**20 - 21-MA’RUZALAR. HAJMIY REZONATORLAR.**

**Reja:**

20.1. Elektromagnit va tebranish qurilmalari rivoji.

20.2. To‘g‘ri burchak kesmasidagi hajmli rezonator.

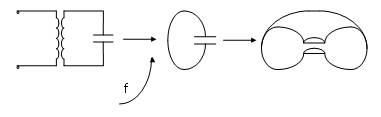
20.3. Hajmiy rezonatorlar.

20.4. Hajmiy rezonatorlarning turlari.

**20.1. Elektromagnit va tebranish qurilmalari rivoji**

Radiotexnik qurilmalarning eng rivojlangan elementi bu tebranish konturi hisoblanadi, induktivlik va hajmning paralell ulanganidan tashkil topgan.

Tebranish konturining asosiy afzalligi bu L va C o‘lchamlarining real to‘lqin uzunligidan ancha kamligi hisoblanadi.



20.1.Rasm 20.2 rasm. 20.3 rasm.

*Tebranish konturi Lokal xajim lokal*

*yonlari bilan chegaralangan.*

Konturning zaifligi bu kam ixchamlikdir, elektromagnit maydon kamayshi sabab bo‘lgan aktiv yoo‘qotishlar ko‘payshi, yuzaki effekt va nurlanishga ketgan yo‘qotishlar sabab.

Saqlangan energiya ko‘payadi, yo‘qotishlar kamayadi. Bunday xajmli rezonatorlarda exchamlashgan parametrli yigindilirga mos afzalliklar saqlangan (L va C ni ajratsa bo‘ladi).

Chastota oshishi bilan, L va C kamayadi, 20.2 dagidek kontur hosil bo‘ladi. U konstrukchiyadan iborat, ikta metalli plastina va induktivlik urani ulayotgan sim bo‘ladi. Uning santimetrli diapazon to‘lqinlari qayta ishlashi bo‘ladi. Bunday konturlarning foydaligi juduyam kam . Buning sababai quyidagicha, L va C elementlarning kam o‘lchami, bu konturda saqlangan , energiyaning kamayishiga olib keladi,.

Yuzaki effekt jarayonida simlarda yo‘qotishlar ko‘payadi.



Nurlanishda yo‘qotishlar ancha ko‘payadi. VCh da foydasini ko‘paytirish uchun quyidagi yul to‘tish mumkin: 20.2 rasmda ko‘rsatilganidek, elementlarning parallel ulanishida rezonans chastotasi ko‘payadi,



Bu yerdan biz 20.3 dagidek rasm tuzilmasini olamiz.

Lokal yonlar bilan chegaralangan, lokal hajmni olamiz.

**O‘zini o‘tqazish lokal yonlari bilan chegaralaydigan tebranish kontur – hajmli rezonator deb ataladi.**

Bu kelishuv, tebranish konturlariga mos, kamchiliklardan iborat.

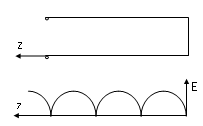
Chastota o‘sishi bilan tebranish konturining, yaxshiligini kamaytirib, hajmi kamayadi



Chastota o‘sishi bilan bunuqa qurilmalar, hosil qilinishi qiynlashadi.

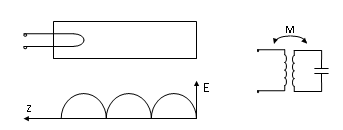
Bunday kqrilmalarning real holatini ko‘rib chiqamiz. Tebranish konturining reallanishini energiya o‘tqazish chiziqlarida ko‘rib chiqamiz.

KZ ikkisimli chiziqni ko‘rib chiqamiz.

 Shu chiziqda KZ holati.

KZ holati quyidagi nuqtalarda qaitariladi.

20.4 Rasm. KZ ikkisimli chiziq holati. , 





20.5 rasm. *Tebranish konturidagi*  KZ *holati.*

Agar KZ chiziqni ikkti tomonlama bo‘g‘lasak OTS kursida ko‘rsida ko‘rsatilgantdek, bunda tebranish xarakati mavjud bo‘ladi. Kiyn uning o‘lchamlari:



Bu tebranish konturlarining asosiy afzalliklaridan biri bu ularning ko‘p chastotalarda rezonlanishi mumkinligidir. Bunday tebranish konturi bo‘ylab to‘liq yarimto‘lqinlarning soni hosil bo‘lish kerak.

Biz kesmadagi tebranish konturini ko‘rib chiqdiq. Bunday yigindalar har xil ztqazish chiziqlarida mavjud bo‘lishi mumkin.

Buning afzalliklari quyidagilar bo‘ladi:

To‘rgan to‘lqin rezonator ichidagi, hamma uch koordinata mavjud bo‘lishi mumkin. Quyidagi rezonatorlar, dispersiya tufayli, kisqa chastotalarda rezonlashadi.

**20.2. To‘g‘ri burchak kesmasidagi hajmli rezonator**

**( yarimi masala)**

Standart,  to‘lqinli, to‘g‘riburchakli to‘lqin tarqatuvchini olamiz.

 kesmali to‘g‘ri burchakli to‘lqin tarqatuvchini ko‘rib chiqamiz.

*x*

*z*

*y*

*a*

*l*

*b*

20.6 rasm. *To‘g‘ri burchakli to‘lqin tarqatuvchi.*

Bu rezonatorda kelib chiqqan, maydon tuzilishi va elektromagnit qurilmalar tebranishini ko‘rib chiqamiz.

z=0, z=l

H10

KZ ning mavjudligida yonida qaytarilgan to‘lqin mavjud bo‘ladi,

yondoshish to‘lqin soni . buning uchun chegarali masaladan foydalanamiz.



,

 ni xisobga olib buni quyidagicha yozsa bo‘ladi:



Bu yerda

Rezonansli to‘lqin uzunligi.

“r” indeksi oddiy fizik axamiyatga ega. U ,o‘qi bo‘ylab turgan yarimto‘lqinlar sonini ko‘rsatadi. Qo‘rib chiqilgan tebranishlar turi quyidagi abbreviaturaga ega : 

Rezonatorning hosil bo‘lishidan oldin. To‘lqin tarqatuvchida

 - To‘lqin mavjud bo‘lgan.

 - da esa bitta yarimto‘lqin.

**20.3 H10p tebranish turi.H101  tuzilish maydoni**

 buni u komponenta deb belgilaymiz: 



Faqat u to‘ldiruvchiga ega.



Магнитное поле

Магнитного поля нет

Магнитное поле





*l*

*a*







*l*

*a*

**+**

**+**

**+**

*jсн*

*J*

*H*

20.7 rasm. N101 maydon tuzilishi.

 Yuzaki toklar:

E va N 90 gradusga farq qilinish ko‘rinib turibdi, Poyting vektori va tebranish konturing mavjudligiga, bu nolli axamiyatga egaligi ko‘rsatadi. Shu jarayon davomida elektr magnit energiyasi ikki marta magnitliga o‘zgaradi va aksincha.

**20.4. To‘g‘ri burchakli rezonatorda umumiy masala.**

**To‘lqin turlari sinflanishi**

*Eshi*

*x*

*y*

*z*

*a*

*b*

*l*



20.8 rasm. *To‘g‘ri burchakli rezonatoryu*

To‘g‘ri burchakli rezonatorda mavjud bo‘ladigan,  o‘lchamli, hamma turdagi tebranishlarni ko‘rib chiqamiz. Dekart koordinatalar sistemasini kiritamiz bunda  ning uchami  o‘qi bioan mos kelsin.

Yuzmayuz kesmada tuzilish maydon tuzilishi bilan mos kelsin. Rezonansli to‘lqin uzunligi to‘lqin tarqatuvchi uzunligi bilan mos kelsin.

Agar tebranish tuzilmasi yuzmayuz kesmadagi rezonatorda , Hmn to‘lqinning o‘lchami bilan mos kelsa, biz quyidagi tenglamani olmaiz:

Qurib chiqilgan mavzularda N holat To‘g‘ri burchakli to‘lqin tarqatuvsida, kamida bitta qabul qiladi.

h dan kelib chiqqan holda, mn indekslari taqsimotga to‘g‘ridan-to‘g‘ri kiradi. r indeks nolga teng holatni ko‘rib chiqamiz.

*p=0→*



*E110*





20.9 Rasm. *Ye110 V xajmli rezonatorda dagi maydon tuzilishi*

Agar biz ikki metalli tekislikni l masofaga qo‘ysak , m va n nolli indekslari bunda, mexanik jihatdan qoniqtiriladi. Maydon tuzilishi o‘zgarmas bo‘lib qoladi.

Hmn holatda indekslardan bittasi nolga teng bo‘lmasligi mumkin, N holatda, faqat yuzma-yuz to‘ldiruvchisiga ega. To‘lqin uzunligini kritiklab, magnit maydon yondoshish to‘ldiruvchisiga ega bo‘lamiz, yuzma-yuz plastinalardan alohida, bu plastinalar perpendikulyar joylashgan, elektr maydonning yuzma-yuz to‘ldiruvchilari esa tangensial.

Hmn0 – tebranishlar bo‘lishi mumkin emas.

**20.5. Tebranishlar turlarining sinflanishi**

Sinflash rezonatorning yondoshishiga bog‘liq va quyidagicha ifodalanadi:

1. O‘lchamlardan bittasi yondoshgan bo‘lib hisoblanadi.

2. To‘lqinning yuzmayuz tuzilishi va turini aniqlaymiz,  o‘lchamli tebranishlar hosil qiluvchi, ekvivalent to‘g‘ri burchakli to‘lqin tarqatgichda.

3. r indeksini aniqlaymiz, va Emnp ga ega bo‘lamiz

Sinflash algoritmi birinchi bo‘lib, hajm o‘lchamini tanlashiga bog‘liq,

*x*

*y*

*z*

*H101*

*a*

*b*

*l*

*x*

*y*

*z*

*a*

*l*

*b*

*E110*

Ris.20.10. *N101 i Ye110* To‘lqinlar maydon tuzilishi

1. Yondoshish o‘lchami.

2.  tuzilmasini topish ketak.

3. r indeksini aniqlaymiz. p =1 indeksi bu yerda H101.

*Ye110* To‘lqinlar sonini topamiz, bu yerdan to‘lqinlar soni nolga teng.



**20.6. Silindrli hajmli rezonator**

Rezonans chastotalarning, hamma turdagi tebranishlarning, uzunligi 1 va diametri 2a li silindrli rezonatorning taqsimotini toping. 1 uzunlikni yondoshgan deb hisoblaymiz, kesmasi to‘lqin tarqatuvchida .



; ; 

*2a*

*z*





*l*

**x x x x x**

**x x x x**

• • • •

• • • • •

*E010*

*2a*

*2a*

*l*

*z*

*H011*

x x x

• • •

*2a*

⏐*A*

⏐*A*

*l*

*B-B*

*l*

•

•

•

•

+

+

+

+

*z*





Ris.13.11. *N011 i Ye010* To‘lqinlar maydon tuzilishi.

Oldingi mavzuda isbotlangandek, Emn0 – hosil bo‘lishi mumkin. Birnechta tebranish turlarining tuzilish sxemasini ko‘rsatamiz.

**20.7. Hajmli rezonatorlar kuchlantirish usullari**

Amaliyotda rezonatorlarni radiotexnik sxemalar sifatida yoqadi. Tashqi zanjirli aloqa elementlari qiziktirish uyg‘otadi. Elektr va magnit tipli kuchlantirish uskunalari kuzatiladi. Rezonatorlarda tebranishlarni kuchlantirish uchun quyidagi uskunalardan foydalaniladi:

1. Elektr tipli (elementar elektr uzatuvchilar).
2. Magnitli kuchlantirish uskunalari ( elementar magnit nurlantiruvchilar)

Elektr tebranish qurilmadan, ehchamlashgan, kuchlanishni olish uchun, o‘zini chiziqli simli tok bo‘lgan, u elektr maydonning chiziqlariga parallel va uning ehchamlanishidan maksimumda joylashgan bo‘lishi kerak.

Magnit tipli kuchlantirish qurilmasi, tugunli simga mos ravishda o‘zgaruvchi tok bilan, tugun magnit maydoning elektr quvvatiga perpendikulyar joylashgan.

Kuchlanishning bir nechta usulini ko‘rsatamiz.

*l*

*E011*

+

+

•

•

*E010*

*20.20. rasm. Ye011 i Ye010 To‘lqinlar kuchlanishi.*

Radiotexnik sxemaga rezonator yyoqtrish uchun ikta usul mavjud.

**Absorbsiob yoqish usuli**

**(**parallel)

Bir element aloqasi

*fp*

*f*

⏐*S*⏐

4

3

1

2

~

Ris.20.13 parallel yoqish usuli.

**O‘tqazish usuli.**

Ikki aloqa elementi

1

2

4

3

~

*fp*

*f*

⏐*S*⏐

20.14 rasm. O‘tkazish usuli.

Aloqa koefitsenti qancha katta bo‘lsa, foydalik ham kamayadi, shuning uchun judayam kam aloqa koefitsentiga ega bo‘lish kerak.

Elektr nurlantiruvchi , o‘zidan, metalli elektrli, o‘zgaruvchan elektr tokli simni tashkil qiladi. Bu sim elektr maydondan maksimumda joylashgan bo‘lishi kerak va E vektorning kuchlanish chiziqlariga parallel bo‘lish kerak.

Magnitli aloqa elementi - bu tugunli aloqa elementining bir xili. U magnit maydonning maksimuda joylashishi kerak, tugunning yuzasi N vektor kuchlanish chiziqlariga perpendikulyar bo‘lish kerak.

**20.8. Hajmli rezonatorlar foydaligi**

Poyntingning E teoremasida chegaralangan sistema ko‘rib chiqilgan edi. Bunga energiya taqsimotlari quyidagicha edi:

Yo‘qotish quvvati  

*V- qegaralangan sistema.*

Foydalikning konkret o‘lchamlarini hisoblash uchun, quyidagi taqsimotlar olinishi mumkin:



  *bыstreE* 

*10*

*50*

*30*

*20*

*70*

*40*

*60*

*80*

*l, мм*

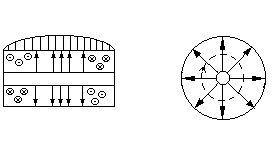


*Hamma keltirilgan o‘lchamlar, oyezonatorlar sistemasiga tegishli edi, Rezonator chegaralangan sistema shaklida olingan edi, u rezonatorga yuqotish olib keladigan u real tashqi sistema bilan bog‘liq. U shuntirlash usuligp ega, tashqi zanjirlar bilan aloqa qancha katta bo‘lsa, foydalik shunchaga kam. Foydalikni tashqi zanjirlar bilan xisobga olingan holda o‘zining foydaligidan qaraganda , yuklangan foydalik hisoblanadi,*

**20.9 Hajmli rezonatorning boshqa turlari.**

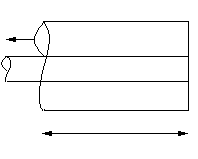
**Koaksial rezonator**

Koaksial to‘lqin tarqatuvchida, asosiy to‘lqin turlarida rezonans bo‘lmagani sabab, bu tebranishlarni ifodalash uchun quyidagi abbreviaturalar ishlatiladi: T001...



20.15 rasm. *Koaksial hajmli rezonator.*

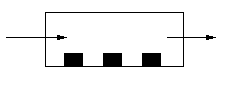
Koaksial sistemadagi rezonatorning asosiy afzalligi bu uning ., r=1,2…  chastotalarda rezonlanishi.



20.16. rasm. Dielektrli rezonator.

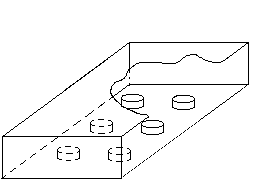
Bunday rezonatorlarni to‘lqin o‘lchagich sifatida o‘lchanadi. Silindrli rezonator bilan farqli koaksial rezonator kam foydalikga ega katta yuza va kam hajm bo‘lgani sabab.

Dielektrli rezonatorlar judayam rivojlangan. 20.16 rasm.



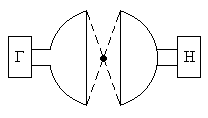
PVO efekti sifatida kuchlanib, dielektrli rezonatorlar maxsus kuchlanishga mushtoq emas.

Dielektrli rezonatorlarni, katta koefitsentli dielektr o‘tqazuvchanli sun’iy mahsulotlardan ishlanadi.



20.17. rasm. Dielektrli rezonator.

Yarim ochiq, parabolik yuzalardan iborat, rezonatorlar mavjud.



20.18 rasm. Dielektrli rezonator.

Bunday tuzilmalarni aktiv oraliqlarda(plazmalarda) ishlatadadi, bular uchun tegishish bo‘lmaydi. Asosiy kamchiligi bu nurlanishga yoo‘qotishlar mavjud.

**Foydalanilgan adabiyotlar ro’yxati:**

1. Пименов Ю.В, Вольман В.И. , Техническая электродинамика, - М: Радио и Связь, 2002 г.

2. Витевский В. И., Павловская Э. А. Электромагнитные волны в технике связи, - М: Радио и связь, 1995-125с.

3. Сборник упражнений и задач по электродинамическим дисциплинам: Учебное пособие для вузов. / Под ред. Э.А. Павловской. - М.; Радио и связь,1996- 197с.: ил.

4. Лебедев И.В. Техника и приборы сверх высоких частот в 2-х т., т. 1. - М.:Госэнергоиздат, 1970.

5. Сазонов Д.М., Гридин А.Н., Мишустин Б.А. Устройства СВЧ. / Под ред. Д.М. Сазонова. - М.: Высшая школа, 1981.

6. Вольман В.И., Пименов Ю.В, Техническая электродинамика, - М: Связь,1971.