

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	11
Über den Autor	13
1. Einführung – die Besonderheiten von Röhren	15
1.1 Nummerierung der Röhrensockel	15
1.2 Die grundlegenden Bestandteile einer Röhre	16
1.3 Getter und „vergiftete“ Katode	18
1.4 Bestimmung der Röhreneigenschaften	19
1.5 Die Röhrenkonstanten	20
1.6 Das Verhalten von Röhren – vertiefende Einblicke	22
1.7 Berechnung von K und D_a	24
1.8 Die Grenzen der Child-Langmuir-Gleichung	25
1.9 Diskussion über Röhrenmodelle und Ersatzschaltungen	27
1.10 Anpassung der Child-Langmuir-Gleichung	28
1.11 Anwendung des K/D_a -Modells	31
1.12 Tetroden und Pentoden	35
1.13 Eigenschaften von Pentoden	38
1.14 Pentoden und Child-Langmuir-Compton	39
1.15 Berechnung der Parameter	43
1.16 Anwendung des K/D -Modells für Pentoden	46
1.17 Zusammenfassung von Kapitel 1	51
1.18 Literatur zu Kapitel 1	52
2. Der Ausgangsübertrager	53
2.1 Optimale SE-Einstellung bei einer Triode	53
2.2 SE-Trioden-Einstellung in der Praxis.	56
2.3 Optimale SE-Einstellung bei einer Pentode	60

2.4	Übertrager für Gegentaktverstärker	62
2.5	Berechnung der Stromdifferenzen	64
2.6	Die Trioden-Konstruktion von B. J. Thomson	65
2.7	Die Pentode in Klasse-A- und AB-Konfiguration	74
2.8	Zusammenfassung von Kapitel 2	79
2.9	Literatur von Kapitel 2	80
3.	Spezielle Kopplungen zwischen Endröhren und Ausgangsübertrager	81
3.1	Allgemeines Kopplungsmodell	81
3.2	Anwendung des Kopplungsmodells	87
3.3	Pentoden-Gegentaktendverstärker	89
3.4	Gegentaktverstärker in Ultralinear-Konfiguration	93
3.5	Trioden-Gegentaktverstärker	96
3.6	Optimierung von Trioden-Gegentaktverstärkern.	98
3.7	Berechnung mit Katoden- und Schirmgitterkopplung	101
3.8	$G = 0,1$ Katoden-Gegenkopplung, $x = -1$ Schirmgittermitkopplung.	102
3.9	$G = 0,1$ -Katodengegenkopplung und $x = -0,33$ -Schirmgittermitkopplung: Die Super-Pentoden-Schaltung	106
3.10	$G = 0,1$ -Katoden-Gegenkopplung: Die CFB-Schaltung	109
3.11	$G = 1$ -Katoden- und $x = 0,33$ -Schirmgittergegenkopplung	111
3.12	$G = 0,1$ -Katoden- und $x = 1$ -Schirmgittergegenkopplung	113
3.13	Die „Unity Coupled“-Schaltung	115
3.14	Der Katodenfolger-Gegentaktverstärker	120
3.15	Zusammenfassung von Kapitel 3	124
3.16	Literatur zu Kapitel 3	124
4.	Röhrenverstärker und ihr Frequenzverhalten	127
4.1	Einführung	127
4.2	Das Übertragungsverhalten von Eingangsstufen	133

4.3	Die Eingangsstufe im mittleren Frequenzbereich	134
4.4	Die Eingangsstufe bei tiefen Frequenzen	135
4.5	Die Eingangsstufe bei hohen Frequenzen	137
4.6	Ersatzschaltung der Eingangsstufe	138
4.7	Spannungsverstärker- und Phasenumkehrstufen	139
4.8	Ein Endröhren-Ersatzmodell	140
4.9	Übertrager-Ersatzschema	141
4.10	Die Übertragungsfunktion von Endröhren und Ausgangsübertrager .	142
4.11	Der -3dB-Frequenzbereich	145
4.12	Einige Rechenbeispiele	146
4.13	Frequenzgangkorrektur bei Ausgangsübertragern	151
4.14	Der Einfluss von C_k bei SE-Endstufen	153
4.15	Eine genauere Betrachtung des Q-Faktors	156
4.16	Das Verhalten eines Verstärkers am unteren Frequenzende. . . .	161
4.17	Zusammenfassung von Kapitel 4	168
4.18	Literatur zu Kapitel 4	169
5.	Rückkopplung	173
5.1	Spannungsgegenkopplung	174
5.2	Stromrückkopplung.	178
5.3	Die Kombination von Strom- und Spannungsrückkopplung. . . .	181
5.4	Gegenkopplung und Stabilität	183
5.5	Gegenkopplung und Klang	196
5.6	Literatur zu Kapitel 5	208
6.	Der QUAD II-Endverstärker	211
6.1	Geschichte	211
6.2	Restauration	212

6.3	Die „Acoustical“-Schaltung	214
6.4	Statische und dynamische Kennlinien	216
6.5	Die Übertragungsfunktion.	220
6.6	Schlussfolgerung und Zusammenfassung	223
6.7	Literatur zu Kapitel 6	
7.	Le Miracle	225
7.1	Die wichtigsten Schaltungselemente	227
7.2	Eingangsschaltung und Vorverstärker	228
7.3	Phasenumkehr und Steuerstufe	229
7.4	Endröhren und Ausgangsübertrager.	230
7.5	Die Open-Loop-Übertragungsfunktion	231
7.6	Unendlicher Dämpfungsfaktor?	233
7.7	Hörerfahrungen	235
7.8	Abschlussbetrachtung.	236
7.9	Literatur zu Kapitel 7	236
8.	Der Super-Pentoden/Super-Trioden-Verstärker SPT -70	237
8.1	Die Geschichte einer Herausforderung	237
8.2	Eingangsverstärker und Phasenumkehrstufe B5	239
8.3	Vorverstärker B4 und Katodenfolger B3	243
8.4	Messungen an der Steuerstufe.	245
8.5	Endröhren und Ausgangsübertrager.	246
8.6	Das Netzteil	248
8.7	Hochspannung $U_0 = 450V$	251
8.8	Stabilisierte Spannung U_1 und Heizung f_2	251
8.9	Stabilisierte negative Vorspannung U_n	253
8.10	Versorgung der Schutzschaltungen	254

8.11	RuhestromEinstellung der Endröhren	254
8.12	Warnung an Selbstbauer	255
8.13	Messwerte und abschließende Überlegungen	256
8.14	Bauteilelisten	257
9.	Universeller Verstärker und Ausgangsübertrager	263
9.1	Grundfragen	263
9.2	Die Systematik von Röhrenverstärkern	263
9.3	Spezifikationen eines Universalübertragers	266
9.4	Der universelle Ausgangsübertrager	271
9.5	Der universelle Netztrafo	273
9.6	Die Schaltung des universellen Verstärkers und Netzteils	274
9.7	Zwanzig Verstärker – die Ergebnisse.	278
9.8	Berechnung der lokalen Gegenkopplung	286
9.9	Lokale Gegenkopplung mit Widerständen	289
9.10	Die Schaltungen Nr.19 und Nr.20 als Gitarrenverstärker.	292
9.11	Tipps für Selbstbauer	294
10.	Der Gitarrenverstärker 40W74-2	297
10.1	Ein wenig Geschichte	297
10.2	Der Verstärker – die äußere Gestaltung	299
10.3	Der Vorverstärker	300
10.4	Endstufe und Netzteil	301
10.5	Literatur zu Kapitel 10	304
11.	Der Mini-Trioden-Verstärker MTV-10	305
11.1	Geschichtliches	305
11.2	Zur 6BX7-GT	308
11.3	Der MTV-10 – Hintergründe	309

11.4	Das Netzteil	314
11.5	Abschließende Bemerkungen	314
11.6	Literatur zu Kapitel 11	316
12.	Die „Vanderveen Auto-bias-Geheimnisse“	317
12.1	Erfinden und verwerten	317
12.2	Standard Auto-Bias-Methoden	318
12.3	Gleiche Ruhestrome als strenge Forderung	320
12.4	Andere Lösungen	321
12.5	Die Vanderveen Auto-Bias-Schaltung.	324
12.6	Vor- und Nachteile	326
12.7	Literatur zu Kapitel 12	328
13.	Der MCML05 Röhrenvorverstärker	329
13.1	Blockschaltbild des MCML05	329
13.2	Der MC-10 Step-Up-Übertrager	330
13.3	Der RIAA-Entzerrer-Vorverstärker.	338
13.4	Der Line- (Hochpegel-)Verstärker	349
13.5	Das Netzteil.	352
13.6	Literatur zu Kapitel 13	357
14.	Röhrenverstärker und Elektrostaten.	359
14.1	Meine erste Berührung mit dem ESL	359
14.2	Das Funktionsprinzip elektrostatischer Lautsprecher.	360
14.3	Vereinfachtes ESL-Konzept.	362
14.4	DC-Offset-Problematik	363
14.5	Frequenzintervall 20Hz bis 100Hz	365
14.6	Frequenzintervall 100Hz bis 5000Hz.	367
14.7	ESL-Verhalten oberhalb von 5kHz	370

14.8	Widersprüchliche Forderungen.	373
14.9	Ein „Super-ESL-OTP-Transformator“?	374
14.10	Parameter von Standard-ESL-Übertragern	377
14.11	Zusammenfassung vom Kapitel 14.	378
14.12	Literatur zu Kapitel 14	379
15.	Wissenswertes aus meinem Laborbuch	381
15.1	Symmetrische Eingänge	381
15.2	Symmetrische Gegenkopplung.	384
15.3	Hinweise zur Dämpfung	385
15.4	Die Bassreflex-Öffnung	389
15.5	Basskorrektur bei Mikrofonen	390
15.6	Stufenlose Regelung von Trioden- nach Pentodenbetrieb	391
15.7	Regeln zwischen Push-Pull und SE	392
15.8	Der DC-Blocker	393
15.9	Schlusswort	394
15.10	Literatur zu Kapitel 15	394
Literatur.	395
	Vanderveen-Transformatoren.	403
	Stichwortverzeichnis	405