

Spis treści

	Str.
Przedmowa	3
Wykaz ważniejszych oznaczeń	17

1. Wstęp

1.1. Zagadnienie wytwarzania drgań	23
1.1.1. Zakres częstotliwości i mocy drgań elektrycznych	23
1.1.2. Stałość częstotliwości drgań elektrycznych	24
1.1.3. Zastosowanie generatorów drgań elektrycznych	24
1.2. Generatory drgań elektrycznych i ich podział	25
1.2.1. Rodzaje generatorów	25
1.2.2. Generatory „częstotliwości“ i generatory „mocy“	27
1.3. Przebiegi zmienne	28
1.3.1. Prąd sinusoidalny i prądy odkształcone	28
1.3.2. Zawartość harmoniczných	28
1.3.3. Prądy tłumione i od tłumione	30
1.4. Częstotliwość	30
1.4.1. Częstotliwość chwilowa i średnia	30
1.4.2. Stałość i niestałość częstotliwości	31
1.4.3. Wpływ zmiany fazy na częstotliwość	33

2. Drgania elektryczne

2.1. Drgania, układy drgań i rodzaje drgań	34
2.2. Drgania mechaniczne w liniowym układzie zachowawczym	36
2.2.1. Najprostszy układ drgań mechanicznych	36
2.2.2. Równanie różniczkowe i krzywa całkowa drgania	38

	Str.
2.2.3. Płaszczyzna fazowa i obraz fazowy drgania	40
2.2.4. Izokliny	41
2.3. Drgania elektryczne w liniowym układzie zachowawczym	42
2.3.1. Zależności energetyczne w układzie zachowawczym drgań elektrycznych	44
2.3.2. Krzywe stałej energii i okres drgania	46
2.4. Drgania elektryczne w liniowym układzie niezachowawczym	47
2.4.1. Równanie różniczkowe drgania	47
2.4.2. Równanie drgania tłumionego	49
2.4.3. Zależności energetyczne w układzie niezachowawczym drgań elektrycznych	50
2.4.4. Związek między amplitudami prądu i napięcia w obwodzie drgań	52
2.4.5. Tłumienie drgania	52
2.4.6. Częstotliwość drgania tłumionego	53
2.4.7. Widmo częstotliwości drgania tłumionego	54
2.4.8. Ciąg drgań tłumionych i skuteczne natężenie jego prądu	55
2.4.9. Obraz fazowy drgania tłumionego	56
2.5. Rozwiązanie liniowego równania drgań w płaszczyźnie zmiennej zespolonej	58
 3. Wytwarzanie drgań tłumionych 	
3.1. Drgania tłumione i generatory drgań tłumionych	62
3.2. Działanie generatorów drgań tłumionych	62
3.2.1. Pobudzenie energią z kondensatora	63
3.2.2. Pobudzenie energią z cewki	64
3.3. Układy generacyjne drgań tłumionych	65
3.3.1. Układ z iskiernikiem	65
Iskiernik trzeszczący. Iskiernik gaszący.	
3.3.2. Układ z przerywaczem elektromagnetycznym (brzęczykiem)	68
3.3.3. Przykład	69
3.4. Stałość częstotliwości generatorów iskrowych	70
 4. Mechanizm powstawania drgań nietłumionych 	
4.1. Od tłumianie obwodu drgań	72
4.2. Pobudzenie obwodu drgań	74
4.2.1. Pobudzenie równomierne	74
4.2.2. Pobudzenie nierównomierne	75
4.3. Teoria liniowa i nieliniowa wytwarzania drgań	76

	Str.
5. Opory ujemne	
5.1. Określenie oporu ujemnego	78
5.1.1. Opory ujemne liniowe i nieliniowe	78
5.2. Charakterystyki oporów ujemnych	79
5.2.1. Charakterystyka statyczna	79
5.2.2. Oporność ujemna	80
5.2.3. Charakterystyka robocza	81
5.2.4. Oporność ujemna zespolona	82
5.2.5. Charakterystyka dynamiczna	82
5.2.6. Rodzaje oporów ujemnych	84
5.3. Opory ujemne czyste	85
5.3.1. Łuk elektryczny	85
Charakterystyka statyczna. Mechanizm zjawisk w łuku. Charakterystyka robocza. Łuk Poulsena. Łuk jako opór ujemny z reaktancją. Przykład.	
5.3.2. Lampa jarzeniowa	89
5.3.3. Dynatron	91
Charakterystyka statyczna. Mechanizm zjawisk w dynatronie. Oporność ujemna dynatronu. Pliodynatron. Przykład.	
5.3.4. Magnetron	95
Określenie. Magnetron dwuanodowy. Charakterystyki statyczne. Równanie charakterystyki magnetronu. Mechanizm zjawisk w magnetronie.	
5.3.5. Trioda z siatką o żeberkach pochyłych w polu magnetycznym	102
5.3.6. Opory ujemne oparte na rozplywie prądu w lampie elektronowej	103
Układ z tetradą. Układ z pentodą. Układ z heksodą (tranzyttron). Układ tranzyttronowy o oporze ujemnym typu łukowego. Negatron.	
5.3.7. Tranzystor	107
Podstawowe równania i parametry tranzystora. Przykład. Oporność ujemna „emiter-baza”.	
5.4. Opory ujemne oparte na odwracaniu fazy w układach o dwóch lampach	113
5.4.1. „Sztuczny łuk elektryczny”	113
5.4.2. „Sztuczny dynatron”	115
5.4.3. Układy symetryczne	116
Układ symetryczny przeciwsoobny. Układ symetryczny posobny.	
5.5. Opory ujemne oparte na sprzężeniu zwrotnym	118
5.5.1. Trioda o sprzężeniu zwrotnym	118
mana statycznie. Dzielnik napięcia odwracający fazę. Realizacja sche- Sprzężenie zwrotne napięciowe. Charakterystyka opadająca triody otrzy- matowa sprzężenia zwrotnego. Sprzężenie zwrotne prądowe. Lampa ekra- nowana w układzie sprzężenia zwrotnego.	
5.5.2. Magnetron o sprzężeniu zwrotnym	125
6. Teoria liniowa wytwarzania drgań	
6.1. Zagadnienia teorii liniowej wytwarzania drgań	127
6.2. Generator o jednym obwodzie z oporem ujemnym liniowym	127

6.2.1. Zasadnicze równanie generatora z oporem ujemnym liniowym . . .	127
Warunek amplitudy. Warunek fazy.	
6.2.2. Sposoby łączenia oporu ujemnego z obwodem rezonansowym . . .	129
6.2.3. Obwód rezonansowy szeregowy pobudzany ujemnym oporem rzeczywistym	130
Warunek amplitudy i fazy. Równość mocy urojonych.	
6.2.4. Obwód rezonansowy równoległy pobudzany ujemnym oporem rzeczywistym	132
Warunek amplitudy i fazy.	
6.2.5. Sens fizyczny odchylenia częstotliwości od częstotliwości rezonansowej	134
6.2.6. Obwód rezonansowy pobudzany oporem ujemnym z reaktancją	135
Obwód szeregowy z oporem ujemnym rzeczywistym włączonym szeregowo z indukcyjnością (rys. 6-5a). Obwód równoległy z oporem ujemnym zespolonym zabocznikowym pojemnością (rys. 6-5b).	
6.2.7. Ogólne wyrażenie na częstotliwość	136
6.2.8. Przykłady	137
Generator łukowy. Generator dynatronowy. Generator tranzystorowy	
6.3. Generator z obwodami sprzężonymi	141
6.3.1. Zjawisko „przeciągania“	141
6.3.2. Układ z obwodem pośrednim	143
Obydwa obwody nastrojone na jednakową częstotliwość. Obwód pierwotny nieprzestrzajany, obwód wtórny — przestrzajany. Kierunek zmian częstotliwości przy przestrajaniu obwodu wtórnego	
6.4. Generator prądów wielofazowych	149
6.4.1. Układy generacyjne wielofazowe	149
Układ gwiazdowy indukcyjności, układ gwiazdowy pojemności.	
6.5. Generator o sprzężeniu zwrotnym	153
6.5.1. Zasadnicze równanie generatora z oporem ujemnym uzyskanym przez sprzężenie zwrotne	153
6.5.2. Triada ze sprzężeniem zwrotnym jako generator o wzbudzeniu własnym	155
Generator o wzbudzeniu obcym. Generator o wzbudzeniu własnym. Ogólny układ i równania generatora o wzbudzeniu własnym. Ogólne rozwiązanie zasadniczego równania generatora. Sprzężenie zwrotne rzeczywiste. Sprzężenie zwrotne w układzie przeciwobnym. Sprzężenie zwrotne we wzmacniaczu.	
6.6. Układy sprzężenia zwrotnego	166
6.6.1. Układ z dzielnikiem indukcyjnościowym	166
Układ z dwiema oddzielnymi cewkami, Układ z cewką niedzieloną. Przykład.	
6.6.2. Układ z dzielnikiem pojemnościowym	171
Układ z jedną cewką. Układ z dodatkową cewką w gałęzi C_a	
6.6.3. Układ z dzielnikiem transformatorowym	173
Układ o sprzężeniu zwrotnym zespolonym. Układ o sprzężeniu zwrotnym rzeczywistym. Układ z obwodem rezonansowym w siatce.	
6.6.4. Układ z dzielnikiem transformatorowo-pojemnościowym	178

	Str.
6.6.5. Układ o sprzężeniu zwrotnym przez pojemność lampy	179
6.6.6. Układy przeciwsołne	181
6.6.7. Wzmacniacz rezonansowy ze sprzężeniem zwrotnym	183
6.6.8. Sprowadzanie układu do stanu granicznego (spełnianie warunku amplitudy)	184
6.6.9. Układy tranzystorowe	185
Warunek amplitudy. Częstotliwość. Przykłady.	
6.7. Układy o sprzężeniu zwrotnym przy bardzo wielkich częstotliwościach	188
6.7.1. Zwiększanie częstotliwości przez zmniejszanie pojemności i indukcyjności obwodu rezonansowego	188
Pojemności szkodliwe. Indukcyjność doprowadzeń.	
6.7.2. Czas przelotu elektronów	190
6.7.3. Wzrost strat w doprowadzeniach i izolacji	190
6.7.4. Niedopasowanie obwodu oscylacyjnego do lampy generacyjnej	191
6.7.5. Konieczność stosowania specjalnych lamp i specjalnej techniki obwodów	191
 7. Teoria nieliniowa wytwarzania drgań 	
7.1. Praca generatora w warunkach nieliniowych	195
7.2. Generator z oporem ujemnym	196
7.2.1. Zasadnicze równanie generatora z oporem ujemnym nieliniowym	196
Warunek amplitudy. Warunek fazy.	
7.3. Generator o sprzężeniu zwrotnym	201
7.3.1. Charakterystyka układu pobudzającego i prosta sprzężności zwrotnej	201
Kształt charakterystyk dynamicznych. Krzywe mocy użytecznej. Krzywe mocy doprowadzonej. Krzywe sprawności.	
7.3.2. Samopodtrzymywanie i samowzbudzenie drgań	205
Warunek samopodtrzymywania drgań. Warunek samowzbudzenia drgań. Powstawanie drgań.	
7.3.3. Prąd siatki	210
Wpływ prądu siatki na amplitudę i częstotliwość. Ograniczanie prądu siatki. Praca bez prądu siatki. Relaksacyjne powstawanie i zrywanie się drgań.	
7.4. Metody matematyczne badania drgań nieliniowych	218
7.4.1. Nieliniowe równanie drgań	218
Dyskusja fizyczna nieliniowego równania drgań. Najprostsza postać oporu nieliniowego.	
7.4.2. Równanie bezwymiarowe nieliniowego obwodu drgań	222
7.4.3. Rozwiązanie analityczne nieliniowego równania drgań	223
Metoda małego parametru. Metoda małych i wolno zmieniających się amplitud.	
7.4.4. Stabilność stanu pracy	232
7.4.5. Równanie drgań w układzie zachowawczym nieliniowym	232

	Str.
7.5. Metody wykreślne rozwiązywania nieliniowego równania drgań	235
7.5.1. Zastosowanie metod wykreślnych	235
Metoda krótkich łuków. Metoda izoklin.	
7.6. Metoda techniczna	239
7.6.1. Generator z oporem ujemnym	239
Amplituda drgania. Częstotliwość drgania.	
7.7. Metoda równowagi mocy urojonej harmonicznych	245
7.7.1. Trudności dotychczas rozpatrzonych metod	245
Charakterystyka bezpętlowa i pętlowa układu pobudzającego. Warunek równowagi mocy urojonej. Częstotliwość generatora.	
7.7.2. Zastosowanie metody równowagi mocy urojonej harmonicznych do generatorów z oporem ujemnym	251
Układ szeregowy. Układ równoległy z oporem równoległym. Układ równoległy z oporami szeregowymi. Ogólne wyrażenie na częstotliwość. Interpretacja fizyczna zmian częstotliwości. Układy rezonansowe złożone.	
7.7.3. Zastosowanie metody równowagi mocy urojonej harmonicznych do generatorów o sprzężeniu zwrotnym	261
Warunek równowagi mocy urojonej. Generator bez prądu siatki. Generator z prądem siatki.	
7.7.4. Przykłady	275
Generator dynatronowy.	
 8. Wpływ elementów liniowych na częstotliwość generatora 	
8.1. Ogólne wyrażenie na częstotliwość oraz rodzaje wpływów liniowych	277
8.1.1. Ogólne wyrażenie na częstotliwość	277
8.1.2. Rodzaje wpływów liniowych	278
8.1.3. Przykład	279
8.2. Wpływ obwodu oscylacyjnego na częstotliwość	280
8.2.1. Wpływ temperatury	280
Ciepły współczynnik częstotliwości własnej obwodu. Ciepłe współczynniki elementów obwodu.	
8.2.2. Wpływy mechaniczne	281
8.2.3. Wpływy strukturalne	282
8.2.4. Wpływy elektromagnetyczne	282
8.2.5. Wpływy atmosferyczne	283
8.2.6. Wpływy stanu pracy	283
8.3. Indukcyjność	283
8.3.1. Pierścień — zasadniczy element indukcyjności	283
Wpływ temperatury na parametry pierścienia. Cewka. Dwa rodzaje wpływów.	

8.3.2.	Wpływy natury geometrycznej	285
	Rodzaje konstrukcji cewek. Rozszerzalność cieplna. Nieprawidłowości w odkształceniach cewki bezszkieletowej.	
8.3.3.	Wpływy natury elektrycznej	287
	Rodzaje wpływów. Efekt naskórkowości. Efekt prądów wirowych. Przykład.	
8.3.4.	Ogólne uwagi o cieplnym współczynniku indukcyjności cewek	290
8.3.5.	Utrzymywanie stałości indukcyjności cewek	291
	Uniezależnienie się od temperatury.	
8.3.6.	Cewki o indukcyjności niezależnej od temperatury	292
	Sposoby uniezależnienia indukcyjności cewki od temperatury. Utrzymanie stałości rozmiarów cewki. Kompensacja przez rozszerzalność osiową cewki.	
8.4.	Pojemność	293
8.4.1.	Zasadniczy element pojemności oraz wpływ temperatury na parametry kondensatora	293
8.4.2.	Wpływy natury geometrycznej	295
	Kondensator powietrzny. Wpływ przesunięć okładzin na pojemność kondensatora. Zależność pojemności od temperatury.	
8.4.3.	Wpływy natury elektrycznej	298
	Kondensator powietrzny. Wpływ temperatury na stałą dielektryczną powietrza. Wpływ ciśnienia na stałą dielektryczną powietrza. Wpływ wilgotności na stałą dielektryczną powietrza. Kondensator z dielektrykiem stałym.	
8.4.4.	Utrzymywanie stałości pojemności kondensatorów	300
	Uniezależnienie się od temperatury. Kondensator o pojemności niezależnej od temperatury.	
8.4.5.	Utrzymanie stałości częstotliwości własnej obwodu	302
8.5.	Termostaty	303
8.5.1.	Określenie i zasada działania	303
8.5.2.	Termostat o regulacji nieciągłej	303
	Zasada działania. Regulatory. Komora i filtr cieplny. Źródło energii cieplnej. Przebiegi w termostacie. Dobroć termostatu.	
8.5.3.	Termostat o regulacji ciągłej	308
	Zasada działania. Termostat z regulatorem mostkowym.	
9.	Wpływ elementów nieliniowych na częstotliwość generatora	
9.1.	Elementy nieliniowe w generatorze	311
9.1.1.	Nieliniowość układu pobudzającego i obwodu drgań	311
	Elementy o nieliniowości bezwzględnej.	
9.1.2.	Zmiany częstotliwości wywołane zmianami elementów nieliniowych	312
	Współczynnik napięciowy niestabilności częstotliwości.	
9.1.3.	Zasadnicze sposoby stabilizacji częstotliwości w odniesieniu do wpływów nieliniowych	313

	Str.
9.2. Praca bez harmonicznych	314
9.2.1. Możliwość pracy bez harmonicznych	314
9.2.2. Praca na granicy powstawania drgań	315
<p style="margin-left: 2em;">Sprawdzenie do stanu granicznego. Regulacja ręczna. Regulacja samoczynna za pomocą diody w dynatronie. Regulacja samoczynna w dynatronie binodowym. Regulacja samoczynna w generatorze o sprzężeniu zwrotnym. Regulacja samoczynna za pomocą oporu uzależnionego w obwodzie drgań. Regulacja samoczynna za pomocą oporu uzależnionego w układzie mostkowym. Układ mostkowy Meachama.</p>	
9.2.3. Stosowanie filtrów na napięcie harmoniczne	325
9.2.4. Stosowanie dodatkowych oporów rzeczywistych połączonych szeregowo z obwodem drgań	325
9.3. Praca z niezmiennym widmem harmonicznych	327
9.3.1. Wpływ napięć zasilających	327
9.3.2. Układy generacyjne ze stabilizacją napięć zasilających	328
9.4. Praca przy całkowitej kompensacji mocy urojonej harmonicznych	328
9.4.1. Trudności uczynienia funkcji $\Psi_h(k^2)$ równą zero	328
9.4.2. Układ generacyjny ze sprzężeniem zwrotnym dodatnim i ujemnym	328
9.5. Praca z obwodem drgań o dużej dobroci	332
9.5.1. Obwody rezonansowe o dużej dobroci i stałych parametrach	332
9.5.2. Linia ćwierćfalowa jako obwód o dużej dobroci	332
9.5.3. Linia ćwierćfalowa jako obwód rezonansowy o oporności rzeczywistej dla podstawowej i dla harmonicznych	334
9.5.4. Obwody toroidalne	335
9.6. Praca przy stałym wpływie zawartości harmonicznych	336
9.6.1. Wpływ napięć zasilających	336
9.6.2. Warunek doskonałej stabilizacji	337
9.6.3. Obwód rezonansowy złożony z dodatkową indukcyjnością w gałęzi pojemności	338
9.6.4. Dodatkowa indukcyjność włączona szeregowo z obwodem rezonansowym równoległym	339
9.6.5. Zależność częstotliwości od napięć zasilających w generatorze o skompensowanej dla pewnego widma mocy urojonej harmonicznych	340
9.6.6. Niektóre układy o stabilizacji przez kompensację	341
<p style="margin-left: 2em;">Układ Hartleya. Układ Colpittsa. Stabilizacja w układzie złożonym „Hartleya-Colpittsa”.</p>	
9.6.7. Układ generacyjny z lampą ekranowaną o uzależnionych napięciach zasilających	344
9.6.8. Układ tranzystronowy	345

10. Dodatkowe wpływy na częstotliwość generatora

10.1. Rodzaje wpływów	348
10.2. Wpływ prądu siatki	348
10.2.1. Prąd siatki	348
10.2.2. Obwód siatki z samoczynnie regulowanym napięciem początkowym	349
10.2.3. Współczynniki napięciowe parametrów prądu siatki	353
10.3. Wpływ lampy	353
10.3.1. Rodzaje wpływów	353
Czas, Temperatura, Wstrząsy mechaniczne, Przeciążenie elektryczne, Wymiana lampy.	
10.3.2. Równanie drgań generatora z pojemnością nieliniową	355
10.3.3. Pojemności międzyelektrodowe lampy generacyjnej	356
Pojemność „siatka-katoda”. Współczynniki pojemności dynamicznej „siatka-katoda”. Kompensacja zmian pojemności dynamicznej przez ujemne sprzężenie zwrotne.	
10.3.4. Zależność wpływu C_{sk} od współczynnika sprzężności zwrotnej	360
10.3.5. Zależność wpływu C_{sk} od wartości pojemności obwodu drgań	362
10.3.6. Układ generacyjny z oporem katodowym	364
10.3.7. Układy generacyjne ze wzmacniaczem o sprzężeniu zwrotnym	365
10.3.8. Generator z dużymi pojemnościami w siatce i anodzie	366
10.4. Wpływ czerpania energii	367
10.4.1. Czerpanie energii	367
10.4.2. Czerpanie energii bezpośrednie	368
Czerpanie energii przez sprzężenie indukcyjne odbiornika energii z obwo- dem drgań. Czerpanie energii z potencjometru dołączonego równoległe do całego obwodu drgań.	
10.4.3. Czerpanie energii przez sprzężenie elektronowe	370
Sprzężenie elektronowe. Układ generacyjny z tetrodą o sprzężeniu elek- tronowym. Układ generacyjny tranzystronowy.	
10.4.4. Wnioski ogólne	371
Wnioski w odniesieniu do obwodu drgań. Wnioski w odniesieniu do lam- py generacyjnej. Wnioski w odniesieniu do schematu. Wnioski dotyczące źródeł zasilających.	

11. Generatory o stabilizacji elektromechanicznej

11.1. Generatory piezoelektryczne	374
11.1.1. Właściwości cieplne, mechaniczne i elektryczne kwarcu	375
Kwarc. Osie kwarcu i rodzaje cięć. Rozszerzalność cieplna kwarcu. Właściwości mechaniczne kwarcu. Właściwości elektryczne kwarcu.	
11.1.2. Oscylatory piezoelektryczne	389
Kształty oscylatora i rodzaje drgań. Drgania rozciągania i ściskania. Drga- nia ścinania. Drgania gięcia oraz skręcania. Współczynnik cieplny często- tliwości własnej. Przykłady.	

11.1.3.	Oscylator piezoelektryczny jako obwód elektryczny	398
	Równoważny układ elektryczny oscylatora piezoelektrycznego. Wpływ oprawy i szczeliny. Impedancja równoważnego obwodu oscylatora piezoelek- trycznego.	
11.1.4.	Rodzaje oscylatorów kwarcowych i turmalinowych	417
	Oscylatory kwarcowe. Oscylatory turmalinowe.	
11.1.5.	Układy generatorów piezoelektrycznych	424
	Rodzaje pracy oscylatora piezoelektrycznego. Zasadnicze układy, gene- racyjne jednostopniowe. Układ „siatka-katoda”. Układ „siatka-anoda”. Przykłady. Układy z oporem ujemnym. Oscylator piezoelektryczny jako element sprzężenia zwrotnego.	
11.2.	Generatory kamertonowe	445
11.2.1.	Określenie i podział	445
11.2.2.	Generator kamertonowy z przerywaczem stykowym	445
11.2.3.	Generator kamertonowy ze stykiem mikrofonowym	446
11.2.4.	Generator kamertonowy z lampą o siatce sterującej	447
	Oscylator kamertonowy jako obwód rezonansowy. Generator kamertono- wy lampowy jako układ generacyjny o sprzężeniu zwrotnym. Generatory kamertonowe o dużej stałości częstotliwości.	
11.3.	Generatory o stabilizacji magnetostrykcyjnej	453
11.3.1.	Oscylator magnetostrykcyjny	453
11.3.2.	Zasadniczy układ generatora magnetostrykcyjnego	456
11.4.	Generatory brzęczykowe	458
11.4.1.	Brzęczyki magnetyczne	458
11.4.2.	Brzęczyk mikrofonowy	458
11.4.3.	Brzęczyk harmonicznym	459
12.	Drgania w układach z elementami reaktancyjnymi jednego znaku	
12.1.	Drgania sinusoidalne w układach z elementami reaktancyjnymi jedne- nego znaku	460
12.1.1.	Możliwość wytwarzania drgań sinusoidalnych w układzie z ele- mentami reaktancyjnymi jednego znaku	460
12.1.2.	Zależności występujące w generatorze drgań sinusoidalnych RC	461
12.1.3.	Generatory RC z mostkiem Wiena	463
	Układ ze wzmacniaczem oporowym. Układ tranzytronowy. Zależności wy- stępujące w generatorze tranzytronowym RC. Przykład.	
12.1.4.	Generatory łańcuchowe oporowo-pojemnościowe	467
	Generatory RC i CR. Przykład.	
12.2.	Drgania relaksacyjne	471
12.2.1.	Drgania sinusoidalne i drgania relaksacyjne	471
	Przejście do drgań sinusoidalnych do relaksacyjnych. Amplituda i częstotli- wość drgań relaksacyjnych.	

12.2.2. Zasadnicze typy układów relaksacyjnych	475
Układ relaksacyjny z pojemnością. Układ relaksacyjny z indukcyjnością.	
12.2.3. Częstotliwość drgań relaksacyjnych w układzie o jednym elemencie reaktancyjnym	478
12.2.4. Napięcia i prądy w układzie relaksacyjnym	481
12.2.5. Okres granicznego cyklu drgania nieliniowego	484
Wzór Dorodnicyna. Wzór Usui. Wzór autora.	
12.3. Generatory drgań relaksacyjnych	488
12.3.1. Układy z oporami ujemnymi	488
Generator relaksacyjny z lampą jarzeniową. Generator relaksacyjny tranzystronowy.	
12.3.2. Układy jednolampowe o sprzężeniu zwrotnym	496
Generator relaksacyjny z obwodem LR w siatce. Generator relaksacyjny z obwodem Lr w anodzie. Generator relaksacyjny CI o sprzężeniu oporowo-transformatorowym. Generator relaksacyjny o sprzężeniu indukcyjnym z obwodem CR w siatce (generator blokujący).	
12.3.3. Układy wielolampowe	501
Układ relaksacyjny przeciwsobny (multiwibrator). Układ relaksacyjny posobny (multiwibrator z jedną pojemnością).	
Wykaz piśmiennictwa	505
Skorowidz rzeczowy	537

współczynnik tarcia
Indukcja magnetyczna
b — stała, szerokość
C — stała, pojemność
c — stała, moduł sprężystości
D — szelwnica, przechwył
d — średnica, odległość, grubość
współczynnik piezoelektryczny
E — stała elektromotoryczna, moduł Younga
e — stała elektromotoryczna (wart. chwili), moduł piezoelektryczny
e — zasada liczybnów naturalnych
2,7183
F — częstotliwość, stała powierzchni
f — funkcja
f — częstotliwość, stała (wart. chwili)
f — funkcja
F — stała, sprężystość
g — współczynnik w równaniu prądu stałego
H — natężenie pola magnetycznego
H — zawartość harmonicznych
I — natężenie prądu
i — natężenie prądu (wart. chwili)
 $i = \sqrt{-1}$
L — indukcyjność (bratana)
l — długość, indukcyjność własna
M — indukcyjność wzajemną, masa
m — zawartość harmonicznych napięciowych, sprzężenie zwrotne napięciowe, strumień napięć, masa, pierwiastki równania charakterystycznego
m — masa elektronu
N — liczba elementów, obrotów, prędkość obrotowa, indukcyjność tarcia wewnętrzne
n — zawartość harmonicznych gradowych, sprzężenie zwrotne prądowe, liczba (obrotów,wojów), rząd drgania, częstotliwość przebiegu
P — moc, ciśnienie, gęstość powierzchniowa ładunku, elektrycznego, przekładnia
p — funkcja
p — stała mody (wart. chwili), ciśnienie, krata (wyników) skraj wyrażenia
Q — ładunek elektryczny, imbroz obwodowy

