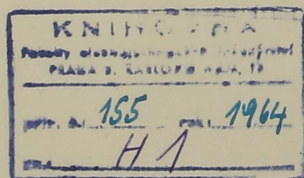


Kniha je vědeckou monografií o střídavých proudech v ustáleném stavu. Obsahuje rozbor veličin střídavých proudů a popisuje vlastnosti lineárních i nelineárních prvků elektrických obvodů, lineární i nelineární obvody se soustředěnými i rozloženými parametry a jejich modely.

Je určena výzkumným pracovníkům a posluchačům vysokých škol elektrotechnických.

MAJETEK
ÚSTŘEDNÍ KNIHOVNY ČVUT



Lektor: Dopisující člen ČSAV Ing. Dr. Bedřich Heller, doktor technických věd,
laureát státní ceny

Redaktor: Ing. Ladislav Ženíšek

Redakce elektrotechnické literatury — hlavní redaktor Ing. Dr. František Kašpar

PŘEDMLUVA

Thema periodických proudů v elektrických obvodech v ustáleném stavu bylo v naší literatuře již několikrát zpracováno, a to jednak v učebních textech (skriptech), jednak knižně. Kromě toho o něm ovšem pojednávají všechny učebnice elektrotechniky. Zpravidla se metodicky i výběrem látky tyto práce lišily podle toho, zda byly určeny pro odborníky, nebo studenty elektrotechniky „silnoproudé“ či „slaboproudé“. Dnes toto dělení nepokládáme za vhodné, neboť teorie, metody a konečně i sama zařízení sdělovací elektrotechniky a energetické elektrotechniky se stýkají a prolínají, nejvíce v nejnovější oblasti techniky, samočinné regulaci.

Silnoproudý odborník dříve prakticky neznal pojem čtyřpólů, zpětné vazby atd. a naopak slaboproudý technik znal jen povšechně analýsu obvodů v komplexní rovině a j. Dnes jsou problémy regulace tytéž, ať již jde o regulaci strojů výkonu na př. 5000 kW nebo o regulaci přenosu energie několika W.

Za tohoto stavu se theoretická elektrotechnika i její metodika musí pojímat mnohem obecněji, což zároveň znamená, že se nemůže podrobně zabývat otázkami speciálními. Jejím úkolem je stanovit co nejobecněji platné zákony a vztahy co nejobecnější povahy.

Týká se to především části pojednávající o střídavých proudech, neboť teorie obvodů je podstatnou součástí nejrůznějších oborů aplikace elektrotechniky i jiných oborů, do nichž elektrotechnika zasahuje jako měřicí nebo modelová technika.

Takto obecně a široce pojatý obsah předložené knihy vede k tomu, že těžiště látky je v obecné části, t. j. v metodě analýsy obvodů, a nikoli, jako tomu obvykle bývalo, v příliš podrobném rozpracování analýsy samé.

S uvedenými okolnostmi souvisí ještě jedna důležitá okolnost. Teorie obvodů v ustáleném stavu je jen prvním předpokladem, nutným základem, pro vytvoření teorie přechodných jevů v elektrických obvodech. Ve všech odvětvích aplikace rozhoduje zpravidla analýsa těchto jevů o návrhu, konstrukci i funkci zařízení. S tohoto hlediska je tato kniha vlastně první částí dvou-svazkového díla o analýse elektrických obvodů. Druhá část tohoto díla (Přechodné jevy v elektrických obvodech) bude tedy s první částí tvořit souvislý celek.

Vlastní látka knihy je rozdělena do sedmi kapitol.

První kapitola, poměrně obsáhlá, je věnována základním pojmům, matematickému, po případě grafickému vyjádření střídavých veličin a příslušným metodám analýsy. Kromě běžných částí o symbolickém komplexním počtu a harmonické analýse se v ní poukazuje na některé metody, jichž se dosud plně nevyužívá, jako je syntéza harmonických řad, použití konformního zobrazení v teorii obvodů a j. Matematické předpoklady nejsou náročné. Dále se v této kapitole soustavně uvádí řada složených periodických funkcí různými způsoby modulace a periodicky opakované impulsy. Přechod k analýse přechodných jevů zde tvoří Fourierův integrál.

V druhé kapitole se probírají prvky elektrických obvodů, a to nejen pro za-

vedení známých pojmů, ale také proto, aby se začátečník naučil důsledně rozlišovat prvky ideální od skutečných a tak zároveň správně chápat vznik a význam náhradních schemat.

Vlastní teorie obvodů se v dalších částech knihy probírá ve čtyřech kapitolách, a to v pořadí obvodu s lineárními prvky, s nelineárními prvky, čtyřpóly a konečné obvody s rozloženými parametry. Nejdříve se poukazuje na dosah teorie obvodů a určují se nutné formální předpoklady pro používání nejběžnějších metod. Z obsahu, který celkem odpovídá obvyklé náplni podobných prací, upozorňují na důsledné používání pojmu rezonance ve smyslu stavu obvodu, jehož impedance se vlivem velikosti některých parametrů (kmitočtu) stane reálnou. Několikafázové soustavy se zde probírají poměrně stručně, což souvisí s tím, že obor jejich použití je užší.

Zvláštní část třetí kapitoly je věnována obvodům s proměnlivými parametry a zachycení vlastností těchto obvodů v kmitočtové charakteristice jak v komplexní rovině, tak v logaritmických souřadnicích.

Stat nelineární obvody je jen informativního rázu, neboť její těžiště musí být nutně v knize o přechodných jevech. Složitých matematických vztahů, jichž je k podrobnějšímu rozboru třeba, využilo by se zde poměrně málo.

Čtyřpólům, o nichž pojednává pátá kapitola, jsou v naší i cizí literatuře věnovány monografie, a proto zde uvádím jen obecné vlastnosti a hlavní metody jejich rozboru. Platí to do určité míry i o vedeních (šestá kapitola), nehledě k tomu, že i zde to nejdůležitější patří do knihy o přechodných jevech.

Krátká sedmá kapitola o modelech má čtenáře seznámit s možnostmi využití elektrických obvodů v modelové technice, a to informativně na dvou příkladech: na elektrickém modelu elektrické sítě a elektrickém modelu mechanického zařízení. Úplné a soustavné zpracování této látky by vyžadovalo zvláštní publikaci.

Rukopis pečlivě přečetl Ing. Dr. Bedřich Heller a děkuji mu za připomínky, které přispěly k zlepšení textu.

Jan Hlávka

V Brně 1956

Úvod	9
1. Všeobecné poznámky	9
2. Praktický význam periodických proudů v elektrických obvodech	10
I. Střídavé veličiny a jejich matematické vyjádření	13
3. Periodické funkce, jejich základní pojmy a vlastnosti	13
4. Harmonická analýza	23
5. Symbolické vyjádření střídavých veličin	54
a) Časové vektory a jejich matematické a grafické vyjádření	54
b) Pravidla počítání s komplexními čísly	58
c) Komplexní funkce	62
d) Komplexní funkce s dvěma parametry	89
e) Periodické křivky v komplexní rovině	96
II. Parametry elektrických obvodů	99
6. Prvky elektrického obvodu	99
7. Lineární pasivní prvky	102
a) Odpor	102
b) Kapacita	108
c) Indukčnost	111
8. Nelineární prvky	113
a) Povaha a význam nelineárních prvků	113
b) Nelineární odpory	115
c) Nelineární indukčnost	118
d) Nelineární kapacita	119
9. Aktivní prvky	119
III. Obvody se soustředěnými parametry	121
10. Všeobecné úvahy o řešení obvodů se soustředěnými parametry	121
11. Topologie elektrických zapojení	122
12. Základní jednofázová zapojení	124
a) Obvod s odporem	125
b) Obvod s indukčností	127
c) Obvod s kapacitou	130
d) Obvod s odporem a indukčností v serii	136
e) Obvod s odporem a kapacitou v serii	137
f) Seriové spojení odporu, indukčnosti a kapacity	139
g) Paralelní spojení základních dvojpólů	140
h) Náhrada obecných spotřebičů seriovým a paralelním spojením dvou dvojpólů	142
ch) Technická cívka a kondensátor	144
13. Zdroje v elektrických obvodech	148
14. Obecné metody řešení obvodů střídavého proudu	155
a) Všeobecné úvahy o řešení obvodů střídavého proudu	155
b) Metoda smyčkových proudů	156
c) Metoda uzlových napětí	158
d) Některé principy, kterých se používá při řešení lineárních obvodů	159
e) Topografické diagramy	161
15. Vzájemná indukčnost v obvodu střídavého proudu	163
a) Definice vzájemné indukčnosti	163
b) Činitel vazby	164
c) Vzduchový transformátor	165
d) Vzájemná indukčnost vodivě spojených cívek	169
16. Obvody s proměnlivými parametry	173
a) Význam a charakteristiky obvodů s proměnlivými parametry	173
b) Charakteristiky obvodů s proměnlivými parametry v komplexní rovině	175
c) Kmitočtové charakteristiky	190