

Kling- und brummarme Nf-Pentode

Allgemeines:

Die von Siemens, Telefunken und Valvo gebaute Nf-Pentode EF 86 wurde speziell als Eingangs- und Vorstufenröhre für hochwertige Nf-Verstärker entwickelt. Ein sehr kurzer und steifer Aufbau des Elektrodensystems macht die Röhre unempfindlich gegen mechanische Erschütterungen sowie gegen akustische Beeinflussungen, so daß eine sehr hohe Klingarmut erreicht werden konnte. Ebenso ist die Röhre EF 86 unempfindlich gegen Heizadenbrummen, so daß man auch in Verstärkern für höchste Güteansprüche auf eine gesonderte Gleichstromheizung verzichten kann.

Ohne besondere Maßnahmen gegen Mikrofonie darf die Röhre EF 86 mit einer Empfindlichkeit von 0,5 mV für eine Endstufen-Ausgangsleistung von 50 mW (bzw. 5 mV für 5 W) betrieben werden, wenn bei einer Lautsprecherleistung von 50 mW die mittlere Beschleunigung der Röhre bei Frequenzen > 500 Hz nicht mehr als 0,015 g und bei Frequenzen < 500 Hz nicht mehr als 0,06 g beträgt.

Der Brummstörpegel ist bei einem Wechselstromwiderstand im Gitterkreis $R_{g1} \approx < 0,5 \text{ M}\Omega$ für 50 Hz und einem Katodenkondensator $C_k > 100 \mu\text{F}$ kleiner als 5 μV .

Die äquivalente Rauschspannung, bezogen auf Gitter 1, beträgt für den Frequenzbereich 25...10 000 Hz bei $U_h = 250 \text{ V}$ und $R_a = 100 \text{ k}\Omega$ etwa 2 μV .

In Niederfrequenzverstärkern, die besonders hohe Qualitätsanforderungen erfüllen müssen und deren Frequenzbereich in Spezialfällen (z. B. in medizinischen Verstärkern) bis zu 1 Hz und teilweise noch darunter reicht, ist das durch den Funkeffekt ausgelöste Rauschen unterhalb von 10 000 Hz nicht mehr zu vernachlässigen. Dieses Funkeffekt-Rauschen, das frequenzabhängig ist und mit sinkender Frequenz zunimmt und sich besonders stark im Frequenzgebiet unterhalb von 1000 Hz bemerkbar macht, ließ sich bei der EF 86 auf einen so günstigen Wert bringen, daß es praktisch kaum noch eine Rolle spielt.

Die Nf-Pentode EF 86 ist mit dem Novalsockel (Pico-9-Sockel) ausgestattet, ihr Einbau kann in beliebiger Lage erfolgen.

Vorläufige Daten:

Heizung: Indirekt geheizte Oxydkatode, Parallel- oder Serien- speisung mit Gleich- oder Wechselstrom.

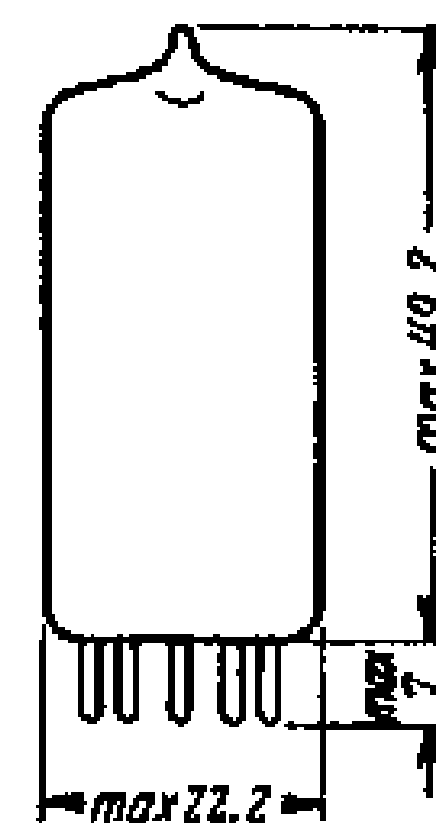
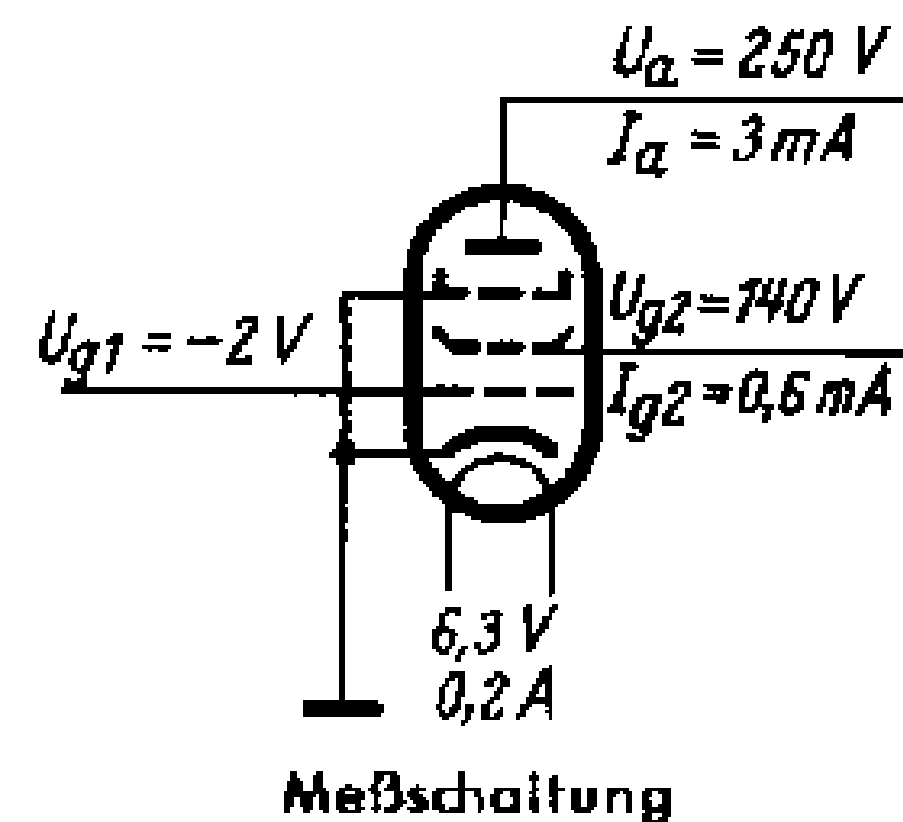
Heizspannung	U_f	6,3	V
Heizstrom	I_f	0,2	A

Meßwerte:

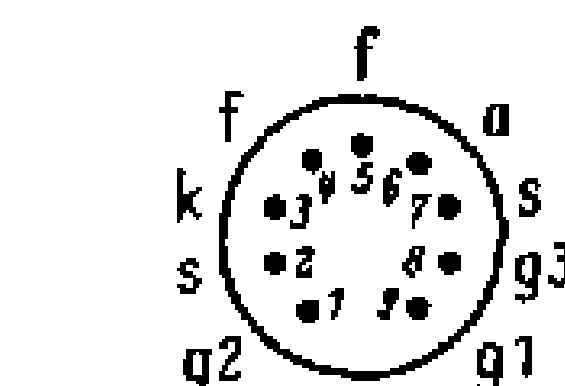
Anodenspannung	U_a	250	V
Bremsgitterspannung	U_{g3}	0	V
Schirmgitterspannung	U_{g2}	140	V
Gittervorspannung	U_{g1}	-2	V
Anodenstrom	I_a	3	mA
Schirmgitterstrom	I_{g2}	0,6	mA
Steilheit	S	2	mA/V
Innenwiderstand	R_i	2,5	M Ω
Verstärkungsfaktor	μ_{g2g1}	38	

Kapazitäten: (ohne äußere Abschirmung)

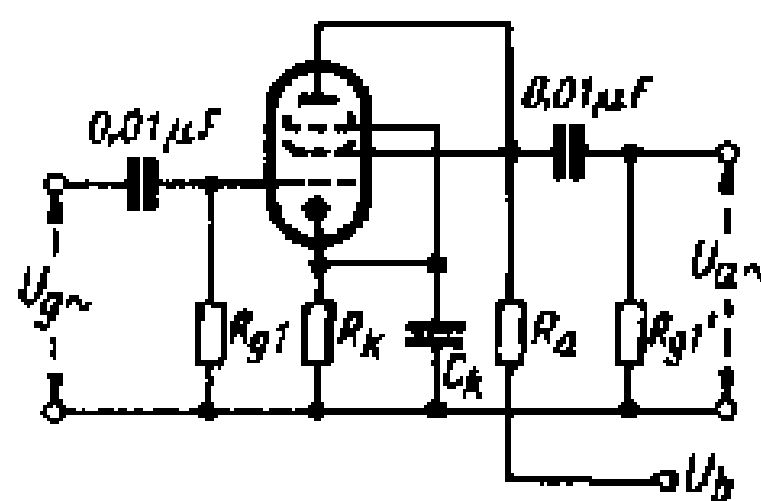
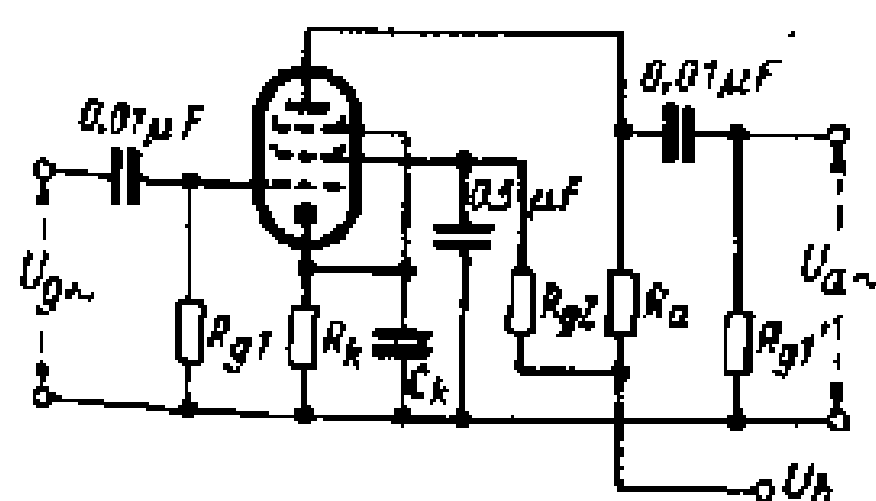
Eingangskapazität	C_e	4,0	pF
Ausgangskapazität	C_a	5,5	pF
Gitter 1 / Anode	$C_{g1/a}$	$\leq 0,05$	pF
Gitter 1 / Faden	$C_{g1/f}$	$\leq 0,0025$	pF



Kolbenabmessungen



Sockel von unten gesehen



EF 86

Betriebswerte als Nf-Verstärker in Widerstandsverstärker-Schaltung.

a) in Pentodenschaltung (Schaltung 1)

Betriebsspannung	U_b	150	200	250	300	350	400	V
Außenwiderstand	R_a	100	100	100	100	100	100	k Ω
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	470	390	390	390	390	390	k Ω
Gitterableitwiderstand	$R_{g1'}$	330	330	330	330	330	330	k Ω
Katodenwiderstand	R_k	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	k Ω
Katodenstrom	I_k	1,0	1,65	2,05	2,45	2,85	3,3	mA
Verstärkung	$U_a \sim / U_g \sim$	95	106	112	116	120	124	fach
Ausgangswechselspannung bei $k = 5\%$	$U_a \sim$	22	40	50	64	75	87	V _{eff}

Betriebsspannung	U_b	150	200	250	300	350	400	V
Außenwiderstand	R_a	220	220	220	220	220	220	k Ω
Schirmgittervorwiderstand	R_{g2}	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	M Ω
Gitterableitwiderstand	$R_{g1'}$	680	680	680	680	680	680	k Ω
Katodenwiderstand	R_k	2,7	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	k Ω
Katodenstrom	I_k	0,55	0,75	0,9	1,1	1,4	1,55	mA
Verstärkung	$U_a \sim / U_g \sim$	150	170	180	188	196	200	fach
Ausgangswechselspannung bei $k = 5\%$	$U_a \sim$	24,5	36	46	54	63	73	V _{eff}

b) in Triodenschaltung (g_2 an a, g_3 an k) (Schaltung 2)

Betriebsspannung	U_b	200	250	300	350	400	V
Außenwiderstand	R_a	47	47	47	47	47	k Ω
Gitterableitwiderstand	$R_{g1'}$	150	150	150	150	150	k Ω
Anodenstrom	I_a	1,85	2,3	2,7	3,2	3,7	mA
Katodenwiderstand	R_k	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	k Ω
Verstärkung	$U_a \sim / U_g \sim$	23,5	23,5	24,0	24,5	24,5	fach
Ausgangswechselspannung ¹⁾	$U_a \sim$	22	32	43	53	64	V _{eff}
Klirrfaktor ²⁾	k	3,1	3,5	3,8	4,0	4,5	%

Betriebsspannung	U_b	200	250	300	350	400	V
Außenwiderstand	R_a	100	100	100	100	100	k Ω
Gitterableitwiderstand	$R_{g1'}$	330	330	330	330	330	k Ω
Anodenstrom	I_a	1,0	1,25	1,5	1,7	2,0	mA
Katodenwiderstand	R_k	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	k Ω
Verstärkung	$U_a \sim / U_g \sim$	27,5	28,0	28,5	28,5	28,5	fach
Ausgangswechselspannung ¹⁾	$U_a \sim$	27,5	39,0	50,0	62,0	73,0	V _{eff}
Klirrfaktor ²⁾	k	3,3	3,7	3,8	4,0	4,0	%

Betriebsspannung	U_b	200	250	300	350	400	V
Außenwiderstand	R_a	220	220	220	220	220	k Ω
Gitterableitwiderstand	$R_{g1'}$	680	680	680	680	680	k Ω
Anodenstrom	I_a	0,5	0,65	0,8	0,9	1,05	mA
Katodenwiderstand	R_k	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	k Ω
Verstärkung	$U_a \sim / U_g \sim$	30,5	30,5	31,0	31,5	32,0	fach
Ausgangswechselspannung ¹⁾	$U_a \sim$	28	39	51	62	74	V _{eff}
Klirrfaktor ²⁾	k	3,1	3,5	3,7	3,7	3,8	%

Grenzwerte:

Anodenspannung	$U_a \text{ max}$	300	V
Anodenkaltspannung	$U_{aL} \text{ max}$	550	V
Schirmgitterspannung	$U_{g2} \text{ max}$	200	V
Schirmgitterkaltspannung	$U_{g2L} \text{ max}$	550	V
Anodenbelastung	$Q_a \text{ max}$	1	W
Schirmgitterbelastung	$Q_{g2} \text{ max}$	0,2	W
Katodenstrom	$I_k \text{ max}$	6	mA
Gitterableitwiderstand für $Q_a < 0,2 \text{ W}$	$R_{g1} \text{ max}$	10	M Ω

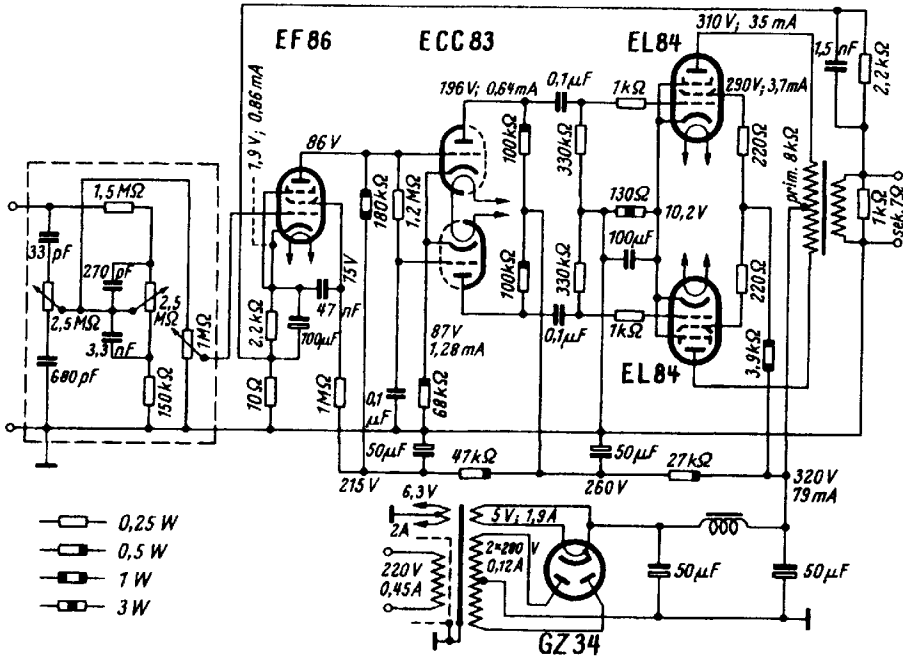
¹⁾ Ausgangswechselspannung bei Aussteuerung bis zum Gitterstromeinsatz.

²⁾ Der Klirrfaktor verläuft etwa proportional zur Ausgangswechselspannung.

Grenzwerte (Fortsetzung)

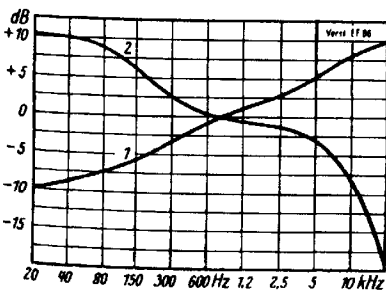
Gitterableitwiderstand für $Q_a > 0,2$ W
 Gitterableitwiderstand (bei Gittervorspannungs-
 erzeugung nur durch R_{g1}) ($R_k = 0 \Omega$)
 Gitterstrom einsatzpunkt ($I_{g1} \leq +0,3 \mu A$)
 Spannung zwischen Faden und Schicht
 Spannung zwischen Faden und Schicht
 Außenwiderstand zwischen Faden und Schicht

$R_{g1} \text{ max}$	3	M Ω
$R_{g1} \text{ max}$	22	M Ω
U_{g1e}	-1,3	V
$U_{-f/+k} \text{ max}$	100	V
$U_{+f/-k} \text{ max}$	50	V
$R_{f/k} \text{ max}$	20	k Ω

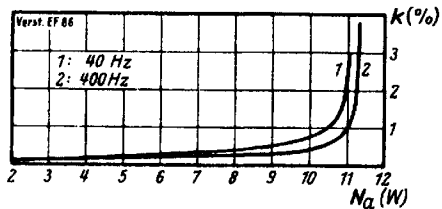


Beispiel für die Verwendung der Nf-Pentode EF 86 als Vorstufenröhre in einem „high fidelity“-Verstärker nach Valvo-Schaltungsunterlagen. Eingangsschaltung und Verstärkungsgrad sind so bemessen, daß mit einem modernen Kristall-Tonabnehmer Vollaussteuerung und 11 Watt Leistungsabgabe (Schwingspulenwiderstand 7 Ω) zu erreichen sind. Die Tonregelung arbeitet mit zwei Potentiometern für unabhängige Regelung der hohen und tiefen Frequenzen. Das Lautstärke-Potentiometer gibt die Eingangsspannung an die EF 86 weiter, an die sich eine Phasenumkehrstufe (ECC 83) anschließt und hieran die Gegentaktendstufe mit zwei EL 84 in AB-Einstellung. Die Gegenkopplungsspannung wird vom Verstärker Ausgang in die Katode der EF 86 geleitet, wodurch besonders niedrige Verzerrungen — vor allem solche durch Kombinationstöne — erzielt werden.

Zur vollen Ausnutzung der Qualitätseigenschaften des Verstärkers ist es erforderlich, daß der Lautsprecher einen Frequenzbereich bis mindestens 15 kHz verarbeiten kann und daß als Ausgangstransformator nur ein hochwertiges Erzeugnis verwendet wird.



Frequenzgang des Verstärkers



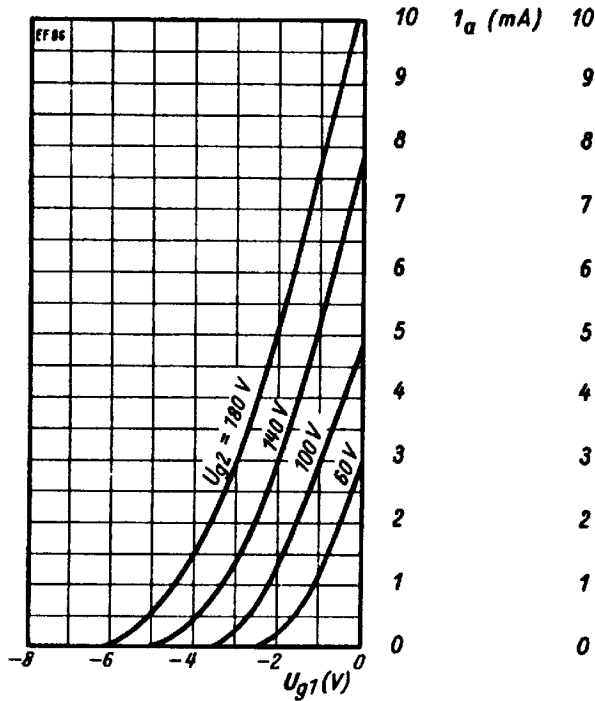
Gesamt-Klirrfaktor des Verstärkers

Zum linken Bild,
 Kurve 1: Hochtonregler auf Maximum, Baßregler auf Minimum.
 Kurve 2: Hochtonregler auf Minimum, Baßregler auf Maximum.

EF 86

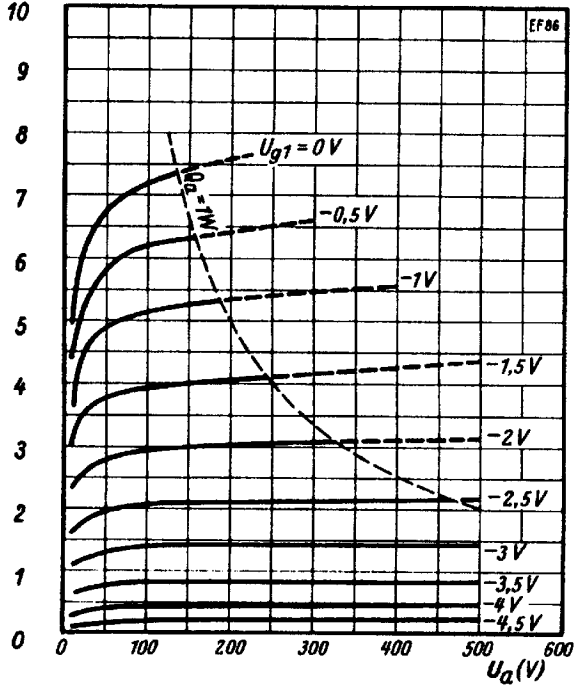
Kennlinienfeld 1 $I_a = f(U_{g1})$

$U_a = 250 \text{ V}; U_{g3} = 0 \text{ V}; U_{g2} = \text{Parameter}$



Kennlinienfeld 2 $I_a = f(U_a)$

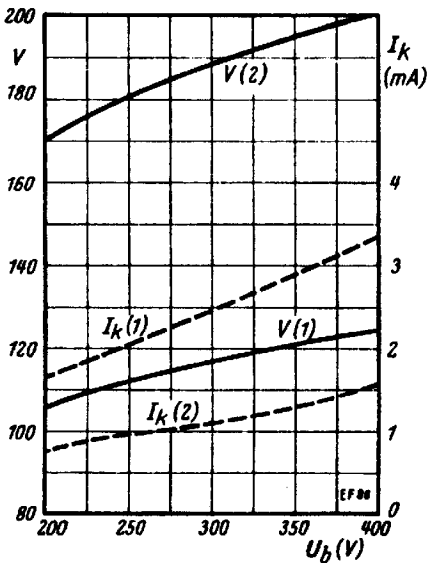
$U_{g2} = 140 \text{ V}; U_{g3} = 0 \text{ V}; U_{g1} = \text{Parameter}$



Kennlinienfeld 3 $I_k, V = f(U_a)$

(1) $R_a = 100 \text{ k}\Omega; R_{g2} = 390 \text{ k}\Omega; R_k = 1 \text{ k}\Omega$.

(2) $R_a = 220 \text{ k}\Omega; R_{g2} = 1 \text{ M}\Omega; R_k = 2,2 \text{ k}\Omega$.



Kennlinienfeld 4 $U_{g\sim}, k = f(U_{a\sim})$

(1) $R_a = 100 \text{ k}\Omega; R_{g2} = 390 \text{ k}\Omega; R_k = 1 \text{ k}\Omega; R_{g1}' = 330 \text{ k}\Omega$.

(2) $R_a = 220 \text{ k}\Omega; R_{g2} = 1 \text{ M}\Omega; R_k = 2,2 \text{ k}\Omega; R_{g1}' = 680 \text{ k}\Omega$.

