

## 14. ENERGIJA I SILE U MAGNETSKOM POLJU

14.1. Uvod	202
14.2. Energija i sila u magnetnom polju	202
14.3. Osnovni pojmovi o energiji i sili u magnetnom polju	202
14.4. Gubici u feromagnetnim materijalima	202
14.5. Samoinduktivnost i otpornost	202
14.6. Opšti izrazi za energiju i silu u magnetnom polju	202
14.7. Osnovni pojmovi o energiji i sili u magnetnom polju	202

## 15. OPŠTE JEDNAČINE ELEKTROMAGNETNOG POLJA I OPŠTI POJMOVI O ELEKTROMAGNETSKIM TALASIMA

### Sadržaj

15.1. Uvod	211
15.2. Ampereov zakon i jednačina kontinuiteta	211
15.3. Osnovni pojmovi o jednačinama kontinuiteta i jednačini o rotaciji	211
15.4. Osnovni pojmovi o jednačini o rotaciji i jednačini o divergenciji	211

**TREĆI DEO: VREMENSKI KONSTANTNO MAGNETSKO POLJE**

## 18. OSNOVNI POJMOVI O MAGNETSKOM POLJU

Strana

18.1. Kratak istorijski uvod	3
18.2. Vektorski proizvod dva vektora. Dvostruki vektorski proizvod	5
18.3. Sila između dva strujna elementa	9
18.4. Pojam magnetskog polja i vektor magnetske indukcije. Bio-Savarov zakon	12
18.5. Primeri izračunavanja vektora magnetske indukcije pomoću Bio-Savarovog zakona	18
18.6. Sila i momenat na strujnu konturu u magnetskom polju	23
18.7. Linije vektora magnetske indukcije	26
18.8. Fluks vektora magnetske indukcije. Zakon održanja magnetskog fluksa	29
18.9. Kretanje naelektrisane čestice u magnetskom i električnom polju	33
18.10. Holov efekat	36

## 19. AMPEROV ZAKON

19.1. Uvod	44
19.2. Mešoviti proizvod tri vektora. Pojam prostornog ugla	45
19.3. Dokaz Amperovog zakona	50
19.4. Primeri primene Amperovog zakona	52

## 20. SUPSTANCA U MAGNETSKOM POLJU

20.1. Uticaj magnetskog polja na supstancu. Dijamagnetski, paramagnetski i feromagnetski materijali	61
20.2. Vektor magnetizacije	65
20.3. Uopšteni oblik Amperovog zakona. Vektor jačine magnetskog polja i permeabilnost	67

20.4.	Makroskopske struje ekvivalentne Amperovim elementarnim strujama	72
20.5.	Granični uslovi	77
20.6.	Osnovni pojmovi o feromagnetskim materijalima i njihovim osobinama	80
20.6.1.	O poreklu feromagnetizma. Teorija domena. Kirijeva feromagnetska temperatura	80
20.6.2.	Antiferomagnetski i ferimagnetski materijali	82
20.6.3.	Krive magnetisanja feromagnetskih materijala	83
20.6.4.	Definicije permeabilnosti feromagnetskih materijala	87
20.6.5.	Osnovni feromagnetski materijali i njihove magnetske osobine	89
20.6.6.	Magnetostrikcija	93

## 21. MAGNETSKA KOLA

21.1.	Uvod	100
21.2.	Tanka magnetska kola i Kirhofovi zakoni za magnetska kola	102
21.3.	Približne jednačine za rešavanje magnetskih kola realnih dimenzija	106
21.4.	Jednačine za magnetska kola sa vazдушnim procepima	109
21.5.	Metode proračuna magnetskih kola	111
21.5.1.	Proračun prostih magnetskih kola	112
21.5.2.	Proračun složenih, ali simetričnih magnetskih kola	117
21.5.3.	Proračun složenih nesimetričnih magnetskih kola	118
21.6.	Magnetsko kolo stalnog magneta	121

## ČETVRTI DEO: VREMENSKI PROMENLJIVO ELEKTRIČNO I MAGNETSKO POLJE

22.1.	Uvod. O koordinatnom sistemu u odnosu na koji se posmatra fizička pojava	133
22.2.	Indukovano električno polje. O vremenski promenljivom magnetskom i električnom polju i njihovoj međusobnoj povezanosti	134
22.3.	Faradejev zakon elektromagnetske indukcije	139
22.4.	Primeri elektromagnetske indukcije	143
22.5.	Potencijal i napon u vremenski promenljivom električnom i magnetskom polju	154
22.6.	Vrtložne struje	156
22.7.	Površinski efekat i efekat blizine	159

## 23. MEĐUSOBNA INDUKTIVNOST I SAMOINDUKTIVNOST

23.1.	Međusobna induktivnost dve tanke provodne konture	168
23.2.	Sopstvena induktivnost tanke provodne konture	174
23.3.	Određivanje jačine struje u kolu sa induktivnim kalemom	179
23.4.	Merenje magnetske indukcije pomoću probnog navojka	181
23.5.	Savršeno provodna kontura u magnetskom polju	183
23.6.	Jednačine za jačine struje u dva kola spregnuta posredstvom magnetskog polja	184
23.7.	Teorija savršenog električnog transformatora	187

**24. ENERGIJA I SILE U MAGNETSKOM POLJU**

24.1. Uvod .....	194
24.2. Energija potrebna za uspostavljanje magnetskog polja .....	195
24.3. Raspodela energije u magnetskom polju .....	199
24.4. Gubici u feromagnetskom materijalu zbog histerezisa .....	202
24.5. Samoinduktivnost i otpornost debelog provodnika sa dva priključka pri sporim promenama jačine struje .....	206
24.6. Opšti metod izračunavanja magnetskih sila .....	209
24.7. Osnovni principi elektromehaničkog pretvaranja energije .....	215

**25. OPŠTE JEDNAČINE ELEKTROMAGNETSKOG POLJA I OSNOVNI POJMOVI O ELEKTROMAGNETSKIM TALASIMA**

25.1. Uvod .....	225
25.2. Amperov zakon u slučaju vremenski promenljivih struja. Opšte jednačine elektromagnetskog polja .....	226
25.3. Osnovni pojmovi o elektromagnetskim talasima .....	229
25.4. Osnovni pojmovi o zračenju i prijemu elektromagnetskih talasa .....	233

**PETI DEO: ELEKTRIČNE MREŽE SA VREMENSKI PROMENLJIVIM STRUJAMA****26. OPŠTE JEDNAČINE ELEKTRIČNIH MREŽA SA VREMENSKI PROMENLJIVIM STRUJAMA**

26.1. Uvod. Osnovne razlike između mreža sa vremenski konstantnim i vremenski promenljivim strujama .....	239
26.2. Osnovni elementi u mrežama sa vremenski promenljivim strujama .....	241
26.3. Kirhofovi zakoni za mreže sa vremenski promenljivim strujama .....	247
26.4. Snaga u mrežama sa vremenski promenljivim strujama .....	251

**27. OSNOVNI POJMOVI O ELEKTRIČNIM MREŽAMA SA PROSTOPERIODIČNIM STRUJAMA**

27.1. Osnovni pojmovi o periodičnim i prostoperiodičnim veličinama .....	255
27.2. Srednja i efektivna vrednost periodičnih veličina .....	259
27.3. O upotrebi i proizvodnji prostoperiodičnih struja i napona .....	263
27.4. Određivanje jačine struje kroz osnovne pasivne elemente priključene na prostoperiodični napon .....	265
27.5. Predstavljanje prostoperiodičnih veličina pomoću obrtnih vektora .....	268
27.6. Snaga u mrežama sa prostoperiodičnim strujama. Faktor snage. Aktivna i reaktivna snaga .....	272

## 28. REŠAVANJE ELEKTRIČNIH MREŽA SA PROSTOPERIODIČNIM STRUJAMA KOMPLEKSNIM RAČUNOM

28.1.	Uvod. Kirhofovi zakoni za električne mreže sa prostoperiodičnim strujama u algebarskom obliku .....	279
28.2.	Osnovni pojmovi o kompleksnim brojevima .....	283
28.3.	Kirhofovi zakoni u kompleksnom obliku. Impedansa i admitansa .....	285
28.4.	Redna, paralelna i mešovita veza elemenata. Ekvivalencija veze elemenata u zvezdu i trougao .....	291
28.5.	Predstavljanje kompleksnih napona i struja u kompleksnoj ravni .....	294
28.6.	Naponski i strujni generatori .....	297
28.7.	Metoda konturnih struja u kompleksnom obliku .....	298
28.8.	Metoda potencijala čvorova u kompleksnom obliku .....	301
28.9.	Kompleksna snaga prijemnika i generatora .....	304
28.10.	Opšte teoreme električnih mreža u kompleksnom obliku .....	306
28.10.1.	Teorema superpozicije .....	307
28.10.2.	Teorema reciprociteta .....	307
28.10.3.	Tevenenova i Nortonova teorema .....	307
28.10.4.	Teorema kompenzacije .....	310
28.10.5.	Teorema održanja kompleksne i trenutne snage .....	311
28.11.	Prilagođenje prijemnika na generator .....	313
28.12.	Popravka faktora snage prijemnika .....	315

## 29. NEKE POSEBNE VEZE ELEMENATA U MREŽAMA SA PROSTOPERIODIČNIM STRUJAMA

29.1.	Uvod .....	323
29.2.	Prosto rezonantno kolo (redno rezonantno kolo) .....	323
29.3.	Prosto antirezonantno kolo (paralelno rezonantno kolo) .....	329
29.4.	O rezonantnim i antirezonantnim pojavama u složenijim električnim mrežama sa jednim parom krajeva .....	334
29.5.	Električne mreže sa magnetski spregnutim granama .....	336
29.6.	Osnovni pojmovi o transformatoru u linearnom radnom režimu .....	339
29.6.1.	Idealni transformator .....	341
29.6.2.	Neke ekvivalentne šeme realnog transformatora .....	342
29.6.3.	Autotransformator .....	343

## 30. OSOBINE REALNIH ELEMENATA I MATERIJALA PRI PROSTOPERIODIČNIM STRUJAMA

30.1.	Uvod .....	348
30.2.	Realni otpornik .....	348
30.3.	Realni kondenzator .....	351
30.3.1.	Kompleksna kapacitivnost i kompleksna permitivnost .....	354
30.4.	Realni induktivni kalem .....	357
30.4.1.	Kompleksna samoinduktivnost i kompleksna permeabilnost .....	359

## 31. TROFAZNI SISTEMI

31.1.	Osnovni pojmovi o polifaznim sistemima .....	362
31.2.	Osnovni pojmovi o trofaznim generatorima .....	365

31.3.	Vezivanje prijemnika za trofazne generatore .....	369
31.4.	Analiza simetričnih trofaznih sistema .....	370
31.4.1.	Veza prijemnika u zvezdu .....	370
31.4.2.	Veza prijemnika u trougao .....	372
31.4.3.	Svođenje analize simetričnih trofaznih sistema na jednu fazu .....	373
31.5.	Snaga trofaznih prijemnika i generatora .....	374
31.6.	Poređenje trofaznog i jednofaznog sistema za prenos električne energije .....	376
31.7.	Trofazni transformator .....	377
31.8.	Proizvođenje obrtnog magnetskog polja pomoću dvofaznog i trofaznog sistema struja .....	378

### 32. OSNOVNA MERENJA U MREŽAMA SA PROSTOPERIODIČNIM STRUJAMA

32.1.	Uvod .....	387
32.2.	Osnovni instrumenti za merenje prostoperiodične struje i napona .....	387
32.3.	Merenje impedanse .....	391
32.4.	Merenje snage .....	393
32.5.	Merenje utrošene električne energije .....	395
32.6.	Merenje učestanosti .....	395

### 33. OSNOVNI POJMOVI O PROCESIMA PRI PROMENAMA RADNOG REŽIMA U ELEKTRIČNIM MREŽAMA

33.1.	Uvod .....	398
33.2.	Procesi pri promenama radnog režima rednog $RC$ kola .....	399
33.2.1.	Priključivanje rednog $RC$ kola na izvor vremenski konstantne ems .....	401
33.2.2.	Iščezavanje struje u rednom $RC$ kolu u kome je izvor ems isključen .....	402
33.2.3.	Priključivanje rednog $RC$ kola na izvor prostoperiodične ems .....	403
33.3.	Procesi pri promenama radnog režima rednog $RL$ kola .....	404
33.3.1.	Priključivanje rednog $RL$ kola na izvor vremenski konstantne ems .....	405
33.3.2.	Iščezavanje struje u rednom $RL$ kolu u kome je izvor isključen .....	405
33.3.3.	Priključivanje rednog $RL$ kola na izvor prostoperiodičnog napona .....	406

## ŠESTI DEO: ODABRANA DOPUNSKA POGLAVLJA

### 34. OSNOVNI POJMOVI O ELEKTRIČNOJ STRUJI U GASOVIMA

34.1.	Uvod .....	411
34.2.	O mehanizmu obrazovanja električne struje u gasovima .....	411
34.3.	Nesamostalno pražnjenje kroz gasove .....	414
34.4.	Osnovni pojmovi o samostalnom pražnjenju kroz gasove .....	415
34.4.1.	Sudarna jonizacija .....	415
34.4.2.	Sekundarna emisija elektrona iz katode .....	416
34.4.3.	Uticaj pritiska i temperature na početak samostalnog pražnjenja .....	417
34.5.	Samostalno tiho pražnjenje u gasovima .....	418
34.6.	Pražnjenje preko korone .....	419
34.7.	Varnično pražnjenje .....	421
34.8.	Lučno pražnjenje .....	422

**35. OSNOVI KONTAKTNIH I TERMoeLEKTRIČNIH POJAVA**

35.1.	Uvod. Kontaktna elektromotorna sila .....	424
35.2.	Osnovni pojmovi o termoelektričnim pojavama .....	425
35.2.1.	Tomsonov efekat .....	426
35.2.2.	Peltijeov efekat .....	428
35.2.3.	Zebekov efekat .....	428
35.2.4.	Veze između Tomsonovog, Peltijeovog i Zebekovog koeficijenta .....	432
35.3.	Materijali za termoelemente .....	433
35.3.1.	Faktor dobrote i koeficijent korisnog dejstva termoelementa .....	433
35.3.2.	Metali kao termoelektrični materijali .....	434
35.3.3.	Poluprovodnički termoelektrični materijali .....	435
35.4.	O primenama termoelementa .....	437

**36. OSNOVNI POJMOVI O POLUPROVODNICIMA I POLUPROVODNIČKIM ELEMENTIMA**

36.1.	Uvod .....	438
36.2.	Energijski nivoi elektrona u provodnicima, izolatorima i poluprovodnicima ..	438
36.3.	Primesni poluprovodnici $n$ i $p$ tipa .....	442
36.4.	Osnovni pojmovi o $p-n$ spoju i poluprovodničkoj diodi .....	443
36.4.1.	Otpornost i kapacitivnost poluprovodničke diode .....	446
36.4.2.	Upotreba $p-n$ spoja za sunčane baterije .....	447
36.4.3.	Poluprovodnička fotodiode .....	447
36.4.4.	Svetleća diode .....	447
36.5.	Tranzistor (poluprovodnička trioda) .....	448
36.6.	Neki posebni poluprovodnički elementi .....	450
36.6.1.	Tranzistori sa efektom polja .....	450
36.6.2.	Tiristor (silicijumski ventil sa upravljanjem) .....	452
36.7.	Osnovni pojmovi o integrisanim kolima .....	453

**37. OSNOVNI POJMOVI O VAKUUMSKIM ELEKTRONSKIM CEVIMA**

37.1.	Uvod .....	455
37.2.	Emisija elektrona iz metala .....	455
37.2.1.	Termojonska emisija .....	456
37.2.2.	Uticaj električnog polja na emisiju elektrona iz metala .....	456
37.2.3.	Sekundarna emisija .....	457
37.2.4.	Fotoelektrična emisija .....	457
37.3.	Vakuumska diode .....	458
37.4.	Vakuumska triode .....	459
37.5.	Vakuumske cevi sa više rešetaka .....	460

<b>Literatura</b> .....	462
-------------------------	-----

<b>Indeks</b> .....	463
---------------------	-----