

SADRŽAJ

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| PREDGOVOR | vii |
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1. Osnovni pojmovi..... | 1 |
| 1.2. Referentni smjerovi napona i struje elementa mreže | 2 |
| 1.3. Kirchhoffovi zakoni | 2 |
| 1.4. Tellegenov teorem | 4 |
| I. ELEMENTI MREŽE | 6 |
| 2. JEDNOPRILAZNI DISIPATIVNI ELEMENTI (OTPORI) | 6 |
| 2.1. Osnovni pojmovi..... | 6 |
| 2.2. Podjela otpora | 6 |
| 2.3. Svojstva pasivnih otpora..... | 8 |
| 2.4. Svojstva aktivnih otpora | 10 |
| 2.5. Položaj izvora u mreži | 10 |
| 3. JEDNOPRILAZNI REAKTIVNI ELEMENTI | 12 |
| 3.1. Osnovni pojmovi o kapacitetu | 12 |
| 3.2. Energija kapaciteta i pasivnost..... | 12 |
| 3.3. Svojstva vremenski nepromjenljivih kapaciteta | 13 |
| 3.4. Osnovni pojmovi o induktivitetu | 14 |
| 3.5. Energetski odnosi u vremenski promjenljivom reaktivnom elementu..... | 15 |
| 4. VIŠEPRILAZNI DISIPATIVNI ELEMENTI (OTPORI) | 16 |
| 4.1. Linearni zavisni izvori | 16 |
| 4.2. Idealno operacijsko pojačalo (IOP) | 18 |
| 4.3. Idealni transformator..... | 18 |
| 4.4. Girator..... | 19 |
| 5. VIŠEPRILAZNI REAKTIVNI ELEMENTI..... | 20 |
| 5.1. Osnovni pojmovi o linearnom dvonamotnom transformatoru..... | 20 |
| 5.2. Predznak međuinuktivnosti..... | 20 |
| 5.3. Prijenos energije u periodičkom režimu rada | 21 |
| 5.4. Savršeni transformator ($k=1$) | 22 |
| II. PRIJELAZNO STANJE | 23 |
| 6. ZAKONI KOMUTACIJE | 23 |
| 6.1. Osnovni pojmovi analize mreža u vremenskom području..... | 23 |
| 6.2. Zakon komutacije u stvarnim mrežama | 23 |
| 6.3. Zakoni komutacije u dobro definiranim mrežama | 24 |
| 6.4. Zakoni komutacije u loše definiranim mrežama..... | 25 |
| 7. MREŽE PRVOG REDA..... | 28 |
| 7.1. Opće rješenje linearne vremenski nepromjenljive mreže prvog reda | 28 |
| 7.2. Rastav potpunog odziva..... | 29 |
| 7.3. Istosmjerne mreže | 29 |
| 8. MREŽE DRUGOG REDA – SLOBODNI ODZIV | 32 |
| 8.1. Karakteristična jednažba..... | 32 |
| 8.2. Analiza karakteristične jednažbe | 33 |
| 8.3. Karakteristični parametri titrajnog kruga..... | 34 |
| 8.4. Neke važne relacije u titrajnim krugovima drugog reda..... | 34 |
| 8.5. Energetski odnosi u <i>RLC</i> -krugu..... | 35 |

| | | |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 9. | MREŽE DRUGOG REDA – POTPUNI ODZIV | 36 |
| 9.1. | Istosmjerni krugovi | 36 |
| 9.2. | Jednoharmonijski krugovi..... | 38 |
| III. | SINUSOIDALNO USTALJENO STANJE | 40 |
| 10. | FAZORSKA TRANSFORMACIJA | 40 |
| 10.1. | Određivanje ustaljenog stanja klasičnim postupkom..... | 40 |
| 10.2. | Osnovna ideja fazorske transformacije..... | 41 |
| 10.3. | Osnovna pravila fazorske transformacije..... | 42 |
| 10.4. | Funkcije mreže..... | 42 |
| 11. | REZONANCIJA I FREKVENCIJSKI ODZIV | 45 |
| 11.1. | Pojam rezonancije..... | 45 |
| 11.2. | Rezonancijske frekvencije serijskog <i>RLC</i> -kruga | 45 |
| 11.3. | Oštrina rezonancije | 47 |
| 11.4. | Rezonancija je odziv na jednoharmonijski poticaj | 48 |
| 11.5. | Utitravanje u rezonanciju..... | 48 |
| 11.6. | Filtri | 49 |
| 12. | ENERGETSKI ODNOSI..... | 50 |
| 12.1. | Snaga i energija elemenata linearne vremenski nepromjenljive mreže | 50 |
| 12.2. | Fizikalni smisao jalove i prividne snage jednoprilaza | 52 |
| 12.3. | Zakon o očuvanju kompleksne snage | 52 |
| 12.4. | Impedancija jednoprilaza..... | 53 |
| IV. | NESINUSOIDALNO USTALJENO STANJE | 55 |
| 13. | TOČNE METODE ANALIZE VIŠEHARMONIJSKIH MREŽA..... | 55 |
| 13.1. | Linearne višeharmonijske mreže | 55 |
| 13.2. | Mreže linearne po odsječcima | 57 |
| 14. | NELINEARNE IZMJENIČNE MREŽE | 60 |
| 14.1. | Načelo ravnoteže harmonijskih članova | 60 |
| 14.2. | Osnovni harmonijski član rješenja..... | 60 |
| 14.3. | Ostali harmonijski članovi rješenja..... | 62 |
| 14.4. | O periodičkim rješenjima nelinearnih izmjeničnih mreža | 63 |
| 15. | ENERGETSKI ODNOSI – DJELATNA SNAGA..... | 65 |
| 15.1. | Rastav djelatne snage elementa mreže na komponente | 65 |
| 15.2. | Pretvorba djelatne snage na frekvenciji | 65 |
| 15.3. | Zakon o očuvanju djelatnih snaga na frekvenciji..... | 67 |
| 15.4. | Manley-Rowe jednadžbe | 67 |
| 16. | ENERGETSKI ODNOSI – PRIVIDNA SNAGA | 69 |
| 16.1. | Invarijantnost izraza za snagu | 69 |
| 16.2. | Rastav prividne snage na komponente..... | 70 |
| 16.3. | Klasični rastav prividne snage u frekvencijskom području | 72 |
| 16.4. | Klasični rastav prividne snage u vremenskom području | 73 |
| V. | JEDNADŽBE MREŽE | 74 |
| 17. | OSNOVE TOPOLOGIJE ELEKTRIČKIH MREŽA | 74 |
| 17.1. | Osnovni pojmovi..... | 74 |
| 17.2. | Pojmovi petlje i reza | 75 |
| 17.3. | Temeljni teorem teorije grafova..... | 76 |
| 17.4. | Sustavni zapis jednadžbi mreže | 76 |

| | | |
|-------------|------------------------------------------------------------------------|------------|
| 18. | JEDNADŽBE STANJA..... | 78 |
| 18.1. | Zahtjevi na jednadžbe mreže | 78 |
| 18.2. | Pravila za izgradnju prikladnog stabla..... | 78 |
| 18.3. | Red složenosti mreže | 79 |
| 18.4. | Određivanje jednadžbi stanja s pomoću prikladnog stabla..... | 79 |
| 18.5. | Određivanje jednadžbi stanja s pomoću nadomjesne otporne mreže..... | 80 |
| 18.6. | Nelinearne i vremenski promjenljive mreže | 81 |
| 18.7. | Mreže s višeprilaznim elementima | 81 |
| VI. | LINEARNE VREMENSKI NEPROMJENLJIVE MREŽE | 83 |
| 19. | SUPERPOZICIJSKI INTEGRALI | 83 |
| 19.1. | Skokovni odziv | 83 |
| 19.2. | Impulsni odziv | 86 |
| 20. | OSNOVNA SVOJSTVA LAPLACEOVE TRANSFORMACIJE..... | 88 |
| 20.1. | Definicija jednostrane Laplaceove transformacije..... | 88 |
| 20.2. | Osnovna svojstva Laplaceove transformacije..... | 88 |
| 20.3. | Izbor $t = -0$ kao donje granice definicijskog integrala..... | 89 |
| 20.4. | Rastav racionalne funkcije na parcijalne razlomke..... | 90 |
| 20.5. | Veza između Laplaceove transformacije i fazorske transformacije | 92 |
| 21. | ANALIZA MREŽA S POMOĆU LAPLACEOVE TRANSFORMACIJE | 93 |
| 21.1. | Kirchhoffovi zakoni | 93 |
| 21.2. | Konstitutivne relacije elemenata mreže u frekvencijskom području | 93 |
| 21.3. | Serijsko i paralelno spajanje elemenata mreže | 95 |
| 21.4. | Transformiranje mreža u frekvencijsko područje | 95 |
| 21.5. | Analiza loše definiranih mreža | 96 |
| 22. | FUNKCIJE MREŽE | 97 |
| 22.1. | Definicija funkcije mreže..... | 97 |
| 22.2. | Vrste funkcija mreže | 97 |
| 22.3. | Fizikalni smisao polova i nula funkcije mreže..... | 98 |
| 22.4. | Svojstva ulaznih funkcija mreže | 99 |
| 22.5. | Svojstva prijenosnih funkcija mreže | 100 |
| 22.6. | Mreže sa zavisnim izvorima | 100 |
| 23. | STABILNOST | 102 |
| 23.1. | Stabilne i nestabilne mreže | 102 |
| 23.2. | Uvjeti stabilnosti | 102 |
| 23.3. | Hurwitzov test stabilnosti | 104 |
| 23.4. | Stabilnost radne točke nelinearnih krugova | 105 |
| VII. | VIŠEFAZNE MREŽE..... | 107 |
| 24. | OPĆA SVOJSTVA VIŠEFAZNIH MREŽA..... | 107 |
| 24.1. | Osnovni pojmovi..... | 107 |
| 24.2. | Pojam nulišta (neutrala) | 108 |
| 24.3. | Osnovna svojstva simetričnih višefaznih mreža | 108 |
| 24.4. | Veze između faznih i međufaznih napona | 109 |
| 24.5. | Određivanje nulišta geometrijskom konstrukcijom | 110 |
| 25. | SIMETRIČNE KOMPONENTE VIŠEFAZNIH MREŽA..... | 112 |
| 25.1. | Pojam simetrične komponente | 112 |
| 25.2. | Simetrične komponente trofazne mreže..... | 112 |
| 25.3. | Analiza nesimetrične trofazne mreže | 114 |
| 25.4. | Metoda simetričnih komponenata..... | 115 |

| | | |
|--------------|------------------------------------------------------------------|------------|
| 26. | ENERGETSKI ODNOSI – PRIVIDNA I TRENUTNA SNAGA | 117 |
| 26.1. | Prividna snaga..... | 117 |
| 26.2. | Komponente trenutne snage..... | 119 |
| 26.3. | Potpuna kompenzacija | 121 |
| VIII. | TEOREMI MREŽA | 123 |
| 27. | TEOREM ZAMJENE | 123 |
| 27.1. | Iskaz teorema | 123 |
| 27.2. | Primjeri | 123 |
| 28. | TEOREM SUPERPOZICIJE | 124 |
| 28.1. | Iskaz teorema | 124 |
| 28.2. | Primjer: Millmanov teorem..... | 125 |
| 29. | TEOREM RECIPROČNOSTI | 125 |
| 29.1. | Iskaz teorema | 125 |
| 29.2. | Recipročnost elemenata mreže | 126 |
| 29.3. | Opća svojstva recipročnih mreža | 127 |
| 29.4. | Primjeri | 129 |
| 30. | THÉVENIN-NORTONOV TEOREM | 130 |
| 30.1. | Iskaz teorema | 130 |
| 30.2. | Dokaz teorema | 130 |
| 30.3. | Iskaz Thévenin-Nortonovog teorema u frekvencijskom području..... | 131 |
| 30.4. | Neke primjene Thévenin-Nortonovog teorema | 132 |
| IX. | DVOPRILAZI | 134 |
| 31. | JEDNADŽBE DVOPRILAZA | 134 |
| 31.1. | Strujne jednadžbe..... | 134 |
| 31.2. | Naponske jednadžbe | 135 |
| 31.3. | Hibridne jednadžbe | 136 |
| 31.4. | Prijenosne jednadžbe | 137 |
| 32. | SVOJSTVA DVOPRILAZA | 139 |
| 32.1. | Ekvivalencija mreža..... | 139 |
| 32.2. | Spajanje dvoprilaza..... | 141 |
| | IZVORI PODATAKA | 145 |