Radioelektron qurilmalar va tizimlar (tarmoqlar boʻyicha) hamda 5111000 – Kasb taʼlimi (Radioelektron qurilmalar va tizimlar) yoʻnalishi talabalari uchun moʻljallangan boʻlib, unda radiouzatuvchi qurilmaning alohida qismlarini tanlash va hisoblash, struktura va asosiy sxemalarini tuzish masalalari keltirilgan.

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

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

KIRISH

Ushbu uslubiy qoʻllanma 5311100 – Radioelektron qurilmalar va tizimlar hamda 5111000 – Kasbiy taʼlim (Radioelektron qurilmalar va tizimlar) yoʻnalishi talabalar uchun moʻljallangan boʻlib, Oliy va oʻrta maxsus taʼlim vazirligi tomonidan tasdiqlangan “Radiouzatuvchi qurilmalar” fanining oʻquv dasturi asosida tayyorlangan.

“Radiouzatuvchi qurilmalar” fanini oʻrganishning ajralmas bir qismini amaliy mashgʻulot tashkil etadi. Maxsus sohalarda, ayniqsa, radiotexnikani amalda qoʻllashda mutaxassislar mazkur fanni yaxshi bilmay turib, oʻz sohalarini mukammal oʻrgana olmaydilar, chunki bu fan ham boshqa fanlar kabi oʻz mutaxassisligi uchun asosiy oʻzak hisoblanadi. Fanni puxta va mukammal oʻrganishda amaliy mashgʻulotni oʻtkazish muhim oʻrin tutadi. Amaliy mashgʻulotni bajarish jarayonida talabalar maʼruza paytida olgan nazariy bilimlarini amaliy jihatdan mustahkamlaydilar, boyitadilar va yakuniy xulosa chiqarishni oʻrganadilar.

1- amaliy mashg'ulot

RADIOSIGNALLARNI UZATUVCHI QURILMALARNING TEXNIK XARAKTERISTIKALARINI VA ASOSIY KO'RSATKICHLARINI O'RGANISH

Amaliy mashg'ulotning maqsadi

Talabalar radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarning texnik xarakteristikalarini va asosiy ko'rsatkichlari bilan tanishadilar. Radiosignallarga bo'lgan talablarni, uni nurlantirishni sifat ko'rsatkichlarini, chastotasining polosa kengligi haqida ma'lumot oladilar. Bundan tashqari, signalning nazorat polosa kengligini hisoblashni bilib oladilar.

Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarning texnik xarakteristikalarini va ko'rsatkichlari

Radiosignalni uzatuvchi qurilma (RSUQ) deb, tarkibida uzatilishi kerak xabar bo'lgan yuqori chastotali radio to'lqinlarni ishlab beruvchi qurilmalarga aytiladi. Qurilmaning asosiy vazifasi radiosignalni yuzaga keltirib, shakllantirib va kerakli miqdorgacha kuchaytirib, uni antennaga uzatishdir. Antenna bu signalni fazoga tarqatadi, ya'ni nurlantiradi. Radiosignal bu yuqori chastotali to'lqin bo'lib, uning biror ko'rsatkichi uzatilayotgan xabar ta'sirida o'zgarib turadi. Radiosignal quvvati P_{chik} radioqurilmani loyihalayotgan paytda aniqlanadi. Axborotni uzatish uchun RSUQ ma'lum turdagi va talab qilingan quvvatdagi hamda ma'lum modulatsiyali nurlanish signalini ishlab beradi. Radiosignallarni uzatuvchi qurilma quyidagi ko'rsatkichlar bilan xarakterlanadi:

1. Ishchi chastotasi – f ;
2. Antennadagi tovush yo'q bo'lgan holatdagi quvvat - P ;
3. Absolyut va nisbiy chastota turg'unligi – $\frac{\Delta f}{f}$;
4. Foydali ish koeffitsienti - η ;

5. Ish chastotasidan tashqaridagi kerak bo'lmagan nurlanishlar quvvati – P_{par} ;

6. Radiochastotalar polosasining kengligi.

Axborotni uzatishda RSUQ ma'lum turdagi nurlantirishning sifat ko'rsatkichlari (parametrlari) talabiga javob berishi kerak. Sifat ko'rsatkichlariga axborot signalining chastotalar diapazonini, garmonikalar koeffitsientining o'rtacha kvadrat qiymati, amplituda-chastota xarakteristikalarini, signal – shovqin va signal – fon kabi nisbiy kattaliklarini kiritish mumkin.

Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalar tarqatayotgan nurlanishlarning turlari 1- jadvalda keltirilgan.

Keng tarqalgan nurlanishlar turi

1 - jadval

Shartli belgisi	Qisqacha xarakteristikasi
O (A0)	Modullashtiril, nagan tashuvchi signal
A1A (A1)	Amplitudali modulyatsiya
A2A (A2)	Amplitudali tonal telegraf
A3E (A3)	Tashuvchisi yo'qotilgan ikki polosali signal
3E (A3A)	Tashuvchisi susaytirilgan bir polosali signal
I3E (F3)	Tashuvchisi yo'qotilgan bir polosali signal
B8E (F3B)	O'zaro bog'liq bo'lmagan ikki yon tashkil etuvchili telefonli ish holat
R7B (A7A)	Bir polosali ko'p kanalli tonal telegraf
F1B (F1)	Chastotali telegraf
F7B (F6)	Ikkilik chastotali telegraf
F3E (F3)	Chastotali telefonli ish holat (modulatsiya)
F1G (F4)	Chastotali modulatsiya, faksimil
A5C	Bir polosali teleeshittirish

Kerak bo'lmagan nurlanishlar quvvatiga bo'lgan talablar

2-jadval

Chastotalar diapazoni	RSUQning quvvati, kW	Kerak bo'lmagan nurlanishlar quvvati, mV (dB)
Past. o'rta va yuqori chastotali RSUQ	1 – 50	50
Past. o'rta va yuqori chastotali RSUQ	50 dan katta	(- 60)
O'ta yuqori chastotali RSUQ	1 – 50	1

Chastotalar diapazoni bo'yicha radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarning turlari

3- jadval

Chastot spektri polosasi-ning t/r	Chastotalar diapazoni, MHz	To'lqinlar diapazoni, m	Chastotalar nomi	To'lqinlar nomi
4	0,003..0.03	100000..10000	Juda past (JPCh)	Merimametrli
5	0,03..0.3	10000..1000	Past (PCh)	Kilometrli
6	0,3..3	1000..10	O'rta (O'Ch)	Gektometrli
7	3...30	100..10	Yuqori (YuCh)	Dekometrli
8	30...300	10..1	Juda yuqori (JYuCh)	Metrli
9	300..3000	1..0,1	Ultrayuqori (UYuCh)	Detsimetrli
10	3000.. ..30000	0,1..0,01	O'ta yuqori (O'YuCh)	Santimetrli

Nazorat polosa kengligini hisoblash

Radiosignallarning talab qilingan polosa kengligi P – bu ma'lum turdagi nurlantirishning minimal polosasi bo'lib, u uzatilayotgan signalni talab qilingan darajadagi uzatish tezligi va sifat ko'rsatkichlarini qoniqtirishi kerak. $A3E$ – turdagi nurlanish bilan

ko'rsatkichlarini qoniqtirishi kerak. A3E – turdagi nurlanish bilan axborotni uzatishda signalning polosa kengligi $P = 2F_{\max}$ ga teng bo'ladi. F3E – yuqori modullashtiruvchi signal. F3E turdagi nurlantirish bilan axborotni uzatishda signalning polosa kengligi $P = 2F_{\max} (M_{chm} + \sqrt{M_{chm}} + 1)$ ga teng bo'ladi. $M_{chm} = \frac{\Delta f}{f}$ chastotali modulyatsiyaning indeksi.

Odatda, RSUQ larning ishiash jarayonida turli noxiziqi o'zgartirishlar natijasida kerak bo'lmagan signallar paydo bo'ladi. Ular talab qilingan polosa kengligini yanada kengayishiga olib keladi. Shuning uchun radiosignallarning nurlantirilishida nazorat polosa kengligi degan tushuncha kiritilgan. Bu polosa kengligi quyi va yuqori qismlarining tashqarisida har qanday spektrdagi nurlanish asosiy signalga nisbatan 30 dB ga susaygan bo'ladi. Bu holda signalning nazorat polosa kengligi $P_{naz} = 1.2 P$ ga teng bo'ladi.

Radioeshittiruvchi va chastota bo'yicha modullashtirilgan radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarning nazorat polosa kengligini hisoblash namunasi:

Hisoblash uchun kerak bo'lgan qiymatlar:

Nurlanish turi – F3E

Modulyatsiya turi – CHM

Chastota devyatsiyasi – $M_{chm} = 50 \text{ kHz}$

Yuqori modullashtiruvchi chastota – 1500 Hz

Nazorat polosa kengligini hisoblash uchun yuqorida keltirilgan formulalardan foydalanamiz. Eng avval chastotali modulyatsiya indeksini topamiz:

$$M_{chm} = \frac{\Delta f}{f} = \frac{50 \cdot 10^3}{15 \cdot 10^3} = 3,3$$

Radioeshittiruvchi qurilmani nazorat polosa kengligini quyidagi formuladan topamiz:

$$P_k = 1,2P = 1,2 F_{\max} (M_{chm} + \sqrt{M_{chm}} + 1)$$

$$P_k = 1,2 \cdot 2 \cdot 15 \cdot 10^3 \cdot (3,3 + \sqrt{3,3} + 1) = 216 \text{ kHz}$$

Topshiriq

4 - jadvaldagi variantlar bo'yicha radioeshittiruvchi qurilmaning nazorat polosasi kengligini hisoblang.

Hisoblash uchun kerak bo'lgan qiymatlar variantlari

4-jadval

T/r	Nurlanish turi	Modulasiya turi	Chastota devitsiyasi, kHz	Yuqori modullash-tiruvchi chastota,kHz
1	F3E	ChM	± 30	10000
2	F3E	ChM	± 50	20000
3	F3E	ChM	± 40	8000
4	F3E	ChM	± 30	12000
5	F3E	ChM	± 70	18000
6	A3E	AM	-	7000
7	A3E	AM	-	5000
8	A3E	AM	-	8000
9	I3E	AM	-	6000
10	I3E	AM	-	8000

2-amaliy mashg'ulot

RADIOSIGNALLARNI UZATUVCHI QURILMANING FUNKSIONAL SXEMASINI TUZISH, AKTIV ELEMENTLARNI TANLASH, STRUKTURAVIY SXEMASINI HISOBLASH

Amaliy mashg'ulotning maqsadi

Talabalar radiosignallarni uzatuvchi qurilmalar, uning ko'rsatkichlari, radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarning turlari haqida ma'lumot oladilar. Radiosignallarga bo'lgan talablarni, radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning vazifasiga, quvvatiga, modulyatsiya turiga, ish diapazoniga qarab turlanishini bilib oladilar. Shunga asosan AM va CHM RUQ ning struktura sxemasini chizishni o'rganadilar. Bundan tashqari, chastota va quvvatga qarab aktiv elementni tanlashni bilib oladilar. Strukturaviy sxemasini hisoblaydilar.

Radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning strukturaviy sxemasi

Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarni loyihalashda strukturaviy sxemani tanlash asosiy masalalardan biri hisoblanadi. Berilgan topshiriq talablariga to'la javob beradigan strukturaviy sxemani tanlash uchun qurilmaning vazifasi, ish diapazoni, chiqishdagi chastota turg'unligi va modulyatsiya turini tahlil qilib chiqish kerak. Hozirgi zamon radiouzatuvchi qurilmalari inorakka sistema bo'lib, uning alohida qismlari ma'lum bir vazifani bajaradi. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalar quyidagi qismlardan iborat bo'ladi:

1. Yuqori chastotali radiosignallarni ishlab beruvchi qism.
2. Yuqori chastotali radiosignallarni boshqaruvchi qism.
3. Energiya bilan ta'minlovchi qism.
4. Sovitish (katta quvvat bilan ishlaydigan radiouzatuvchi qurilmada) va boshqarish qismi.

5. Avariya holatlarining oldini oluvchi va u to'g'risida xabar beruvchi hamda blokirovka qiluvchi qism.

Radioaloqaning ishonchliligi asosan qurilmaning chiqish quvvati va radioto'liqlarning chastota turg'unligiga bog'liq bo'ladi. Bu ikki ko'rsatkichga qo'yilgan talablarni bir kaskadli qurilmada amalga oshirish ancha qiyin masala. Shuning uchun radioaloqani amalga oshirishda asosan ko'p kaskadli qurilmalar ishlatiladi.

Talab qilingan chastota turg'unligi $\Delta f/f$ o'z-o'zidan ishlovchi generatorlarda (avtogenerator-AG) amalga oshiriladi. Bunday generatorning chiqish quvvati odatda kichik bo'ladi. Oraliq kaskadlar soni qurilmaning chiqish quvvatiga bog'liq.

Eng ko'p tarqalgan strukturaviy sxemalarini ko'rib chiqamiz.

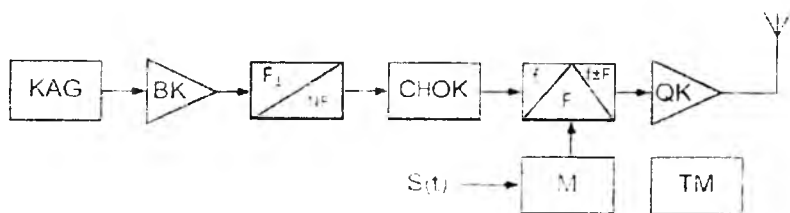
1-rasmda AM modulatsiyali radiouzatuvchi qurilmaning strukturaviy sxemasi keltirilgan.

Bu yerda: KAG – kvarsli o'z-o'zidan ishlovchi generator, BK – bufer kaskadi, CHK – chastota ko'paytirgich, CHOK chiqish oldi kaskadi, QK – quvvat kuchaytirgich, MZ – moslovchi zanjir, M – modulator, KAG yuqori chastotali to'liqlarni ishlab beradi, BK keyingi kaskadlarni KAGga bo'lgan ta'sirini kamaytiradi, CHK chastotani kerakli darajaga ko'paytiradi, QK radioto'liqlar quvvatini kerakli miqdorgacha kuchaytiradi.

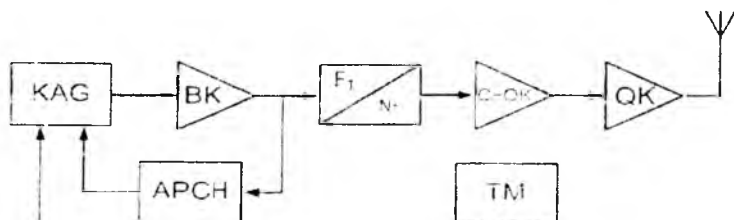
CHM modulatsiyali radiouzatuvchi qurilma ikki turda bo'ladi: bevosita modulatsiyali va bilvosita modulyatsiyali. 2-rasmda bevosita modulatsiyali radiouzatuvchi qurilmaning strukturaviy sxemasi keltirilgan.

AG - o'z-o'zidan ishlovchi generator, BK – bufer kaskadi, CHK – chastota ko'paytirgichi, APCH – chastotaning turg'un holatda ushlovchi qism. Uzatish kerak bo'lgan xabar o'z-o'zidan ishlovchi generatorning chastota boshqaruvchisiga kelib, uning sig'inini o'zgartiradi va shu bilan birga AG chastotasini o'zgartiradi. Odatda chastota boshqaruvchisi sifatida varikap ishlatiladi.

Bu turdagi sxema kichik va o'rta quvvatli radiouzatuvchi qurilmalarda ishlatiladi.



1-rasm. AM modulatsiyali radiouzatuvchi qurilmaning strukturaviy sxemasi



2-rasm. CHM modulatsiyali radiouzatuvchi qurilmaning strukturaviy sxemasi

Strukturaviy sxemani hisoblash

Hisoblash uchun kerak bo'lgan qiymatlar:

Radiouzatuvchi qurilmaning vazifasi- radioaloqa bog'lovchi

Ish chastotasi $f = 300 \text{ MHz}$.

Modulatsiya turi - amplitudali modulyatsiya. Modulatsiya koeffitsienti $m = 1$.

Tovush yo'q bo'lgan holatdagi antennadagi quvvat $P_{TY} = 2,7 \text{ W}$.

Antenna qarshiligi $R_a = 50 \text{ Ohm}$.

Chastota turg'unligi $\Delta f/f = 10^{-5}$.

Tashqi muhit harorati $t = 0 \pm 40^\circ \text{C}$

Manba kuchlanishi $U_{ko} = 13 \text{ V}$.

Radioaloqa bog'lovchi qurilmani loyihalashda strukturaviy sxemalarning turli xilidan foydalanish murakkin. Xomaki hisob qilib.

strukturaviy sxemalarni bir-biriga taqqoslab, ulardan eng qulay va oson tushadiganini tanlash mumkin bo'ladi.

Yuqorida qayd qilingan radioaloqa bog'lovchi qurilmani loyihalash uchun kvars tebrantirgichi asosida ishlaydigan sxemani tanlaymiz. Kvars tebrantirgichli avtogeneratorning chastota turg'unligi 10^5 - 10^7 ga teng bo'ladi. Qurilmaning foydali ish koeffitsienti yuqori bo'lishi uchun kollektorli modulyatsiya turini tanlaymiz va modulyatsiyani oxirgi ikki kaskadda qo'llaymiz.

Strukturaviy sxemani hisoblashda oxirgi chiqish kaskadidan boshlaymiz. Chiqish kaskadining modulatsiya bo'lgan vaqtdagi chiqish quvvatining maksimal qiymati :

$$P_{f\max} = P_{0f}(1+m)^2 = 2,7(1+1)^2 = 10,8 \text{ W};$$

Chiqish kaskadida va moslovchi zanjirda bo'ladigan quvvat sarflanishini hisobga olganda, ya'ni bu sarfni 10 % deb hisoblasak. $P_{\text{imax}} \approx 12 \text{ W}$ ga teng qilib olish kerak. $f_p = 300\text{MHz}$ ish chastotasida bu quvvatni KT909A, KT909B turdagi tranzistorlar berishi mumkin. KT909A tranzistorini tanlaymiz, chunki KT909B turdagi tranzistor quvvat bo'yicha to'liq ishlatilmaydi. Umumiy emitterli ulanish sxemasini tanlaymiz. Chunki bu holda quvvat kuchaytirish koeffitsienti katta bo'ladi.

Modulatsiyaning maksimumida manba kuchlanishi quyidagicha bo'ladi:

$$U_{k0\max} = U_{k0}(1+m) = 13(1+1) = 26 \text{ V};$$

Kuchlanishi 13 V bo'lgan manbadan qurilmaning hamma kaskadlarini ta'minlaymiz. Moslovchi zanjirning foydali ish koeffitsienti o'ta yuqori diapazonda (0,6 - 0,85) deb olish mumkin. F.I.K ni $\eta=0,7$ qilib tanlaymiz. Tanlab olingan KT909A tranzistorning quvvat bo'yicha kuchaytirish koeffitsientini chastota $f_p=300\text{MHz}$ bo'lganda quyidagi ifoda orqali hisoblash mumkin:

$$K_p = \left(\frac{f_{tip}}{f}\right)^2 K_{p\text{tip}} = \left(\frac{500}{300}\right)^2 \cdot 2,4 = 6,6$$

Bu yerda: f – ish chastotasi, f_{tp} – tranzistorning adabiyotlarda ko'rsatilgan chastotasi. K_{pnp} – tranzistorning quvvat kuchaytirish koeffitsienti.

Chiqish oldi kaskadining chiqish quvvati:

$$P_{chiq} = \frac{P_{fmax}}{\eta_{mz} \cdot K_p} = \frac{12}{0,7} \cdot 2,4 = 6,6 \text{ W}$$

Bunday quvvatni $f = 200\text{MHz}$ da KT904, KT913A, KT913B, KT919A turdagi tranzistorlar berishi mumkin. Bu yerda shuni ta'kidlash kerakki, o'ta yuqori chastotada ishlovchi, quvvatli tranzistorlarni (0,2-0,3) f_{ch} dan past chastotalarda ishlatish tavsiya etilmaydi. Shuning uchun KT919A turdagi tranzistor chiqish kaskadi uchun to'g'ri kelmaydi, uning quyi chastotasi 700 MHzni tashkil etadi. Bundan tashqari kuchaytirish koeffitsienti K_p kichik bo'lgan tranzistorlarni tanlash ham maqsadga muvofiq emas. Bu holda kaskadlar soni oshadi va foydali ish koeffitsienti kamayadi. Shu sababli KT904 turdagi tranzistor ham to'g'ri kelmaydi, uning kuchaytirish koeffitsienti $K_p = 5,7$ ni, ya'ni kichik qiymatni tashkil etadi. Chiqish kaskadi uchun KT913A va KT913B tranzistorlari to'g'ri keladi. Ulardan qaysi biri mos tushishini kaskadning to'liq hisobi paytida aniqlanadi. Bu ikkala tranzistorning kuchaytirish koeffitsienti $f_r = 300\text{MHz}$ da $K_p \approx (1000/300) \cdot 2,25 = 24,5$ ga teng. Chiqish oldi kaskadining kirish qismidagi quvvati:

$$P_{chiq} = \frac{P_{chiq}}{\eta_{mz} \cdot K_p} = \frac{2,6}{0,7} \cdot 24,4 \approx 0,2 \text{ W}$$

ga teng bo'ladi.

Bunday quvvatni KT904 tranzistor asosida ishlaydigan chastota ko'paytirgichdan olish mumkin. Chastota $f_r = 300 \text{ MHz}$ ga nisbatan yuqori bo'lgani uchun tranzistorni umumiy bazali sxema bo'yicha ulaymiz. Chastota ko'paytirgichini kuchaytirish koeffitsienti K_{pN} ,

quvvat kuchaytirgichidan ancha past va quyidagi ifoda orqali bog'langan:

$$\frac{K_{pN}}{K_p} = \frac{1,23}{N^2}; K_{pN} = \frac{1,23K_p}{N^2}$$

bu yerda: N —chastotani ko'paytirish koeffitsienti, K_{pN} —chastota ko'paytirgichning kuchaytirish koeffitsienti, K_p —quvvat kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsienti.

Adabiyotlardan ma'lumki, KT904 tranzistori chastota ko'paytirgich ish holatida va manba kuchlanishi $E_k = 28V$, $N = 2$ bo'lganda, uning chiqish quvvati $P_{chq} = 1W$ bo'ladi. Demak, bu tranzistor $E_k = 13V$ bo'lganda kerak bo'lgan $P_{chq} = 0.2W$ ni bemaolol ishlab beradi. Kaskadni kuchaytirish koeffitsienti

$$K_p = \left(\frac{f_{in}}{f} \right)^2 \cdot K_{p\text{ tip}} = \left(\frac{400}{300} \right)^2 \cdot 3 \approx 51;$$

Bu chastota kuchaytirgichning kirish qismidagi quvvati:

$$P_{kir} = P / 0,7K_p = 0,2 / 0,7 \cdot 5,1 \approx 0,0572 = 57,2 \cdot 10^{-3} W;$$

Yuqori chastotali radiosignallarni ishlab beruvchi generator sifatida kvars tebrantirgich asosida yig'ilgan avtogeneratorlarni qo'llash ancha qulay. Bunday avtogeneratorlarning chastota turg'unligi $\Delta f/f = 10^{-5} \div 10^{-7}$ ga, chiqish quvvati $P_{chq} \approx 10 \text{ mW}$ ga teng. Sanoatda ishlab chiqarilayotgan kvars tebrantirgichlari 100 MHz ga teng bo'lgan radiosignallarni ishlab beradi. Shuning uchun yana bitta chastota ko'paytirgich ishlatishga to'g'ri keladi. Bu chastota ko'paytirgichni KT315 turdagi tranzistorda yig'amiz va u chastotani 75 MHz dan 150 MHz gacha ko'paytirib beradi. KT315 tranzistorning chiqish quvvati ko'paytirgich ish holatida 50-80 mW ni, chastota ko'paytirgich ish holatida esa 20 mW tashkil etadi. Shuning uchun

ikkita chastota ko'paytirgich orasiga KT315 tranzistorida yig'ilgan bufer kaskadini qo'yamiz. 3- rasmda qurilmaning strukturaviy sxemasi keltirilgan.

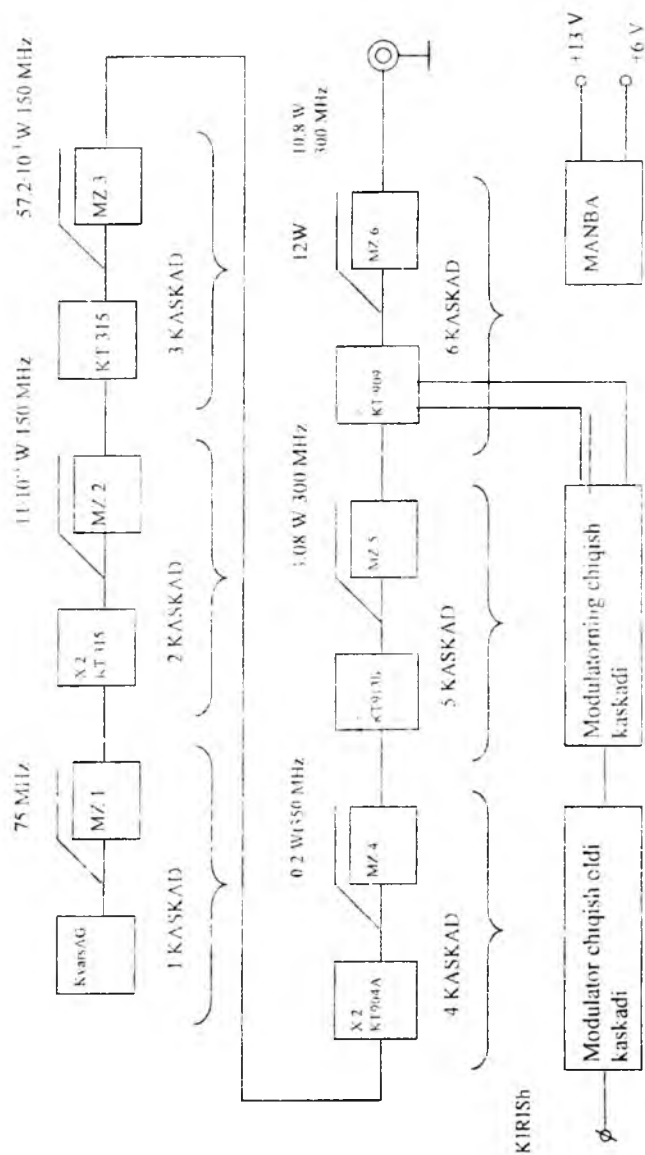
Topshiriq

5-jadvaldagi variantlar bo'yicha radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning strukturaviy sxemasini hisoblang.

Hisoblash uchun kerak bo'ladigan qiymatlar variantlari

5-jadval

T/r	Radiouzatuvchi qurilmaning turi	Antenna dagi quvvat, W	Ish chastotasi, MHz				Chastota tur'gunligi $\Delta f/f$
			f_{min}	f_{max}	Modulyat siya turi	m	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Aloqa bog'lovchi	10	300	330	AM	0.4	$1 \cdot 10^{-5}$
2	Aloqa bog'lovchi	3	400	-	AM	1	$2 \cdot 10^{-5}$
3	Aloqa bog'lovchi	3.2	280	290	AM	0.7	$1 \cdot 10^{-4}$
4	Aloqa bog'lovchi	1	1000	-	AM	0.3	$2 \cdot 10^{-5}$
5	Aloqa bog'lovchi	1.4	750	-	AM	1	$1 \cdot 10^{-5}$
6	Radioeshittiruvchi	1.1	400	-	AM	0.5	$2 \cdot 10^{-4}$
7	Radioeshittiruvchi	2	700	730	AM	0.4	$2 \cdot 10^{-10}$
8	Aloqa bog'lovchi KV	3.5	800	-	AM	0.5	$1 \cdot 10^{-11}$
9	Aloqa bog'lovchi KV	1.5	350	-	AM	1	$2 \cdot 10^{-6}$
10	Aloqa bog'lovchi UKV	0.1	2500	-	AM	0.3	$1 \cdot 10^{-5}$
11	Aloqa bog'lovchi UKV	0.2	1800	-	AM	0.6	$1 \cdot 10^{-11}$
12	Aloqa bog'lovchi UKV	1	1800	-	AM	0.8	$1 \cdot 10^{-4}$
13	Aloqa bog'lovchi UKV	0.25	2200	-	AM	0.3	$2 \cdot 10^{-5}$
14	Aloqa bog'lovchi KV	1.5	250	260	AM	0.3	$1 \cdot 10^{-4}$
15	Aloqa bog'lovchi KV	3	200	-	AM	0.5	$2 \cdot 10^{-7}$
16	Aloqa bog'lovchi KV	0.8	1600	-	AM	0.4	$1 \cdot 10^{-5}$
17	Aloqa bog'lovchi KV	2	650	160	AM	1	$1 \cdot 10^{-4}$
18	Aloqa bog'lovchi KV	10	400	-	AM	1	$1 \cdot 10^{-5}$
19	Aloqa bog'lovchi UKV	5	380	-	AM	0.9	$2 \cdot 10^{-5}$
20	Aloqa bog'lovchi UKV	1.4	800	810	AM	1	$2 \cdot 10^{-5}$



3 - rasm. Radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning strukturaviy sxemasi

3,4,5 - amaliy mashg'ulotlar

CHIQISH KASKADINI HISOBLASH

Amaliy mashg'ulotning maqsadi

Talabalar chiqish kaskadini tanlash va hisoblash, struktura hamda asosiy sxemalarni tuzish usullari bilan tanishadilar va tushuncha hosil qiladilar. Chiqish kaskadi uchun aktiv element tanlashni va uni berilgan ish chastotasi hamda quvvatga qarab hisoblashni o'rganadilar.

Chiqish va chiqish oldi kaskadlarining ish holatlarini hisoblash

Chiqish kaskadi uchun tranzistor berilgan yoki hisoblangan chiqish quvvati (P_{chiq}) va ish chastotasiga f_{ish} qarab tanlanadi. Tranzistorni tanlashda uni ko'rsatkichlari keltirilgan adabiyotlardan foydalanish mumkin.

Chiqish quvvati tranzistor harorati 20°C bo'lgan hol uchun hisoblanadi, chunki harorat oshishi bilan foydali chiqish quvvati kamayadi. Ish chastotasi kamayishi bilan tranzistor berayotgan foydali ish quvvati oshadi. Bu asosan tranzistor ish holatining kuchlanganligi hisobiga bo'ladi.

Yuqori chastotali quvvatli tranzistorlarni kuchaytirish holatida ishlatganda ularning ishlab beradigan quvvati P_{chiq} uning mumkin bo'lgan quvvati P_{max} ni 40-50 % ni tashkil etishi kerak. Aks holda tranzistorning foydali ish koeffitsienti kamayib ketadi.

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

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

Agar tanlangan tranzistor jadvalda keltirilmagan bo'lsa, u holda uning xususiyatlarini pasportida keltirilgan f_{cheg} , r_e , C_k , C_e orqali topish mumkin. Bundan tashqari L_{umum} induktivlikni bilish kerak.

Odatda $L_{\text{umum}}=0.1-0.4 \text{ nGn}$ ni, kollektor L_k va L_b induktivliklar qiymati 5 baravar ko'p qiymatni tashkil etadi. $C_e = (5-10)C_k$. $r_k \approx r_e \approx 0,3r_b$.

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

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

Emitterga qo'yilgan $U_{eb \text{ max}}$ teskari kuchlanishni, chegaralangan qiymatdan ko'proq olish kerak.

Yuqorida qayd qilingan ishni loyihalash uchun I_{chiq} , f_{ish} , t_{or} berilishi kerak. Agar talab qilingan quvvat tranzistor quvvatiga yaqin bo'lsa, u holda kuchlanishni $U_{ko} = 28 \text{ V}$ 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_{cheg} ning (5-15 %) kamayishiga, C_k ni esa 15-40 % ko'payishiga olib keladi. Siljish kuchlanishi U_{so} odatda, quvvati katta bo'lgan kuchaytirgichlarda nolga teng qilib olinadi. Bu sxemani soddalashtirishga va kesish burchagini $\theta=90^\circ$ ga teng qilishga imkon beradi. Tranzistor haroratini $t_k = t_{o \text{ r}} + (10...20)^\circ\text{C}$ ga teng qilib olish mumkin.

Umumiy emitterli sxemalarda ekvivalent generator ishlab berayotgan quvvat P_{ish} ni P_{chiq} chiqish quvvatidan 10-25 % kam olish kerak. Ish chastotasi f_{ish} ko'p bo'lganda P_{ish} ni 40-50 % ko'proq olish kerak. Quvvat kuchaytirgichni hisoblash quyidagicha olib boriladi:

Chiqish kaskadini hisoblash

Hisoblash uchun kerak bo'ladigan qiymatlar: tranzistor –KT913B, $P_{chiq} = 5 \text{ W}$, $f_{ish} = 700 \text{ MHz}$, siljish kuchlanishi $U_{bo} = 0$, $U_{ko}=28 \text{ V}$.

Chiqish kaskadi uchun AE ning kritik ish holatini tanlaymiz. Bu ish holatida quvvat ko'paytirgichning energetik ko'rsatkichlari eng yuqori bo'ladi. Kaskadning quvvat kuchaytirish koeffitsienti:

$$K_p \approx (f_{ish} / f)^2 K_{pnp} = (1000 / 700)^2 3 = 6,1$$

Agar kaskadning quvvat kuchaytirish koefitsienti $K_p > 5$ bo'lsa, u holda hisoblash uchun soddalashtirilgan hisob formulalaridan foydalanamiz:

$$K_p \approx 6,1 > 5$$

Quvvat kuchaytirgichni hisoblashni quyidagicha bajaramiz:

1. Parallel ekvivalent sxemadagi tranzistor kollektoridagi qarshilikni topamiz:

$$r_k \approx \frac{1}{(\omega C_k) r_k'} = \frac{1}{(2 \cdot 3,14 \cdot 700 \cdot 10^6 \cdot 7,5 \cdot 10^{-12})^2 \cdot 1} = 919 \text{ Om}$$

bu yerda: r_k va C_k — qiymatlari adabiyotlardan olinadi.

2. Kritik ish holatidagi manbaning ishlatish koefitsientini topamiz:

$$\begin{aligned} \xi &= \frac{0,5}{1 + 2/S_{ch} \cdot r_k} \left[1 + \sqrt{1 - \frac{16P_{chiq} \left(1 + 2/S_{ch} \cdot r_k \right)}{S_{ch} \cdot U_{k0}^2}} \right] = \\ &= \frac{0,5}{1 + 2/(0,12 \cdot 919)} \left[1 + \sqrt{1 - \frac{16 \cdot 5 \left(1 + 2/0,12 \cdot 919 \right)}{0,12 \cdot 28^2}} \right] = \\ &= 0,67 \end{aligned}$$

$S_{ch} = 0,12$ sm adabiyotlardan olinadi. [1,6],[3]

3. Ekvivalent generator sxemasida keltirilgan iste'molchi uchun kuchlanish va tokning birinchi garmonikasi qiymatini topamiz:

$$U_k = \xi U_{k0} = 0,67 \cdot 28 = 17,8 \text{ V};$$

$$I_{k1} = \frac{2P_{chiq}}{U_k} = \frac{2 \cdot 5}{17,8} = 0,532 \text{ A}$$

4. Foydali iste'moichi va to'liq qarshilik qiymatlarini topamiz:

$$R_i = U_k / I_{k1} = 17,8 / 0,532 = 35,3 \text{ Om};$$

$$R_k = R_k r_k / (R_k + r_k) = 35,3 \cdot 919 / 35,3 + 919 = 34 \text{ Om}$$

5. Ekvivalent generator toki birinchi garmonikasining amplitudasi:

$$I_{g1} = I_{k1} (1 + R_k / r_k) = 0,532 (1 + 35,3 / 919) = 0,553 \text{ A}$$

6. So'ntish, r , S , A va B larning qiymatlari:

$$S_{o'tish} = \frac{42,5 I_{g1}}{(1 + 3,66 \cdot 10^{-3} \cdot t_{o'tish})} = \frac{42,5 \cdot 0,553}{1 + 3,66 \cdot 10^{-3} \cdot 120} = 16,3 \text{ Sm};$$

$$r = h_{21e} / S_{o'tish} = 50 / 16,3 = 3,06 \text{ Om};$$

$$S = \frac{h_{21e}}{r_b + r + r_e (1 + h_{21e})} = \frac{50}{1 + 3,06 + 0,2 \cdot (1 + 50)} = 3,5 \text{ Sm};$$

$$r_b = 1 \quad r_e = 0,2 \quad h_{21e} = 50$$

20

$$A = 0,65 + 0,15 \left(\frac{\omega_{ch} \cdot C_e}{S} \right) =$$

$$= 0,65 + 0,15 \frac{(6,28 \cdot 700 \cdot 10^6 \cdot 50 \cdot 10^{-12})}{3,5} = 0,665;$$

$$B = 0,67 + \frac{\omega_{ch} \cdot C_e}{S} =$$

$$= 0,67 + \frac{6,28 \cdot 700 \cdot 10^6 \cdot 50 \cdot 10^{-12}}{3,5} = 0,769$$

7. Yoyilish koeffitsientini topamiz:

$$\gamma_1 = \frac{A}{B - (U_{R0} - U')/I_{g1}} =$$

$$= \frac{0,665}{0,769 - (0 - 0,7) \cdot 6,28 \cdot 700 \cdot 10^6 \cdot 50 \cdot 10^{-12} / 0,553} = 0,654$$

$$8. g_1 = 1,53 \cos \theta = -0,087 \theta = 102^\circ$$

9. Baza tokining amplitudasi:

$$I_{b1} = \frac{\omega}{\omega_{ch}} \left[I_{g1} \left(\frac{B}{A} + \omega_{ch} C_K R_K \right) - \frac{U_{R0} - U'}{A} \omega_{ch} C_e \right] =$$

$$= \frac{2\pi \cdot 0,710^9}{2\pi \cdot 1,1 \cdot 10^9} =$$

$$= \left[0,553 \left(\frac{0,769}{0,665} + 2\pi \cdot 1,110^9 \cdot 7,5 \cdot 10^{-12} \cdot 34 \right) - \frac{0 - 0,7}{0,665} 0,346 \right] \\ = 1,26$$

10. Tok kuchaytirish koeffitsientining moduli:

$$K_t = \frac{I_{k1}}{I_{b1}} = \frac{0,552}{1,26} = 0,423$$

11. Emitterga qo'yilgan teskari kuchlanishning maksimal qiymati:

$$U_{eo} = - \frac{I_{e1}(1 + \cos \theta)}{\omega_{ch} C_e \gamma_1} + U = \\ = \frac{0,553 \cdot (1 + (-0,087))}{2\pi \cdot 0,7 \cdot 10^6 \cdot 50 \cdot 10^{-12}} + 0,7 = -1,95 < 3,5$$

12. Tranzistorning kirish qarshiligining aktiv tashkil etuvchisi.

$$r_{ki-ue} = \frac{r_b(1 + \omega_{ch} C_k R_k \gamma_1) + \omega_{ch} L_e \gamma_1 r_e + r_e}{1 + \omega_{ch} C_k R_k \gamma_1} = \\ = \frac{1(1 + 2\pi \cdot 1,1 \cdot 10^9 \cdot 2,5 \cdot 10^{-13} \cdot 34 \cdot 0,551)}{1 + 2\pi \cdot 1,1 \cdot 10^9 \cdot 7,5 \cdot 10^{-12} \cdot 34 \cdot 0,551} + \\ + \frac{2\pi \cdot 1,1 \cdot 10^9 \cdot 0,25 \cdot 10^{-9} \cdot 0,551 + 0,2}{1 + 2\pi \cdot 1,1 \cdot 10^9 \cdot 7,5 \cdot 10^{-12} \cdot 34 \cdot 0,551} = 1,26 \text{ Om}$$

Reaktiv tashkil etuvchisi:

$$x_{kir.ue} = \omega L_b + \frac{\omega L_b - \frac{1 - \gamma_1}{\omega C_k} - r_k \frac{\omega_{ch} \gamma_1}{\omega}}{1 + \omega_{ch} C_k R_k \gamma_1} =$$

$$\begin{aligned}
&= 2\pi \cdot 0,7 \cdot 10^9 \cdot 2,5 \cdot 10^{-9} + \\
&2\pi \cdot 0,7 \cdot 10^9 \cdot 2,5 \cdot 10^{-9} - \frac{1-0,551}{2\pi \cdot 0,7 \cdot 10^9 \cdot 50 \cdot 10^{-12}} - \\
&+ \frac{0,2 \frac{2\pi \cdot 1,1 \cdot 10^9}{2\pi \cdot 0,7 \cdot 10^9} \cdot 0,551}{1 + 2\pi \cdot 1,1 \cdot 10^9 \cdot 7,5 \cdot 10^{-12} \cdot 34 \cdot 0,551} = 10,40 \text{ m}
\end{aligned}$$

13. Quvvat bo'yicha kuchaytirish koeffitsienti:

$$K_p = k_I^2 \left(\frac{R_k}{r_{kir}} \right) = (0,423)^2 \cdot \left(\frac{35,3}{1,26} \right) = 5,03$$

14. Kollektor tokining doimiy tashkii etuvchisi:

$$I_k = \frac{I_{chl1}}{g_1(\theta)} = \frac{0,553}{1,53} = 0,361 \text{ A}$$

Manbadan olinayotgan quvvat:

$$P_0 = I_k U_{k0} = 0,361 \cdot 28 = 10,1 \text{ W}$$

Foydali ish koeffitsienti:

$$\eta = \frac{P_{ch1q}}{P_0} = \frac{5}{10,1} = 0,494 = 49,4 \%$$

15. Kirish va sochilish quvvatlari:

$$P_{kir} = \frac{P_{ch1q}}{K_p} = \frac{5}{5,03} = 0,99 \text{ W}$$

$$P_{soch} = P_0 - P_{ch1q} + P_{kir} = 10,1 - 5 + 0,99 = 6,11 \text{ W}$$

16. Iste'molchi qarshiligining aktiv tashkil etuvchisi:

$$R_H = \frac{[\omega C_k(1 - \omega^2 C_k L_k) R_k^2 - \omega L_k]^2}{[1 + (\omega C_k L_k)^2] R_k} =$$

$$\frac{[2\pi \cdot 0,7 \cdot 10^9 \cdot 7,5 \cdot 10^{-12} (1 - 4\pi^2 \cdot 0,7^2 \cdot 10^{18} \cdot 7,5 \cdot 10^{-12} \cdot 2 \cdot 10^{-9}) \cdot$$

$$\cdot 35,3^2 - 2\pi \cdot 0,7 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-9}]^2 + 35,3}{[1 + (2\pi \cdot 0,7 \cdot 10^9 \cdot 7,5 \cdot 10^{-12} \cdot 35,3)^2] \cdot 35,3} =$$

$$= 20 \text{ Om}$$

$$X_H = \frac{R_H R_k}{\omega C_k(1 - \omega^2 C_k L_k) R_k^2 - \omega L_k} =$$

$$= \frac{20 \cdot 35,3}{2\pi \cdot 0,7 \cdot 10^9 \cdot 7,5 \cdot 10^{-12} (1 - 4\pi^2 \cdot 0,7^2 \cdot 10^{18} \cdot 7,5 \cdot 10^{-12} \cdot 2 \cdot 10^{-9}) \times$$

$$\times 35,3^2 - 2\pi \cdot 0,7 \cdot 10^9 \cdot 35,3}$$

$$= 34,6 \text{ Om}$$

Qarshilikning ishorasi musbat, demak, induktiv xarakterga ega va uning induktivligi $L = x_n/w = 28,2/2\pi \cdot 300 \cdot 10^6 = 14 \text{ nGn}$ ga teng bo'lgan g'altak ishlatib amalga oshirish mumkin.

Topshiriq

6-jadvalda keltirilgan variantlar bo'yicha radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning chiqish kaskadini hisoblang.

Manba kuchlanishi – $U_{k0} = 13 \text{ V}$

Tashqi muhit harorati – $t = 0 \pm 40^\circ \text{C}$

Siljish kuchlanishi – $U_{b0} = 0$

Chiqish kaskadini hisoblash uchun kerak bo'ladigan
qiymatlar variantlari

6- jadval

T/r	Chiqish kaskadining quvvati, W	Ish chastotasi, MHz	
		f_{min}	f_{max}
1	10	300	330
2	3	400	-
3	3,2	280	290
4	1	1000	-
5	1,4	750	-
6	1,1	400	-
7	2	700	730
8	3,5	800	-
9	1,5	350	-
10	0,1	2500	-
11	0,2	1800	-
12	1	1800	-
13	0,25	2200	-
14	1,5	250	260
15	3	200	-
16	0,8	1600	-
17	2	650	160
18	10	400	-
19	5	380	-
20	1,4	800	810

6,7.8 - amaliy mashg'ulotlar

CHASTOTA KO'PAYTIRGICHINI HISOBLASH

Amaliy mashg'ulot maqsadi

Talabalar generatorlarning chastota ko'paytirish jarayonidagi ish usuli va uning energetik xususiyatlari bilan tanishadilar. Generatorlarning quvvat kuchaytirgich jarayonidan chastota ko'paytirgich jarayoniga o'tish holatini tekshiradilar va hisoblaydilar.

Qisqacha nazariy tushunchalar

Kirish qismiga $2\pi\omega_{k,r}$ to'liqin berilganda chiqish qismida $2\pi N\omega_{k,r}$ davrli, ya'ni chastotasi N marta ko'paygan to'liqinni ishlab beruvchi qurilma chastota ko'paytirgich deb ataladi. Chastota ko'paytirgichning (CHK) chiqish konturi ta'sir qiluvchi to'liqinning kerak bo'lgan inazkur garmonikasiga sozlanadi. Shunday qilib, CHK konturning qaysi garmonikaga sozlanishiga va ish holatiga qarab, quvvat kuchaytirgich yoki chastota ko'paytirgich bo'lib ishlashi mumkin.

Chastota ko'paytirgichning asosiy ko'rsatkichlari quyidagilar: chastotani ko'paytirish koeffitsienti N , chiqish quvvati P_N , quvvat kuchaytirish koeffitsienti $K_{P,N}$, F.I.K η .

Chastotani ko'paytirish jarayonida generatorning chiqish konturi kerak bo'lgan garmonikaga sozlanadi va bu konturda shu ko'paygan chastota to'liqinining quvvati ajralib chiqadi. Bunda $U_n = E_n + U_n \cos \tau$ ko'rinishdagi ta'sir qiluvchi to'liqin berilganda, chiqish kuchlanishi $U_n = E_n - U_{nV} \cos N\tau$ ko'rinishda bo'ladi.

Chastota ko'paytirish jarayonida kesish burchagi θ ni to'g'ri tanlash kerak, chunki uning qiymatiga foydali quvvat P_V , F.I.K η va garmonika toklarining amplitudasi I_{a0} ga bog'liq bo'ladi

$$I_{a0} = I_{\max} \alpha_0(\theta); I_{aN \max} \alpha_n(\theta)$$

Yoyish koeffitsienti α_n kesish burchagi $\theta=120/N$ bo'lganda eng katta qiymatga ega bo'ladi

$$\alpha_n(\theta_n)=0,536/N$$

CHK ning energetik ko'rsatkichlari quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

N-nomerli garmonika uchun bo'lgan quvvat

$$P_N = 0,5 U_n I_{an}$$

Manbadan olinayotgan quvvat

$$P_o = E_m I_{\omega o}$$

Foydali ish koeffitsienti

$$\eta = \frac{P_N}{P_o} = 0,5 \frac{\alpha_N(\theta)}{\alpha(\theta)}$$

$$\xi_N = 0,5 q_N(\theta_{qui}) q_N$$

Quvvat bo'yicha ko'paytirish koeffitsienti

$$K_{pN} = P/P_{kirN}$$

$E_m, I_{\omega o}, \xi$ ko'rsatkichlari bir xil bo'lgan quvvat kuchaytirgich va chastota kuchaytirgichning energetik ko'rsatkichlarini taqqoslab, quyidagi ifodalarni olish mumkin, bunda $\theta = 90^\circ$ quvvat kuchaytirgich uchun, chastota ko'paytirgich uchun $\theta = \theta_{qui} = 120^\circ/N$

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

Demak, chastotani ko'paytirish jarayonida quvvat N baravar kamayadi. Chiqish tokining shakl koeffitsienti $q_N(\theta_k)$ $N = 2, 3, 4$ bo'lganda 1.26, 1.27, 1.25 ga teng va deyarli o'zgarmaydi.

Demak, $\eta_N/\eta = 1,25/1,26 \approx 0,8$ va F.I.K. chastotani ko'paytirish koeffitsienti N ga bog'lik emas, ammo chastotani ko'paytirish jarayonida bir muncha kichik qiymatga ega bo'ladi.

Shuni ta'kidlash kerakki, CHKlarda generatorning kritik holati iste'molchi qarshiligining katta qiymatida ro'y beradi

$$\frac{R_{H\lambda}}{R_{\mu}} = \frac{I_{a1}}{I_{AN}} \cdot \frac{UN_{kp}}{P_1} = \frac{\alpha_1(0)}{\alpha_{\lambda}(0_{\lambda})} \approx N$$

Chastota ko'paytirgich ko'effitsientining quvvat kuchaytirgich ko'effitsientiga nisbati quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{K_{\mu N}}{K_{p1}} = \frac{P_{\lambda}}{P_{kp}} \cdot \frac{P_{chiq}}{P_1} = \frac{1}{N} \cdot \frac{U_{chiq}^2}{U_{chiq,N}^2} \cdot \frac{\gamma_1(\theta)}{\gamma_1(\theta_k)} = \frac{1.23}{N^2}$$

Bu taqqoslash shuni ko'rsatadiki, CHK energetik ko'rsatkichlari quvvat ko'rsatkichnikidan ancha past ekan.

Chastota ko'paytirgichni amalda ishlatishda uning chastota ko'paytirish ko'effitsienti N ni 3 dan oshirish kerak emas, chunki u holda energetik ko'rsatkichlar juda kamayib ketadi.

Chastota ko'paytirgichni hisoblash

Hisoblash uchun berilgan qiymatlar: tranzistor KT315E, ish chastotasi $f=30\text{MHz}$; ko'paytirish ko'effitsienti $n=2$, $\Omega_s = 2,52$

Hisoblashni kesish burchagi $\theta = 60^\circ$ bo'lgan hol uchun bajaramiz, chunki bu paytda chastota ko'paytirgichni quvvat bo'yicha kuchaytirish ko'effitsienti maksimal qiymatga ega bo'ladi.

1. Kritik ish holatida maksimal chiqish quvvatini va kuchaytirish ko'effitsientini mumkin bo'lgan kollektor tokida bajarilishini tekshiramiz. Buning uchun quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$U_{k0\ k\tau} = \frac{i_{km}}{S_{kp}} \left(1 + \frac{\pi \alpha_n S_{kp}}{2\theta \omega_{cheg} C_{ka}} \right)$$

$$U_{k0\ k\tau} = \frac{0,05}{0,05} \left(1 + \frac{\pi \cdot 0,276 \cdot 0,05}{2 \left(\pi/3 \right) \cdot 2\pi \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 10^{-12}} \right) = 12\ V$$

Hisoblangan kuchlanish ta'minlovchi manbani mumkin bo'lgan kuchlanishidan deyarli ikki barobar katta bo'lib chiqdi, ya'ni $0,5U_{KE\max}=6B < 12V$. Demak, yuqorida aytib o'tilgan ko'rsatkichlar kollektor tokining amplitudasi $i_{KM}=0.05A$ bo'lganda maksimal qiymatga erishmaydi.

2. Kritik ish holatida tranzistorning tok va kuchlanish boryicha to'liq ishlatilishi uchun kerak bo'lgan manba kuchlanishini (U_{k0}) va kollektor kuchlanishini ishlatish koeffitsienti (ξ_{kr}) hamda uning amplitudasini (U_k) ni topamiz:

$$U_{k0} = \frac{1}{2} \left(U_{ke} + \frac{i_{km}}{S_{kr}} \right) = \frac{1}{2} \left(12 + \frac{0,05}{0,05} \right) = 6,5\ V$$

$$\xi_{kr} = 1 - i_{km} / (S_{kr} U_{k0}) = 1 - 0,05 / (0,05 \cdot 6,5) = 0,85$$

$$U_k = \xi_{kr} \cdot U_{k0} = 0,85 \cdot 6,5 = 5,5\ V$$

3. Kollektor tokining birinchi garmonikasini quyidagi formuladan topamiz:

$$I_{k0} = \alpha_n I_{km} - \left(\frac{\theta}{\pi} \right) \omega_{cheg} C_{ka} \xi U_{k0}$$

$$\begin{aligned} I_{k2} &= 0,276 \cdot 0,05 - \left(\frac{\pi}{3\pi} \right) \cdot 2\pi \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 10^{-12} \cdot 0,85 \cdot 6,5 = \\ &= 10,3 \cdot 10^{-3} \text{ A} \end{aligned}$$

4. Nagruzka qarshiligi va chiqish quvvati quyidagi formulalar orqali topiladi:

$$R_k = \frac{U_k}{I_{k2}} = \frac{5,5}{10,3 \cdot 10^{-3}} = 532 \text{ Om};$$

$$P_{chig} = \frac{1}{2} \cdot I_{k2} \cdot U_k = \frac{1}{2} \cdot 10,3 \cdot 10^{-3} \cdot 5,5 = 28,4 \cdot 10^{-3} \text{ W}$$

5. Kollektor tokining doimiy tashkil etuvchisi quyidagi formula orqali topiladi:

$$I_k = I_{kn} \frac{1 + \frac{\theta}{\pi} \omega_{ch} C_{ka} R_k \left[1 - g_n(\theta) \frac{\sin n\theta}{n\theta} \right]}{g_n}$$

$$\begin{aligned} I_k &= \frac{10,3 \cdot 10^{-3}}{1,27} \left\{ 1 + \frac{\pi}{3\pi} 2\pi \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 10^{-12} \cdot 532 \left[1 - 1,27 \frac{0,866}{2\pi/3} \right] \right\} = \\ &= 9,44 \cdot 10^{-3} \text{ A} \end{aligned}$$

6. Tranzistor parametrlarini topamiz:

$$\gamma_p = \frac{42,5 \left(\frac{i_m}{2} \right)}{1 + 3,66 \cdot 10^{-3} \cdot t_{o'tish}} = \frac{42,5 \cdot 0,025}{1 + 3,66 \cdot 10^{-3} \cdot 70} = 0,85 \text{ Sm}$$

Keyin esa ekvivalent sxemaning ko'rsatkichlarini topamiz:

$$r = \frac{h_{213}}{S_n} = \frac{50}{0,85} = 59,1 \text{ Om}$$

$$S = \frac{h_{213}}{r'_b + r} = \frac{50}{(60 + 59,1)} = 0,42 \text{ Sm}$$

$$f_s = \frac{h_{213}}{S r'_b} = \frac{3 \cdot 10^8}{(0,42 \cdot 60)} = 11,9 \text{ MHz}$$

$$\Omega_s = \frac{f}{f_s} = \frac{30}{11,9} = 2,52$$

$$\cos \varphi_s = \frac{1}{\sqrt{1 + \Omega_s^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 2,52^2}} = 0,369$$

7. Kollektor tokining birinchi garmonikasi amplitudasini va kirishdagi ta'sir qiluvchi kuchlanishni topamiz:

$$I_{k1} = i_{km} \alpha_1 = 0,05 \cdot 0,391 = 19,5 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$U_{tastr} = I_{k1} \frac{\sqrt{1 + \Omega^2}}{S \cdot \gamma_1} = 9,5 \cdot 10^{-3} \frac{\sqrt{1 + 2,5^2}}{0,42 \cdot 0,196} = 0,64 \text{ V}$$

8. Kollektor tokining birinchi garmonikasi fazasini topamiz:

$$\varphi_1 \approx 18 + \left(47,4 - \frac{22}{\Omega_s}\right) (0,38 + \gamma_1)$$

$$\varphi_1 \approx 18 + \left(47,4 + \frac{22}{2,52}\right) (0,38 + 0,196) = 40,3^\circ$$

9. Kirish o'tkazuvchanligini topamiz:

$$Y_{chiq1} = \frac{\gamma_1}{r'_b} \left[1 - \frac{r}{r'_b + r} \cos \varphi_s (\cos \varphi_1 + j \sin \varphi_1) \right]$$

$$Y_{chiq1} = \frac{0,196}{60} \left[1 - \frac{59,1}{60 + 59,1} \cdot 0,369(0,76 - j0,65) \right] =$$

$$= (2,81 + j0,387) \cdot 10^{-3} \text{ Sm}$$

10. Ta'sir qiluvchi quvvatni topamiz:

$$P_T = 0,5 U_T^2 \operatorname{Re} Y_{kir} = 0,5 \cdot 0,64^2 \cdot 2,81 \cdot 10^{-3} = 0,85 \cdot 10^{-3} \text{ W}$$

11. Quvvat bo'yicha uzatish koeffitsientini topamiz:

$$K_p = \frac{P_{chia}}{P_T} = \frac{28,4}{0,85} = 48,8$$

12. [5] adabiyotdagi grafikdan (19 bet. 2.3-rasm) yoyilish koeffitsientlarini topamiz:

$$\gamma_1 = 0,196 \text{ va } \Omega_s = 2,52$$

$$\cos \theta_B = 0,54$$

13. Siljish kuchlanishini hisoblaymiz:

$$U_{R0} = U - \frac{I_{k1} \sqrt{1 + \Omega_s^2} (\cos \theta_H)}{S\gamma_1} =$$

$$= 0,3 - \frac{19,5 \cdot 10^{-3} \sqrt{1 + 2,522 \cdot 0,54}}{0,42 \cdot 0,196} = -0,047 \text{ V}$$

14. Emitterdagi maksimal teskari kuchlanishni topamiz:

$$U_{eb \max} = -U_T(1 + \cos \theta_H) + U - 2\omega C_{ka} r_b U_{ke} =$$

$$= -0,64(1 + 0,54) + 0,3 - 2 \cdot 2\pi \cdot 3 \cdot 10^7 \cdot 10^{-12} \cdot 60 \cdot 5,5 =$$

$$= -081 \text{ V}$$

15. Manbadan olinayotgan quvvatni, tranzisterning qizishiga sarf bo'layotgan sochilish quvvatini va chastota ko'paytirgichining foydali ish koeffitsientini topamiz:

$$P_0 = I_k U_{k0} = 9,44 \cdot 10^{-3} \cdot 6,5 = 61,3 \cdot 10^{-3} \text{ W}$$

$$P_{sochil} = P_0 - P_{chiq} + P_T$$

$$P_{sochil} = (61,3 - 28,4 + 0,58) \cdot 10^{-3} \text{ W}$$

$$\eta_k = \frac{P_{chiq}}{P_0} = \frac{28,4}{61,3} = 46\%$$

Ko'p hollarda tranzistor nagruzkaga maksimal quvvat berish ish hoiatida ishlatilmaydi, ya'ni berilgan quvvat maksimal quvvatdan kichik bo'ladi. Bunday holda kesish burchagini (θ) shunday tanlash kerakki, quvvat bo'yicha kuchaytirish koeffitsienti maksimal qiymatga ega bo'lishi, manba kuchlanishi esa $U_{ke \max}$ dan kichik bo'lishi kerak.

Topshiriq

7-jadvalda keltirilgan variantlar bo'yicha radioqazatuvchi qurilmaning chastota ko'paytirigichini hisoblang.

Manba kuchlanishi -- $U_{ko} = 13V$

Tashqi muhit harorati -- $t = 0 \pm 40^{\circ}C$

Chastota ko'paytirigichni hisoblash uchun kerak bo'ladigan
qiymatlar variantlari

7- jadval

T/r	Kirishdagi chastota, MHz	Chastotani ko'paytirish koeffisienti, n	Optimal kesish burchagi, θ°
1	30	2	60
2	50	3	45
3	60	4	40
4	70	5	35
5	80	2	60
6	90	3	45
7	100	4	40
8	108	5	35
9	66	2	60
10	144	3	45
11	145	4	40
12	180	5	35
13	200	2	60
14	250	3	45
15	300	4	40
16	400	2	60
17	430	3	45
18	500	4	40
19	700	2	60
20	1200	2	60

AVTOGENERATORNI HISOBLASH

Amaliy mashg'ulotning maqsadi

Talabalar avtogeneratorning energetik xususiyatlari bilan tanishadilar va uning ishlab berayotgan to'liqin chastotasini tebranish konturining elementlariga hamda amplitudasining manba kuchlanishiga bog'liqligini va avtogeneratorning ish holatini hisoblashni o'rganadilar.

Qisqacha nazariy ma'lumotlar

O'z-o'zidan (O'O'IG) ishlovchi generator (aftogenerator) deb. manba energiyasini tashqi ta'sirsiz yuqori chastotali energiyaga (yu.ch.e) aylantirib beruvchi qurilmaga aytiladi. Bunday generator tarkibiga aktiv element (AE) va tebranish konturi (TK) kiradi.

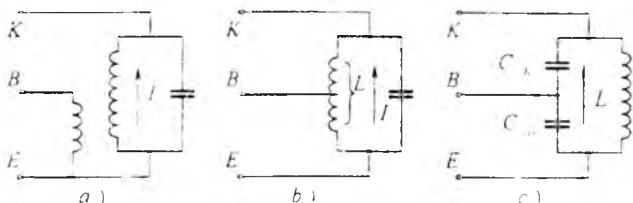
O'O'IGlar radiouzatuvchi qurilmalarda tashuvchi yuqori chastotali to'liqlarni ushlab berishda, qabul qiluvchi va televizion qurilmalarda geterodin sifatida ishlatiladi. Generatorlarni hisoblash uchun ularning ish chastotasini f , ish diapazonini ($f_{yq}-f_q$), quvvatini P_i va chastota turg'unligini bilish lozim. Odatda, tebranish konturi quvvatni kam sarflaydigan elementlar asosida yig'iladi va yuqori turg'unli chastotagali to'liqlarni olish uchun, tebranish konturi AE uch elektrodiga (baza, kollektor, emitter) ulanadi. Generatorning bu sxemasi uch nuqtali deb ataladi. O'O'IG larda ta'sir qiluvchi quvvat chiqish qismida kirish qismiga uch xil usul bilan uzatilishi mumkin, ya'ni transformatorli (4a- rasm), avtotransformatorli (4b- rasm) va sig'im orqali (4b- rasm) tok L_2 g'altagi orqali o'tib, unda $U_n = I_j \omega M$ ko'rinishdagi kuchlanishni vujudga keltiradi. Bu paytda L_1 g'altakda $E = I_j \omega M$ ko'rinishdagi elektr yurituvchi kuch (e.yu.k) paydo bo'ladi. (M-o'zaro induktivlik). Bu e.yu.k. tranzistor bazasidagi kuchlanishga teng.

$U_b = U_{bk}$ ga teng bo'lgani uchun teskari aloqa koeffitsientini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$|S_1| |K_1| |Z_k| > 1 \text{ yoki } K \geq 1/S_1 Z_k = 1/S_1 R_k$$

Bu tengsizliklardan ko'rinib turibdiki, generator ishlashi uchun teskari aloqa koeffitsienti musbat xarakterga ega va kritik qiymatdan katta bo'lishi lozim:

$$K > K_{kr} = 1/S_1 R_k$$



4-rasm. Ta'sir qiluvchi quvvatni teskari aloqa orqali berish turlari

Agar o'zaro induktivlikni (M) manfiy qiymatda olsak, teskari aloqa koeffitsienti, albatta, musbat xarakterda bo'ladi. M ning ishorasini L_1 va L_2 g'altaklarning birini 180° ga burish yoki ularning uchlarini almashtirish yo'li bilan o'zgartirish mumkin. M ning qiymatini g'altaklar sonini, ya'ni transformator koeffitsientini o'zgartirish bilan ko'paytirish yoki kamaytirish mumkin.

Ushbu transformator orqali teskari bog'langan generatorlar, asosan, uzun va o'rta to'lqin diapazonida ishlatiladi. To'lqin chastotasi oshishi bilan montaj sig'implari va simlarning induktivligi generator ishlashiga ta'sir qiladi. Bu esa konturning diapazon koeffitsienti kamayishiga sabab bo'ladi:

$$K_f \approx \sqrt{C_{max}/C_{min}}$$

Ko'p hollarda g'altak sifatida ferrit o'zagiga bir qator o'ralgan g'altak ishlatiladi va uning induktivligi quyidagi formula orqali topiladi:

$$L = W_k^2 D_k a m_L P_L F_k q_k \mu_q \cdot 10^{-3} [\text{MkGn}]$$

Bu yerda: w_n - cho'l'g'amlar soni, D_k - g'altak diametri, a - g'altak uzunligi, F_k - g'altak uzunligining o'zak uzunligi nisbatiga bog'liq bo'lgan koeffitsienti, q - o'zak diametri kvadratining g'altak diametri kvadratiga nisbati, μ_q - o'zakning magnit singdiruvchanligi.

R_L - g'altakning joylashishiga bog'liq bo'lgan koeffitsient.

Generator chastotasi quyidagicha aniqlanadi:

$$f_{kat} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{kich}}} \quad f_{kich} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{kat}}}$$

O'z-o'zidan ishlovchi generatorni hisoblashda foydalanadigan formulalar: (AE uchun $\omega < 0.5 < \omega$, shart bajarilgan holda)

$$U_{ke} = U_T / K = U_{ko} \sqrt{1 - \gamma_1}.$$

$$U_{ko} = 0.5U_{\text{vmax}}.$$

$$I_{k1} = SU\gamma_1 = SU_{ko} K\gamma_1 \sqrt{1 - \gamma_1}.$$

bu yerda: γ_1 - kesish burchagi θ ga bog'liq bo'lgan koeffitsient jadvaldan topiladi ($\theta = 60^\circ - 90^\circ$).

Collector zanjiridagi chiqish quvvati:

$$P_{cna} = 0.5I_{K1}U_{ke} = 0.5SU_{ko}^2 k\gamma_1 (1 - \gamma_1)$$

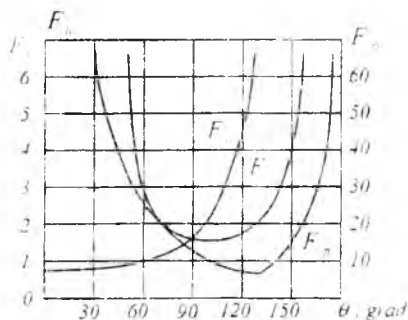
Collektorning nagruzasini qarshiligi va o'tkazuvchanligi:

$$R_k = \frac{1}{G_k} = \frac{U_{ke}}{I_{k1}} = \frac{1}{Sk\gamma_1};$$

$$K_i = (I_{kam} / SU_{ko}) F_i(\theta)$$

Teskari aloqa koeffitsienti K_i ga nisbatan kam olinadi.

$F_i(\theta)$ qiymati 5-rasmda keltirilgan grafikdan aniqlanadi.



5-rasm. Teskari aloqa koeffitsientini topish uchun qo'llaniladigan F_i , F_u , F_p funksiyalarning grafigi.

Avtogeneratorni hisoblash

Hisoblash uchun quyidagi qiymatlar berilgan bo'lishi kerak:

1. Quyi va yuqori chastotalar o'ralig'i ($f_H \dots f_B$), qoplash koeffitsientini xarakter – uzluksiz yoki diskret. Diapazon qoplanishi diskret bo'lgan holda, ishchi chastotalar sonini va chastota qadamini $F = (f_H \dots f_B)/N$ hamda bir chastotadan ikkinchi chastotaga o'tish vaqtini bilish kerak.

2. Qisqa va uzoq muddatli chastota turg'unligi, tashqi muhit sharoiti, manba kuchlanishi, silkinish va tebranish chastotasi, amplitudasi.

3. Ishlab berilayotgan signallar shakli va modulatsiya paytidagi mumkin bo'lgan nochiqliq buzuvchiliklar qiymati.

4. Kerak bo'lmagan signallar miqdoriga bo'lgan talablar.

5. Chiqishdagi quvvat, nagruzka turi va ularning turg'unligi.

6. Iqtisodiy talablar.

7. Yuqorida aytilgan talablar avtogenerator sxemasini va konstruksiasini ratsional tanlash yo'li bilan amalga oshiriladi. Birinchi navbatda avtogeneratorning struktura sxemasini tuzish kerak (bir yoki ko'p kaskadli). Keyin struktura sxemasi asosida prinsipial sxemani tuzish va aktiv elementning ish holatini tanlash kerak. Konstruksiya

variantlarini ko'rib chiqish kerak.

Avtogeneratorni ish holatini ishchi chastota $\omega_0 \ll \omega_s$ bo'lganda hisoblash:

Hisoblash uchun berilgan qiymatlar: Ishchi chastota $f_0 = 1$ MHz, nagruzkadagi quvvat $P_H = 50$ mW.

1. Adabiyotdan [2] KT315 tranzistorni tanlaymiz va uning parametrlarini yozib olamiz: $f_s \approx 10$ MHz $\gg f_0$; $S=0,55$ A/V; $S_6 = 0,006$ A/V; $U' = 0,33$ V; $I_{kmax} = 0,05$ A; $U_{kmax} = 12$ V; $U_{ebmax} = 2$ V; $P_{kmax}=150$ mW; tashqi muhit harorati $t_{o\pi l} \leq 25^\circ\text{C}$. Manba kuchlanishini $U_{k0} = 0,5U_{kmax} = 6$ V qilib olamiz.

2. Kesish burchagini (θ) tanlaymiz, avtogeneratorlarda kesishish burchagi $\theta = 60 \dots 90^\circ$ atrofida olinadi. Burchakni $\theta = 70^\circ$ qilib olamiz. Bu burchak uchun $\gamma_1 = 0,288$, $g_1 = 1,73$, $\cos \theta = 0,342$.

5- rasmdagi grafikdan $F_1 = 1,8$, $F_u = 0,9$, $F_p = 12$ larni aniqlaymiz. Quyidagi formulalar orqali teskari aloqa koeffitsientlarini topamiz:

$$k_l = \left(\frac{I_{kmax}}{SU_{k0}} \right) F_l = \frac{0,05}{0,55 \cdot 6} = 0,027$$

$$k_u = \left[\frac{U_{ebmax} + U'}{U_{k0}} \right] F_u(\theta) = \frac{2 + 0,33}{6} \cdot 0,9 = 0,35$$

$$k_p = \left(\frac{2P_{kmax}}{SU_{k0}^2} \right) F_p(\theta) = \frac{2 \cdot 0,15}{0,55 \cdot 6^2} \cdot 12 = 0,18$$

$k = 0,025 < k_l = 0,027$ qilib olamiz.

Keyin quyidagi formulalar orqali kollektordagi kuchlanishni, 1-garmonika tokini va chiqish quvvatini topamiz:

$$U_{ke} = \frac{U_b}{k} = U_{k0} \sqrt{1 - \gamma_1}$$

$$U_{ke} = 6 \sqrt{1 - 0,288} = 5,06 \text{ V}$$

$$I_{k1} = S U_b \gamma_1 = S U_{k0} k \gamma_1 \sqrt{1 - \gamma_1}$$

$$I_{k1} = 0,55 \cdot 6 \cdot 0,025 \cdot 0,288 \sqrt{1 - 0,288} = 5,06 \text{ A}$$

$$P_{chiq} = 0,5 I_{k1} U_{ke} = 0,5 S U_{k0}^2 k \gamma_1 (1 - \gamma_1) =$$

$$= 0,5 \cdot 0,55 \cdot 6^2 \cdot 0,025 \cdot 0,288 (1 - 0,288) = 0,051 \text{ W}$$

Kollektor nagruzasining qarshiligi va o'tkazuvchanligini topamiz:

$$R_p = \frac{1}{G_k} = \frac{U_{ke}}{I_{k1}} = \frac{1}{S k \gamma_1} = \frac{1}{0,55 \cdot 0,025 \cdot 0,288} = 252 \text{ Om}$$

$$G_k = 3,96 \text{ mSm}$$

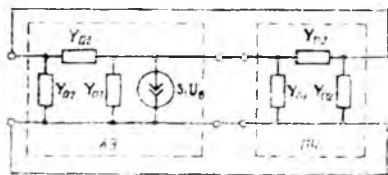
Navbatdagi hisoblash ishini bajarishda tebranish konturning ko'rsatkichlarini topamiz. Chastota turg'unligini oshirish uchun aslligi (saxiyiligi Q) va xarakteristik qarshiligi (p) katta bo'lgan konturni tanlaymiz. Odatda, chastota 100 ... 200 MHz bo'lganda saxiyiligi $Q_{\text{HEH}} \approx 100 \dots 120$ va xarakteristik qarshiligi $p \approx 300 \dots 500 \text{ Om}$ bo'lgan konturni konstruksiya qilish mumkin. Bu esa konturni rezonans qarshiligini to'liq ulanganda: $R_{\text{HE}} = 1/G_{\text{HEH}} = pQ_{\text{HEH}} = 30 \dots 60 \text{ kOm}$ bo'lishini ta'minlaydi.

Keyingi hisoblash avtogeneratorni vazifasiga bog'liq bo'ladi. Yuqori turg'unlikga ega bo'lgan va kichik quvvatli to'liqlar olishda, konturning parametrlarini shunday tanlash kerakki, uning saxiyiligi maksimal qiymatga ega bo'lishi kerak. Agar avtogenerator nagruzkaga maksimal quvvat berishi kerak bo'lsa, u holda konturning foydali ish koeffitsientini (η_k) oshirishga intilish kerak. Har qanday

holatda avtogeneratorni uch nuqtali sxemasidagi reaktiv qarshiliklarning qiymati 500 ... 1000 Om dan katta, 5 ... 10 Om dan kichik bo'lmashligi kerak. aks holda avtogeneratorni amalga oshirish ancha qiyin bo'ladi. Bu ikkala usuldagi hisoblashni ko'rib chiqamiz. Kollektor zanjiridagi quvvatlar muvozanatidan ma'lumki,

$$0,5U_{ke}^2 G_K = 0,5U_{ke}^2 (G_{a1} + G_K) + 0,5U_T^2 G_{a2} + \\ + 0,5(U_T + U_{ke})^2 G_{a3} + 0,5U_{ke}^2 G_{salt} / P^2$$

Bu yerda: $G_{a1} = G_{a22} - G_{a12}$; $G_{a2} = G_{a11} + G_{a12}$; $G_{a3} = -G_{a12}$ — aktiv element o'tkazuvchanligining haqiqiy tashkil etuvchisi (6-rasm)



6-rasm. Aktiv element va passiv to'rt qutblilikning ekvivalent sxemas;

p - konturning kollektor zanjiriga ulanish koeffitsienti; G_N — tashqi nagruzka.

U_a kuchlanishni $U_B = kU_{KS}$ ga almashtirib, $G_K = G_{a1} + k^2 G_{a2} + (1 + k)^2 G_{a3} + G_N + G_{salt} / p^2$ (4.1) ifodani topamiz.

Kontur saxiyligini (Q_N) $\delta_N = 1 / Q_N = p^2 G_{kp}$ (4.2) ifodadan topamiz.

Bu yerda: $G_K = Sk_{Y1}$ — aktiv elementni kerakli ish holatida ishlashi uchun kerak bo'lgan nagruzka o'tkazuvchanligi, p — ma'lum bo'lgan ulanish koeffitsienti. Bu ifodadan ko'rinib turibdiki, konturning saxiyligi p ni oshirish kerak. (4.1) ifodani (4.2) ga qo'yib konturni so'ndirish koeffitsienti δ_n ni topamiz:

$$\delta_n = p^2 G_{ke} \rho + p^2 G_{re} \rho + \delta_{salt} \quad (4.3)$$

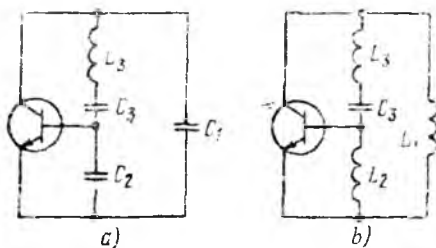
$$G_{ke} = G_{a1} + k^2 G_{a2} + (1 + k)^2 G_{a3} \quad (4.4)$$

Bu yerda: G_{ke} AE dagi emitter- kollektor o'tkazuvchanligi, $\delta_{salt} = 1/Q_{salt} = G_{salt}\rho$ - yuklanmagan kontorni so'ndirish koeffitsienti. (4.3) ifodadan ko'rinib turibdiki, so'ndirish koeffitsientining eng kichik qiymati $G_H = 0$ bo'lgan holda, ya'ni generator qarshiligi katta bo'lgan nagruzkaga ishlaganda yuz beradi. X_2 reaktiv qarshilikka ma'lum qiymat berib ulanish koeffitsienti p ni topamiz. U holda

$$X_1 = \frac{X_2}{k}; p = \frac{|X_1|}{p}; X_3 = -(X_1 + X_2) \quad (4.5)$$

Agar sig'imli uch nuqtali sxema tanlangan bo'lsa,

$X_1 < 0$; $X_2 < 0$; $X_3 > 0$ bo'ladi. Berilgan xarakteristik qarshilikda kerakli ulanish koeffitsientini olish uchun L_3 induktivlikka ketma-ket qilib C_3 sig'imni ulash kerak (7a - rasm). U holda $X_{L3} = \omega L_3 = p \times 1$ $X_{C3} = -1/\omega C_3$ bo'ladi.



7- rasm. Avtogenerator sxemalari: a - uch nuqtali sig'imli (Klapp sxemasi), b - induktiv uch nuqtali.

Ularining yig'indisi X_3 ga teng bo'lishi kerak, demak,

$$X_{C3} = X_3 - X_{L3} \quad (4.6)$$

Uch nuqtali induktiv sxemada $X_1 > 0$; $X_2 > 0$; $X_3 < 0$ va X_3 zanjir ketma-ket ulangan C_3 sig'imdan va L_3 induktivlikdan iborat bo'ladi (7b- rasmi).

$$X_{C3} = -1/\omega C_3 = -p; X_{L3} = X_3 - X_{C3} \quad (4.7)$$

Odatda, uch nuqtali sig'imli sxemaning chastota turg'unligi nisbatan katta bo'ladi.

Avtogenerator konturining ko'rsatkichlarini hisoblaymiz: buning uchun konturning xarakteristik qarshiligini $\rho = 500 \text{ Om}$, saxiyligini $Q = 100$ va $G = 0,02$ deb olamiz. Uch nuqtali sig'imli sxemani (7a-rasni) tanlaymiz va $X_2 = -5 \text{ Om}$ deb qabul qilamiz. U holda

$$X_1 = \frac{X_2}{k} = \frac{-5}{0,025} = -200 \text{ Om}$$

$$p = \frac{X_1}{\rho} = \frac{200}{500} = 0,4$$

$$X_3 = -(X_1 + X_2) = -[(-200) + (-5)] = 205 \text{ Om}$$

$$X_{L3} = 500 \text{ Om}; X_{C3} = X_3 - X_{L3} = 205 - 500 = -295 \text{ O}$$

So'ndirish koeffitsienti δ_n ni $G_n = 0$ bo'lgan holda (4.3) ifodadan topamiz. Buning uchun kollektor-emitter o'tkazuvchanligi G_{ke} ni hisoblaymiz.

$$G_{a1} = 0; G_{a2} = S_b \gamma_1 = 6 \cdot 0,288 = 1,73 \text{ Sm}; G_{a3} = 0;$$

$$G_{ke} = k^2 G_{a2} = 0,025^2 \cdot 1,73 \approx 0,001 \text{ mSm}$$

$$\text{U holda } \delta_{min} = 0,4 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \cdot 500 + 1/100 = 0,0101$$

$Q_H = 99$, konturning saxiyligi deyarli o'zgarmadi. Demak, avtogeneratorga $G_n \neq 0$ bo'lgan nagruzka ulash mumkin. Kontur

saxiyligini $Q_n=80$ gacha pasaytirib so'ndirish koeffitsientini $\delta_n = 0.0125$ qilib olamiz va (4.3) formuladan nagruzkaning o'tkazuvchanligini topamiz:

$$G_H = \frac{0.0125 - 0.01 - 0.4^2 \cdot 10^{-6} \cdot 500}{0.4^2 \cdot 500} = 0.031 \text{ mSm}$$

Bundan nagruzka qarshiligini aniqlaymiz:

$$R_H = \frac{1}{G_H} = 32 \text{ kOm}$$

Nagruzkadagi quvvat:

$$P_n = 0.5 U_{\text{xe}}^2 G_H = 0.5 \cdot 5.06^2 \cdot 0.031 = 0.40 \text{ mW}$$

Konturning sig'im va induktivligini aniqlaymiz:

$$C[pF] = 530 \lambda [m] / X_c [Om]; L[mkGn] = X_L [Om] \lambda [m] / 1885$$

Avtogenerator chastotasi $f = 1 \text{ MHz}$, uzunligi $\lambda = 300 \text{ m}$ bo'lgan to'lqinlar ishlab berish kerak. U holda:

$$C_1 = 530 \cdot 300 / 290 = 800 \text{ pF}; C_2 = 530 \cdot 300 / 5 = 32 \text{ pF};$$

$$C_3 = 530 \cdot 300 / 295 = 540 \text{ pF}$$

$$L_3 = 500 \cdot 300 / 1885 = 80 \text{ mkGn}$$

Topshiriq

8-jadvalda keltirilgan variantlar bo'yicha avtogeneratorni hisoblang.

Tashqi muhit harorati - $t_m = 0 \pm 40^\circ\text{C}$;

Chastota turg'unligi - $\frac{\Delta f}{f} = 10^{-3}$.

Avtogeneratorni hisoblash uchun kerak bo'lgan qiyimatlar
variantlari

8-jadval

T/r	Avtogeneratorning quvvati, mW	Ish chastotasi, MHz	Kesish burchagi, θ°	Manba kuchlanishi, V
1	10	0,5	60	12
2	15	1	90	13
3	20	10	40	26
4	25	20	45	28
5	30	30	50	12
6	35	33	55	15
7	40	28	60	26
8	45	36	65	28
9	50	49	70	12
10	55	59	75	14
11	60	66	80	15
12	65	28	85	18
13	70	14	90	26
14	75	3,5	40	28
15	80	1,2	60	12
16	85	60	70	14
17	90	27	65	18
18	95	1	75	26

MOSLOVCHI ZANJIRLAR VA ULARNI HISOBLASH

Amaliy mashg'ulotning maqsadi

Talabalar moslovchi zanjirlar haqida ma'lumotlar oladilar.

Ularning filtrlash xususiyatlarini, foydali ish ko'effitsientini, reaktiv elementlarini aniqlaydilar. Tor va keng polosali moslovchi zanjirlarni va ularni ishlatish sohalarini bilib oladilar. Moslovchi zanjirlarni hisoblashni o'rganadilar.

Moslovchi zanjirlarga bo'lgan talablar

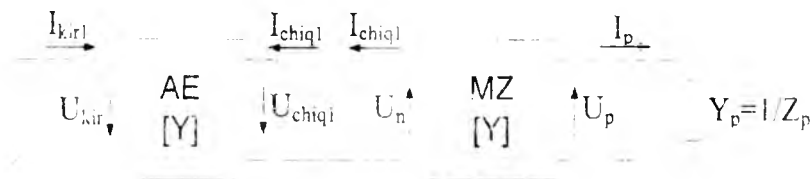
Ma'lumki, quvvat kuchaytirgichdagi aktiv element uchun qulay rejim kiritik ish holatidir. Aktiv element kiritik ish holatida ishlashi uchun uning chiqish qismiga R_{Nkrit} qarshilikni ulash kerak. Ammo ko'p hollarda yuqori chastotali energiyalarni iste'mol qiluvchi qurilmalarning qarshiligi Z_i xususan o'garuvchi antenning qarshiligi R_{Nkrit} qarshilikdan farq qiladi va kichik 1-10 Om qiymatlarga ega bo'ladi. Chiqish kaskadlari uchun Z_i -antenna qarshiligi, oraliq kaskadlar uchun – keyingi kaskadning kirish qarshiligidir.

Bundan shuni aytish mumkinki moslovchi zanjirning (MZ) asosiy vazifasi iste'molchi qarshiligini aktiv elementning chiqish qarshiligiga moslab berishdir. MZning ikkinchi vazifasi–yuqori garmonikalarni filtrlab berishidir. Radiouzatuvchi qurilmalarda kerak bo'lmagan to'lqinlarni yo'qotishga talab kattadir. Chiqish kaskadining yuqori ishchi bo'lmagan garmonikalari iste'molchida quvvat paydo qilishi kerak emas. Oraliq kaskadlarda ishlatilayotgan MZ larga bo'lgan talab bir muncha pastroqdir, lekin shu bilan birga qarshilarni yaxshi moslashtirish uchun bu MZ elementlarini shunday tanlash kerakki, keyingi kaskadning kirish qismidagi tok garmonik ko'rinishga ega bo'lish kerak. Odatda, lampali kaskadlar uchun kritik qarshilik $R_{Nkrit} = 1000-5000$ Om ni, tranzistorli kaskadlar uchun esa $R_{Nkrit} = 20-200$ Om ni tashkil etadi.

Moslovchi zanjirlar ikki xil bo'ladi:

1. Bitta ish chastotasida moslaydigan zanjirlar. Bu zanjirlarda Z_1 ni R_{krit} ga moslash tor kenglikda bajariladi. Kirishdagi chastota (f_{kir}) o'zgarganda moslovchi zanjirni qaytadan sozlash kerak bo'ladi.

2. Berilgan ($f_{\nu u} - f_c$) chastotalar oralig'ida moslashuvchi zanjirlar. Bu holda qarshiliklarni moslash ($Z_H = R_{NKrit}$) berilgan ma'lum keng chastota oralig'ida amalga oshiriladi. Kirishdagi chastota (f_{kir}) o'zgarganda MZ ni qaytadan sozlash kerak bo'lmaydi. Bunday MZ keng polosali MZ deyiladi. Ular to'r polosali Mzga qaraganda bir muncha qulaylikka egadirlar. MZ da quvvat sarf bo'lishi kuzatilganligi tufayli loyihalash vaqtida buni nazarda tutush kerak. Moslashuvchi zanjirning umumiy struktura sxemasi quyidagicha bo'ladi (8-rasm):

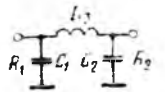
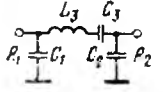
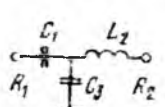
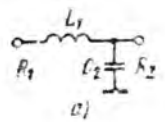
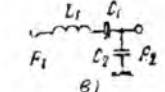
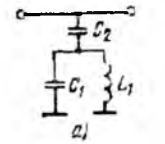
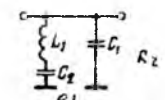


8-rasm. Moslovchi zanjirlarning struktura sxemasi

Radiouzatuvchi qurilmalarda ishlatiladigan moslovchi zanjirlarning turlari va ularni hisoblash formulalari 9-jadvalda keltirilgan. Formulalardagi q ning qiymatini o'zgartirib, moslovchi zanjir radiosignallarini o'tkazish kengligini o'zgartirish mumkin. Lekin shu bilan birga q moslovchi zanjirning ishlash shartini qanoatlantirishi kerak. Sxemalardagi reaktiv qarshilik X_1 va X_2 larning tarkibiga nagruzka va kirishdagi generator qarshiliklari ham kiradi.

Moslovchi zanjirlarni hisoblash quyidagi tartibda olib boriladi:

1. Moslovchi zanjirning turi tanlanadi.
2. Reaktiv elementlarning qarshiliklari hisoblanadi.

T/r	Moslovchi zanjir turi	Hisoblash formulari
1		1. $X_1 = -\frac{1}{\omega C_1}$; 2. $X_2 = -\frac{1}{\omega C_2}$; 3. $X_3 = \omega L_3$; 4. $-\frac{R_1}{X_1} = q$; 5. $X_2 = \frac{R_2}{\sqrt{(R_2 R_1)(1+q^2)}-1}$; 6. $X_3 = \frac{R_1}{1+q^2}(q - \frac{R_2}{X_2})$ Bajarilish sharti $q^2 > R_1/R_2 - 1$
2		$X_3 = \omega L_3 + X_{C_3}$ bu yerda $X_{C_3} = -\frac{1}{\omega C_3}$ Hisoblash 1 sxema formulari bilan bajariladi
3		1. $X_1 = -\frac{1}{\omega C_1}$; 2. $X_2 = \omega L_2$; 3. $X_3 = -\frac{1}{\omega C_3}$; 4. $q = \frac{X_2}{R_2}$; 5. $X_1 = -R_1 \sqrt{\frac{R_2}{R_1}(1+q^2)} - 1$; 6. $X_2 = -\frac{R_2(1+q^2)}{q + X_1 R_1}$; Bajarilish sharti $q^2 > R_1/R_2 - 1$
4		1. $X_1 = \omega L_1$; 2. $X_2 = -1/\omega C_2$; 3. $X_1 = \sqrt{R_1(R_2 - R_1)}$; 4. $X_2 = -R_2 \sqrt{\frac{R_1}{R_2 - R_1}}$; Bajarilish sharti $R_2 > R_1$
5		1. $X_1 = \omega L_1 + X_{C_1}$; $X_{C_1} = -1/\omega C_1$ Hisoblash a) sxema formulari bilan bajariladi. Bajarilish sharti $R_2 > R_1$
6	 	1. $C_1 = 5/(n\omega R_1)$; 2. $C_2 = (n^2 - 1)C_1$; 3. $L_1 = 1/(n\omega)^2 C_1$ a) sxema uchun, $L_1 = 1/\omega^2 C_2$ b) sxema uchun. R_1 – kollektor nagruzasini qarshiligi n – chastotani ko'paytirish koeffitsienti, ω – chastota ko'paytirtirgichning kirshidagi chastotasi

3. Moslovchi zanjirning foydali ish koeffitsienti aniqlanadi.

4. Moslovchi zanjirning filtrlash xususiyati aniqlanadi.

5. Moslovchi zanjirni konstruktiv jihatdan amalga oshirish qulay bo'lishi asosida, uning elementlari tanlanadi.

Moslovchi zanjirning turi tanlanayotganda, radiouzatuvchi qurilmaning kaskadidagi tranzistor toki va kuchlanish shakli moslovchi zanjirga bog'liqligini hisobga olish kerak. Masalan,

9-jadvaldagi I va II sxemalardagi C_1 , C_2 kondensatorlarning sig'imi nisbatan katta bo'lganda, moslovchi zanjirning kirishi va chiqishidagi kuchlanishlar garmonik ko'rinishga yaqin bo'ladi. III sxema esa kirish va chiqish toklarining shaklini garmonik ko'rinishga ega bo'lishini ta'minlaydi.

Moslovchi zanjirlarning turi tanlangandan keyin berilgan transformatsiyalash koeffitsientiga qarab uning ba'zi elementlari tanlanadi. Masalan, jadvaldagi II sxema uchun C_1 va C_2 sig'implarni yarim o'tkazuvchan kondensator sifatida olish, moslovchi zanjirni konsruksiya qilishni osonlashtiradi. Chunki radiouzatkichni sozlash jarayonida ularning sig'imini o'zgartirishga to'g'ri keladi. Moslovchi zanjirni transformatsiyalash koeffitsienti $k=1$ ga yaqin bo'lganda, uning elementlarida quvvat sarf bo'lishini hisobga olmasa ham bo'ladi.

Transformatsiyalash koeffitsienti $k \gg 1$ bo'lganda quvvat sarf bo'lishini albatta hisobga olish kerak.

II – ko'rinishidagi I sxemani moslovchi zanjir elementlarining saxiyligi $Q=10$ dan kam bo'lmaganda foydali isn koeffitsienti

(F.I. K.) quyidagi formuladan topiladi:

$$\eta_{\pi} \approx \left\{ \left[\left(\frac{U_1}{U_2} \right)^2 \frac{r_1}{X_1^2} + \frac{2+r_2}{X_2^2} \right] R_2 + \frac{r_3}{R_2} + 1 \right\}^{-1}$$

xususiyl hol uchun $x_1 = x_2 = x_3 = x$, $r_1 = r_2 = r_3 = r$ bo'lganda F. I. K.:

$$\left(\eta_{inv2} \approx 1 + \frac{2}{Q} \frac{k^2+1}{k} \right)^{-1}$$

bu yerda: $k = \sqrt{R_1/R_2}$ - transformatsiyalash koeffitsienti,

$Q = X/r$ - moslovchi elementlarning saxiyligi.

T - ko'rinishdagi sxema uchun F. I. K.:

$$\eta_{\eta_1} \approx \left[1 + \left(\frac{l_1}{l_2} \right)^2 \frac{r_1}{R_2} + \frac{r_2}{R_2} + \frac{R_2^2 + X_2^2}{X_3^2} \frac{r_3}{R_2} \right]^{-1};$$

formula orqali topiladi.

Odatda, radiouzatuvchi qurilmalarning chiqish kaskadida Π - ko'rinishidagi (II sxema) moslovchi zanjirlar ishlatiladi. Ularning filtrlash koeffitsienti ancha yaxshidir va u quyidagi formuladan topiladi:

$$\Phi_i = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{X_{C3}}{X_1} + n^2 \frac{X_{L3}}{X_1}\right)^2 + \left[\left(1 - \frac{X_{C3}}{X_1} + n^2 \frac{X_{L3}}{X_1}\right) \frac{1}{X_2} + \frac{1}{X_1}\right]^2 n^2 R_2^2}}$$

Bu yerda: $X_{C3} = -1 / \omega C_3$; $X_{L3} = \omega L_3$, n - garmonikalarni tartib raqami.

Agar $X_{L3} > > |X_1|$, $|X_2|$, $X_{L3} > |X_{C3}|$ shartlar bajarilsa Π - ko'rinishidagi moslovchi zanjirni filtrlash xususiyati yanada oshadi va uning filtrlash xususiyati quyidagi formuladan topiladi:

$$\Phi_i = \left| \frac{X_1}{n^2 X_{L3} \sqrt{1 + (n R_2 / X_2)^2}} \right|$$

Moslovchi zanjirni hisoblash

Misol tariqasida radiouzatkichning chiqish kaskadi va antenna orasiga qo'yiladigan moslovchi zanjirni hisoblaymiz.

Buning uchun Π - ko'rinishidagi moslovchi zanjirni tanlaymiz (9-jadvaldagi II sxema). Bunday moslovchi zanjir yuqori, kerak bo'lmagan garmonik tashkil etuvchilarni yaxshi filtrlaydi.

Chiqish kaskadi uchun moslovchi zanjirni hisoblash, transformatsiyalash, filtrlash va foydali ish koeffitsientiga asoslanib,

uning elementlarini tanlashdan boshlanadi. Moslovchi zanjir uchun kondensator tanlashda, undagi mumkin bo'lgan reaktiv quvvatni hisobga olish kerak (10-jadval).

Kondensatordagi mumkin bo'lgan reaktiv quvvat qiymatlari

10-jadval

Kondenstor turi	Nominal kuchlanish, V	Nominal qiymat, pF	Mumkin bo'lgan reaktiv quvvat, VAR	
			P_{85}	P_{qmax}
KT4 - 21	250	1/5, 2/10, 3/15, 4/20	40	100
KT4 - 22	250	0.4/2, 1/5, 2/10, 3/15, 4/20	50	125

Kondensatordagi mumkin bo'lgan reaktiv quvvat:

$$P_q = \frac{P_{85} + 5(85 - t)}{\sqrt{f}}$$

Bu yerda, P_{85} — harorat 85°C bo'lgandagi reaktiv quvvat

t — tashqi muhit harorati

f — chastota

Hisoblash uchun kerak bo'lgan qiymatlar:

Radiouzatkichning ish chastotasi - $f = 300 \text{ MHz}$;

Chiqish kaskadining qarshiligi - $R_{chiq} = 13.2 \text{ Om}$;

Antenna qarshiligi - $R_a = 50 \text{ Om}$.

Radiouzatkichning ish chastotasi o'zgarmas va faqat yagona bo'lgani uchun moslovchi zanjir tarkibida qo'shimcha filtrlash elementi bo'lishi shart emas. Buning uchun moslovchi zanjirning elementlarini shunday tanlash kerakki, u kerak bo'lmagan va xalaqit qiluvchi yuqori garmonikalarni yaxshi filtrlashi kerak.

Sxemadagi C_1 sig'imni ikkinchi garmonika uchun rejektor filtr sifatida ishlatamiz. C_1 sig'im uchun yarim o'zgaruvchan kondensator tanlaymiz. Bu kondensator ulanadigan sim, ya'ni tarmoq'ining

induktivligi odatda bir necha nanogenrini (nG) tashkil etadi. Kondensator qiymatini 2ω chastotaga rezonans qilib sozlaymiz ($\omega = 2\pi f$). 2- jadvaldan KT4-21 turdagi kondensatormi tanlaymiz. Bu kondensator tarmoqlarining induktivligini $L_{tar}=5$ nG deb qabul qilamiz va C_1 sig'imining qiymatini quyidagi ifoda orqali topamiz:

$$C_1 = 1/4\omega^2 L_{tarm} = 1/4 \cdot (6,28 \cdot 300 \cdot 10^6)^2 \cdot 5 \cdot 10^{-9} = 14,1 \text{ pF}$$

Bu yerda: $\omega = 2\pi f = 6,28 \cdot 300 \cdot 10^6 = 18,9 \cdot 10^8$

Ishchi chastotada reaktiv qarshilik (X_1) $X_1(\omega) = X_{S_1} - \omega L_{tar}$ ga teng bo'ladi va uning qiymati:

$$X_1(\omega) = -\left(\frac{1}{\omega C_1}\right) + \omega L_{tar} = -\frac{1}{18,9 \cdot 10^8 \cdot 14,1 \cdot 10^{-12}} + 18,9 \cdot 10^8 \cdot 5 \cdot 10^{-9} = -28,3 \text{ Om}$$

ni tashkil etadi.

Moslovchi zanjir antenna qarshiligi $R_a=50$ Om ni quvvat kuchaytirgichning chiqish qarshiligi $R_{chiq} = 13,2$ Om ga aylantirib berishi kerak. 9- jadvaldagi belgilanishga ko'ra $K_a = R_2$ $R_{chiq} = R_1$.

9-jadvaldagi (1.4), (1.5), (1.6) formulalar orqali q va reaktiv qarshilik X_1 va X_2 larning qiymatini topamiz:

$$q = -\frac{R_1}{X_1} = -\frac{13,2}{28,3} = 0,466$$

$$X_2 = \frac{R_2}{\sqrt{\left(\frac{R_2}{R_1}\right)(1+q^2) - 1}} = -\frac{50}{\sqrt{\left(50/13,2\right)(1+(0,466)^2 - 1)}} = -26,3 \text{ Om}$$

$$\begin{aligned}
 X_2 &= \frac{R_2}{\sqrt{\left(\frac{R_2}{R_1}\right)(1+q^2) - 1}} = -\frac{50}{\sqrt{\left(50/13,2\right)(1+(0,466)^2) - 1}} \\
 &= -26,3 \text{ Om} \\
 X_3(\omega) &= \frac{R_1}{1+q^2} \left(q - \frac{R_2}{X_2}\right) = \frac{13,2}{1+(0,466)^2} \left(0,466 - \frac{50}{26,3}\right) = \\
 &= -25,6 \text{ Om}
 \end{aligned}$$

Reaktiv qarshilik X_2 ni ikki qutblik deb qaraymiz. U ikkita shartni bajarishi kerak:

1. Radiouzatkichning ish chastotasida uning qarshiligi

$X_2 = -26.6 \text{ Om}$ bo'lishi kerak.

2. Yuqori uchinchi garmonikani to'liq filtrlashi kerak $X_2(3\omega)=0$.

Buning uchun X_2 ikki qutblikni ikkita parallel ulangan sig'irlardan tuzamiz. Birinchi sig'im C'_2 ni yarim o'zgaruvchan qilib olamiz va uni uchinchi garmonikaga rezonans qilib sozlaymiz. Ikkinchisi C''_2 ni doimiy sig'im qilib olamiz. U holda C_2 sig'imning qiymati quyidagi ifodadan topiladi:

$$C_2 = \frac{1}{9\omega^2 L_{tarm}} = \frac{1}{9 \cdot (6,28 \cdot 300 \cdot 10^6)^2 \cdot 5 \cdot 10^{-9}} = 6,2 \text{ pF}$$

$$X_2 = -\frac{1}{\omega C_2} \quad C_2 = -\frac{1}{\omega X_2} \quad X_2 = -26,3 \text{ Om}$$

$$C_2 = 1/(-26,3) \cdot 18,9 \cdot 10^8 = 19,3 \text{ pF}$$

C'_2 va C''_2 sig'irlar parallel ulangani uchun ularning umumiy qiymati C_2 ga teng bo'ladi:

$$C_2 = C'_2 + C''_2 : C''_2 = C_2 - C'_2 = 19,3 - 6,2 = 13,1 \text{ pF}$$

Moslovchi zanjirni filtrlash koeffitsientini yaxshilash uchun C_3 sig'im qiymatini minimal qilib olish kerak. Lekin shuni nazarda tutish kerakki, C_3 sig'imining minimal qiymati mumkin bo'lgan reaktiv quvvat bilan chegaralangan. Buni nazarda tutib C_3 sig'im sifatida

KT - 21 - 3/15 turdagi yarim o'zgaruvchan kondensatorni tanlaymiz. Radiouzatkichning ish chastotasida ($f = 300$ MHz) bu kondensator 100 VAR reaktiv quvvatgacha ishlashi mumkin. Bu kondensator rotorining o'rtacha holatida sig'im $(3 + 15) / 2 = 9$ pF bo'ladi. Kondensatorning bu qiymatida AM modulatsiyani maksimal holatidagi reaktiv quvvatni topamiz.

C_3 kondensatordagi maksimal tok:

$$I_{C3} = \sqrt{(U_{\phi}/R_{\phi})^2 + [U_{\phi}/X_2(\omega)]^2} = 1,41 \text{ A}$$

C_3 sig'imda ajralayotgan reaktiv quvvat:

$$P_{qC3} = 0,5 I_{C3}^2 X_{C3} = 58,8 \text{ VAR} < 100 \text{ VAR}$$

Shundan keyin quyidagi ifodadan

$$\omega L_3 + \omega L_{tarm} - 1/\omega C_3 = X_3(\omega)$$

L_3 ning qiymatini topamiz:

$$L_3 = \frac{X_3(\omega) - \omega L_{tarm} + \frac{1}{\omega C_3}}{\omega} = 39,9 \text{ nGn}$$

Hisoblangan moslovchi zanjir quvvat kuchaytirgichni chiqishidagi radiosignalning to'rtinchi garmonika tokini necha marta so'ndirishini aniqlaymiz:

$$\Phi_t = \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \frac{X_{C3}}{X_1} + n^2 \frac{X_{L3}}{X_1}\right)^2 + \left[\left(1 - \frac{X_{C3}}{X_1} + n^2 \frac{X_{L3}}{X_1}\right) \frac{1}{X_2} + \frac{1}{X_1}\right]^2 n^2 R_2^2}}$$

Bu yerda: $X_{C3} = -1/\omega C_3$; $X_{L3} = \omega L_3$; n – garmonikalarni tartib raqami.

Bundan tashqari, quvvat kuchaytirgichdagi tranzistorning ko'rsatkichlari C_k va L_k to'rtinchi garmonikani yana qo'shimcha 5.8 marta so'ndiradi. Shunday qilib, moslovchi zanjirning chastotasi 4ω bo'lgan signallarni umumiy so'ndirish koeffitsienti 150 ni tashkil etadi.

C_2 va C_2'' ajralayotgan reaktiv quvvat:

$$P_{qC''2} = \frac{1}{2} \frac{U_f^2}{|X_{C''1}|} = 8,06 \text{ VAR}$$

$$P_{qC''2} = \frac{1}{2} \left| \frac{U_f}{X_{C''2}} \right|^2 \cdot \frac{1}{\omega \cdot C_2} = 13,4 \text{ VAR}$$

ga teng bo'ladi. C_1 sig'imidagi reaktiv quvvatni faqat birinchi garmonika toki emas, balki ikkinchi garmonika toki ham keltirib chiqaradi. Shu sababdan C_1 kondensatordagi reaktiv quvvat ikkita tashkil etuvchidan iborat bo'ladi.

$$P_{qC_1} \approx P_{qC_1}(\omega) + P_{qC_1}(2\omega) = \frac{1}{2} \left| \frac{U_H}{X_1(\omega)} \right|^2 \cdot \frac{1}{\omega C_1} + \frac{1}{2} I_{g2}^2 \frac{1}{2\omega C_1} =$$

$$= 7,46 + 1,47 = 8,96$$

Shuning uchun C_1 sig'im sifatida KT4 – 21 – 250V-420 pF,
 C_2 – sifatida esa KM-5 kondensatorni tanlaymiz.

Umuman olganda kondensatorlardagi modulatsia davridagi reaktiv quvvat hisoblangan qiymatdan 2,66 marta kichik bo'ladi.

Topshiriq

11-jadvaldagi variantlar bo'yicha radiouzatuvchi qurilmaning moslovchi zanjirini hisoblang.

Hisoblash uchun kerak bo'ladigan qiymatlar:

Moslovchi zanjirning turi – II zanjir;

Chiqish kaskadining manba kuchlanishi – 13 V;

Moslovchi zanjirni hisoblash uchun kerak bo'ladigan qiymatlar
variantlari

11-jadval

T/r	Radiouzatuvchi qurilmaning turi	Anten nadagi quvvat, W	Ish chastotasi, MHz		Antenna Qarshiligi, Om	Chiqish kaskadi qarshiligi, Om
1	2	3	4	5	6	8
1	Aloqa bog'lovchi	10	300	330	10	100
2	Aloqa bog'lovchi	3	400	-	25	10
3	Aloqa bog'lovchi	3.2	280	290	40	17
4	Aloqa bog'lovchi	1	1000	-	50	23
5	Aloqa bog'lovchi	1.4	750	-	75	31
6	Radioeshittiruvchi	1.1	400	-	100	42
7	Radioeshittiruvchi	2	700	730	125	50
8	Aloqa bog'lovchi KV	3.5	800	-	150	11
9	Aloqa bog'lovchi KV	1.5	350	-	175	12
10	Aloqa bog'lovchi UKV	0.1	2500	-	200	13
11	Aloqa bog'lovchi UKV	0.2	1800	-	225	15
12	Aloqa bog'lovchi UKV	1	1800	-	250	60
13	Aloqa bog'lovchi UKV	0.25	2200	-	275	50
14	Aloqa bog'lovchi KV	1.5	250	260	300	42
15	Aloqa bog'lovchi KV	3	200	-	50	32
16	Aloqa bog'lovchi KV	0.8	1600	-	75	25
17	Aloqa bog'lovchi KV	2	650	160	100	12
18	Aloqa bog'lovchi KV	10	400	-	150	27
19	Aloqa bog'lovchi	5	380	-	50	42
20	Aloqa bog'lovchi	1.4	800	810	75	16

MOSLOVCHI ZANJIR YUQORI GARMONIKALARINING FILTRLASH KOEFFITSIENTINI HISOBLASH

Amaliy mashg'ulotning maqsadi

Talabalarni moslovchi zanjirni yuqori garmonikalarining filtrlash koefitsientini hisoblash usuli bilan tanishtirish va moslovchi zanjirni to'g'ri tanlashga o'rgatish.

Moslovchi zanjir yuqori garmonikalarining filtrlash koefitsientini hisoblash

Moslovchi zanjirlar to'g'risida asosiy ma'lumotlarni oldingi mashg'ulotlarda ko'rib chiqqan edik. Mazkur mashg'ulotda moslovchi zanjirni filtrlash koefitsientini hisoblashni ko'rib chiqamiz. Filtrlash koefitsienti RSUQlar kaskadining nagruzka tizimi 1- va n-garmonikalar tokining nisbatini qanchaga kamaytirayotganini ko'rsatadi. Filtrlash koefitsiendti quyidagi formula orqali topiladi:

$$F_{n\ talab} = \frac{\alpha_n}{\alpha_1} \sqrt{\frac{R_{chiq}}{R_{n\ min} \cdot K_{b1\ min} \cdot K_{bn\ min}}}$$

Bu yerda: α_1 va α_n lar 1- va n- garmonikalarining yoyilish koefitsientlari. Ularning qiymati kesish burchagining qiymatiga qarab [5] adabiyotdagi 1- ilovadagi jadvaldan topiladi. $R_{n\ min}$ - n-garmonika uchun mumkin bo'lgan quvvatning qiymati. $K_{b1\ min}$ - asosiy chatota uchun yuguruvchi to'liq koefitsientining minimal qiymati. $K_{bn\ min}$ - n-garmonika uchun yuguruvchi to'liq koefitsientining minimal qiymati.

Radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning kaskadini moslovchi zanjirni ikkinchi va uchinchi garmonikalarini filtrlash koefitsientini aniqlash namunasi.

Hisoblash uchun kerak bo'lgan qiymatlar:

Kaskadning chiqish quvvati $R = 20 \text{ kW}$;

Kesish burchagi $\theta = 65^\circ$;

Ikkinchi va uchinchi garmonikalar uchun mumkin bo'lgan nurlanishlar quvvati – 50 mW ;

1,2,3 - garmonikalar uchun yoyilish koeffitsienti - $\alpha_1 = 0,414$.

$\alpha_2 = 0,273$, $\alpha_3 = 0,116$.

Asosiy chastota uchun yuguruvchi to'liq koeffitsientini

$K_{b1\min} = 0,44$, ikkinchi garmonika uchun $K_{b2\min} = 0,075$, uchinchi garmonika uchun $K_{b3\min} = 0,035$ deb olamiz. Hisoblashni quyidagicha olib boramiz:

1 Ikkinchi garmonika uchun filtrlash koeffitsientini aniqlaymiz:

$$F_{2\text{ talab}} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \sqrt{\frac{R_{\text{chiq}}}{R_{2\min} \cdot K_{b1\min} \cdot K_{b2\min}}} =$$
$$= \frac{0,273}{0,414} \sqrt{\frac{20 \cdot 10^3}{50 \cdot 10^{-3} \cdot 0,44 \cdot 0,075}} = 2,3 \cdot 10^3$$

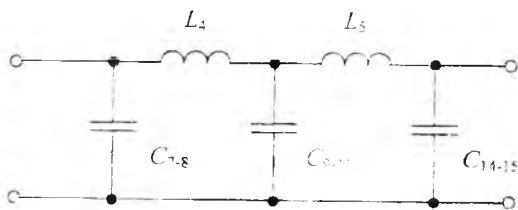
$$F_{2\text{ talab}} = 20 \log F_{2\text{ talab}} = 67 \text{ dB}$$

2. Uchinchi garmonika uchun filtrlash koeffitsientini aniqlaymiz

$$F_{3\text{ talab}} = \frac{\alpha_3}{\alpha_1} \sqrt{\frac{R_{\text{chiq}}}{R_{3\min} K_{b1\min} K_{B3\min}}} =$$
$$= \frac{0,116}{0,414} \sqrt{\frac{R_{\text{chiq}}}{50 \cdot 10^{-3} \cdot 0,44 \cdot 0,035}} = 1,4 \cdot 10^3$$

$$F_{3talab} = 20 \log F_{3talab} = 63 \text{ dB}$$

3. Amaldagi filtrlash koeffitsientini topamiz. Kaskadning moslovchi zanjir sxemasi 9-rasmda keltirilgan. Moslovchi zanjirning foydali ish koeffitsientini $\eta = 0.88$ deb qabul qilamiz va yuklanmagan konturning saxiyligini $Q_k = 130$ deb olamiz.



9-rasm. Moslovchi zanjirning soddalashtirilgan sxemasi

4. Sxemadagi har bir kontur uchun foydali ish koeffitsientini topamiz:

$$\eta_k = \sqrt[m]{\eta} = \sqrt[3]{0.88} = 0.94; \quad m - \text{konturlar soni.}$$

5. Bitta konturning ekvivalent saxiyligini topamiz:

$$Q = Q_k (1 - \eta_k) = 130 (1 - 0.94) = 7.8 = 17.4 \text{ dB}$$

Ikkita kontur uchun $F_{QdB} = 34.8 \text{ dB}$

6. Moslovchi zanjirni aloqa darajasini topamiz. sxemada uchta ichki sig'imli aloqa bor. $i = +3$.

7. Moslovchi zanjirning amaldagi ikkinchi garmonikani so'ndirish koeffitsientini quyidagi formula orqali topamiz:

$$\begin{aligned} F_{2a} &= 20 \lg Q + 20m \lg(n^2 - 1) + 20i \lg n = \\ &= 34.8 + 9.54m + 6.0i = 34.8 + 19.1 + 18 = 72 \text{ dB} \end{aligned}$$

Amaldagi filtrlash koeffitsienti talab qilingan koeffitsientdan ancha katta. demak, moslovchi zanjir to'g'ri tanlangan

$$F_{2a} = 72 \text{ dB} > F_{2talab} = 67 \text{ dB}$$

8. Moslovchi zanjirning amaldagi uchinchi garmonikani so'ndirish koeffitsientini topamiz:

$$F_{2a} = 20 \lg Q + 20m \lg(n^2 - 1) + 20i \lg n =$$

$$= 34,8 + 18,1m + 9,54i = 34,8 + 36,2 + 28,6 = 99,6 \text{ dB}$$

Bu holda ham amaldagi filtrlash koeffitsienti talab qilingan koeffitsientdan ancha katta. demak, moslovchi zanjir to'g'ri tanlangan.

$$F_{3a} = 99,6 \text{ dB} > F_{3talab} = 63 \text{ dB}$$

Topshiriq

12-jadvaldagi varianlar bo'yicha moslovchi zanjirni filtrlash koeffitsientini hisoblang.

Hisoblash uchun kerak bo'lgan qiymatlar variantlari

12-jadval

T/r	Kaskadning chiqish quvvati, kW	Kesish burchagi, θ^0	1,2,3- garmonika- larning mumkin bo'lgan quvvati, mW
1	1	50	20
2	3	55	25
3	5	60	30
4	7	65	35
5	10	70	40
6	12	75	45
7	18	80	50
8	20	85	55
9	22	90	60
10	25	60	65
11	27	65	70
12	29	70	75
13	32	75	80
14	35	80	85

CHM AVTOGENERATORNING STATIK MODULATSIYALI XARAKTERISTIKALARINI HISOBLASH

Amaliy mashg'ulotlarning maqsadi

CHM avtogeneratorning konturi va undagi varikapning parametrlari doimiy bo'lgan holda, statik modulatsiyali xarakteristikalarini hisoblash usuli bilan tanishish.

Chastotani boshqaruvchi qurilmalar

Chastota bo'yicha modullashtirilgan (ChM) to'liqlar olish uchun avtogenerator konturiga reaktiv ikki qutblik ulash kerak, uning parametrlari modulatsiya qiluvchi (axborot) signaliga bog'liq bo'ladi. Bunday reaktiv ikki qutbliklar chastotani boshqaruvchi qurilmalar deyiladi. Ularning qatoriga varikap, varikond, reaktiv lampa va boshqalarni kiritish mumkin. Varikap – yarim o'tkazgichli diod bo'lib, $p - n$ o'tish sohasining baryer sig'imga qo'yilgan kuchlanish u_p ga bog'liq bo'ladi.

$$C_{o'tish} = C_{o'tish0} \left(\frac{\varphi_p - U_p}{\varphi_p - u_p} \right)^m$$

Bu yerda: $u_p < 0$ $p - n$ o'tishdagi kuchlanish, U_p – boshlang'ich ixtiyoriy siljish (smeshenie) kuchlanishi, φ_p - kontakt potensiallar ayirmasi, $S_{o'tish0}$ - kuchlanish $u_p = U_p$ bo'lgandagi $p - n$ o'tishning sig'imi, $m = 1/3, 1/2, 1$ $p - n$ o'tish turiga bog'liq bo'lgan qiymatlar. Eng ko'p tarqalgan varikaplar uchun $m = 1/2$.

Varikapni avtogenerator konturiga ulasak, unda amplitudasi U ga teng bo'lgan o'zgaruvchan garmonik kuchlanish paydo bo'ladi. Bundan tashqari varikapga chastotani boshqarish uchun boshqaruvchi kuchlanish beriladi. U doimiy siljish kuchlanishi U_0 va o'zgaruvchan tashkil etuvchi u_y dan iborat.

$$u_p = U_0 + u_y + U \cos \omega t;$$

Bu yerda: $p - n$ o'tishdagi kuchlanish $u_p - |U_{p \max}| < u_p < 0$ oralig'ida bo'lishi kerak. $U_{p \max}$ - $p - n$ o'tishdagi mumkin bo'lgan maksimal teskari kuchlanish.

CHM avtogeneratorni loyihalashda uning statik modulatsion xarakteristikasini yoyilish va nohiziqlik koeffitsientlariga bo'lgan talablarini hisobga olish kerak. Statik modulatsion xarakteristika avtogenerator ishlab berayotgan to'lqinlar chastotasi (ω_k) ni varikapga qo'yilgan boshqaruvchi kuchlanish (u_y) ga bog'liqligini ko'rsatadi. Odatda CHM avtogeneratorlarning ish faoliyatini tekshirish uchun normalashtirilgan statik modulatsion xarakteristika degan tushuncha kiritilgan

$$y(u_y) = \frac{\omega_k(u_y) - \omega_y}{\omega_0}$$

Bu yerda: ω_0 - boshqaruvchi kuchlanish $u_y = 0$ dagi chastota.

CHM avtogeneratorni hisobiash uchun statik modulatsion xarakteristikaning qiyaligi S ni va uni nohiziqligi: v ni bilish kerak. Buning uchun normalashtirilgan statik modulatsion xarakteristika funksiyasi $y(u_y)$ ni qatorga yoyishga kerak.

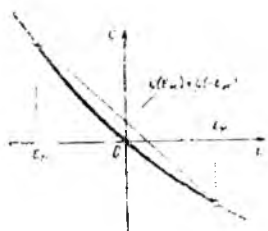
$$y = S_1 \varepsilon + S_2 \varepsilon^2 \dots, (18.1)$$

Bu yerda: $\varepsilon = u_y / U_0$ normalashtirilgan boshqaruvchi kuchlanish. Xarakteristikaning nohiziqlik koeffitsientini quyidagi ifoda orqali topish mumkin:

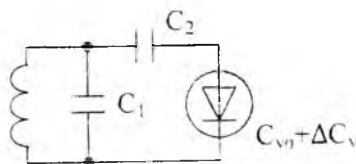
$$v = \frac{y(\varepsilon_m) + y(-\varepsilon_m)}{2[y(\varepsilon_m) - y(-\varepsilon_m)]} \approx \frac{S_2 \varepsilon_m}{2S_1}$$

Bu yerda: ε_m - normalashtirilgan kuchlanish u_y ning maksimal qiymati.

10 - rasmda statik modultatsion xarakteristikaning nohiziqligini aniqlash grafigi keltirilgan.



10 - rasm. Statik modultatsion xarakteristika



11 - rasm. Varikapning konturga ulanish sxemasi

11 - rasmda avtogenerator konturiga varikapning aloqa sig'imi C_2 orqali ulanish sxemasi keltirilgan.

Varikapning konturga C_2 aloqa sig'imi orqali ulanish sxemasi uchun (18.1) ifodadagi C_1 va C_2 koeffitsientlar

$$S_1 = -\frac{1}{4} p_1 p_2, S_2 = \frac{1}{32} p_1 p_2 (3p_1 p_2 - 4p_2 - 2) \text{ ga teng}$$

p_1 - boshqaruvchi tarmoqning konturga ulanish koeffitsienti:

$$p_1 = \frac{C_{2e}}{C_1 + C_{2e}}$$

p_2 - varikapni boshqaruvchi tarmoqqa ulanish koeffitsienti:

$$p_2 = \frac{C_2}{C_2 + C_{v0}};$$

$$C_{2e} = \frac{C_2 C_{v0}}{C_2 + C_{v0}}$$

Bu koeffitsientlar sxemadagi sig'implarning har qanday qiymatlari $0 < p_1 < 1$; $0 < p_2 < 1$ oralig'ida bo'ladi. 11- rasmdagi sxemadan p_1 va p_2 ulanish koeffitsientlarini xususiy hol uchun aniqlash mumkin. Masalan, varikap konturga ketma-ket ulanganda C_1 sig'imini $C_1 = 0$.

$r_1 = 1$ ga teng qilib olish mumkin. Sxemadagi C_2 blokirovka qiluvchi sig'im vazifasini bajarsa ($C_2 \rightarrow \infty$) $r_2 = 1$ ga teng bo'ladi.

Statik modulatsiyali xarakteristikalarini hisoblash

Chastota bo'yicha modulatsiya qiluvchi avtogeneratorning statik modulatsiyali xarakteristikalarini hisoblash usulini ko'rib chiqamiz. Avtogeneratorning konturi va chastotani boshqaruvchi qurilma - varikap berilgan hamda ularning ko'rsatkichlarini doimiy deb hisoblaymiz.

Hisoblash uchun kerak bo'lgan qiymatlar:

xarakteristik qarshilik $p = 500 \text{ Ohm}$;

ulanish koeffitsienti $r = 0.2$;

kuchlanish $U_{ke} = 5 \text{ V}$;

ishchi chastota $f_0 = 10 \text{ MHz}$;

D901 turdagi varikapni tanlaymiz. Uning ko'rsatkichlari:

siljish kuchlanishi $U_{pnak} = 45 \text{ V}$;

Varikapning $U_p = 4 \text{ V}$ bo'lgandagi effektiv sig'imi $C_v = 40 \text{ pF}$;

1. Avtogenerator konturi induktivligidagi kuchlanish amplitudasi:

$$U_L = \frac{U_{ke}}{p} = \frac{5}{0.2} = 25 \text{ V} > 0.5 U_{o'tish \max}$$

Demak, varikapni konturga to'liq ulamaslik usulini qo'llash kerak, ya'ni ulanish koeffitsientini $p_2 < 1$ qilib olish kerak. Ulanish koeffitsienti (p_2) ni shunday tanlash kerakki, chastota deviatsiyasi maksimal qiymatga ega bo'lsin.

$y = S_{1\varepsilon} + S_{2\varepsilon}^2 + \dots$, formuladagi faqat chiziqli tashkil etuvchini hisobga olib, normalashtirilgan statik modulatsion xarakteristikani topamiz:

$$y_m = -\frac{p_1 p_2 \varepsilon_m}{4};$$

$$\varepsilon_m = \frac{u_{ym}}{\varphi_p - U_0} = \frac{0,5|U_{pmax}| - U}{\varphi_p + |U_{pmax}|0,5}$$

Boshlang'ich siljish kuchlanishini $U_0 = -0,5|U_{pmax}| = -22,5 \text{ V}$ ga teng qilib olamiz.

U holda normalashtirilgan boshqaruvchi kuchlanish $\varepsilon = u_y/U_0$ quyidagicha topiladi:

$$\varepsilon_m = 1 - \frac{p_2 U_1}{-U_0} = 1 - ap_2$$

$$\text{bu yerda: } a = U_1/(-U_0) = 25/22,5 = 1,11$$

ε_m uchun olingan ifoda $\varepsilon_m = \frac{u_{ym}}{\varphi_p - U_0} = \frac{0,5|U_{pmax}| - U}{\varphi_p + |U_{pmax}|0,5}$ ni formulaga qo'yib $y_m(p_2)$ funksiyani topamiz. Bu funksiya o'zini eng katta qiymatiga

$$P_2 = 1/2a = 1/2 \cdot 1,11 = 0,45$$

bo'lganda erishadi va normalashtirilgan boshqaruvchi kuchlanish $\varepsilon_m = 0,5$ ga teng bo'ladi.

2. Endi boshqaruvchi kuchlanish $u_y = 0$ bo'lgan holdagi varikapning sig'imini topamiz. Buning uchun $C_v = C_{o'rish}$ va $\varphi_p = 0,5$ deb olamiz va

$$C_{o'rish} = C_{o'tish0} \left(\frac{\varphi_n - U_p}{\varphi_p - u_p} \right)^m$$

formula orqali C_{v0} sig'imini topamiz:

$$C_{v0} = C_{o'tish} = 40 \left[\frac{0,5 - (-4)}{0,5 - (-22,5)} \right]^{\frac{1}{2}} = 17,7 \text{ pF};$$

Ulanish koeffitsienti p_2 va varikap sig'imi C_{v0} ni bilgan holda C_2 va C_{2e} sig'irlarning qiymatini aniqlaymiz:

$$C_2 = \frac{p_2 \cdot C_{v0}}{1 - p_2} = \frac{0,45 \cdot 17,7}{1 - 0,45} = 14,5 \text{ pF}$$

$$C_{2e} = p_2 \cdot C_{v0} = 0,45 \cdot 17,7 = 8,0 \text{ pF}$$

3. Konturning xarakteristik qarshiligini $\rho = 500 \text{ } \Omega$ deb olamiz va konturning to'liq sig'imini topamiz. $\rho = X_c$, $\lambda = 30 \text{ n}$

$$C[pf] = C_k = \frac{530 \lambda [m]}{X_c [\Omega]} = \frac{530 \cdot 30}{500} = 31,8 \text{ pF}$$

Konturning to'liq sig'imi $C_k = C_1 + C_{2e}$; bundan $C_1 = C_k - C_{2e}$;

$C_1 = 31,8 - 8,0 = 23,8 \text{ pF}$; demak, konturning ulanish koeffitsienti

$$p_1 = \frac{C_{2e}}{C_k} = \frac{8,0}{31,8} = 0,25$$

4. Statik modulyatsion xarakteristikaning qiyaligi va egriligini ko'rsatuvchi koeffitsienti S_1 , S_2 larni topamiz:

$$S_1 = -\frac{1}{4} p_1 p_2 = -\left(\frac{1}{4}\right) \cdot 0,25 \cdot 0,45 = -0,028;$$

$$S_2 = \frac{1}{32} p_1 \cdot p_2 (3p_1 \cdot p_2 - 4p_2 - 2) =$$

$$= \left(\frac{1}{32} \right) \cdot 0,25 \cdot 0,45 \cdot (3 \cdot 0,25 \cdot 0,45 - 4 \cdot 0,45 - 2) = -0,012$$

4. Modulatsion xarakteristikaning yoyilishi

$$y(\varepsilon_m) - y(-\varepsilon_m) = 2|S_1|\varepsilon_m = 2 \cdot 0,028 \cdot 0,5 = 0,028 = 2,8 \%$$

Xarakteristikaning nohiziqligi ni tashkil etadi.

$$\nu = \frac{y(\varepsilon_m) + y(-\varepsilon_m)}{2[y(\varepsilon_m) - y(-\varepsilon_m))]} \approx \frac{S_2\varepsilon_m}{2S_1} = \frac{-0,012 \cdot 0,5}{2 \cdot (-0,028)} = 0,107 \approx 11\%$$

Hisoblash natijasi shuni ko'rsatdiki, chastota deviasiyasi kichik va xarakteristika nohiziqligi ancha katta chiqdi. Chastota deviasiyasini oshirish uchun ulanish koeffitsienti r_1 , r_2 larning qiymatlarini ko'paytirish kerak. Buning uchun konturdagi U_1 kuchlanishni kamaytirish kerak va xarakteristik qarshilik ρ ni katta qilib olish kerak.

Topshiriq

13-jadvaldagi variantlar bo'yicha statik modulatsion xarakteristikani hisoblang va varikapni tanlang.

Hisoblash uchun kerak bo'lgan qiymatlar:

kuchlanish $U_{ke} \approx 5 \text{ V}$;

ulanish koeffitsientlari $0 < r_1 < 1$ va $0 < r_2 < 1$;

Hisoblash uchun kerak bo'lgan qiymatlar variantlari

13-jadval

T/r	Konturning xarakteristik qarshiligi ρ , 0m	Ulanish koeffitsienti, p	Ish chastotasi, MHz
1	500	0,1	5
2	550	0.2	10
3	400	0.3	12
4	300	0.4	15
5	400	0.5	18
6	450	0.6	20
7	500	0.7	25
8	550	0.1	30
9	600	0.2	35
10	650	0.3	40
11	700	0.35	45
12	750	0.4	50
13	800	0.45	55
14	300	0.5	60
15	350	0.55	65
16	400	0.6	70
17	500	0.2	75
18	600	0.3	80

ADABIYOTLAR

1. Радиопередающие устройства. Учебник для вузов / Под ред. В.В. Шахгильдяна. – М.: Радио и связь, 2003. – 560с.

2. Проектирование радиопередающих устройств. Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.В. Шахгильдяна. – М.: Радио и связь, 2000. – 503с.

3.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 ko‘rsatmalar. – Toshkent, ToshDTU, 2010.

5. Проектирование радиопередающих устройств СВЧ. Учебное пособие для вузов / Под ред. Г.М. Уткина. – М.: Радио и связь, 1989. – 320 с.

6. Tojiyev A.A., Nazarov A.M. “Radioto‘lqinlarni yuzaga keltiruvchi va shakllantiruvchi qurilmalar” fanidan kurs loyihasini bajarish uchun uslubiy qo‘llanma. – Toshkent, ToshDTU, 2011.

7. Радиотехнические устройства и элементы радиосистем. Учеб. Пособие / Каллун В.А., Браммер Ю.А., Лохова С.П., Иостак И.В. – М.: Высшая школа, 2002. – 294 с.

8. Нефедов В.И., Хахин В.И. и др. Метрология и электрорадионизмерение в телекоммуникационных системах Учебник для ВУЗов / Под ред. В.И. Нефедова – М.: Высшая школа, 2001. – 383с.

9. Зарубежные радиопередающие устройства / Ангипенко 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.

10. www.radio.ru

11. www.elektronika.ru

12. www.radiolab.ru

MUNDARIJA

Kirish	3
1-amaliy mashg'ulot	
Radiosignallarni uzatuvchi qurilmalarning texnik xarakteristikalarini va asosiy ko'rsatkichlarini o'rganish.....	4
2-amaliy mashg'ulot	
Radiosignallarni uzatuvchi qurilmaning funksional sxemasini tuzish, aktiv elementlarni tanlash, struktura sxemasini hisoblash..	9
3.4.5-amaliy mashg'ulotlar	
Chiqish kaskadini hisoblash	17
6.7.8-amaliy mashg'ulotlar	
Chastota ko'paytirgichini hisoblash	26
9.10.11-amaliy mashg'ulotlar	
Avtogeneratorni hisoblash	35
12.13.14-amaliy mashg'ulotlar	
Moslovchi zanjirlar va ularni hisoblash	46
15.16-amaliy mashg'ulotlar	
Moslovchi zanjir yuqori garmonikalarining filtrlash koefitsientini hisoblash	57
17.18.19-amaliy mashg'ulotlar	
CHM avtogeneratorming statik modulyatsiyali xarakteristikalarini hisoblash	62
Adabiyotlar	70

Muharrir Po'latxo'jayev X.

Musahhih Dexkanova Sh.

Bosishga ruhsat etildi 21.11.2013 y. Bichimi 60x84 1/16.
Shartli bosma tabog'i 4.2. Nusxasi 50 dona. Buyurtma № 18.

TDU bosmaxonasida chop etildi. Toshkent sh.
Talabalar ko'chasi 54. tel: 246-63-84.