

## Dimensionierungshinweise für Endstufen

Bearbeitet: Edi

Aus der Spalte 4 der nebenstehenden Zusammenstellung ersieht man, daß als mittlere Sprechleistung aller handelsüblichen Endröhren etwa der Wert 4 W anzusehen ist. Es ist kein Zufall, daß die Belastbarkeit von Lautsprechersystemen im Mittel ebenfalls bei 3... 4 W liegt.

Die volle Sprechleistung gibt die Endröhre nur ab, wenn ihr am Gitter die in Spalte 5 der Tabelle angegebene tonfrequente Wechselspannung zugeführt wird; diese liegt bei etwa 4 V, nur bei der Endtriode AD 1 ist sie wesentlich höher, nämlich 30 V. Da die Diode des Empfängers und auch der Kristall-Tonabnehmer etwa 0,5 V Tonfrequenzspannung abgeben, ist vor die Endröhre eine weitere Verstärkerstufe zu schalten. Dazu genügen im allgemeinen Trioden, mit denen die Verbundröhren (ECL, UCL und VCL) bereits ausgerüstet sind. Da der Durchgriff des Triodensystems etwa  $D = 1,5\%$  beträgt, ergibt sich eine maximale Verstärkung  $\mu = 1/D = 100/1,5 = 67$ . Bei vollaufgedrehtem Lautstärkeregel muß dann am Gitter der Vorröhre eine Steuerspannung von  $4/67 = 0,06$  V (für Endpentoden) liegen. Da gewöhnlich der Lautstärkeregel nur zu einem Drittel aufgedreht ist, sind  $3 \cdot 0,06 = 0,18$  V erforderlich; die von der Diode gelieferten 0,5 V reichen daher stets aus. Verwendet man als Vorröhre eine Pentode, so ergeben sich wesentlich größere Verstärkungen (z. B. ist bei der EF 12 die Spannungsverstärkung  $= 160$ ). In Superschaltungen benutzt man mit Vorteil in der Vorstufe Röhren mit veränderlicher Steilheit (EF 11), um durch eine zusätzliche Vorwärtsregelung einen besseren Schwundausgleich zu erreichen. Man bestimmt die Empfindlichkeit von Empfangsgeräten und Endröhren gewöhnlich aus dem Gitterwechselspannungs-Bedarf bei einer Ausgangsleistung von  $50 \text{ mW} = 0,05 \text{ W}$ . In Spalte 3 der

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Endröhre	Andenbelastung [W]	Empfindlichkeit [V/50 mW]	Sprechleistung [W]	Gitterwechselspg. f. max. Sprechleistung [V]	Katodenwiderstand [Ω]	Optimaler Aug. Widerst. $R_a$ [Ω]	Andenwechsel-spg. $U_d$ [V]	Eisenkern (quadratisch)	Primärwindungen $n_p$	Drabtdurchm. der Primärwicklung [mm]
AD 1	15,0	3,30	4,2	30,0	750	2300	98	M 74	3000	0,20
AL 4	9,0	0,33	4,3	3,6	150	7000	173	M 74	5200	0,16
AL 5	18,0	0,50	8,8	9,1	175	3500	175	M 85	3500	0,20
CL 4	9,0	0,40	4,0	5,0	170	4500	134	M 74	4000	0,20
EL 11	9,0	0,33	4,5	4,2	150	7000	178	M 74	5400	0,16
EL 12	18,0	0,30	8,0	4,5	90	3500	167	M 85	3300	0,20
VL 4	9,0	0,40	4,0	5,0	170	4500	134	M 74	4000	0,20
UCL 11	9,0	0,50	4,0	5,0	—	4500	134	M 74	4000	0,20
VCL 11	4,0	0,75	1,2	3,0	250	17000	143	M 55	7200	0,10
6 K 6	8,0	0,90	3,4	10,0	480	7600	161	M 74	4800	0,18
6 L 6	18,0	0,30	6,5	5,0	180	2500	127	M 85	2500	0,25
6 V 6	11,0	0,40	4,5	4,0	250	5000	150	M 74	4500	0,18
6 W 6	8,0	0,35	3,3	4,0	130	2000	80	M 74	2400	0,25

Tabelle sind diese Werte für die üblichen Endröhren angegeben. Die EL 11 ist z. B. mit 0,33 V auszusteuern, um am Ausgang eine Sprechleistung von 0,05 W zu erhalten. Da sich die Leistungen wie die Quadrate der zugehörigen Spannungen verhalten, ergibt sich für die Maximalleistung von 4,5 W die theoretische Steuerspannung zu

$$\sqrt{\frac{4,5}{0,05}} = 3,14 \text{ V. Da die Röhrenkennlinie keine}$$

gerade Linie, sondern am Anfang und am Ende etwas gekrümmt ist, liegt der tatsächliche Wert der Steuerspannung für maximale Sprechleistung etwas höher, nämlich wie in der Tabelle in Spalte 5 angegeben bei 4,2 V.

Neben den in den Spalten 6 und 7 vermerkten Werten für den Katodenwiderstand und den optimalen Außenwiderstand sind in den letzten Spalten noch Angaben für den Ausgangsübertrag gemacht, die dem Praktiker sehr willkommen sein werden. Statt des vorgeschlagenen M-Schnittes kann selbstverständlich ebensogut ein E/I-Schnitt verwendet werden, dem Schnitt M 74 ent-

spricht beispielsweise der E/I-Schnitt 66. Für Einktaktverstärker soll der Luftspalt 0,5 mm betragen. Die Sekundärwicklung richtet sich nach dem Schwingspulenwiderstand des Lautsprechers und wird nach der Formel berechnet

$$n_{\text{sec}} = n_{\text{pr}} \sqrt{\frac{R_L}{R_a}}$$

wobei  $n_{\text{pr}}$  die in der Spalte 10 angegebenen Windungszahlen,  $R_a$  der optimale Außenwiderstand nach Spalte 7 und  $R_L$  der Schwingspulenwiderstand des Lautsprechers ist. Für eine Endstufe mit der EL 12 ist z. B. der Kern M 85 (oder E/I 84) mit  $n_{\text{pr}} = 3300$  Windungen zu bewickeln. Beträgt der Wechselstromwiderstand der Schwingspule  $6 \Omega$ , so ist wegen  $R_a = 3500 \Omega$  (Spalte 7) die sekundär notwendige Windungszahl

$$n_{\text{sec}} = 3300 \sqrt{\frac{6}{3500}} = 154$$

Für diese Wicklung ist ein Drabtdurchmesser von 1 mm ausreichend.

W. Taeger