**11-MA’RUZA. YASSI ELEKTROMAGNIT TO'LQINLAR VA UNING PARAMETRLARI (XARAKTERISTIKALARI).**

**Reja:**

11.1. Yassi elektromagnit to'lqinlar..

11.2. Uning parametrlari (xarakteristikalari)..

11.3. Elektromagnit to'lqinlarning erkin fazodagi qutblanish turlari (chiziqli, doiraviy, elliptik).

**11.1. Yassi elektromagnit to‘lqin parametrlari**

Amaliyotda, elektromagnit maydonlarni xisoblash talab etilganda, biron bir matematik modeldan foydalanish katta axamiyatga ega. Chunki, aynan shu model yordamida elektromagnit to‘lqinlarning real sharoitda tarqalishini ifodalab berish mumkin. Ana shulardan biri yassi elektromagnit to‘lqin modeli bo‘lib, uning yordamida ko‘pgina to‘lqinli jarayonlarni xisoblash mumkin. Keling, avval yassi elektromagnit to‘lqin xaqida biroz tushunchaga ega bo‘laylik. Bunda, avvalambor, to‘lqin fronti yoki to‘lqinli yuza tushunchasini bilib olish lozim. To‘lqin fronti deb shunday sirtga aytiladiki, bunda, uning xar bir nuqtasida maydon kuchlanganligi vektorlarining fazalari bir xil qiymatga ega bo‘ladi. Maydonni xosil qilayotgan nurlantiruvchining shakliga ko‘ra, to‘lqin fronti silindrsimon, sferasimon yoki boshqa shaklga ega bo‘lishi mumkin. Shuni xam ta’kidlash lozimki, ixtiyoriy nurlantiruvchi tizim tomonidan xosil qilingan to‘lqin fronti, undan juda xam katta masofada sverasimon shaklga ega bo‘ladi. Ana shu xolatga chuqurroq nazar tashlaydigan bo‘lsak, quyidagini anglashimiz mumkin. Radioaloqa liniyalarida, deyarli barcha xollarda, qabul qiluvchi antenna katta masofada joylashgan bo‘ladi. Bunda, maydonning to‘lqin uzunligi ana shu masofadan o‘n marta kichik bo‘lsa, bu xolatni uzoqqa tarqalish deb xisoblash mumkin. Amalda esa bu shart deyarli xar doim bajariladi. Agar to‘lqin frontining sferik tarqalishini xisobga oladigan bo‘lsak, qabul qiluvchi antenna bu frontning o‘zining o‘lchamiga teng bo‘lgan juda xam kichik bo‘lagini qabul qiladi. Sferaning juda kichik bo‘lagini esa, biz doimo yassi deb qabul qilishimiz mumkin. Shu sababdan xam, yassi elektromagnit to‘lqin modelining o‘rni axamiyatli. Vektorlar xosil qiladigan monoxromatik maydonning to‘lqinli yuzasi o‘zaro parallel joylashgan, yoki ular bir tekislikda yotuvchi to‘lqinni yassi to‘lqin deb ataydilar. To‘lqin frontining barcha nuqtalarida maydon vektorlarining qiymatlari bir xil bo‘lgan yassi to‘lqinni birjinsli yassi to‘lqin deb ataydilar.

Cheksiz birjinsli muxitda tarqalayotgan yassi garmonik elektromagnit to‘lqin quyidagi tenglama yordamida ifodalanishi mumkin

 (11.1)

Maydon vektorining oniy qiymatlari uchun ifodasi quyidagi ko‘rinishga ega

 (11.2)

Yassi elektromagnit to‘lqinning erkin fazoda tarqalish xolatida yettita parametrlari bilan tavsiflanadi. Bu parametrlar to‘lqinning o‘tkazgich, yarimo‘tkazgich va dielektrik xossasiga ega bo‘lgan muxitlarda tarqalish xolatlari uchun aloxida yoziladi. Avvalgi paragraflarda aytib o‘tilganidek, muxitning o‘tkazuvchanlik xossalari bo‘yicha sinflanishi tg ** parametri orqali amalga oshiriladi

.

Quyida keltirilgan formulalar yassi elektromagnit to‘lqin parametrlarining ifodalaridir.

1. γ – to‘lqin tarqalishining kompleks qoeffitsiyenti. Bu matematik parametr ifodalarni soddalashtirish va o‘zgartirish uchun qo‘llaniladi

 (11.3)

1. α – susayish koeffitsiyenti. Bu parametr to‘lqinning 1 m masofa bosib o‘tganda yuzaga keladigan energiyaning so‘nishini ko‘rsatadi.

 (11.4)

1. β – faza koeffitsiyenti. Bu kattalik to‘lqinning 1 m masofa bosib o‘tganida o‘z fazasini qancha burchakka o‘zgartirishini ifodalaydi.

 (11.5)

1. *v*f – faza tezligi. Bu parametr to‘lqli yuzaning xarakatlanish tezligini ifodalaydi, boshqacha qilib aytganda, maydon vektorining tebranish tezligini ko‘rsatadi.

 (11.6)

1. *v*g – guruxiy tezlik. Bu parametr energiyaning tarqalish tezligini ko‘rsatadi

 (11.7)

1. λ – to‘lqin uzunligi. Bu parametr bir to‘liq davr mobaynida to‘lqin tomonidan bosib o‘tilgan masofani ko‘rsatadi

 (11.8)

1. Zc – muxitning tavsifiy qarshiligi. Bu parametr maydon vektorlarining kompleks amplitudalari nisbati orqali aniqlanadi

 (11.9)

Vakuum xolatida muxitning tavsifiy qarshiligi 120π Omga teng bo‘ladi. Real muxitlar uchun esa u kompleks xarakterga ega bo‘lib, quyidagicha aniqlanishi mumkin

 (11.10)

 (11.11)

Yuqorida keltirilganlardan shuni anglash mumkinki, yassi elektromagnit to‘lqinni faqatgina fazoning cheklangan qismidagina xosil qilish mumkin. Biroq, ko‘pgina amaliy masalalarni yechishda, tashqi maydonni fazoning barcha nuqtalarida xam to‘laligicha yassi deb qabul qilinadi. Bu esa elektrodinamik masalalarning yechimini osonlashtiradi.

**11.2. Elektromagnit to‘lqinning qutblanishi**

Tarqalish muhiti parametri *tg δ* dielektrik yo‘qotishlarning tangens burchagi deb ataladi

.

Bu burchak qiymati berilgan materialdagi erkin zaryadlarning harakati va moddaning qutblanishi oqibatida elektromagnit maydon energiyasining yo‘qotishlar darajasini hisoblash uchun ishlatiladi. *σ*  qancha katta bo‘lsa, *tg δ* ham shuncha katta bo‘ladi, yo‘qotishlar ham katta bo‘ladi. Agar maydon chastotasi *ω* ortsa, *tg δ* kamayadi, yo‘qotishlar ham kamayadi, muhit dielektrikka yaqinroqdir. Agar chastota kamaysa, *tg δ* ortadi, yo‘qotishlar ham ortadi, muhit o‘tkazgichga yaqinroqdir. Yo‘qotishlarning qiymati maydonning tebranish chastotasiga bog‘liq, bir muhit turli chastotalarda dielektrik yoki o‘tkazgich bo‘lishi mumkin.

To‘lqin yoki to‘lqin tarqalish jarayoni elektromagnit to‘lqinning tarqalishi natijasida fazoda energiya uzatilishining hosil bo‘lishidan iboratdir. Agar ***E***  va ***H*** vektorlarning amplitudasi ko‘ndalang koordinataga bog‘liq bo‘lmasa, to‘lqin bir jinsli deb ataladi.

Fazoda *c* (*s* – yorug‘lik tezligi, 3\*108 m/s ga teng) tezlik bilan harakatlanuvchi garmonik maydon yugurma to‘lqin deb ataladi. Tarqalish o‘qi bo‘ylab fazaning

*ψ = ωt - kz* (11.12)

ko‘rinishdagi chiziqli o‘zgarishi yugurma to‘lqinga xosdir,

bunda  - to‘lqin soni yoki cheksiz muhitda to‘lqin tarqalish doimiysi; **** – siklik chastota.

To‘lqin tarqalishining yana bir turi turg‘un to‘lqin hisoblanadi, u qarama–qarshi tarqalayotgan ikki to‘lqinning ustma-ust,

ya’ni *ψ1 = ωt - kz* va *ψ2 = ωt + kz* fazalar farqi bilan tushishidan hosil bo‘ladi.

Bu to‘lqinlarning maydonlari yig‘indisi

***E*** *=* ***E****1 +* ***E****2 = E01 cos (ωt – kz -ϕ1) + E02 cos (ωt + kz - ϕ2)* (11.13)

Agar *E01 = E02 = E0* va *ϕ1 = ϕ2= ϕ*  bo‘lsa, u xolda

***E*** = E0 cos kz cos (ωt + ϕ). (11.14)

(2.4) formula orqali ifodalangan maydon vaqtning har onida va fazoning istalgan nuqtasida garmonik taqsimotning o‘zgarmas qolishi bilan tavsiflanadi va bu jarayon turg‘un to‘lqin deb ataladi.

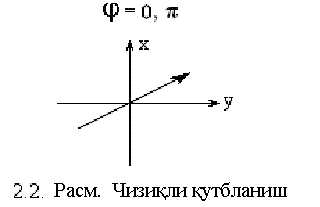
Qutblanish deganda fazoning berilgan nuqtasida ***E*** yoki ***H***  vektorning uzunligi va yo‘nalishi o‘zgarishi tushuniladi. Qutblanish jarayoni qutblanish tekisligi tushunchasi bilan bog‘liqdir. ***E*** vektorining tarыalish yo‘nalishi bo‘ylab xosil qiladigan tekisligi qutblanish tekisligi deb ataladi.



11.1-rasm. Qutblanish tekisligining shakllanishi

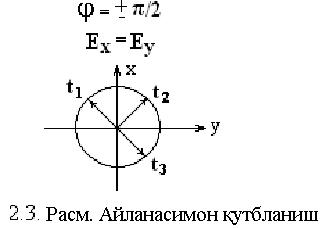
Qutblanish - elektromagnit to‘lqinni tavsiflovchi juda xam muxim kattalik xisoblanadi. Elektromagnit to‘lqinning erkin fazoda tarqalish vaqtida uch turdagi qutblanish turlari e’tirof etiladi. Qutblanish turlarini (11.3) va (11.4) formulalar orqali ifodalangan maydonlar misolida ko‘rib chiqish qulaydir.

1. Chiziqli qutblangan to‘lqin deb fazoning istalgan nuqtasida vaqt o‘tishi bilan ***E*** yoki ***H*** vektorlarining tebranishlar yo‘nalishi o‘zgarmas bo‘lib qolishiga aytiladi.



11.2-rasm. Chiziqli qutblanishning grafik tasviri

1. Aylana bo‘yicha qutblangan to‘lqin deb fazoning istalgan nuqtasida ***E*** yoki ***H*** vektorining bir tekis aylanishiga aytiladi, ya’ni vektor bir *T* davr vaqt mobaynida o‘z uchi bilan aylana hosil qiladi.



11.3-rasm. Aylanali qutblanishning grafik tasviri

1. Ellipssimon qutblangan to‘lqin deb fazoning istalgan nuqtasida ***E*** yoki ***H*** vektorining aylanishiga aytiladi, ya’ni vektor bir *T* davr vaqt mobaynida o‘z uchi bilan ellips hosil qiladi. Ellipssimon qutblanishda ortogonal tashkil etuvchi vektorlarning fazalar farqi ***ϕ*** *0, π, π/2, -π/2* qiymatlardan tashqari istalgan qiymatni olishi mumkin. Ellipsning o‘lchamlari va o‘qlari yo‘nalishlari ***ϕ***  kattalikka bog‘liqdir.



11.4-rasm. Ellipssimon qutblanish turining grafik tasviri

Bundan tashqari, vektorning aylanish yo‘nalishi qutblanishning turini aniqlaydi va chapga (LZ) aylanadigan yoki o‘ngga (RZ) aylanadigan aylanali qutblanish turlari yuzaga keladi. Aylanish yo‘nalishi uzatuvchi antennadan qabul qiluvchi antenna tomon yo‘nalishida aniqlanadi. Bunda soat millari yo‘nalishi bo‘yicha xarakatlanuvchi vektor o‘ng tomonli aylanali qutblanishni yuzaga keltiradi.

Ellipssimon qutblanish (EQ) atayin yuzaga keltirilmaydi, chunki EQ da signal qabul qilish quvvati aylanasimon qutblanishdagi (AQ) signal qabul qilish quvvatidan kamroq. Shuni esda tutish kerakki, AQ li antenna (nurlatgich) maydonning shu turli qutblanishini faqatgina nurlatgich o‘qi yo‘nalishida ishlab chiqaradi. Boshqa yo‘nalishlarda bu maydon ellipssimon qutblanish sifatida qabul qilinadi. Yana shuni esda tutish kerakki, bir turdagi qutblanishga ega bo‘lgan antenna ideal xolatda boshqa turdagi qutblanish signalini qabul qilmasligi lozim. Real sharoitda esa bu qutblanishlar susaygan xolda qabul qilinadi.

AQ li to‘lqinlar radiotexnika va aloqada keng qo‘llaniladi. AQ li to‘lqinlarni vujudga keltirishda shuni nazarda tutish kerakki, bunday to‘lqin ***E*** (***H***) vektorning fazoda ortogonal bo‘lgan, bir xil amplitudali va tebranishnig faza siljishi 900 ni tashkil qilgan ikki chiziqli qutblangan to‘lqinlarning qo‘shilishi natijasidir.

O‘z navbatida, chiziqli qutblangan to‘lqinni harakatning qarama-qarshi yo‘nalishiga va ***E*** (***H***) vektorning bir xil amplitudalariga ega bo‘lgan, aylanasimon qutblanishli ikki to‘lqinning superpozitsiyasi sifatida tasvirlashimiz mumkin.

Shaxar sharoitida tarqatiladigan elektromagnit to‘lqinlar uchun joyning qurilishini xisobga olgan xolda qutblanish turi tanlanadi. Masalan, televizion signallarning shaxar sharoitida vertikal elektr ustunlari, ko‘p qavatli binolarning armaturali karkaslari tomonidan qo‘shimcha susayishlarini oldini olish maqsadida, gorizontal qutblanish turidan foydalaniladi. Buni antennani yer sirtiga nisbatan gorizontal joylashtirish orvali xosil qilinadi. Yuqorida aytib o‘tilganidek, antennaning chiqishidagi qutblanish turi uning o‘qi bo‘ylabgina o‘z xolatini saqlaydi. Shaxar sharoitida signallar ko‘pgina to‘siqlar va binolarning devorlaridan akslanishi xisobiga, qabul nuqtasiga ma’lum burchak ostida, dastlabki xolatidan og‘gan xolda kelishi mumkin. Bunda signalni qabul qilishda uning energiyasi to‘liq iste’mol qilina olmaydi. Shuning uchun xam antennaning yer sirtiga nisbatan joylashuvini o‘zgartirib, signal satxining maksimal qiymatiga ko‘ra uni sozlash yaxshi natija beradi.

**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.