

Electrotehnica

LazR ('3')

16 Februarie, 2024

Cuprins

Partea 1: Electromagnetism	3
Capitolul 0: Introducere	3
0.1 Scurt istoric	3
0.1.1 Teorii elaborate de-a lungul timpului asupra fenomenelor elec- tromagnetice	3
0.1.2 Particularitati ale studiului	7
0.2 Notiuni generale	8
0.2.1 Sistem fizic, marimi de stare, legi si teoreme	8
Partea 2: Teoria circuitelor	10
Capitolul 0: Introducere	10
0.1 Disciplina teoriei circuitelor	10
0.2 Modelul aproximat	10

Partea 1: Electromagnetism

Capitolul 0: Introducere

0.1 Scurt istoric

Fenomenele electromagnetice au întâmpinat o semnificativă întârziere ce a stat în calea debutului lor pe scena cercetării științifice. În ciuda cunoștințelor dobândite de umanitate încă din antichitate despre această ramură a fizicii, progresul asupra înțelegerii, formalizării și sistematizării ei nu s-a comparat cu cel în domeniile mecanicii, opticii și termodinamicii, caracterizate de mărimi scalare și concentrate asupra substanței palpabile și accesibilă, spre deosebire de electromagnetismul care se axează pe conceptul mult mai eteric și abstract al câmpurilor electromagnetice, lipsite de manifestare fizică propriu-zisă și caracterizate prin mărimi vectoriale, de complexitate crescută față de cele scalare.

0.1.1 Teorii elaborate de-a lungul timpului asupra fenomenelor electromagnetice

Aici urmează un contur rapid al evoluției cercetării în domeniul electromagnetismului.

(i) *Teoria acțiunii de la distanță* (Ch. Coulomb, 1785 - forța coulombiană) - puternic influențată de legea atracției gravitaționale universale (I. Newton, 1687). Newton, spre deosebire de urmași săi, a dat dovadă de un scepticism vehement față de ideea interacțiunii instantanee dintre corpuri, lipsită de medierea unui agent extern. Aceasta a fost însă principala idee care a împins la nașterea teoriei câmpurilor.

Charles Coulomb (14 iunie 1736 - 23 august 1806)



Isaac Newton (25 decembrie 1642 / 4 ianuarie 1643 - 20/31 martie 1727)



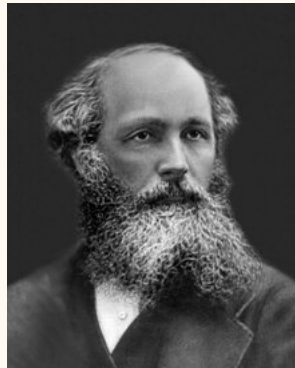
(ii) *Teoria acțiunii din aproape în aproape* (prin contiguitate) - în cadrul acestei teorii s-a introdus conceptul nou, pe atunci, revoluționar, de *câmp electromagnetic*. Subliniem:

- 1831 - M. Faraday - inducția electromagnetică;
- 1865 - J.C. Maxwell - teoria electromagnetică a luminii;
- 1873 - J.C. Maxwell - electrodinamica corpurilor aflate în repaus;
- 1888 - H. Hertz - confirmarea experimentală a undei electromagnetice;
- 1890 - H. Hertz - electrodinamica corpurilor în mișcare.

Michael Faraday (22 septembrie 1791 - 25 august 1867)



James Clerk Maxwell (13 iunie 1831 - 5 noiembrie 1879)



Heinrich Hertz (22 februarie 1857 - 1 ianuarie 1894)



(iii) *Teoria electronilor* (H.A. Lorentz, 1895) - teorie microscopică *clasică* (prin urmare, hibridă) a unor purtători microscopici de sarcină, numiți, generic, *electroni* (*elektron* - chihlimbar în greaca antică). Existența electronilor a fost inițial postulată, urmând ca aceștia să fie descoperiți abia în 1897, de către J.J. Thomson. Teoria a permis o primă interpretare a fenomenului de conducție electrică și exprimarea unor mărimi de stare macroscopice prin medierea celor corespundente microscopice.

Hendrik Antoon Lorentz (18 iulie 1853 - 4 februarie 1928)



Joseph John Thomson (18 decembrie 1856 - 30 august 1940)



(iv) *Electrodinamica relativistă* (A. Einstein, 1905 - teoria relativității restrânse) - este aplicată în cazul corpurilor cu viteze comparabile cu viteza luminii.

(v) *Electrodinamica cuantică* (M. Planck, 1900 - microradiația corpului negru; A. Einstein, 1905 - efectul fotoelectric extern) - elaborată pentru a interpreta schimbul de energie și impuls în cantități incomparabil mai reduse la nivel macroscopic.

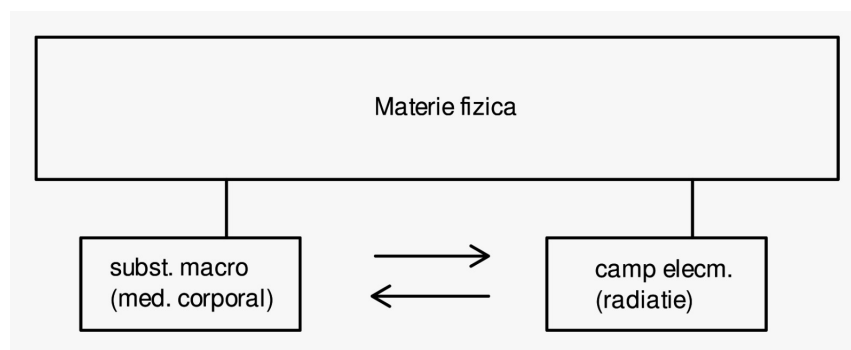
Teoria macrosocpic-fenomenologică clasică (Maxwell-Hertz) acoperă și astăzi cerințele în domeniul ingineriei, astfel că este în continuare larg adoptată, în multe contexte practice, față de teoria cuantică.

0.1.2 Particularitati ale studiului

Ideea de câmp electromagnetic este atribuită lui Faraday, împreună cu euristica liniilor de câmp, iar Maxwell a fost cel care a sistematizat, sub o formă elegantă, matematică, întreaga teorie, extinsă ulterior și de către Hertz, prin studiul mediilor în mișcare.

Identificarea luminii cu o undă electromagnetică (purtătoare de energie și impuls și descrisă de faimoasele ecuații ale lui Maxwell ale câmpului), a ridicat și problema naturii fizice intime a mediului-suport al acesteia, numit *eter luminos* de către comunitatea științifică, teoretizat la vremea respectivă

ca posedând proprietăți bizare și, în mod misterios, paradoxale (trebuia să fie extrem de rarefiat, pentru a nu perturba mișcarea planetelor, însă și totodată solid și deosebit de dens, pentru a permite oscilațiile transversale ale luminii, respectiv pentru a permite o viteză într-atât de mare ca și cea a luminii; de asemenea, trebuia ca acesta să fie și antrenat și în repaus simultan). Natura contradictorie a eterului a condus la singura concluzie logică, propusă de Einstein, și anume că acesta nu există. Astfel a apus cortina asupra *vidului* anticilor Leucip și Democrit și a fost edificată până în prezent teoria celor două categorii de obiecte în univers: materia (substanța) și radiația (câmpul).



0.2 Notiuni generale

0.2.1 Sistem fizic, marimi de stare, legi si teoreme

Se numește **sistem fizic** un ansamblu de medii corporale și câmpuri, privit sub aspectul însușirilor sale fizice.

Proprietățile unui sistem fizic susceptibile la determinare cantitativă se numesc **mărimi fizice** (de stare). Teoria Maxwell-Hertz este privitoare la mărimi atașate corpurilor (în general, mobile), deci în repaus local și instantaneu față de mediul considerat. Astfel, suprafețele și curbele se definesc exclusiv în raport cu punctele mediului și vor fi deformabile. Mărimile se împart în **primitive** și **derivate**. Teoria macroscopică a fenomenelor electromagnetice utilizează șase **mărimi specifice**: patru pentru caracterizarea stărilor electromagnetice ale corpurilor (sarcina electrică, Q ; momentul electric, \vec{p} ; curentul de conducție, i ; momentul magnetic, \vec{m}) și două pentru caracterizarea câmpului (intensitatea câmpului electric, \vec{E} , și inducția magnetică, \vec{B}).

Cele mai generale legături cantitative dintre mărimile primitive sau dintre evoluțiile lor poartă denumirea de *legi*. Au rol axiomatic și nu sunt demonstrate - ci doar unanim acceptate ca fiind adevărate în urma sintetizării și generalizării rezultatelor experimentale. Legile se împart în *legi generale* și *legi de material* (specifice doar teoriilor macroscopice).

Relațiile deduse prin analiză logică din legi (deci, demonstrabile), se numesc *teoreme*.

Teoria Maxwell-Hertz este formulată cu ajutorul a 8 legi generale și 4 de material. Împreună cu principalele teoreme, acestea descriu bazele fizice ale fenomenelor electromagnetice macroscopice.

Partea 2: Teoria circuitelor

Capitolul 0: Introducere

0.1 Disciplina teoriei circuitelor

Prin *circuit electric* înțelegem orice sistem interconectat de dispozitive electronice. Exemple familiare de dispozitive electronice sunt rezistorii, bobinele, condensatoarele, diodele, tranzistorii, amplificatorii operaționali, bateriile, transformatoarele, motoarele electrice, generatoarele electrice etc. Scopul teoriei elaborate în jurul circuitelor este de a prezice comportamentul lor electric și de a reduce pe cât posibil costurile de orice natură și de a îmbunătăți performanța acestora sub orice condiții de operare (temperatură, deteriorare, posibile defecte etc.).

0.2 Modelul aproximat

Fie d dimensiunea maximă a unui circuit, Δt timpul de interes minim și c viteza luminii. Teoria aproximativă a circuitelor se ocupă cu circuite pentru care $d \ll c \cdot \Delta t$, astfel încât putem considera propagarea radiației de-a lungul circuitului ca fiind instantanee. Aproximarea funcționează și pentru circuite de dimensiuni foarte largi: fie λ lungimea de undă minimă de interes; dacă $d \ll \lambda$, atunci circuitul poate fi aproximat la un model ideal în care radiația se propagă instantaneu. Într-un limbaj mai matematic, într-un circuit idealizat, curentul $i(t)$ prin bornele oricărui dispozitiv și diferența de potențial $v(t)$ de-a lungul circuitului sunt, în orice moment de timp t , bine definite.