Nikita Terentjevs

D2-1

Elektromagnētiskie viļņi un svārstības

**Mehāniskās svārstības** var iegūt, iekārtot objektu diegā vai atsperē ,novirzot no līdzsvara stāvokļa un palaižot vaļā. **Elektromagnētiskās (EM) svārstības** atšķiras ar to, ka svārstās nevis kāds objekts, bet gan elektriskā lauka intensitāte ***E*** un magnētiskā lauka indukcija ***B***.Elektromagnētisko svārstību apskatam izmanto **ideālu svārstību kontūru**, kas ir noslēgta elektriskā ķēde, sastāvoša no kondensatora ar kapacitāti *C* un spoles ar induktivitāti *L* , turklāt šim kontūram nepiemīt elektriskā pretestība R.

Lai ierosinātu **EM** svārstības, svārstību kontūram ir jāpiešķir enerģija. To var izdarīt, piemēram, izmantojot elektrisko shēmu, kurā caur slēdzi iespējams kondensatoru pieslēgt enerģijas avotam un pēc tam svārstību kontūram.Tiklīdz uzlādētais kondensators ir pieslēgts spolei, tā kontūrā sāk plūst strāva *I* un elektromagnētiskās svārstības var sākties.

EM svārstam svārstību laikā notiek pāreja starp maksimālo elektriskā lauka enerģiju ***WE = CUm2 : 2*** *(Elektriskā kapacitāte un kondensatori)* un maksimālo magnētiskā lauka enerģiju ***WM = LIm2 : 2*** *(Induktivitāte un pašindukcija)*.

Pēc **pusperioda T/2** visa elektriskā lauka enerģija ir atgriezusies kondensatorā, vienīgi tas ir **uzlādēts otrādi**, līdzīgi kā matemātiskais svārsts atgūst visu potenciālo enerģiju, bet tas atrodas pretēja pusē līdzsvara stāvoklim. Nākošajā svārstību pusperiodā kondensators atkal izlādējas caur spoli un perioda beigās kondensators ir atkal pilnībā uzlādēts gluži kā sākumā.

EM vilnim ir noteikts viļņa garums λ; tas vienāds ar attālumu starp divām blakus esošām EM viļņa daļām, kas svārstās vienādi. EM viļņi ir šķērsviļņi, kuros elektriskais un magnētiskais lauks svārstās perpendikulāri viļņa izplatīšanās virzienam, turklāt arī elektriskais un magnētiskais lauks svārstās perpendikulārās plaknēs.

EM vilnis vakuumā izplatās ar ātrumu c ≈ 3 · 108m/s (gaismas ātrums vakuumā) un tam ir noteikts viļņa garums λ, kuru var izteikt no formulas λ = c : ν, kur

λ - EM viļņa garums, m

ν - svārstību frekvence, Hz

EM vilnis līdz ar elektriskā un magnētiskā lauka svārstībām līdzi sev nes enerģiju, kura ir tieši proporcionāla svārstību frekvencei ν.

Tā kā EM svārstību kontūrā nemitīgi mainās strāvas stiprums un spriegums, tad, lai raksturotu šīs vērtības kādā noteiktā laika momentā, jāizmanto momentānā strāvas stipruma vērtība i (A) un momentānā sprieguma vērtība u (V). Svārstību kontūrā vienu EM svārstību var sadalīt piecos posmos

a) Pašā svārstību sākuma momentā visa enerģija ir koncentrēta kondensatorā, līdz ar to kondensatora spriegums ir vienāds ar maksimālo vērtību u = Um un strāvas stiprums i = 0, jo strāva vēl nav sākusi plūst

b) Tālāk kondensators sāk izlādēties caur spoli, tādēļ kontūrā sāk pieaugt strāvas stiprums i uz kondensatora sprieguma u samazināšanās rēķina . Strāvas plūsma spolē rada magnētisko lauku un pašindukcijas elektrodzinējspēku (EDS), kas pretojas strāvas pieaugumam. Tā rezultātā pēc laika momenta, kas vienāds ar svārstību ceturtdaļperiodu T : 4, kondensators ir pilnībā izlādējies un tā spriegums u = 0, toties strāvas stiprums ir sasniedzis maksimālo vērtību i = Im. Arī pašindukcijas EDS spolē ir sasniedzis maksimālo vērtību un spole ir pārvērtusies par enerģijas avotu

c) Nākošā svārstību ceturtdaļperioda laikā spolē uzkrātā magnētiskā lauka enerģija pāriet atpakaļ kondensatorā, līdz kondensatora spriegums atkal sasniedz maksimālo vērtību Um . Atšķirībā no svārstību sākuma momenta kondensatora klājumi ir uzlādēti pretēji.

d) Tālāk atkal notiek kondensatora izlādēšanās caur spoli, sasniedzot maksimālo strāvas stipumu i = Im .

e)Viens svārstību periods ir noslēdzies tad, kad kondensators atkal ir pilnībā uzlādēts un ar tādu pašu polaritāti kā svārstību sākumā .

EM svārstību sākumā kondensatora lādiņš ir maksimāls, tādēļ lādiņa izmaiņas kondensatorā apraksta vienādojums q = qmcos2πt : T kur

qm– maksimālais kondensatora lādiņš, C

T – periods, s

t – laika moments, kurā aplūko svārstības, s

Kondensatora lādiņš ir tieši saistīts ar spriegumu U starp kondensatora platēm, tādēļ sprieguma izmaiņu apraksta vienādojums U = Umcos2πt : T , kur

Um– maksimālais spriegums starp kondensatora platēm, V

Tāpat kā lādiņš q ir tieši saistīts ar spriegumu U, tā spriegums U iet roku rokā ar elektriskā lauka intensitāti E, līdz ar to E = Emcos2πt : T, kur

Em– maksimālā elektriskā lauka intensitāte, V/m

Strāvas stiprums kontūra svārstību sākumā ir vienāds ar 0, tādēļ tā izmaiņas tiek aprakstītas ar sinusa likumu: I = Imsin2πt : T , kur

Im– maksimālais strāvas stiprums kontūrā, A

Šajā gadījumā ar strāvas stiprumu roku rokā iet magnētiskā lauka indukcija B, tādēļ B = Bmsin2πt : T , kur

Bm– magnētiskā lauka indukcijas maksimālā vērtība, T

Katrai svārstošai sistēmai ir noteikta īpašfrekvence f0, ar kuru šī sistēma “vislabprātāk” svārstās. Katrai īpašfrekvencei f0ir atbilstošais svārstību periods T, ko aprēķina šādi: T = 1: f0. Matemātiskajam svārstam svārstību periods T = 2π√(l : g) , kur

l – svārsta garums, m

g – brīvās krišanas paātrinājums, m/s2

Atsperes svārstam svārstību periods T = 2π√(m : k) , kur

m – atsvara masa, kg

k – atsperes stinguma koeficients, N/m

Arī EM svārstību kontūram ir sava īpašfrekvence un atbilstošais periods, ko aprēķina pēc formulas T = 2π√(LC) , kur

L – spoles induktivitāte, H

C – kondensatora kapacitāte, F

Šo perioda izteiksmi var iegūt, izmantojot faktu, kas tika apskatīts sadaļā par pretestībām maiņstrāvas ķēdē, proti, ka vismazākā pretestība strāvai maiņstrāvas ķēdē ir tad, kad induktīvā pretestība XL = ωLir vienāda ar kapacitīvo pretestīvu XC = 1 : (ωC). Tādēļ ωL = 1: (ωC), no kā izriet, ka ω2 = 4π2 : T2 = 1: (LC), visbeidzot T = 2π√(LC).

EM viļņiem ir raksturīgas vairākas īpašības, kas ietekmē to izplatīšanos telpā. Viena no īpašībā ir viļņu atstarošanās no šķēršļiem.Ja no EM viļņu ģeneratora izceļo EM viļņu kūlis un tam ceļā nekas nestājas, tad tas turpina kustību tik uz priekšu. Ja ceļā tomēr nonāk kāds plakans šķērslis, piemēram, metāla plāksne, tad EM kūlis no tā atstarojas. Izmantojot EM viļņu uztvērēju, kam pievienots indikators, piemēram, voltmetrs, var noskaidrot, ka EM viļņa krišanas leņķis ir vienāds ar atstarošanās leņķi.Metāli EM viļņus atstaro ļoti labi, bet ja metāla plāksnes vietā tiktu izmantots kāds dielektriķis, piemēram, koks vai plastmasa, tad varētu konstatēt, ka atstarotais vilnis ir ar krietni mazāku enerģiju nekā metāla plāksnes gadījumā.

EM izplatīšanos vakuumā var aprēķināt, izmantojot izteiksmi *c = 1****:****√(ε0μ0)*, kur

*εε00*- elektriskā konstante (*ε0ε*≈ 8,85 · 10--12F/m)

*μμ0*- magnētiskā konstante (*μ0μ*≈ 1,26 · 10-6-6H/m)