

PHILIPS

LABORATORY REPORT

ELECTRON TUBES
SEMICONDUCTORS
COMPONENTS
MATERIALS

Group : Valvo G.m.b.H. Hamburg.
Radioröhrenfabrik Applikationslabor.
Date : 31.10.1962.
Author : Westendorf.
Title : A 2 Watt classe A amplifier with AD 139
Ref.no : D 6303.
Rep.no : H 27/61-5.

PHILIPS ELECTRON TUBE DIVISION
INDUSTRIAL COMPONENTS AND MATERIALS DIVISION

VHR
32

voor de Historie v/d Radic

eingeg.: 19. Nov. 1967

Hamburg-Stellingen, d. 31.10.62
We./K

Verteilung

A+B ✓

C 1,3,4,5

~~D~~

Bearbeiter: Westendorf

Gesamt: 8 Seiten

Bericht-Nr. H 27/61-5

D 6303

2 W-Verstärker in A-Schaltung mit AD 139 für $U_{\text{Batt}} = 14$ (max 16) V,
 $\vartheta_{\text{ugb max}} = 45^{\circ} \text{ C}$

Zusammenfassung:

Die Schaltung (ein dreistufiger Verstärker mit galvanischer Kopplung zwischen den drei Stufen) wurde dem Bericht A.R.L. 604 v. 17.8.62 entnommen. Sie wurde gewählt, da in ihr der Arbeitspunkt des Endtransistors praktisch unabhängig von den Exemplarstreuungen der Transistoren ist. Verglichen mit der Schaltung in TI 17 ergibt sich keine Einsparung an Komponenten, bei Betrieb am Netz ist - im Gegenteil - ein Elektrolytkondensator von 1000 μF 6/8 V mehr erforderlich, da dieser Elektrolytkondensator parallel zum Emitterwiderstand des Ausgangstransistors zusätzlich benötigt wird. Es fallen jedoch ein Einstellwiderstand, ein NTC-Widerstand und der Einstellvorgang fort.

Die Endstufe wurde so ausgelegt, daß sich im normalen Betrieb eine Kollektor-Emitter-Spitzenspannung von nicht mehr als 20 V ergibt. Damit bleibt \hat{U}_{CE} unter dem bisher für U_{CEO} bei größerem Strom (0,5 oder 1 A) gemessenen Minimalwert, überschreitet aber das zur Zeit für die Publikation vorgeschlagene U_{CEO} (16 V). Bei der Art der Ansteuerung (Emitterfolger mit kleinem Innenwiderstand, Ableitwiderstand an der Basis, Gegenkopplung) ist aber U_{CEO} keine Grenze. und die Stabilität der Schaltung gewährleistet, solange das mit gesperrter Basis-Emitterstrecke zulässige U_{CE} nicht überschritten wird.

Die zwei Vorstufen sind mit je einem AC 125 bestückt. Die Empfindlichkeit reicht für die Aussteuerung durch einen AM- oder FM-Detektor vollends aus. Für einen Kristalltonabnehmer ist eine weitere Vorstufe erforderlich.

Alle Rechte ausschließlich vorbehalten. Vervielfältigung oder Mitteilung an Dritte, gleichgültig in welcher Form, ist ohne schriftliche Genehmigung des Eigentümers nicht gestattet.

Als Versorgungsspannung wurde eine Spannung von 14 V (max. 16 V) gewählt, damit der Verstärker auch an Autobatterien mit nominell 12 V betrieben werden kann. Die maximale Umgebungstemperatur wurde mit 45° C festgesetzt, da angenommen wird, daß der Verstärker nicht fest in ein Auto eingebaut wird. Die Schaltung auf Blatt .6. zeigt die für eine Spannungsquelle mit sehr kleinem Innenwiderstand geeignete Version. Im einzelnen ist zu dieser Schaltung folgendes zu sagen:

a) Endstufe (AD 139)

An den bisher geprüften AD 139 wurde ein $-U_{CBO}$ von ≥ 21 V bei $-I_C = 0,5$ A gemessen. Die Kollektorspitzenspannung sollte diese Spannung nicht überschreiten, damit die Verzerrungen bei großer Aussteuerung nicht zu groß werden. Die Art der Ansteuerung (Emitterfolger und Ableitwiderstand, der auch das maximale I_{CBO} bei maximaler Kristalltemperatur abführen kann, Gleichstrom- und Wechselstrom-Gegenkopplung) würde bei einem Lastwiderstand von ca. 20 Ω auch eine höhere Kollektor-Emitter-Spitzenspannung ohne die Gefahr einer Instabilität zulassen. Die obere Grenze ist die bei gesperrter Basis zulässige Spitzenspannung (-32 V).

Da der Spannungsabfall am Emitterwiderstand für eine ausreichende Arbeitspunktstabilisierung mehrere Volt betragen muß, bleibt von der Versorgungsspannung von 14 V nur ca. 10 V als Kollektor-Emitter-Spannung ohne Aussteuerung, so daß die Kollektor-Emitter-Spitzenspannung bei Vollaussteuerung wie gefordert kleiner als 20 V bleibt. Unter Berücksichtigung der Kniespannung des Endtransistors und der Verluste in Ausgangs- trafo sowie der Arbeitspunktstreuungen wurde ein nomineller Kollektorstrom von 0,5 A gewählt.

Bei einer maximalen Kristalltemperatur von 100° C *) einer maximalen Batteriespannung von 16 V und einer maximalen Umgebungstemperatur von 45° C darf bei isolierter Montage des Transistors der Wärmewiderstand des Kühlbleches nicht größer als 3,5° C/W sein. Für einen guten thermischen Kontakt zwischen Gehäuseboden und Kühlblech ist - z.B. durch Verwendung von Silikone-Fett - zu sorgen.

*) s. Fußnote Seite 3

Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung oder Mitteilung an Dritte, gleichgültig in welcher Form, ist ohne schriftliche Genehmigung des Eigentümers nicht gestattet.

b) Treiberstufe (AC 125)

Der Emitter-Widerstand hat eine solche Größe, daß der durch ihn fließende Gleichstrom größer als der maximale I_{CBO} des Endtransistors bei maximaler Kristalltemperatur ist, damit auch bei maximalem I_{CBO} und maximaler Kristalltemperatur Vollaussteuerung und Sperrn des Endtransistors möglich sind. Der Kollektorwiderstand dient nur der Verkleinerung der Verlustleistung.

c) Vorstufe

Die Emitterspannung des Vorstufentransistors wird durch einen Spannungsteiler mit relativ kleinem Innenwiderstand festgelegt, um so den Arbeitspunkt des Endtransistors ausreichend unabhängig von den Streuungen der Transistordaten zu machen (siehe Bericht A.R.L. 604).

Der Kollektorwiderstand wurde so gewählt, daß der Strom durch ihn ein Mehrfaches des Basisstromes von Treiber beträgt. Auch diese Maßnahme dient dazu, den Arbeitspunkt der Endstufe ausreichend unabhängig von den Streuungen der Stromverstärkungen der Treiber- und Endstufe zu machen. Gleichzeitig wird dadurch der Arbeitspunkt des Vorstufentransistors von diesen Streuungen unabhängig und die Verzerrungen durch die Vorstufe werden kleiner, da nur ein kleiner Teil der Ausgangskennlinie angesteuert werden muß.

*) Eine Kristalltemperatur von 100°C ist für den Transistor während insgesamt 200 h während der Lebensdauer zulässig, d.h., sie ist nur kurzzeitig unter ungewöhnlich ungünstigen Umständen erlaubt. Derartig ungünstige Umstände liegen vor, wenn gleichzeitig die Batteriespannung 16 V und die Umgebungstemperatur 45°C betragen. Unter nominellen Bedingungen (14 V, 25°C) beträgt die Kristalltemperatur bei Verwendung des angegebenen Kühlbleches nur ca. 65°C .

Alle Rechte ausdrücklich vorbehalten. Vervielfältigung oder Mitteilung an Dritte, gleichgültig in welcher Form, ist ohne schriftliche Genehmigung des Eigentümers nicht gestattet.

Der obere Widerstand des Spannungsteilers für die Lautterspannung dient gleichzeitig für die Gegenkopplung. Die Gegenkopplungsspannung über der Reihenschaltung aus 10Ω und dem Emitterkondensator von $500\mu F$ nimmt bei sehr tiefen Frequenzen zu und verhindert dadurch eine Selbsterregung mit sehr tiefer Frequenz, die sonst durch Mitkopplung von der Endstufe über den Basisiebtkondensator ($250\mu F$) auf den Emitter des Vorstufen-Transistors insbesondere bei kurz geschlossenem Eingang möglich wäre.

Wird der Verstärker aus dem Netz betrieben und ist die Versorgungsspannung nicht ausreichend geglättet, so führt die Gegenkopplung mit galvanischer Verbindung mit der Endstufe zu einem starken Brummen des Verstärkers. Dieses wird verhindert, wenn der Spannungsteiler für die Emitterspannung an eine gut gesiebte Spannung gelegt wird und die Rückkopplung mit Hilfe einer getrennten Wicklung auf dem Ausgangstransformator erzeugt wird. Schaltung ist auf Blatt .8. wiedergegeben. In dieser Schaltung ist der Eingang der Treiberstufe durch einen Kondensator von 10 nF überbrückt. Dieser Kondensator dient zur Herabsetzung der oberen Grenzfrequenz des Verstärkers. Diese Herabsetzung ist erforderlich, um eine Selbsterregung bei kurz geschlossenem Eingang (heruntergeregelter Lautstärke) zu verhindern, die sonst bei Bestückung mit Transistoren mit großer Stromverstärkung auftreten kann.

d) Nicht-lineare Verzerrungen

Die nicht-linearen Verzerrungen (k_2 und k_3) des auf Blatt .6. gezeigten Verstärkers wurden als Funktion der Ausgangsleistung bei Bestückung des Verstärkers mit Transistoren mit mittlerer, großer und kleiner Stromverstärkung gemessen. k_2 war bei Vollaussteuerung auch bei Bestückung mit Transistoren mit kleiner Verstärkung und einem Generatorinnenwiderstand von $10\text{ k}\Omega$ (maximale Lautstärke) kleiner als 8 %. Auf Blatt .7. sind die Kurven für $k_2 = f(N_0)$ und $k_3 = f(N_0)$ für die verschiedenen Transistorkombinationen und einen Generatorinnenwiderstand von 10Ω sowie von $10\text{ k}\Omega$ wiedergegeben.

e) Empfindlichkeit

Die Empfindlichkeit des auf Blatt .6. angegebenen Verstärkers ist so, dass er mit den üblichen AM- bzw. FM-Detektoren angesteuert werden kann.

Folgende Grenzwerte wurden bei Vollaussteuerung ($N_0 = 2 \text{ W}$) gemessen:

	u_1	i_1	r_1
	mV	mA	k Ω
min.	21,5	1,55	14
max.	24	3,4	7

Diese Werte zeigen, daß für einen Kristalltonabnehmer eine weitere Vorstufe erforderlich ist.

f) Frequenzgang

Die Grenzfrequenzen des auf Blatt .6. angegebenen Verstärkers wurden bei Abschluß mit $R_L = 5 \Omega$ und $N_0 = 50 \text{ mW}$ für die verschiedenen Transistorkombinationen gemessen. Die festgestellten Werte waren wie folgt:

$$R_g (\Omega) \quad 10 \quad 10 \text{ k}$$

$$f_u (\text{Hz}) \leq 35 \text{ Hz} \leq 140 \text{ Hz}$$

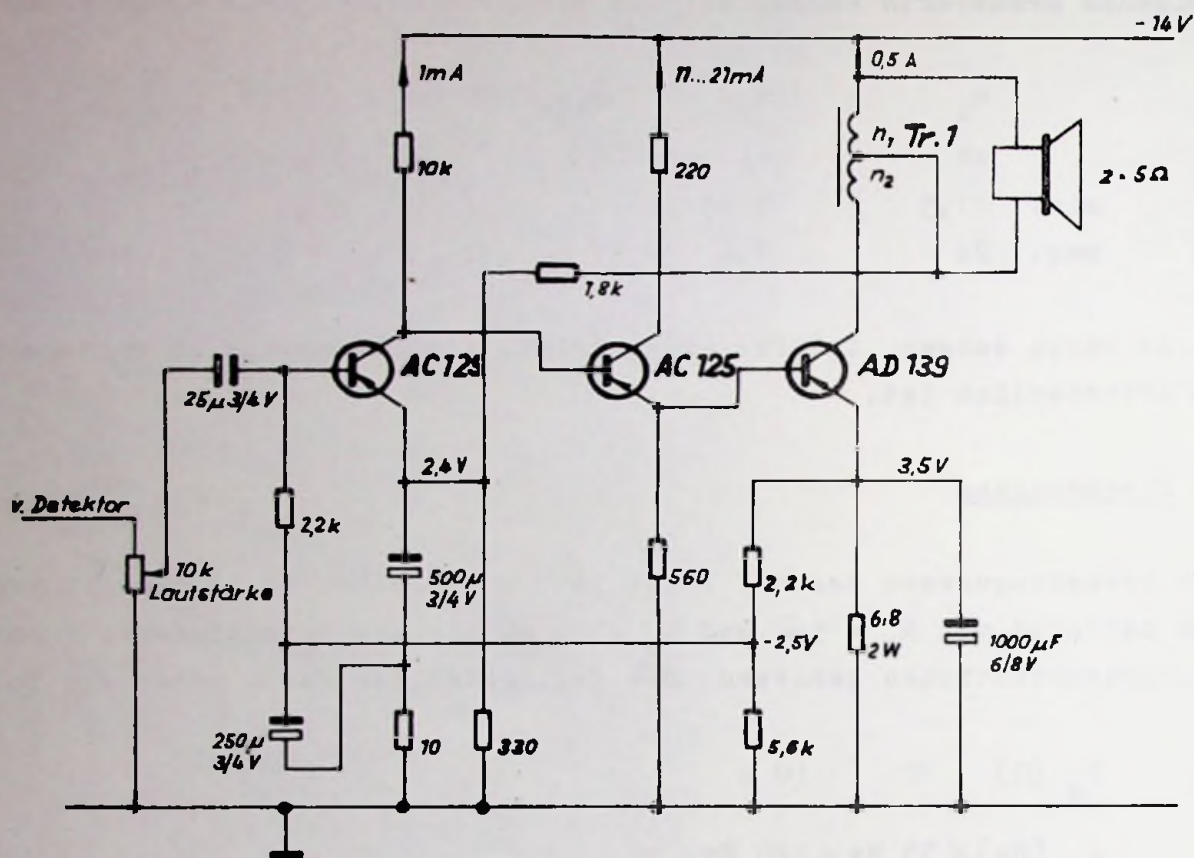
$$f_o (\text{kHz}) > 40 \quad > 20$$

Mit angeschlossener Lautsprecher kann eine Herabsetzung der Verstärkung bei Frequenzen über 10 kHz erforderlich sein, um Selbsterregung zu verhindern. Diese Herabsetzung kann z.B. durch ein RC-Glied parallel zur Primärwicklung des Ausgangstrafos erfolgen, mit dem Ziel, die induktive Komponente des Lautsprecherwiderstandes zu kompensieren. Falls dies nicht den gewünschten Erfolg bringt, kann wie in der für Netzanschluß vorgeschlagenen Schaltung ein Kondensator parallel zum Eingang der Treiberstufe geschaltet werden.

Nichtlineare Verzerrungen, Empfindlichkeit und Grenzfrequenzen waren für den Verstärker für Netzbetrieb ähnlich.

Westendorf
(Westendorf)

Alle Rechte ausdrücklich vorbehalten. Vervielfältigung oder Mitteilung an Dritte, gleichgültig in welcher Form, ist ohne schriftliche Genehmigung des Eigentümers nicht gestattet.



2 - W - NF - Verstärker in A - Schaltung

$$\vartheta_{\text{ugb max}} = 45^{\circ}\text{C}$$

$$K \leq 3,5^{\circ}\text{C/W für Kühlfäche für Endtransistor}$$

- Tr1: EI 48/16 ; Dyn. Bl. II 0,35 mm
 Luftspalt : 0,12 mm (Zwischenlage)
 $n_1 = 84$ Wdg. 0,8 Cu.L
 $n_2 = 84$ Wdg. 0,8 Cu.L

Alle Rechte ausdrücklich vorbehalten. Vervielfältigung oder Mitteilung an Dritte, gleichgültig in welcher Form, ist ohne schriftliche Genehmigung des Eigentümers nicht gestattet.

