
Przedmowa do wydania pierwszego	10
Przedmowa do wydania drugiego	11
O autorze	12
1. Lampy elektronowe	13
1.1. Wiadomości ogólne.....	15
1.2. Katody lamp elektronowych.....	16
1.2.1. Katody wolframowe.....	16
1.2.2. Katody tlenkowe.....	18
1.2.2.1. Zarys technologii katod tlenkowych.....	19
1.2.3. Katody bezpośrednio żarzone.....	22
1.2.4. Katody pośrednio żarzone.....	23
1.2.4.1. Zarys technologii grzejnika lampy pośrednio żarzonej.....	24
1.3. Siatki lamp elektronowych.....	24
1.4. Anody lamp elektronowych.....	25
1.5. Mostki konstrukcyjne.....	26
1.6. Gettery.....	26
1.6.1. Gettery rozpylane.....	27
1.6.2. Gettery nierozpylane.....	30
1.6.3. Rozpylanie getteru.....	30
1.7. Szkło w technologii lamp.....	31
1.7.1. Podział szkieł na miękkie i twarde.....	31
1.7.2. Naprężenia w szkłe. Usuwanie naprężeń.....	32
1.7.3. Wykrywanie naprężeń.....	33
1.7.4. Współczynnik rozszerzalności cieplnej szkła i jego znaczenie.....	33
1.7.5. Wytrzymałość termiczna szkła.....	34
1.7.6. Wydzielanie gazów ze szkła. Przenikalność gazów przez szkło.....	34
1.7.7. Przewodność elektryczna szkła i jego stratność dielektryczna.....	35
1.7.8. Niektóre rodzaje szkieł stosowanych w technologii lamp.....	36
1.7.9. Szkła wtopieniowe.....	38
1.7.10. Otrzymywanie przezroczystych przewodzących pokryć na szkłe.....	39
1.7.11. Akwadag i metalizacja lamp elektronowych.....	40
1.7.12. Nóżki spłaszczowe i talerzyki.....	41
1.7.13. Balony lamp elektronowych.....	41
1.7.14. Stapianie talerzyka lub nóżki z balonem.....	42
1.8. Pompowanie lamp elektronowych.....	44
1.8.1. Pompy rotacyjne.....	45
1.8.2. Pompy dyfuzyjne.....	45
1.8.3. Pompy turbomolekularne.....	47

1.8.4.	Pompy sublimacyjne.....	48
1.8.5.	Pompy jonowo-sorpcyjne	49
1.8.6.	Układy pompowe	50
1.8.7.	Odgazowanie lamp.....	51
1.8.8.	Pomiar próżni	53
1.8.8.1.	Próżniomierz oporowy.....	53
1.8.8.2.	Próżniomierz Penninga	54
1.8.8.3.	Próżniomierz jonizacyjny	54
1.8.8.4.	Pomiar próżni w lampach gotowych.....	56
1.9.	Lampa jako element liniowy	58
1.9.1.	Dioda.....	58
1.9.2.	Trioda.....	60
	Parametry różniczkowe triody dla zakresu m.cz.....	63
	Trioda z katodą wolframową, przykład konstrukcji i obliczeń.....	64
	Katoda.....	64
	Siatka	66
	Anoda.....	69
	Balon lampy	71
	Splaszcz oraz radiatory doprowadzeń	71
	Izolatory	71
	Getter	73
	Cokół lampy	73
1.9.3.	Tetroda.....	73
1.9.4.	Pentoda.....	74
1.9.4.1.	Pentody mocy.....	75
1.9.4.2.	Pentody napięciowe	75
1.9.4.3.	Pentody regulacyjne.....	76
	Charakterystyki statyczne pentody	78
	Parametry różniczkowe pentody dla zakresu m.cz.	78
1.9.5.	Heksoda.....	80
1.9.6.	Heptoda	80
1.9.7.	Magiczne oko (elektronowy wskaźnikysterowania lub dostrojenia)	80
1.10.	Badanie sprawności lamp elektronowych	84
1.10.1.	Kontrola stanu grzejnika.....	84
1.10.2.	Wykrywanie zwarć międzyelektrodowych.....	85
1.10.3.	Ocena emisji lampy.....	85
1.10.4.	Jakość próżni	86
1.11.	Układy do wyznaczania charakterystyk statycznych lamp	88
1.11.1.	Układy do badania diod	88
	Układ wyznaczania charakterystyki statycznej diody $I_a = f(U_a)$ metodą punkt po punkcie.....	88
	Układ wyznaczania charakterystyki statycznej diody metodą oscyloskopową.....	88

1.11.2. Układy do badania triod	90
Układ do wyznaczania charakterystyk triody $I_a = f(U_s)$ przy $U_a = \text{const}$ metodą punkt po punkcie	90
Układ do wyznaczania charakterystyk anodowych triody $I_a = f(U_a)$ przy $U_s = \text{const}$ metodą punkt po punkcie	90
Układ oscyloskopowego zdejmowania charakterystyk triody $I_a = f(U_s)$ przy $U_a = \text{const}$	91
Układ oscyloskopowego zdejmowania charakterystyk anodowych triody $I_a = f(U_a)$ przy $U_s = \text{const}$	92
1.11.3. Układy do wyznaczania charakterystyk pentod	93
Układ wyznaczania charakterystyk statycznych pentody metodą punkt po punkcie	93
Wyznaczanie charakterystyk $I_a = f(U_{s1})$ przy $U_a = \text{const}$, $U_{s2} = \text{const}$, $U_{s3} = 0$	93
Wyznaczanie charakterystyk $I_{s2} = f(U_{s2})$ przy $U_a = \text{const}$, $U_{s1} = \text{const}$, $U_{s3} = 0$	93
Wyznaczanie charakterystyk $I_a = f(U_a)$ przy $U_{s1} = \text{const}$, $U_{s2} = \text{const}$, $U_{s3} = 0$	93
1.11.4. Zasilacz do układów pomiarowych	94
1.12. Miernik lamp elektronowych	95
1.13. Korzystanie z charakterystyk statycznych lamp	100
1.13.1. Wyznaczanie nachylenia S_a z charakterystyki $I_a = f(U_s)$	101
1.13.2. Wyznaczanie współczynnika amplifikacji K_a z rodziny charakterystyk anodowych	103
1.13.3. Wyznaczanie rezystancji wewnętrznej R_a z charakterystyki $I_a = f(U_a)$	104
1.13.4. Określanie charakterystyk statycznych przy różnych napięciach siatki drugiej dla pentody z rodziny charakterystyk $I_a = f(U_a)$ przy $U_{s2} = \text{const}$, $U_{s3} = 0$, $U_{s1} = \text{const}$ i rodziny charakterystyk siatkowych $I_a = f(U_{s1})$ przy $U_{s3} = 0$, $U_{s2} = \text{const}$ oraz $I_{s2} = f(U_{s1})$ przy $U_{s3} = 0$, $U_{s2} = \text{const}$	105
1.14. Lampy gazowane	106
1.14.1. Lampa neonowa (neonówka)	106
1.14.2. Tyatron	107
2. Układy zasilania	109
2.1. Prostowniki	110
2.1.1. Prostowniki lampowe	110
Prostownik półokresowy	111
Przykład obliczenia mocy transformatora dla prostownika półokresowego	112
Prostownik pełnookresowy	112
Przykład obliczenia mocy transformatora dla prostownika pełnookresowego	116
Filtr zasilacza	117
Przykłady obliczenia wartości elementów filtru zasilacza	125
2.1.2. Prostowniki półprzewodnikowe	128
Prostownik jednopółkowy	128
Prostownik dwupółkowy	129
2.1.3. Przykładowe układy prostowników	130
2.1.4. Żarzenie lamp elektronowych	132

2.2.	Stabilizatory napięcia	133
2.2.1.	Układy stabilizatorów napięcia.....	133
2.3.	Wskazówki dotyczące konstruowania zasilaczy.....	136
3.	Bloki funkcjonalne wzmacniaczy audio	139
3.1.	Wprowadzenie.....	140
3.2.	Oporniki. Szeregowe i równoległe łączenie oporności. Połączenie mieszane	140
3.3.	Obwody rozgałęzione. Pierwsze i drugie prawo Kirchhoffa.....	142
3.4.	Kondensatory. Szeregowe i równoległe łączenie kondensatorów. Połączenie mieszane	143
3.5.	Metody rozważania obwodów prądu przemiennego	143
3.6.	Cewki. Szeregowe i równoległe łączenie cewek. Połączenie mieszane	146
3.7.	Oporność bierna indukcyjna	146
3.8.	Trójkąt oporności. Zastosowanie do szeregowych obwodów prądu zmiennego. Rezonans szeregowy.....	148
3.9.	Natężenie prądu w obwodzie prądu przemiennego	151
3.10.	Równoległe (rozgałęzione) obwody prądu przemiennego.....	151
3.11.	Elementy rachunku symbolicznego	152
3.12.	Podstawy matematyczne metody symbolicznej	152
3.13.	Działania na liczbach zespolonych.....	154
3.13.1.	Dodawanie i odejmowanie	154
3.13.2.	Mnożenie dwóch liczb zespolonych.....	154
3.13.3.	Dzielenie liczb zespolonych.....	154
3.13.4.	Usuwanie liczb zespolonych z mianownika.....	155
3.14.	Zastosowanie rachunku symbolicznego do prostych obwodów prądu przemiennego	155
3.15.	Admitancja i susceptancja w metodzie symbolicznej. Rezonans równoległy	157
3.16.	Schematy zastępcze w układach lampowych. Przykład zastosowania schematu zastępczego do układu prostego wzmacniacza.....	159
3.17.	Podstawowe układy pracy lamp we wzmacniaczach.....	165
3.17.1.	Układ WK.....	166
3.17.2.	Układ WA (wtórnik katodowy).....	168
3.17.3.	Układ WS.....	169
3.18.	Wzmacniacze mocy m.cz.	170
3.18.1.	Klasy pracy wzmacniaczy mocy	170
3.18.2.	Punkt pracy we wzmacniaczu mocy.....	176

3.18.3. Obliczanie parametrów i wartości elementów dla wzmacniaczy mocy.....	176
3.18.3.1. Warunki pracy transformatora głośnikowego w klasie A. Wpływ parametrów transformatora na pasmo przenoszenia	188
3.18.3.2. Przykładowe rozwiązania wzmacniaczy końcowych w klasie A	193
3.18.4. Wzmacniacze beztransformatorowe	195
3.18.5. Wzmacniacze pracujące w klasie AB.....	198
3.18.5.1. Warunki pracy transformatora wyjściowego we wzmacniaczach klasy AB i B.....	199
3.18.5.2. Przykładowe rozwiązania wzmacniaczy mocy w klasie AB	200
3.18.5.3. Przelączanie trybu pracy trioda-pentoda.....	203
3.18.6. Praca lamp z prądem siatki	205
3.19. Wzmacniacze napięciowe m.cz.....	206
3.19.1. Obliczenie wzmacniacza oporowego ze sprzężeniem pojemnościowym.....	206
3.19.2. Przesunięcia fazowe w oporowym wzmacniaczu napięciowym.....	219
3.19.3. Katodyna	220
3.19.4. Obciążenie anody drugą lampą. Aktywne obciążenie.....	226
3.19.5. Warunki pracy wzmacniaczy napięciowych m.cz.	227
3.19.6. Ujemne sprzężenie zwrotne we wzmacniaczach m.cz.....	228
3.19.7. Wzmacniacze napięciowe regulowane napięciem	238
3.19.8. Wzmocnienie wzmacniacza regulacyjnego jako funkcja napięcia sterującego. Aproksymacja funkcji wzmocnienia	239
3.19.9. Błąd aproksymacji.....	243
3.19.10. Uzyskiwanie liniowej charakterystyki wzmocnienia w funkcji napięcia sterującego	243
3.19.11. Uzyskiwanie charakterystyki logarytmicznej wzmacniacza regulacyjnego	246
3.19.12. Zastosowanie triod regulacyjnych w układach elektronowej regulacji wzmocnienia.....	247
3.19.13. Próżniowy regulator siły głosu	249
3.19.14. Przykładowe rozwiązania wzmacniaczy napięciowych.....	254
3.20. Inwertery fazy	258
3.21. Kaskody	260
3.22. Sumatory	260
3.23. Współpraca lamp i półprzewodników.....	262
3.24. Układy regulacji barwy dźwięku	262
3.24.1. Regulatory dwójnikowe	263
3.24.2. Regulatory czwórnikowe	263
3.24.3. Przykłady obliczania czwórników	265
3.24.4. Przykłady rozwiązań układów barwy dźwięku	265
3.25. Psfometryczna regulacja siły głosu	268
3.26. Wskaźniki wysterowania	272

3.27.	Zakłócenia we wzmacniaczach m.cz. i ich usuwanie	275
3.27.1.	Przydźwięk sieci	275
3.27.2.	Mikrofonowanie	278
3.27.3.	Sprzężenia pasożytnicze	278
3.27.4.	Szumy we wzmacniaczach m.cz.	279
3.28.	Uwagi dotyczące montażu wzmacniaczy m.cz.	280
3.29.	Podstawowe pomiary we wzmacniaczach m.cz.	281
3.29.1.	Pomiary napięć i prądów w układzie	281
3.29.2.	Pomiar mocy pobieranej z sieci	281
3.29.3.	Wyznaczanie charakterystyki przenoszenia	281
3.29.4.	Pomiar skutecznej mocy wyjściowej	282
3.29.5.	Wyznaczanie zawartości harmonicznych (zniekształceń nieliniowych) metodą pięciopunktową	283
3.29.6.	Pomiar zawartości harmonicznych miernikiem zniekształceń nieliniowych	285
3.29.7.	Pomiar współczynnika intermodulacji	286
3.29.8.	Pomiar charakterystyki fazowej wzmacniacza	286
3.29.9.	Badanie wzmacniaczy przy użyciu sygnałów prostokątnych	288
4.	Przykładowe projekty	289
4.1.	Przykłady obliczeniowo-konstrukcyjne	290
4.1.1.	Filtr zasilacza	295
4.1.2.	Układ żarzenia	296
4.2.	Wzmacniacz na lampie ECL11	297
4.3.	Wzmacniacz na lampie ECL82 bez pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego	297
4.4.	Wzmacniacz na lampie ECL82 z pętlą ujemnego sprzężenia zwrotnego	298
4.5.	Wzmacniacz na lampach ECC83 i EL84	298
4.6.	Wzmacniacz z wyjściowym stopniem przeciwsobnym na lampach 6P3S	299
4.7.	Wzmacniacz z wyjściowym stopniem przeciwsobnym o mocy 20 W	300
4.8.	Wzmacniacz pracujący z kwartetem lamp EL84	301
4.9.	Wzmacniacz przeciwsobny na lampach EL36	301
4.10.	Wzmacniacz stereofoniczny na lampach EL84 pracujący w klasie A	302
4.11.	Wzmacniacz przeciwsobny z lampami EL84	302
4.12.	Wzmacniacz na lampach ECC83 i EL84 z USZ	305
4.13.	Hybrydowe wzmacniacze słuchawkowe	305
4.14.	Wzmacniacz słuchawkowy bez transformatorów wyjściowych	308
4.15.	Wzmacniacz mocy na lampach bezpośrednio żarzonych	311
4.16.	Przedwzmacniacz dla mikrofonu pojemnościowego	312
4.17.	Lampowy korektor graficzny	313
4.18.	Układ wytwarzający efekt vibrato	317

4.19. Lampowy analizator widma.....	318
4.20. Lampowy kompresor dynamiki.....	321
4.21. Elektronowy potencjometr siły głosu.....	326
4.21.1. Wskazówki dotyczące programu mikrokontrolera obsługującego potencjometr.....	328
4.21.2. Zniekształcenia nieliniowe wnoszone przez potencjometr	331
4.21.3 Charakterystyka amplitudowo-częstotliwościowa potencjometru.....	332
Informacje dodatkowe.....	333
Dodatek A. Wybrane charakterystyki i dane niektórych typów lamp stosowanych w projektach opisanych w książce.....	334
A.1. Trioda ECC83.....	334
A.2. Pentoda EF86.....	335
A.3. Pentoda EL34.....	337
A.4. Pentoda EL84.....	341
A.5. Wskaźnik dostrojenia EM84.....	346
Dodatek B. Europejskie oznaczenia lamp elektronowych.....	347
Dodatek C. Oznaczenia rosyjskich lamp elektronowych.....	349
Dodatek D. Płytką drukowana sekwencera zasilania do urządzeń lampowych.....	351
Dodatek E. Oprogramowanie CAD/EDA dla projektantów układów lampowych	352
Tone Stack Calculator 1.3.....	352
TDSL Personal Edition.....	352
PSU Designer II.....	353
Dodatek F. Tabela rosyjskich zamienników wybranych lamp europejskich i amerykańskich	355
Bibliografia.....	356
Źródła internetowe.....	357
Skorowidz.....	358