**7-MA’RUZA. MONOHROMATIK MAYDON UCHUN MAKSVELL TENGLAMALARI TIZIMI.**

**Reja:**

7.1. Monohromatik maydon uchun Maksvell tenglamalari tizimi..

7.2. Kompleks dielektrik singdiruvchanlik.

7.3. Monoxromatik maydon uchun chetki manba’larni xisobga oluvchi tenglamalar tizimi.

**7.1. Monohromatik maydon uchun Maksvell tenglamalari tizimi**

Yuqorida yozilgan tenglamalar maydon vektorlarining oniy qiymatlari uchun yozilgan, ya’ni, ular maydonning vaqt bo‘yicha ixtiyoriy o‘zgarishi uchun o‘rinli. Agar vektorlar vaqt bo‘yicha doimiy davrli sinusoidal qonun bo‘yicha o‘zgarsa, bunday maydonlar monoxromatik deb ataladi. Bunday maydonlar uchun kompleks vektorlarni kiritish, ya’ni, kompleks amplitudalar usulini qo‘llash o‘rinli. Bu usulda oniy qiymatlar o‘rniga formal kattaliklarni qo‘llaniladi. Masalan, H = Hmsin(ωt+ϕn) o‘rniga Hmejωt ko‘rinishdagi kompleks kattalik yoziladi.

Quyidagi tenglamaga ko‘ra, *Im* kompleks miqdorning mavxum qismini ko‘rsatadi



EMM bo‘yicha ko‘p adabiyotlarda, vaqt bo‘yicha kosinusoidal qonun bo‘yicha o‘zgaradigan maydonlarni monoxromatik maydon deb ataladi. U xolda,



ya’ni, kompleks miqdorning moddiy qismi qo‘llaniladi.

Oniy qiymatlardan kompleks qiymatlarga o‘tish garmonik fizik jaryonlarni matematik usulda ko‘rib chiqishni osonlashtiradi. Bunda differensiallash va integrallash amallari ularni (*jω)* ko‘paytuvchisiga ko‘paytirish yoki bo‘lish amallari bilan almashtiriladi. Bu yerda *ω -* ko‘rib chiqilayotgan chastota garmonikasi.

Masalan, siljish tokining zichligini quyidagicha almashtirish mumkin



Quyidagi tenglama o‘rniga

 (7.1)

mana bu tenglamadan foydalaniladi

.

Uni umumiy ko‘paytuvchisiga qisqartirib quydagi ko‘rinishga ega bo‘lamiz

 (7.2)

(7.1) dagi Maksvellning birinchi tenglamasi real mavjud bo‘lgan maydonlar uchun yozilgan. (7.2) tenglama esa (7.1) ning matematik shakli xisoblanadi va faqatgina garmonik maydon uchun, ya’ni, signalning bitta spektral tashkil etuvchisi uchun yozilgan. Shuni yodda tutish kerakki, EMM tenglamalarining kompleks shakllari maydon vektorlarining garmonik o‘zgarishlari uchun, xususiy xolat sifatida namoyon bo‘ladi. Maksvellning qolgan tenglamalari kompleks shaklda quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi



Vektorlarning kompleks shakllari ularning ustida nuqta belgisi kiritilganligi bilan farqlanadi. Kompleks shakldagi tenglamalardan xosil bo‘lgan javoblarning real qismi to‘g‘ri javob sifatida qabul qilinadi.

**7.2. Kompleks dielektrik singdiruvchanlik.**

(7.2) ga elektrodinamikaning uchinchi moddiy tenglamasini qo‘yib, quyidagini xosil qilamiz



Tenglamaning o‘ng tomonini matematik o‘zgartirib

 (7.4)

tenglamaga ega bo‘lamiz.

Elektromagnit jarayonlarni taxlil qilishda yangi koeffitsiyent – kompleks dielektrik singdiruvchanlikning kiritilishi tenglamalarni soddalashtirish imkonini beradi.

 (7.5)

Shunday ekan, tenglama quyidagi ko‘rinishga keladi



formulani algebraik va ko‘rsatmali shakllarda yozish mumkin

 (7.5.a)

 (7.5.b)

Eyler formulasi asosida o‘zgartirishlar bajarilganidan so‘ng, yana bir asosiy tenglamaga ega bo‘lamiz





 (7.6)

(7.6) ni dielektrik yo‘qotishlar burchagining tangensi deb ataydilar. Elektr maydonining energiya yo‘qotishlari o‘tkazuvchanlik toklari va muxitdagi siljish toklari xisobiga yuzaga keladilar. *tgδ* parametri siljish toki xisobiga xosil bo‘ladigan yo‘qotishlarni, ya’ni, tashqi elektr maydoni ta’siri ostida yuzaga keladigan xarakat tufayli paydo bo‘ladigan yo‘qotishlarni ko‘rsatadi.

Kompleks o‘tkazuvchanlik tokining zichligi moduli quyidagiga teng



Siljish toki zichligining moduli esa



Ularning nisbati bizga yo‘qotishlar burchagi tangensini beradi

Shunga ko‘ra, bu parametr muxitda o‘tkazuvchanlik toki siljish tokidan qancha katta qiymatga ega ekanligini ko‘rsatadi va muxitlarni o‘tkazgich va dielektriklarga bo‘lish mezoni bo‘lib xizmat qiladi.



Agar tg*δ* >10 (tg *δ* » 1) bo‘lsa, bunday muxitni katta yo‘qotishli muxit yoki o‘tkazgich muxit deb ataydilar.

Agar tg*δ* <0,l (tg *δ* « 1) bo‘lsa, bunday muxitni kichik yo‘qotishli muxit deb ataydilar, ya’ni bu muxit dielektrikka xos.

Agarda bu parametr qiymati 0,1<tg*δ* <l0 (tg *δ* ≈ 1) oraliqda joylashgan bo‘lsa, bunday muxitni yo‘qotishli yoki yarimo‘tkazgich muxit deb ataydilar. Toza va quruq xavoni vakuumga yaqin deb xisoblash mumkin va u yo‘qotishlarni yuzaga keltirmaydi (tg*δ =* 0). Amalda qo‘llaniladigan sifatli dielektriklar radiochastota diapazonida (*f = 30* GGts gacha) tg*δ* = 10-2…10-7 qiymatga egadirlar.

**7.3. Monoxromatik maydon uchun chetki manba’larni xisobga oluvchi tenglamalar tizimi**

(7.1) va (7.2) tenglamalarida qatnashuvchi maydon orqali shu muhitda vujudga keltirilgan va  toklari yo‘q. Bu toklar maydonning manba’lari bo‘lib hisoblanmaydi, balki ular uning ta’siri ostida paydo bo‘lgan. Shu vaqtning o‘zida EMM chetdan olinadigan energiya hisobiga qandaydir maydon tomonidan vujudga keladi. Bunday manba sifatida ko‘pincha radiouzatgichning kuvvatli chiqish kaskadi yordamida antennada yuzaga keladigan tok hisoblanadi. Antennaning toki chetki resurs (transformatorli yordamchi stansiya) ning quvvati orqali aniqlanadi va muhitda ko‘rilayotgan maydon vektorlari funksiyasi hisoblanmaydi. Elektromagnit maydon manbasini chetki kuch deb atash qabul qilingan. Chetki kuch - bu EMM ni hisoblashda boshlang‘ich miqdor hisoblanadigan funksiyadir. Bu kuch ko‘pincha Jsilj tokining zichligi orqali ifodalanadi. U Maksvellning 1-tenglamasini o‘ng tarafida qatnashadi.

 (7.7)

bo‘lganligi sababli, birinchi tenglama kompleks shaklda quyidagi ko‘rinishga ega



Qolgan tenglamalar esa

 (7.8)

 (7.9)

(7.8) tenglamada qayta magnitlanishda yuzaga keladigan yo‘qotishlarni hisobga olishda qo‘llaniladigan kompleks magnit o‘tkazuvchanlik qatnashadi. Ammo O‘YuCh texnikasida faqatgina bir magnit modda — noyob xususiyatlarga ega magnitlangan ferritgina qo‘llaniladi. Radiotexnikada qo‘llaniladigan boshqa modalar magnit xossasiga ega emas va magnit yo‘qotishlarini yuzaga keltirmaydi. Shuning uchun (7.8) tenglamasida bundan keyin μ o‘rniga μa ni yozamiz.

(7.7) tenglamasida chetki mabalarning mavjudligi uni bir jinsli emas qilib qo‘yadi. Chetki manbalarsiz tenglama esa bir jinsli hisoblanadi.

 (7.10)

Shuni payqash qiyin emaski, agan  ni  ga, εa ni esa μa gaalmashtirsak 1-tenglama 2-tenglamadan, 2-tenglama esa 1-tenglamadan xosil qilinishi mumkin. Maksvell tenglamalarining bu xussusiyati ikki taraflamalik prinsipi deb ataladi. Uning yordamida, yechilgan ikki taraflamali masalalar javoblarining mos keluvchi simvollarini almashtirish yo‘li bilan ba’zi bir tenglamalarning yechilishini olish uchun qo‘llaniladi.

Elektrodinamikaning ba’zi bir masalalari, shuningdek agar tenglamalar tizimiiga chetki magnit toki Jchetm  kirgizilsa ham soddalashadi. Tabiatda real mavjud magnit zaryadlar yo‘qligi sababli, fizik nuqtai nazardan  soxta miqdor hisoblanadi. U holda Maksvellning bir jinsli bo‘lmagan tenglamalari ham shakl jihatdan simmetrik bo‘ladi

 (7.11)

Maksvellning simmetrik bir jinsli va bir jinsli bo‘lmagan (7.10) va (7.11) tenglamalari yordamida, vektorlar va parametrlar o‘rnini almashtirish yo‘li bilan, ikki taraflamali masalalarning amallaridan foydalanib bir qator masalalarning yechimi olinadi.

**Nazorat savollari**

1. Garmonik tebranishlar deb nimaga aytiladi?

2. Qanday harakat tebranish deyiladi?

3. Tebranish davri nima?

4. Tebranish chastotasi nima?

5. Davr va tebranish chastotasi o'rtasida qanday bog'liqlik bor?

6. Prujinali mayatnikning tebranish davri qanday formula bilan aniqlanadi?

7. Matematik mayatnikning tebranish davri qaysi formula bilan aniqlanadi?

8. Elastik tebranishlar energiyasi qanday formula bilan aniqlanadi?

9. Majburiy tebranishlar nima?

10. Majburiy tebranishlar qanday chastotada sodir bo'ladi?

**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.

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

7. 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.